



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra

TRANSFORMAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA CIDADE DO LUBANGO NO PERÍODO 1978-2010

RELAÇÕES BIOFÍSICAS E SOCIETAIS

Daniel Eric Wesley Holden

MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS – AMBIENTE E ORDENAMENTO

Setembro, 2015





UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra

TRANSFORMAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
NA CIDADE DO LUBANGO NO PERÍODO 1978-2010
RELAÇÕES BIOFÍSICAS E SOCIETAIS

Daniel Eric Wesley Holden

MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS – AMBIENTE E ORDENAMENTO

Orientadores científicos

Prof. Doutor Alexandre Oliveira Tavares, FCTUC

Prof. Doutor Alcides José Sousa Castilho Pereira, FCTUC

Setembro, 2015

RESUMO

Os processos de alteração de uso e ocupação do solo apresentam uma variedade de trajetórias, dependendo das condições locais, do contexto regional e de influências externas. O presente estudo é uma avaliação das transformações espaciais e temporais no uso e ocupação do solo (UOS) no período 1978-2010 a partir de imagens de satélite, aplicando uma adaptação do sistema de classificação Corine Land Cover. A área de estudo é a zona do Lubango, Angola. Apoiar-se num conjunto de imagens de satélites de três períodos (1978, 2002 e 2010), os indicadores de transformação foram analisados em termos do grau de estabilidade (GE), que expressa a proporção total da paisagem que não evidenciou qualquer transição de uso. Foi analisada a relação das transformações de UOS com as condicionantes das principais vias de comunicação rodoviária, classes de declives e unidades litológicas. As transformações espaciais e temporais envolvem um aumento significativo do tecido urbano não-infraestruturado de edifícios tradicionais, um ligeiro aumento de tecido urbano com baixo grau de impermeabilização e uma rotação das zonas agrícolas. O cruzamento da cartografia de UOS com as condicionantes mostra que existe uma estrita relação entre o grau de estabilidade e a proximidade às vias de comunicação rodoviária, as classes de declives e litologia.

Palavras-chave: Uso e ocupação do solo; grau de estabilidade; imagens de satélite; crescimento urbano; Lubango

ABSTRACT

Processes of land use and land cover change present a variety of trajectories, depending on local conditions, regional context and external influence. The current study is an analysis of the spatial and temporal transformations in land use and land cover from 1978 to 2010 based on satellite images and applying an adaptation of the Corine Land Cover classification system. The study area is the area of the city of Lubango, Angola. It is based on satellite images from three periods (1978, 2002, and 2010), the transformation indicators were analysed in terms of the stability grade (SG) which expresses the proportion of the landscape that did not undergo any change in land use and land cover. The relationship between land use and land cover change and factors such as proximity to major roadways, slope classes and lithologic units was also analysed. The spatial and temporal transformations involve a significant growth of non-infrustructured urban area with traditional buildings, a slight growth of urban areas with a low impermeability grade and the rotation of agricultural areas. Cross-referencing the land use and land cover maps with the forcing factors showed that there is a strict connection between the stability grade and proximity to main roadways, slope classes and lithology.

Keyword: Land use and land cover; stability grade; satellite images; urban growth; Lubango

AGRADECIMENTOS

Tenho a agradecer a Deus, aos meus parentes imediatos, aos meus orientadores e a todos os demais professores deste curso que contribuiriam para tornar este trabalho uma realidade.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai, James Bernard Holden.

INDICE

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
DEDICATÓRIA	iv
INDICE	v
INDICE DE TABELAS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ENQUADRAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	8
2.1 Localização geográfica e administrativa	8
2.2 Geologia e geomorfologia	9
2.3 Hipsometria e declives	12
2.4 Clima.....	14
2.5 Hidrografia.....	15
2.6 Enquadramento demográfico e socioeconómico	18
3. METODOLOGIA E MÉTODOS.....	29
3.1 Cartografia temática	29
3.2 Mudanças espaciais e temporais no uso e ocupação do solo	36
4. RESULTADOS	39
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES	76
5.1 Conclusões Gerais	83
5.2 Limitações metodológicas	83
5.3 Conclusões específicas.....	84
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86

INDICE DE TABELAS

Tabela 1: Características das fontes de dados.	31
Tabela 2: Erro médio na georreferenciação.....	31
Tabela 3: Termos de classificação.....	32
Tabela 4: Número de polígonos, áreas e percentagens para cada uso e ocupação do solo, de acordo com a classificação Corine Land Cover	40
Tabela 5: Matriz de transição de UOS para o período 1978-2002.....	47
Tabela 6: Matriz de transição de UOS para o período 2002-2010.....	48
Tabela 7: Matriz de transição para a zona próxima das vias de comunicação rodoviária no período 1978-2002	58
Tabela 8: Matriz de transição de UOS na zona próxima das vias de comunicação rodoviária no período 2002-2010.....	59
Tabela 9: Matriz de transição de UOS na zona distante das vias de comunicação rodoviária no período 1978-2002.....	60
Tabela 10: Matriz de transição de UOS na zona distante das vias de comunicação rodoviária no período 2002-2010.....	61
Tabela 11: Matriz de transição de UOS nas zonas com declives inferiores a 5% no período 1978-2002	62
Tabela 12: Matriz de transição de UOS nas zonas com declives inferiores a 5% no período 2002-2010.....	63
Tabela 13: Matriz de transição de UOS nas zonas de declives entre 5% e 10% no período 1978-2002	64
Tabela 14: Matriz de transição de UOS nas zonas de declives entre 5% e 10% no período 2002-2010.....	65
Tabela 15: Matriz de transição de UOS nas zonas de declives superiores a 10% no período 1978-2002	66
Tabela 16: Matriz de transição de UOS nas zonas de declives superiores a 10% no período 2002-2010.....	67
Tabela 17: Matriz de transição de UOS na zona da unidade litológica 1 no período 1978-2002.....	68
Tabela 18: Matriz de transição de UOS na zona da unidade litológica 1 no período 2002-2010.....	69
Tabela 19: Matriz de transição de UOS na zona da unidade litológica 2 no período 1978-2002.....	70

Tabela 20: Matriz de transição de UOS na zona da unidade litológica 2 no período 2002-2010.....	71
Tabela 21: Matriz de transição de UOS na zona da unidade litológica 3 no período 1978-2002.....	72
Tabela 22: Matriz de transição de UOS na zona da unidade litológica 3 no período 2002-2010.....	73
Tabela 23: Ganhos e perdas sofridos por cada classe de UOS nos períodos em análise	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema metodológico do trabalho de investigação	6
Figura 2: Enquadramento geográfico e administrativo da área de estudo.....	9
Figura 3: Vista geral esquemática do Planalto da Huíla (MEDEIROS, 1976).....	10
Figura 4: Mapa Geológico esquemático do SW de Angola (Pereira, et al. 2013) adaptado e reinterpretado de Araújo et al. (1988) , Carvalho & Pereira (1972), Vale et al. (1973); Pereira et al. (2006)	11
Figura 5: Zonas litológicas identificadas para o estudo	12
Figura 6: Representação hipsométrica da área de estudo	13
Figura 7: Mapa de declives da área de estudo.....	14
Figura 8: Representação da temperatura e precipitação anuais no Lubango para o período 1937-1989 obtidos da base de dados GHCN-M v3.3.0.20150901 (https://www.ncdc.noaa.gov/ghcnm/)	15
Figura 9: Aspeto do rio Mucufi onde atravessa o centro urbano do Lubango.....	17
Figura 10: Enquadramento na bacia do Cunene e sub-bacia do Caculuvar.....	18
Figura 11: Gravura do Padre Benedicto M. Bonnefoux do início do século XX	19
Figura 12: Praça dos Fundadores na cidade de Sá da Bandeira, na década de 1950 20	
Figura 13: Fotografia aérea da cidade do Lubango em 1950. (MEDEIROS, 1976)	21
Figura 14: Planta de Sá da Bandeira e traçado previsto pelo plano de urbanização ...	21
Figura 15: Fotografia aérea da cidade do Lubango em 1970. (MEDEIROS, 1976)	22
Figura 16: Plano de Lubango – 1988.....	24
Figura 17: Planta de Ordenamento do Plano Director da Cidade do Lubango (GPH, 2004).	25
Figura 18: Representação gráfica da variação da população do Lubango de 1940 a 2010. Fontes: Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia, United Nations Compendium of Human Settlements Statistics, 1995	26
Figura 19: Extrato da imagem de satélite da cidade do Lubango do ano de 2015 (Google Earth®, 2015).....	28
Figura 20: Exemplos dos diferentes tipos de UOS identificados n área de estudo: a) Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização b) Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização c) Zonas urbanas não infraestruturadas com edifícios tradicionais d), e), f) Zonas industriais, comerciais ou de transporte não degradadas g) Zonas industriais, comerciais ou de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicional.....	33

Figura 21: Exemplos dos diferentes tipos de UOS identificados na área de estudo: h), i) Zonas industriais, comerciais ou de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicional j) Espaços verdes artificializados e Equipamentos de desporto e lazer k) Cemitérios l) Zonas de Construção m) Zonas de extração mineira a céu aberto.....	34
Figura 22: Exemplos dos diferentes tipos de UOS identificados na área de estudo: n) Terras aráveis o) Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas p) Florestas q) Floresta degradada e cobertura arbustiva r) Cobertura arbustiva e herbácea s) Rocha nua t) Zonas de vegetação esparsa u) Corpos de água v) Sistemas ripícolas	35
Figura 23: Uso e ocupação do solo na área de estudo em 1978	41
Figura 24: Uso e ocupação do solo na área em estudo em 2002.....	42
Figura 25: Uso e ocupação do solo na área em estudo em 2010.....	43
Figura 26: Representação das percentagens ocupadas pelas diferentes classes de UOS nos três momentos analisados.....	45
Figura 27: UOS da zona próxima das vias de comunicação rodoviária em 1978	49
Figura 28: UOS na zona próxima das vias de comunicação rodoviária em 2002	49
Figura 29: UOS na zona próxima das vias de comunicação rodoviária em 2010	49
Figura 30: UOS na zona distante das vias de comunicação rodoviária em 1978.....	50
Figura 31: UOS da zona distante das vias de comunicação rodoviária em 2010.....	50
Figura 32: UOS na zona distante das vias de comunicação rodoviária em 2002.....	50
Figura 33: UOS nas zonas com declives inferiores a 5% em 1978	51
Figura 34: UOS nas zonas com declives inferiores a 5% em 2002	51
Figura 35: UOS nas zonas com declives inferiores a 5% em 2010	51
Figura 36: UOS nas zonas com declives entre 5% e 10% em 1978.....	52
Figura 37: UOS nas zonas com declives entre 5% e 10% em 2002.....	52
Figura 38: UOS nas zonas com declives entre 5% e 10% em 2010.....	52
Figura 39: UOS nas zonas com declives superiores a 10% em 1978.....	53
Figura 40: UOS nas zonas com declives superiores a 10% em 2002.....	53
Figura 41: UOS nas zonas com declives superiores a 10% em 2010.....	53
Figura 42: UOS na zona da unidade litológica 1 em 1978	54
Figura 43: UOS na zona da unidade litológica 1 em 2002	54
Figura 44: UOS na zona da unidade litológica 1 em 2010	54
Figura 45: UOS na zona da unidade litológica 2 em 1978	55
Figura 46: UOS na zona da unidade litológica 2 em 2002	55
Figura 47: UOS na zona da unidade litológica 2 em 2010	55
Figura 48: UOS na zona da unidade litológica 3 em 1978	56

Figura 49: UOS na zona da unidade litológica 3 em 2002	56
Figura 50: UOS na zona da unidade litológica 3 em 2010	56
Figura 51: Alguns modelos de mudança de padrões de urbanização - a) Expansão, b) Extensão axial, c) Explosão, d) Desenvolvimento anelar em forma de gotas, e) Extensão satélite. Traduzido de Antrop (2004).	77
Figura 52: Transformação dinâmica de UOS e grau de estabilidade	79
Figura 53: Média de alteração de UOS anual, em hectares, por condicionante.....	80
Figura 54: Média anual de alteração de UOS, em percentagem, por condicionante....	81
Figura 55: Correlação das condicionantes e a taxa de transformação de UOS nos períodos em análise.....	82

1. INTRODUÇÃO

A atividade humana tem vindo a alterar de tal forma o ambiente na terra, transformando o uso e ocupação do solo (UOS), que alguns autores como VITOUSEK *et al.* (1997) consideram que UOS representa a alteração mais substancial da terra pela humanidade nos últimos 300 anos.

Essas alterações de UOS causam uma variedade de impactos sobre processos de geodinâmica, a paisagem, bens e serviços ambientais. A principal preocupação é com os impactos sobre a biodiversidade mundial (SALA *et al.*, 2000), degradação dos solos (TRIMBLE & CROSSON, 2000) e a capacidade dos sistemas para sustentarem as necessidades humanas (VITOUSEK *et al.* 1997). As alterações ao uso e ocupação do solo também determinam parcialmente a vulnerabilidade duma região a perturbações climáticas, económicas ou sociopolíticas (KASPERSON *et al.* 1995).

As alterações que ocorrem no uso do solo são o resultado de fatores de natureza ambientais, tais como as características do solo, determinando as potencialidades biofísicas e restrições para as áreas naturais e agrícolas ou a adequação para áreas artificializadas; culturais, incluindo o estilo de vida ou acontecimentos históricos; socioeconómicas tais como a demografia, a compreensão da estrutura de mercado e a procura dos consumidores; políticas, principalmente aquelas de dimensão espacial como conservação de espaços naturais ou desenvolvimento de infraestruturas e tecnológicas, incluindo por exemplo a mecanização da agricultura (HOUGHTON, 1994; DALE *et al.*, 1993; MEDLEY *et al.*, 1995; RICHARDS, 1990, VERBUG *et al.* 2004; HESPERGER & BURGI. 2007).

O entendimento da forma como tais fatores se relacionam e influenciam a ocorrência das mudanças no uso do solo não é fácil uma vez que um processo antropogénico pode conduzir a um vasto conjunto de impactos ambientais, desde o distúrbio dos processos físicos (TAVARES & SOARES, 2002), a alteração no ciclo hidrológico (STEINER & OSTERMAN, 1988), o incremento dos processos de risco (PETROV *et al.*, 2009; FREIRE *et al.*, 2009) a alteração dos habitats de diversas espécies (DALE *et al.*, 1993) e na biodiversidade. Estes impactos, apesar de preocupantes, não são únicos pois os efeitos resultantes das alterações do UOS não são apenas do foro ambiental, também podem afetar as economias locais e regionais (BURCHELL, 1996).

Segundo FERANEC *et al.* (2010), existem várias dinâmicas de transformação de UOS que se verificam, tais como a de urbanização, caracterizada pela conversão de áreas agrícolas ou naturais em áreas artificializadas; a de conversão natural-agrícola que é a conversão de áreas naturais para áreas agrícolas; a de intensificação/extensificação agrícola, envolvendo a conversão interna do uso de solo de áreas agrícolas, passando de uma baixa para uma alta intensidade de uso e vice-versa e abandono de áreas agrícolas caracterizada por conversão de áreas agrícolas em áreas naturais.

Entre elas, a urbanização tem especial destaque devido ao recente crescimento extraordinário da razão entre a população mundial total, que quadruplicou entre 1900 e 2000, e a população urbana mundial, que sofreu um aumento mais elevado num fator de 15, de 200 milhões em 1900 para 2,9 bilhões em 2000 e estima-se que haverá de crescer para 5 bilhões até 2030, representando 60% da população mundial no mesmo ano (NAÇÕES UNIDAS, 2002; TANG *et al.*, 2005; VERBURG *et al.*, 2006)

Visto que a maioria da população humana habita em áreas urbanas, é nessas áreas onde se verifica a maior taxa de crescimento populacional urbano, a qual contribui para que grande parte das transformações de UOS ocorram a favor da urbanização.

O aumento de superfícies impermeáveis associadas à essa transformação para zonas urbanas conduz a uma diminuição na infiltração e ao aumento no escoamento superficial, sedimentação e eutrofização de zonas húmidas. Crescimento urbano descontrolado também conduz à fragmentação de paisagens, destruição de habitat animal e a redução da biodiversidade. Por essa razão, Turner *et al.* (1990) consideram a urbanização como um dos processos sociais mais importantes, tendo um enorme impacto ambiental a escalas local, regional e global e ainda para Pickett *et al.* (2001), o aumento da urbanização apresenta um grande desafio do desenvolvimento que exerce uma pressão tremenda sobre a sustentabilidade social, económica e ambiental.

Em países em desenvolvimento, que é o caso da maioria dos países africanos, a urbanização associa-se ao crescimento natural da população, migração de zonas rurais para urbanas, convergência de estilos de vida rural e urbana e os processos económicos e políticos associados à globalização. (COHEN, 2004)

À medida que as áreas urbanas se expandem para a periferia e os seus núcleos colapsam por sobrecarga da procura crescente de serviços sociais pela população, tornam-se local de fixação e residência das populações mais desfavorecidas e fontes

de poluição ambiental. Este fenómeno torna relevante o estudo de padrões de urbanização nos países africanos. (BRAIMOH & ONISHI, 2007).

No continente africano, para além duma taxa de crescimento populacional acima da média mundial ao longo das últimas 3 décadas, a África subsaariana sofreu uma série de distúrbios, tanto naturais como de origem antrópica: secas, conflitos que conduzem a movimentos migratórios. Cada um deles tem implicações para as necessidades de uso do solo com impactos subsequentes sobre a cobertura vegetal natural, biodiversidade, estabilidade socioeconómica e segurança alimentar. A modificação da cobertura vegetal caracterizada por devastação da vegetação natural produz impactos a longo prazo sobre a produção alimentar sustentável, recursos hídricos e florestais, clima e acima de tudo sobre o bem-estar humano (FOLEY *et al.*, 2005).

As transformações de UOS e a modelação de sistemas urbanos têm sido objeto de inúmeros estudos focados principalmente sobre países industrializados (TURNER, 1990; MEYER & TURNER, 1992; WHITE & ENGELEN, 1993; ANTROP, 1998; LAMBIN *et al.*, 2001, 2003; HASSE & LATHROP, 2003; CARUSO *et al.*, 2005; DIETZEL, *et al.*, 2005; BURCHFIELD *et al.*, 2006; KASANKO *et al.*, 2006; CARUSO *et al.*, 2007; SUNDELL-TURNER & RODEWALD, 2008; TAVARES *et al.*, 2012; MENEZES, 2013), e mais recentemente no continente asiático, nomeadamente na China (XIAO, *et al.*, 2006; DENG *et al.*, 2009; LIU *et al.*, 2010).

Apesar de África ser a região do mundo em que se esperam, num futuro próximo, as mais elevadas taxas de urbanização e, conseqüentemente, impactos dessas alterações, relativamente poucos estudos analisaram e simularam a expansão urbana de cidades africanas e as transformações de UOS a ela associadas. Entre eles salienta-se Accra (YEBOAH, 2000, 2003), Harare (GAMANYA *et al.*, 2009), Lagos (BARREDO & DEMICHELI, 2003; BRAIMOH & ONISHI, 2007), Nairobi (MUNDIA & ANIYA, 2005) e Tunis (WEBER & PUISSANT, 2003).

Segue logicamente que seja crucial para Angola, um país inserido no contexto africano, o estudo e documentação periódica das alterações e transformações de UOS.

Segundo Paegelow *et al.* (2013) e Menezes (2013), a caracterização e análise do uso e ocupação do solo de um determinado território é fundamental para perceber interações sociais e ecológicas complexas na tomada de decisões que envolvem ações de planeamento ou ordenamento do território.

Para o ordenamento e planeamento, é necessário determinar as tendências e taxas de alteração, de modo a estabelecer políticas racionais de uso do solo. Segundo Giri, Zhu, & Reed (2005) é necessária informação exata e atualizada de alteração de uso e ocupação do solo para analisar os impactos ambientais de tais alterações. Para alcançar este fim, as dinâmicas temporais de dados de deteção remota jogam um papel importante no controlo e análise de alterações de uso e ocupação do solo.

A extração de informação das imagens de satélite referente à cobertura do uso e às suas alterações é uma das mais representativas aplicações de deteção remota (GONZÁLEZ, 2001; JOTHIMANI, 1997; LU *et al.*, 2006; O'HARA *et al.*, 2003; SETO *et al.*, 2002; YANG & LIU, 2005).

De acordo com (KHORRAM *et al.*, 1999), entre as várias técnicas atualmente disponíveis, a deteção remota oferece uma das estratégias mais viáveis para a deteção de alterações de uso e ocupação do solo a nível local, regional e global.

Esses dados obtidos por deteção remota são usados para determinar o uso e ocupação do solo num determinado ponto no tempo e subsequentemente as alterações de uso e ocupação do tempo entre várias datas (MILLER *et al.*, 1995).

A deteção remota tem enormes vantagens em estudos do espaço urbano, nomeadamente: a precisão dos dados, a flexibilidade temporal, a cobertura espacial e a adequação a modelação (MESSEV & LONGLEY, 1999).

Embora a deteção remota tenha a capacidade de registar tais alterações, a simples deteção da alteração raramente é suficiente por si só: a extração da informação de alteração a partir dos dados de satélite requer técnicas de deteção de alteração eficazes e automatizadas (ROY *et al.*, 2002) e geralmente é necessária informação sobre os tipos de UOS iniciais e finais, a dita análise "de-para" (KHORRAM *et al.*, 1999).

Vários autores têm avaliado alterações no uso e ocupação do solo em vários ambientes (CHAN *et al.*, 2001; MUCHONEY & HAACK, 1994; SINGH, 1989). Ram e Kolarkar (1993) estudaram alterações no uso e ocupação do solo em áreas áridas na Índia através de comparação visual de imagens de satélite, mapas e fotografias aéreas. Lambin e Ehrlich (1997) usaram 10 anos de dados NOAA-AVHRR para avaliar e analisar alterações de uso e ocupação do solo do continente africano entre 1982 e 1991. Palmer e Van Rooyen (1998) utilizaram imagens Landsat TM para estudar os impactos das políticas de gestão de terras sobre a estrutura vegetal em duas áreas de estudo no sul

do deserto do Kalahari na África do Sul no período de 1989-1994. Rembold *et al.* (2000) estudaram alterações de uso e ocupação do solo da Etiópia centro/sul usando fotografias aéreas de 1972 e uma imagem Landsat TM de 1994. Mendoza and Etter (2002) combinaram fotografias aéreas a preto e branco com trabalho de campo e SIG para monitorar alterações de uso e ocupação do solo num período de 56 anos (1940-1996) em algumas partes da cidade de Bogotá, Colômbia. No Egito, Sadek (1993) usou imagens de satélite para salientar fronteiras agrícolas e monitorar o processo de recuperação. Em Angola, Secuma (2012), fez a comparação de imagens de satélite de diferentes momentos para fazer a modelação do crescimento urbano da cidade de Luanda.

O presente trabalho pretende responder à necessidade de se estudar as transformações espaciais e temporais que ocorreram no uso e ocupação do solo na cidade do Lubango, Angola, ao longo tempo, em particular no período de 1970 a 2010, para identificar as forças motrizes, fatores estruturantes e os padrões dessas transformações. Pretende-se usar as técnicas disponíveis para detetar e registar diferenças como, por exemplo, comparação de imagens, razões e correlação e, em particular uma análise do grau de estabilidade que, segundo Tavares *et al.* (2012), expressa a proporção da paisagem que não sofreu transição para outra classe de uso do solo que poderá explicar tanto os processos como as forças motrizes. Assim sendo, pretende-se responder às seguintes questões:

- Quais são os processos de transformação de uso e ocupação do solo na cidade do Lubango, no período 1978-2010?
- Qual a relação entre os processos de transformação de uso e ocupação do solo e as variáveis biofísicas, litologia e as classes de declives?
- Quais são os indicadores resultantes dos processos de transformação de uso e ocupação do solo que expressam a urbanização e relação com as infraestruturas viárias principais?
- Quais as relações entre os processos de transformação de uso e ocupação do solo e os contextos sociais do período em análise?

Pretende-se responder às questões mediante o seguinte esquema de análise:

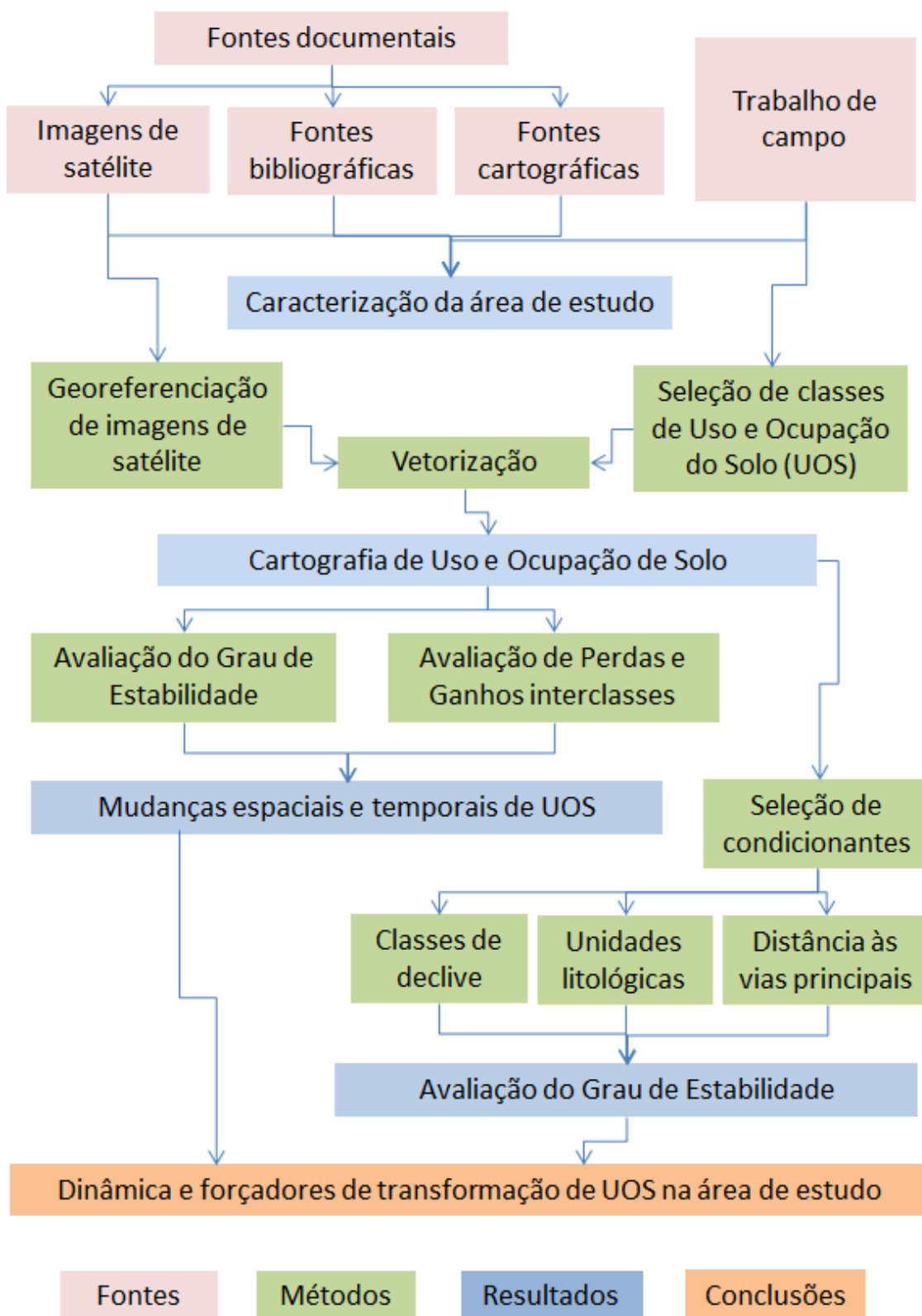


Figura 1: Esquema metodológico do trabalho de investigação

O trabalho está organizado em seis capítulos:

- Introdução

Trata-se do capítulo presente, no qual se faz um enquadramento do trabalho no domínio dos estudos de transformações de uso e ocupação do solo, bem como a localização da área de estudo e apresentação das questões investigativas a tratar no decorrer do trabalho.

- Enquadramento e caracterização da área de estudo

Identificação dos elementos biofísicos como: o enquadramento geográfico, morfologia (hipsometria), geologia (as unidades presentes) e climatologia (classificação climática da região e repartição da precipitação ao longo do ano), assim como aspetos demográficos e socioeconómicos da área em estudo.

- Metodologia

Descrição da metodologia usada no estudo, quer relativa à recolha e tratamento de dados iniciais, como da aplicação de algoritmos aos outputs dos SIG para chegar aos resultados procurados.

- Resultados

Apresentação dos outputs cartográficos do SIG assim como a estatística resultante.

- Discussão dos resultados e conclusões

Descrição das relações dos resultados da aplicação da metodologia com as características biofísicas e do contexto societal da área de estudo no período de tempo analisado. Faz-se as conclusões baseadas nos resultados obtidos.

2. ENQUADRAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização geográfica e administrativa

O presente estudo foi realizado na cidade do Lubango, capital e principal centro urbano da província da Huíla e terceiro maior centro urbano da República de Angola.

A Huíla é uma das 18 províncias de Angola e tem uma área de 79.022 Km², é composta administrativamente por 14 municípios, 45 comunas e 1998 lugares habitados e, segundo os resultados preliminares do censo 2014, nela residem cerca de 2.350.000 pessoas. Localiza-se aproximadamente entre os paralelos 13° 30' e 16° S de latitude e os meridianos 13° e 15° de longitude E de Greenwich, fazendo fronteira a oeste com as províncias do Namibe e Benguela, a norte com as de Benguela e Huambo, a leste com as de Bié e Cuando-Cubango e no extremo sul com a província do Cunene.

O município do Lubango localiza-se a oeste da província, com uma área de aproximadamente de 3.140 Km² e, segundo o censo 2014, uma população de 731.575 habitantes, apresentando-se dividido em quatro comunas e treze bairros, fazendo fronteira com os municípios de Cacula, Humpata, Chibia, Quipungo e Chicomba.

A área de estudo, cuja área é de aproximadamente 265 Km², pode ser encontrada na Carta Geológica de Angola, folha 33, SUL-D-33-N-I-V, Sá da Bandeira, na escala de 1:100000 (VALE *et al.*, 1971), limitada pelos seguintes pontos:

A: -14.820439,13.4309413

B: 14.8374893,13.561185

C: -15.0189631,13.5424943

D: -15.0039236,13.4303452

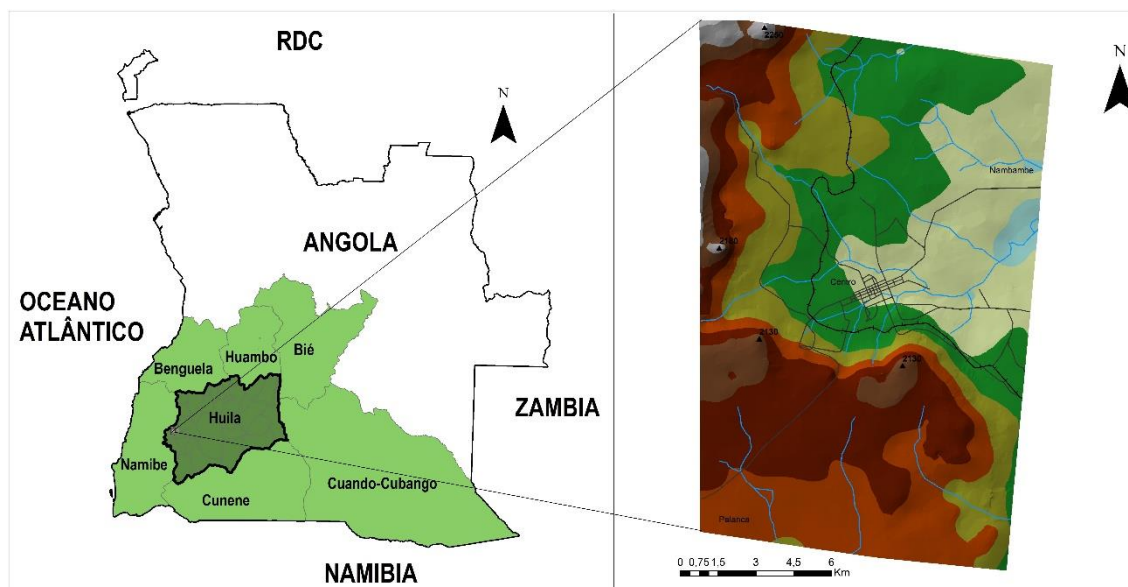


Figura 2: Enquadramento geográfico e administrativo da área de estudo

2.2 Geologia e geomorfologia

Segundo Marques (1977), a superfície de Angola está dividida em 7 unidades geomorfológicas: o Planalto Central, caracterizado por uma extensa superfície aplanada do Cretáceo Superior; a Cadeia Marginal de Montanhas, constituída por relevos muito acidentados, resultantes da movimentação em flexura do flanco Atlântico; a Zona de Transição, caracterizada pela presença de vários patamares que podem corresponder, ou não, a uma aplanação deformada; a Orla Meridional da Bacia do Congo, cujo relevo é condicionado pela tectónica de subsidência que afeta a bacia do Congo; a Orla Setentrional da Bacia do Kalahari, cujo relevo está condicionado pela evolução da bacia endorreica do Kuanhama;

A cidade do Lubango situa-se no Planalto Central e é enquadrada pelos Planaltos da Humpata e do Bimbe, que são elementos importantes do sistema orográfico regional designado por Serra da Chela.

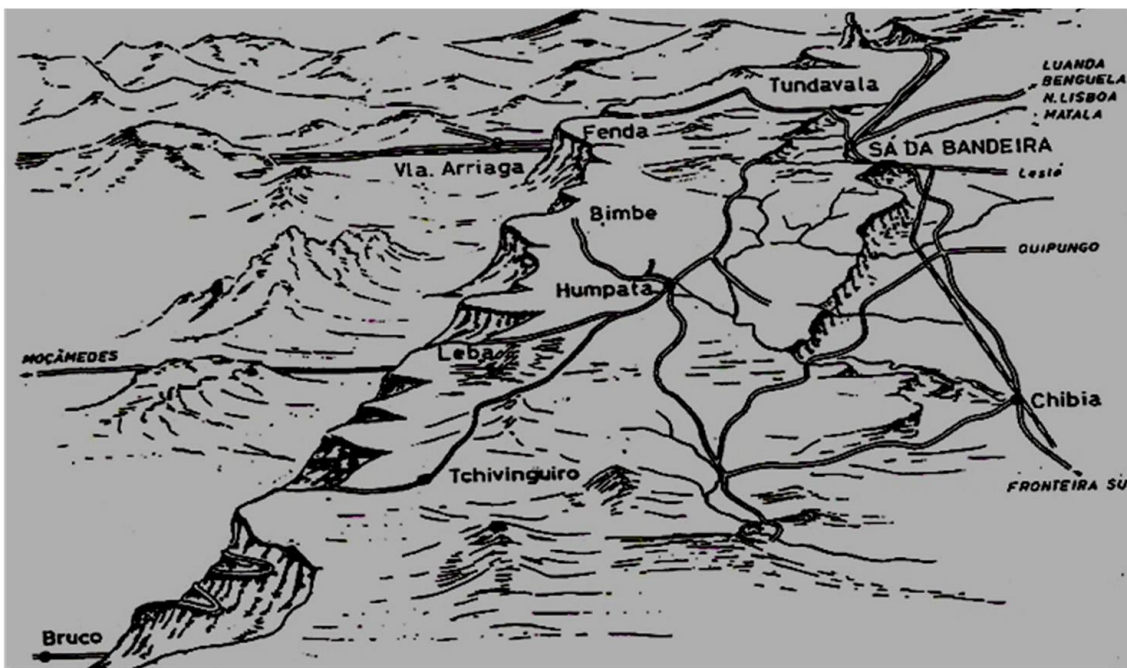


Figura 3: Vista geral esquemática do Planalto da Huíla (MEDEIROS, 1976)

A cidade do Lubango localiza-se na transição entre as unidades morfológicas classificadas, segundo a nomenclatura de Jessen (FEIO, 1946), por: superfície IV, também conhecida por Planalto Principal, caracterizada por rochas magmáticas (granitos, granodioritos, dioritos, sienitos, gabros, anortositos, etc.), e superfície V, também designada de Planalto da Humpata suportada por rochas metassedimentares consolidadas do Grupo da Chela, que engloba espessas sucessões dominadas por quartzitos, bem como xistos, calcários dolomíticos e intrusões de doleritos sob a forma de soleiras ou filões (VALE, 1971; CARVALHO, 1983).

Na figura 4 estão representados os principais tipos de rocha existentes na região do Lubango.

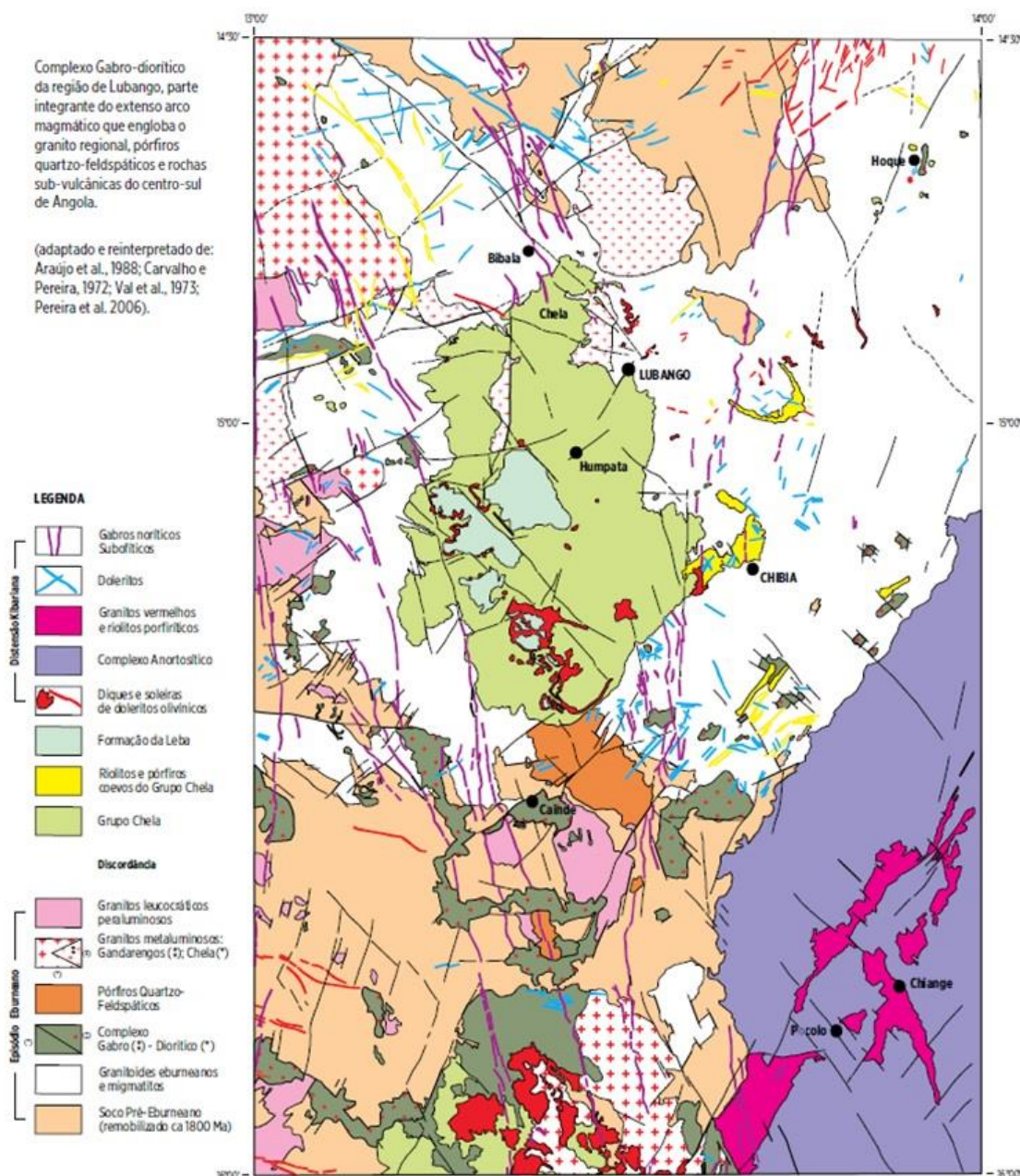


Figura 4: Mapa Geológico esquemático do SW de Angola (Pereira, *et al.* 2013) adaptado e reinterpretado de Araújo *et al.* (1988) , Carvalho & Pereira (1972), Vale *et al.* (1973); Pereira *et al.* (2006)

De uma forma sistemática e tendo por fundamento o objetivo deste trabalho, podem ser identificadas três unidades litológicas distintas, baseadas no cruzamento da Folha 3 da “Carta Geológica de Angola” (LNICT, 1980) e do Mapa Geológico esquemático do SW de Angola (Pereira, *et al.* 2013) adaptado e reinterpretado de Araújo *et al.* (1988), Carvalho & Pereira (1972), Vale *et al.* (1973); Pereira *et al.* (2006). As referidas unidades foram designadas por Litologia 1, a qual corresponde ao Grupo da Chela, constituída por siltitos, arenitos e vulcanoclastitos; Litologia 2, caracterizada por

granitos metaluminosos e Litologia 3, caracterizada predominantemente por granitos leucocráticos peraluminosos mas com afloramento de granitos vermelhos e riólitos porfíricos. A figura 5 mostra a representação na área de estudo das três unidades litológicas.

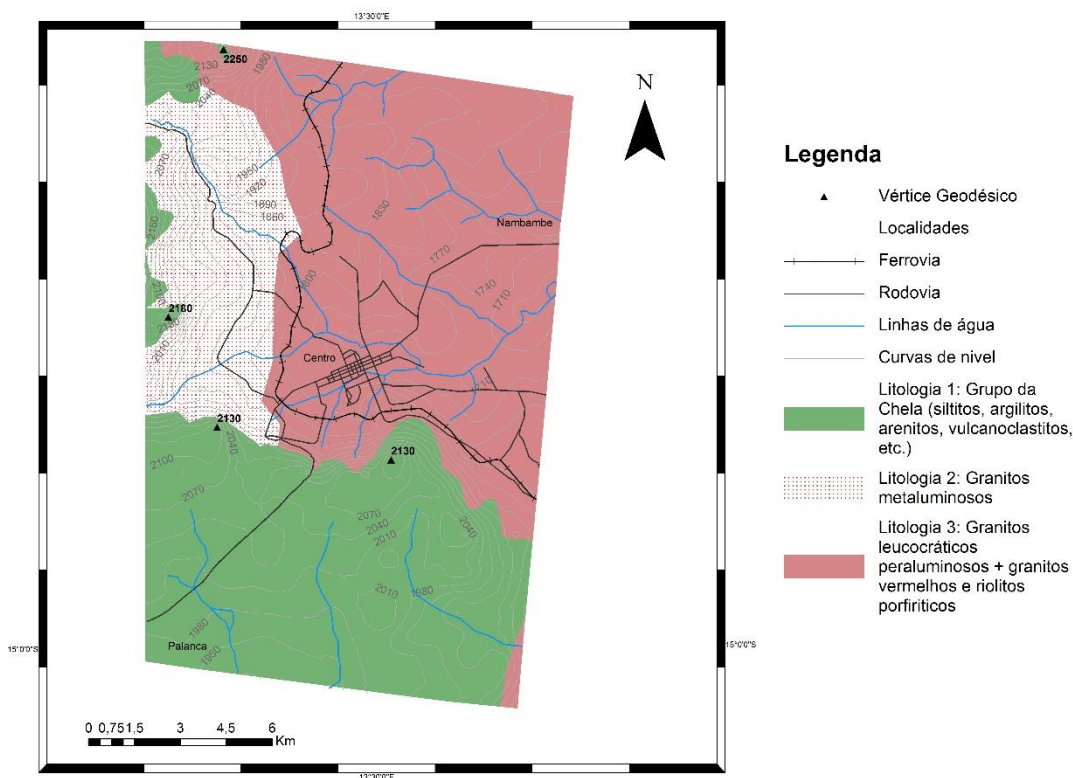


Figura 5: Unidades litológicas identificadas para o estudo

2.3 Hipsometria e declives

A hipsometria do Lubango é apresentada na Figura 6. As altitudes aumentam progressivamente de NE para SW, o que condiciona o traçado, dos cursos de água que integram a bacia hidrográfica do Caculuar e que passam pelo centro da cidade do Lubango. As áreas com menores altitudes localizam-se ao longo do rio Caculuar com cotas entre 1655m e 1720m. Os bairros de Nambambe, Lalula, Bula Matady, Hélder Neto, Comercial, 14 de Abril, Lucrecia, Comandante Dack-Doy, Patrice Lumbumba, Comandante Valódia e Tchioco, têm altitudes compreendidas entre 1720m e 1780m e ocupam toda a área central e oriental da cidade. As altitudes mais elevadas (1780m e 1840m) situam-se os bairros da Mitcha, Mapunda, Comandante Cow-Boy, Dr. António Agostinho Neto, Comandante N'Zagi, Sofrio, Ferrovia e Comandante Joaquim Kapango. É a sul dos bairros Comandante Cow-Boy, Comandante N'Zagi, Sofrio, Ferrovia e Comandante Joaquim Kapango, que se registam as maiores diferenças de altitude à

medida a que nos aproximamos da Serra da Chela. Em qualquer destes bairros temos desníveis de 240m, pois as altitudes variam entre os 1840m e os 2080m.

No que se refere à parte sul da área de estudo, localizada no Planalto da Humpata, as cotas variam de 2130m nas imediações da estátua do Cristo Rei, descendo gradualmente em direção S, até atingirem os 1920m na zona recentemente urbanizada da Palanca.

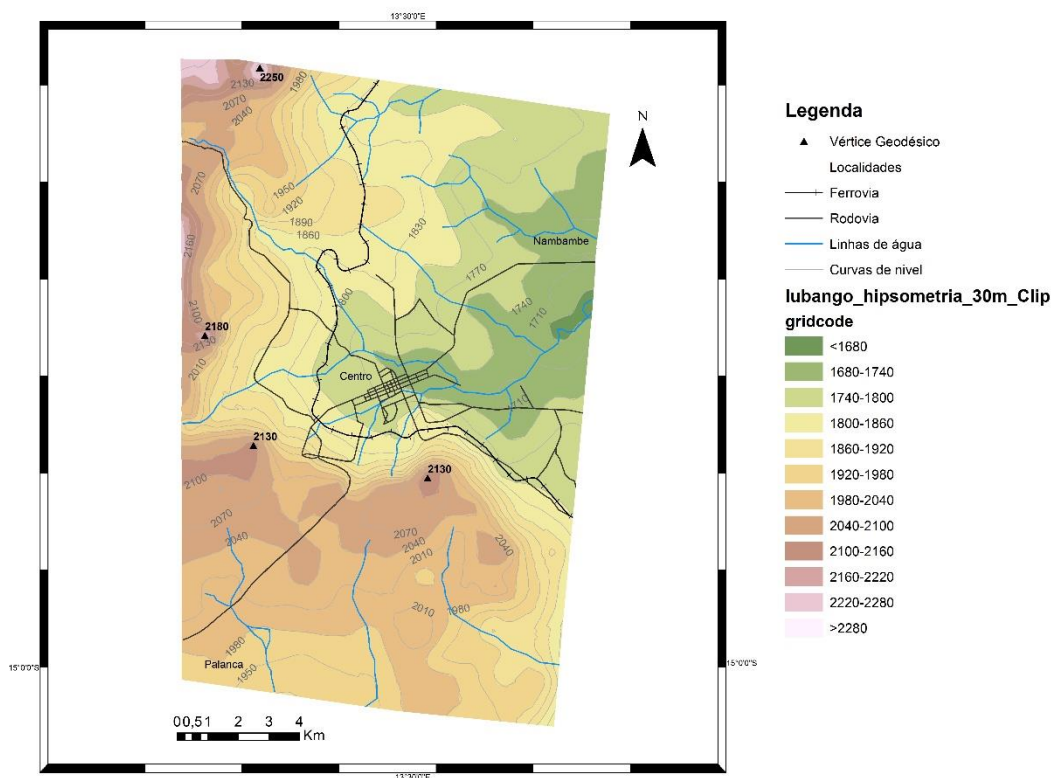


Figura 6: Representação hipsométrica da área de estudo

Na Figura 7 estão representados os declives da área de estudo. As áreas planas localizam-se sobretudo nos fundos de vale dos cursos de água, e ocupam áreas significativas dos bairros que estão a norte e a oriente da cidade, nomeadamente Nambambe, Mitcha, Bula Matady, Lalula e Tchioco.

Toda a área da cidade, com exceção dos entalhes correspondentes aos cursos de água, até à base da Serra da Chela, apresenta declives suaves que, oscilam entre 0% e 5%. A base da vertente do Cristo Rei e todos os valeiros que passam pela cidade e que fazem parte da bacia hidrográfica do Caculuar têm declives que variam entre 5% e 10%. É de salientar que a cidade do Lubango, nomeadamente a área edificada, apresenta declives nunca superiores a 10% e que os maiores declives se encontram

em alguns pontos da cadeia montanhosa, chegando a alcançar uma inclinação de 44%. (CRUZ, 2011)

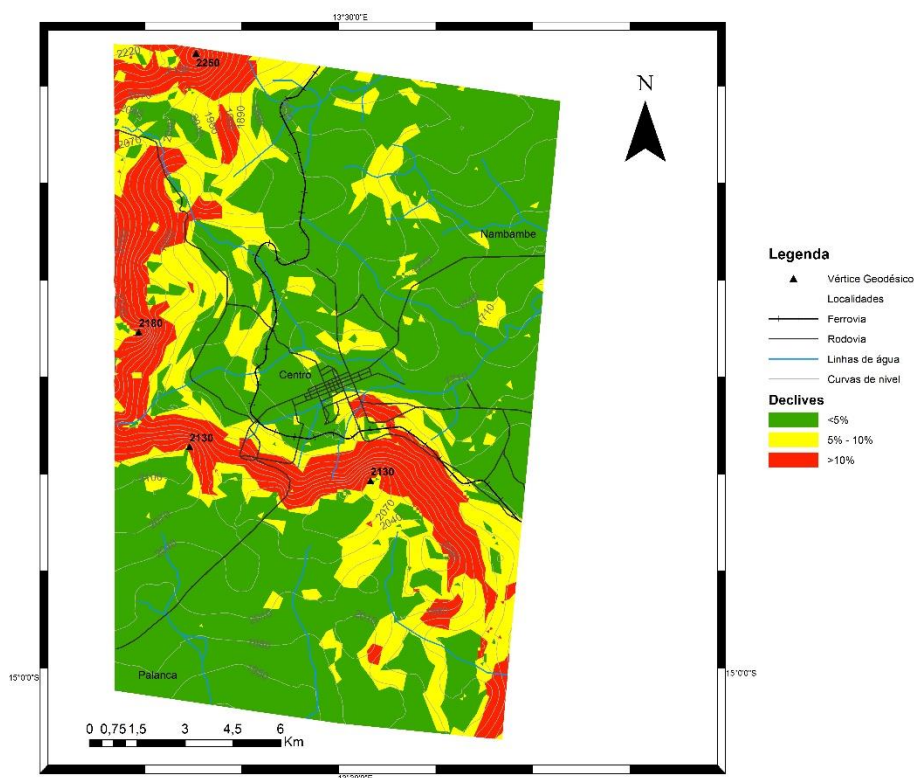


Figura 7: Mapa de declives da área de estudo

2.4 Clima

O clima na área de estudo é quente e temperado; a classificação do clima é Cwb (clima temperado húmido com inverno seco e verão temperado) segundo o sistema de classificação de Köppen e Geiger (<http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm>, acessado a 23/09/2015).

Diniz (1973) considera a existência de duas estações para as Terras Altas da Huíla: uma chuvosa, compreendendo um período de 6 meses (de Outubro a Abril) e uma seca (de Maio a Setembro).

Segundo Silveira (1962), em Angola bastarão três ou quatro anos de valores médios de temperatura (anuais ou mensais), numa dada estação para se obterem valores médios para essa mesma estação, isto porque, no que respeita à temperatura, o clima é muito regular.

Os dados de precipitação e temperatura para estação Sá da Bandeira/Lubango (código de estação WMO: 66390), para o período 1937-1989 foram obtidos a partir da base de dados GHCN-M v3.3.0.20150901 (<https://www.ncdc.noaa.gov/ghcnm/>, acessado a 23/09/2015), a temperatura média anual é 18.6 °C e a precipitação média anual é de 830,5 mm. A temperatura média do mês de Setembro, o mês mais quente do ano, é de 20,7 °C. Junho tem uma temperatura média de 15,5 °C que é a temperatura média mais baixa do ano. O mês com a maior precipitação ao longo do ano é Março, com uma média de 170 mm, enquanto o mês mais seco do ano é o de Julho, com 0,15 mm de precipitação média.

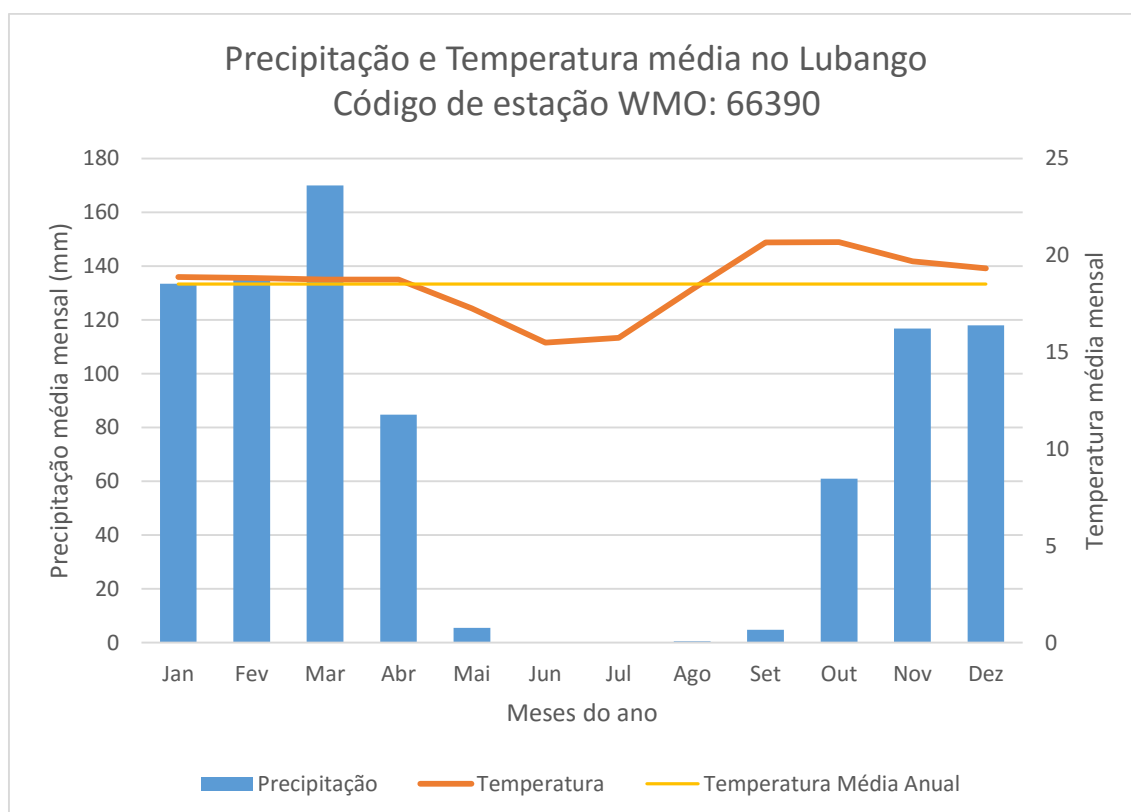


Figura 8: Representação da temperatura e precipitação anuais no Lubango para o período 1937-1989 obtidos da base de dados GHCN-M v3.3.0.20150901 (<https://www.ncdc.noaa.gov/ghcnm/>)

2.5 Hidrografia

A bacia hidrográfica do rio Cunene, onde se localiza a área de estudo, tem origem no Planalto Central Angolano e desenvolve-se no sentido NS, até às quedas de água do Ruacaná, onde a partir deste ponto faz fronteira com a Namíbia. Depois, o

curso de água, que antes corre em vales largos e pouco profundos, é estrangulado consideravelmente, e passa e escoar no sentido EW até desaguar no Oceano Atlântico.

O rio Caculuar é o principal curso de água na região. Nasce na zona da Tundavala e é afluente da margem direita do rio Cunene. É formado pela união de diversas linhas de água secundárias, grande parte delas de carácter sazonal, das quais se destacam, para a área em estudo, os rios Mapunda e Mucufi que limitam a norte e a sul uma estrutura interfluvial onde está instalada a cidade do Lubango. Passa pelos bairros da Mapunda, Comandante Cowboy, Minhota e João de Almeida e deixa a área de estudo pelo Bairro Nambambe. (CRUZ, 2011)

Feio (1981) refere que sem relevos acima da aplanção, o interesse do modelado na bacia do Caculuar se reduz à dissecação fluvial, de resto pouco intensa em grande parte da região, porque a drenagem do planalto volta costas à escarpa e se dirige para o Cunene em terrenos de fraco declive. Nestas circunstâncias, o rejuvenescimento é fraco e incipiente, e só nas proximidades do Cunene é que se observam encaixes maiores, com largos vales de vertentes pouco inclinadas. No entanto, nas áreas mais a montante do rio Mucufi e do rio Mapunda, quando se transita do Planalto da Humpata para o Lubango e seus arredores, também a rede de drenagem se encontra encaixada em vales semelhantes, menos profundos e mais apertados, caracterizados por declives acentuados até atingirem o Planalto Principal.

O rio Mapunda, de regime semipermanente e com uma rede de drenagem superficial bem definida em ambas as margens, tem a sua nascente na Tundavala e drena toda a parte norte do núcleo urbano, atravessando-a de oeste para este, onde acaba por confluir com o rio Mucufi. Em certos pontos encontra-se entrincheirado e estagnado, quer por afloramentos rochosos, quer por construções antrópicas, nomeadamente pontes ou muros, construídos para tentar defender as habitações da força das águas.

De acordo com Baptista (2010) o Rio Mapunda destaca-se entre os outros afluentes do Caculuar por drenar 41,2% do total da bacia, sendo a que mais contribui para o regime hidrológico da bacia do Cunene.

O rio Mucufi, que drena uma área bem menor que a do Mapunda, é também de regime semipermanente, e tem a sua nascente no planalto da Humpata atravessando a parte Sul da cidade de oeste para este, até à confluência com o rio Mapunda.

Segundo Modesto (2013), o rio Mucufi percorre todo o centro urbano e suburbano da cidade do Lubango e sua bacia caracteriza-se por apresentar uma forma compacta e com tendência circular, logo potencialmente predisposta a ocorrência de cheias e inundações rápidas. Por essa razão, assim como pelo fácil acesso a água e a aptidão agrícola das suas margens, o rio Mucufi e seus afluentes tiveram grande influência na ocupação da zona do Lubango.



Figura 9: Aspeto do rio Mucufi onde atravessa o centro urbano do Lubango

Segundo Cassavela (2014), o planalto da Humpata é a zona de maior recarga aquífera, influenciando os cursos de água localizados a menores altitudes. Embora sejam de natureza sazonal e de caudal variável, destacam-se os rios Unene e Mbelekehe, ambos também afluentes do Caculuar.

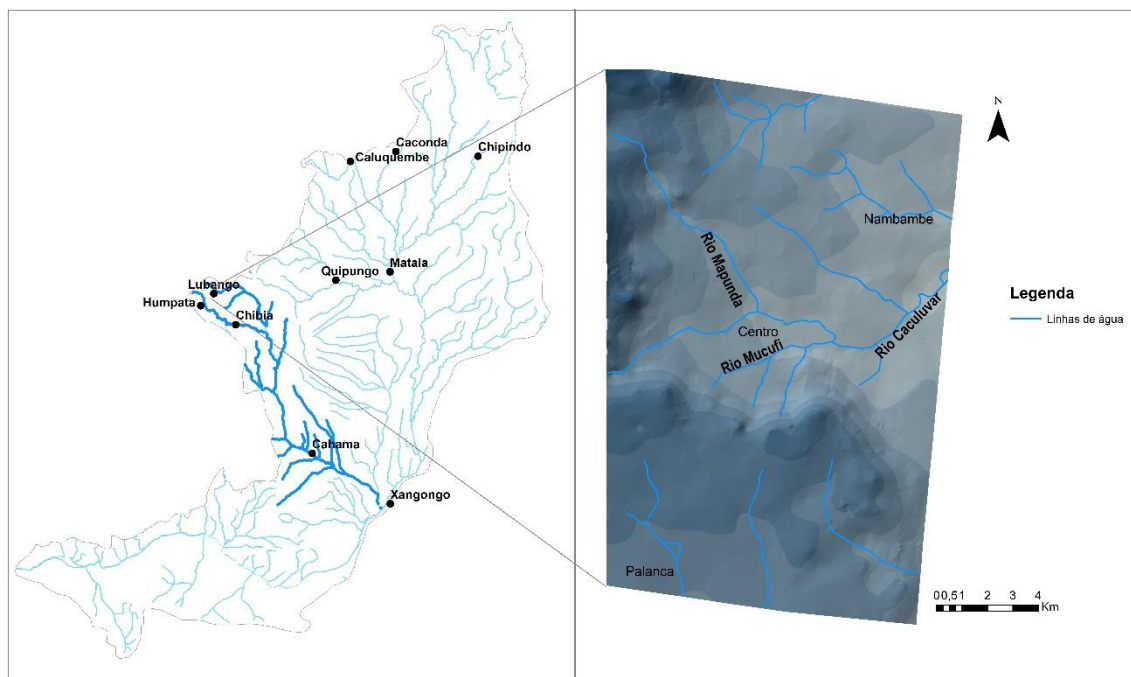


Figura 10: Enquadramento na bacia do Cunene e sub-bacia do Caculuar

2.6 Enquadramento demográfico e socioeconómico

A área de estudo foi povoada originalmente pelo grupo étnico Nhaneca-Humbe que se dedicam, até os dias de hoje à pastorícia, deixando para as mulheres todas as atividades agrícolas que praticam.

O primeiro contacto europeu com os povos do planalto angolano data de 1627, porém a primeira instalação, embora fracassada algum tempo depois, de um grupo de portugueses, foi no ano de 1769, com a criação da povoação com o nome de Alba Nova, designada atualmente de comuna da Huíla. Não foi até a década de 1800 que se verificou o primeiro povoamento europeu efetivo por fazendeiros bóeres oriundos da África do Sul na área do atual município da Humpata (DIAS, 1957).

Em 1885, cerca de 600 pessoas originárias da Ilha da Madeira ocuparam o Planalto do Lubango no local designado por Barracões, situado a cerca de 6km do centro da cidade. Com a chegada deste grupo, funda-se a colónia de Sá da Bandeira, em homenagem á Marquês de Sá da Bandeira, começando a construção da primeira residência da administração da colónia em 1887 (MEDEIROS, 1976).

Nesta época desenvolve-se a agricultura, as construções aumentaram, a área de influência expandiu-se, a população aumentou, criando as condições para o aparecimento do concelho do Lubango em 1889 (DIAS, 1957).

A 2 de setembro de 1901 é criado o distrito da Huíla, com sede no Lubango, sendo elevada à categoria de vila a povoação de Sá da Bandeira.

A Figura 11 representa a ocupação do Planalto da Huíla, Humpata, Lubango e Chibia, assinalando-se os núcleos populacionais e as vias no final do século XIX.

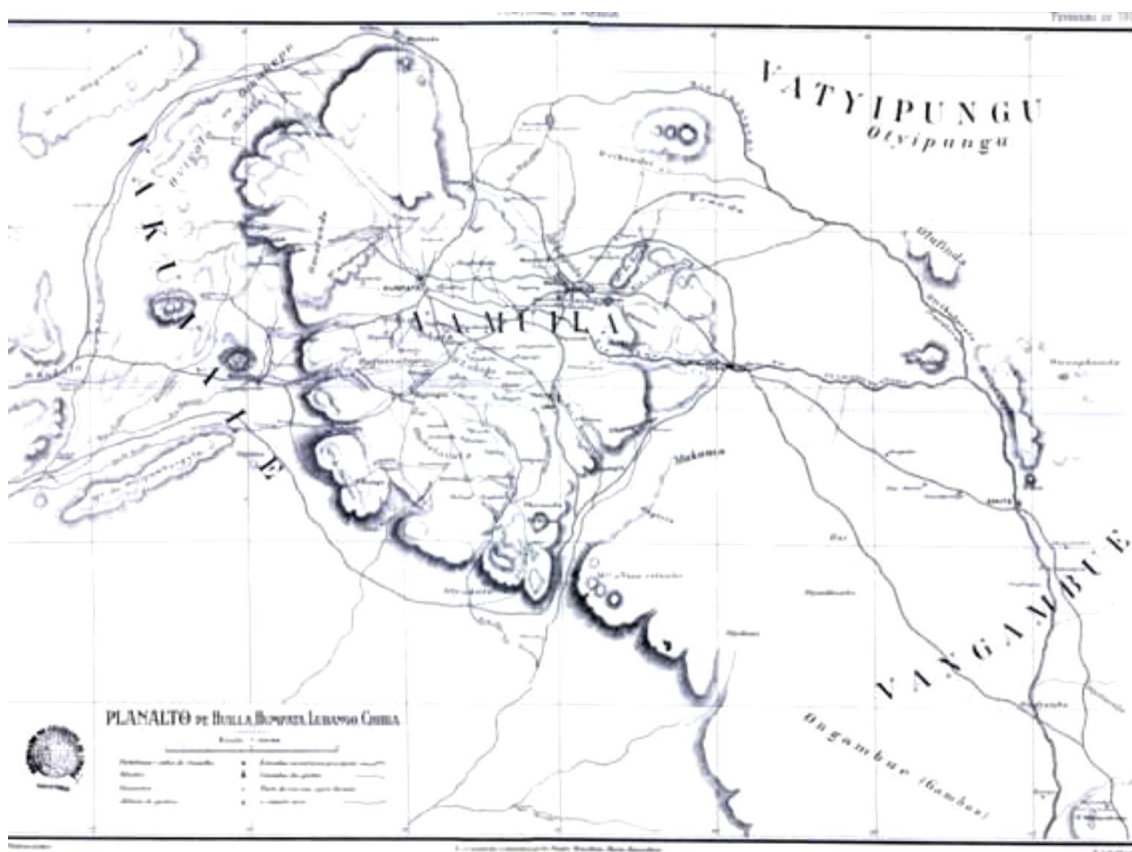


Figura 11: Gravura do Padre Benedicto M. Bonnefoux do início do século XX

De acordo com Almeida (1912) “A população branca acha-se concentrada na vila de Sá da Bandeira, sede da antiga “colónia”, do atual concelho do Lubango e do distrito da Huíla e edificada numa colina junto à confluência dos rios Mucufi e Mapunda e em mais quatro núcleos: na povoação de cima, na povoação de dentro, Machiqueira e Mapunda. Além disso acha-se espalhada em casais pelos vales do Mapunda, daqueles dois rios e do Mucovi, tendo já também alastrado pelo Caculovar fora, muito além da antiga colónia, deste nome, até perto da Evanda.”

Em 1923 o Lubango passou a ser servido pela rede ferroviária que a liga ao litoral e a 31 de Maio a povoação é elevada à categoria de cidade, sede de serviços necessários ao enquadramento administrativo da região, fundamentalmente da rede de comunicações, não só regional como para o exterior.

De 1930 a 1960 a população do Lubango cresce a aproximadamente 15.000 habitantes e, segundo Medeiros (1976), “...é uma cidadezinha estagnante, com uma dezena de milhares de habitantes; mas a partir deste último ano dá-se uma expansão, visível em todos os aspetos urbanos: na evolução demográfica, na construção, no comércio, na maneira de viver da população europeia, na atração exercida sobre as populações indígenas das redondezas e nas modificações importantes a que estas se foram adaptando”.

Entre 1944 a 1945, verificou-se um crescimento da cidade devido à segunda guerra Mundial, “... tornando a cidade, sob o ponto de vista urbanístico, um notável incremento. De entre o casario risonho e colorido que hoje se estende pelo vale do Lubango, constituindo um agregado pouco denso mas desenvolvido, numa larga extensão que dá perfeitamente a entender o que virá a ser a futura cidade, ...” (DIAS, 1957).

A Figura 12 é uma fotografia da época com a Praça dos Fundadores.



Figura 12: Praça dos Fundadores na cidade de Sá da Bandeira, na década de 1950

Na Figura 13 aparece uma fotografia aérea do Instituto Geográfico e Cadastral, representando a cidade do Lubango (Sá da Bandeira) em 1950, a partir de Medeiros (1976).



Figura 13: Fotografia aérea da cidade do Lubango em 1950. (MEDEIROS, 1976)

Na Figura 14 aparece representado o esboço do plano de urbanização desenhado na década de 1960, em que se observa uma tentativa de englobar no plano o crescimento a expansão a sul da cidade, em menor grau a nordeste.



Figura 14: Planta de Sá da Bandeira e traçado previsto pelo plano de urbanização

Segundo Medeiros (1976) o período 1960-1970 verificou um grande aumento demográfico, notoriamente junto dos cursos de água e onde os solos eram melhores.

Em 1970 a cidade de Sá da bandeira tinha perto de 32.000 habitantes. De acordo a Medeiros (1976), “... o setor de maior urbanização é o central, alongado no sentido este-oeste, segundo o rio Mucufi, que corre a sul da principal área comercial e residencial da cidade; os bairros que se foram desenvolvendo, embora por vezes afastados do núcleo central, seguiram praticamente esta mesma orientação. Enquanto a cidade crescia desorganizadamente, o que dificultava o estabelecimento de infraestruturas eficazes, aumentava o número das suas funções, embora se conservando por muito tempo, como primordial, a da agricultura; ao longo dos anos, enquanto esta diminuía de importância, de modo que em 1970 não passava de uma função residual, outras se foram impondo e aumentando, como a comercial (onde as transações de gado bovino assumem papel de relevo), a industrial e a do ensino, as quais, naturalmente, implicavam no desenvolvimento da função administrativa. O desenvolvimento da cidade apresenta-se interligado com o das vias de comunicação”.

A Figura 15 é uma fotografia aérea da cidade do Lubango (Sá da Bandeira) no ano de 1970 (MEDEIROS, 1976), onde se observa uma consolidação urbana na cidade histórica e uma expansão a oeste.



Figura 15: Fotografia aérea da cidade do Lubango em 1970. (MEDEIROS, 1976)

Como centro urbano, até 1975 quando Angola ganhou a sua independência de Portugal, a população do Lubango era predominantemente caucasiana (AMARAL, 1978; PIMENTA, 2004). Após a independência, com o início do conflito armado civil que durou mais de 30 anos, verificou-se um êxodo de grande parte da população europeia e um grande afluxo populacional vindo de zonas rurais a procura de maior segurança e melhores condições de vida.

A intensificação da guerra civil, verificada no interior de Angola a partir da década de 1970, causou muitas transformações espaciais, decisivas no processo de reestruturação da mancha urbana das cidades angolanas. Na mancha urbana observa-se o aparecimento de novos eixos de crescimento, sem que os governos locais conseguissem estabelecer uma ordem que organizasse a ocupação. (SECUMA, 2012)

Posteriormente a 1975, de acordo com Capenda (2011), a cidade do Lubango conheceu grandes transformações, com alteração do limite urbano da cidade e do grau planificação urbana, com elevada extensão de bairros informais. O rápido crescimento populacional e a falta de uma infraestruturação formal para receber o crescente número de habitantes oriundos de zonas rurais produziram uma ocupação “desordenada” das zonas urbanas, o que fez salientar a necessidade de implementação de um Plano Diretor Municipal, o que aconteceu apenas em 2004.

Apesar do crescimento aparentemente desordenado, segundo Capenda (2011), é interessante salientar que a ocupação urbana, nomeadamente a construção de edifícios, parece manter alguma adaptação às condicionantes estruturais e biofísicas, por práticas tradicionais ou por observação das restrições administrativas e servidões de ordem pública.

A Figura 16 apresenta uma carta de 1988, do Gabinete Regional de Urbanismo, em que se salientam as infraestruturas e os diferentes bairros.

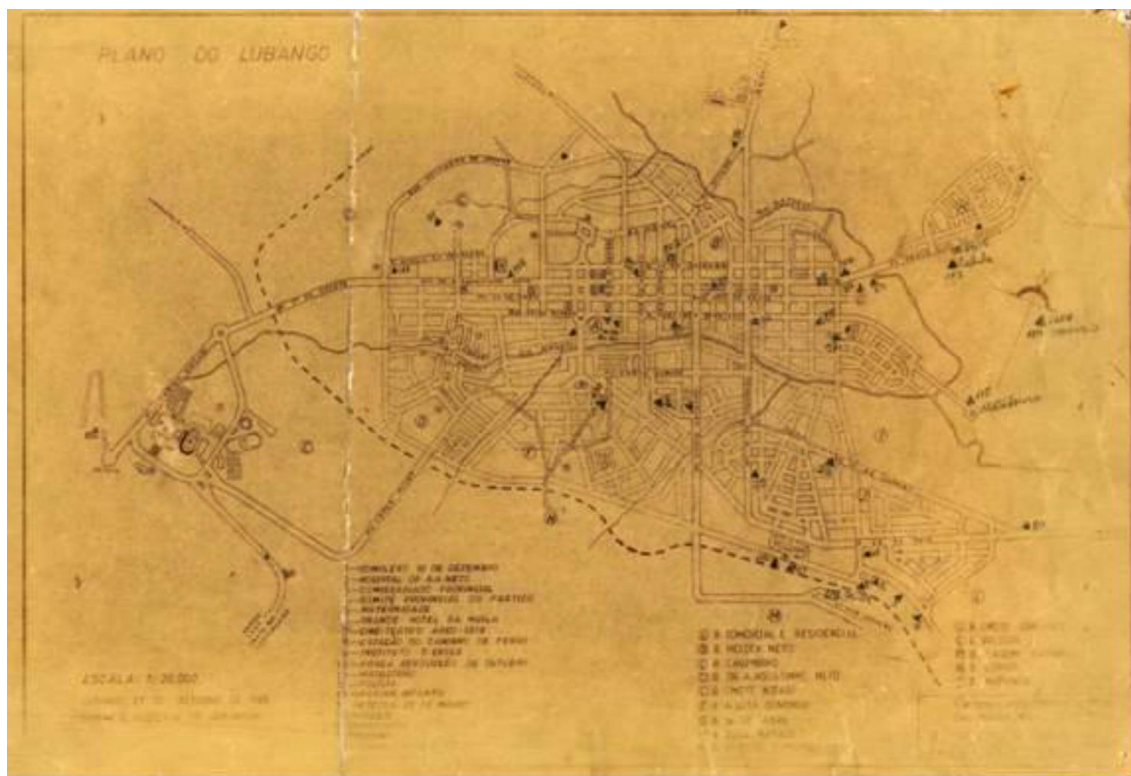


Figura 16: Plano de Lubango – 1988

O núcleo urbano existente na década de 1970 sofreu pouca ou nenhuma alteração ou crescimento durante os 30 anos seguintes, sendo o crescimento urbano limitado ao surgimento de grandes trechos de construção anárquica comumente designados por “musseques”, embora se verifique cada vez mais construção de zonas residenciais devidamente ordenadas e urbanizadas.

A figura 17 apresenta a carta de ordenamento do plano de 2004 em que aparece representado o Perímetro Urbano e as Unidades Operativas de Planeamento e Gestão. Seguindo o cartograma estão identificadas as áreas urbanas centrais (castanho), as áreas residenciais (consolidada e não consolidada – amarelo), as zonas de transição para-urbana (verde oliva), as zonas residenciais (azul e vermelho), zonas verdes (verde), reservas de solo para urbanização (cinzento), os espaços canal e vias-férreas.

A figura 18 mostra a evolução da população do Lubango de 1940 a 2014.

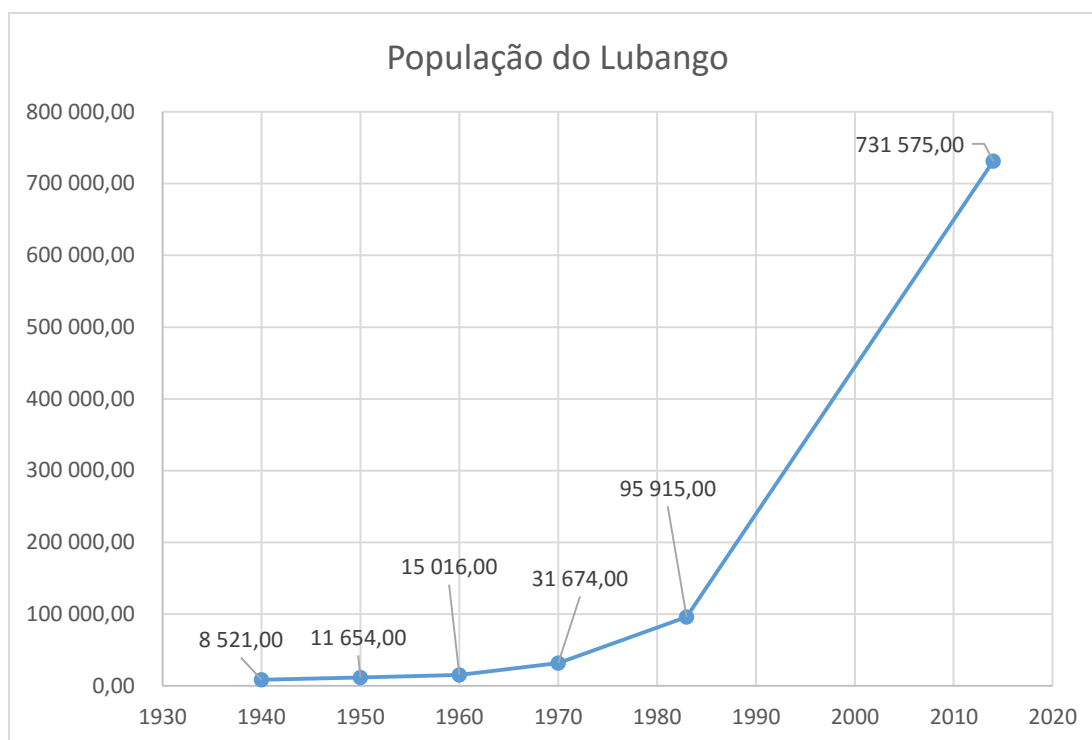


Figura 18: Representação gráfica da variação da população do Lubango de 1940 a 2010. Fontes: Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia; United Nations Compendium of Human Settlements Statistics, 1995; Censo de Angola 2014

Segundo Modesto (2013), de forma geral as populações da área de estudo, e particularmente as que vivem ao longo das margens do rio Mucufi, são na sua maioria de renda baixa, desenvolvendo atividades económicas como o comércio informal, agricultura e pecuária para subsistência, exploração de inertes como areia, argila e pedra para a sua sustentabilidade, rentabilização e construção de residências de qualidade precária. Por outro lado, regista-se também a ocupação em número reduzido de população de renda média, aglomerados nos centros urbanos.

Segundo Capenda (2011), na região do Lubango, distinguem-se cinco atividades económicas principais, que incluem a agricultura, a pecuária, a indústria, o comércio, o turismo e os serviços financeiros. A atividade do sector de construção e obras públicas, tem conhecido um rápido crescimento.

A principal produção agrícola do município do Lubango são os cereais, como o massango e a massambala e em menor quantidade é cultivado o milho, as frutícolas (maçã, pera, morango) e o hortícola (repolho, couve, tomate, pimento) (GPH, 2007).

As indústrias transformadoras, ligeira e pesada, localizadas no parque industrial do Lubango contam com cerca de 53 indústrias, em áreas diversas, como a alimentar, de mármore, tintas, cimentos, calçado, recauchutagem e confeções. Relativamente ao comércio, o Lubango conta com uma rede de comércio formal constituída por 469 estabelecimentos de comércio a retalho, 181 de comércio misto, 163 lojas de comércio a grosso e 169 de prestação de serviços. O comércio informal, constituído principalmente pelo comércio ambulante e de mercado (mercados do Tchico, de João de Almeida e do Calumbiro), completa a rede de comércio do Lubango (GPH, 2007).

Segundo Capenda (2011), o Lubango pode ser considerado o centro de uma rede de estradas nacionais em reabilitação, e que cruzam a província da Huíla, designadamente de Lubango em direção a Ondjiva, Benguela e Huambo, bem como algumas no interior com relevância regional ou municipal. De destacar ainda os Caminhos-de-Ferro de Moçâmedes (CFM), com uma cobertura ferroviária entre as localidades do Namibe até ao Kuando-Kubango, passando pelo Lubango.

Apesar de existir uma sensação comum da não observância das regras de ordenamento e planeamento na cidade do Lubango, associada a uma desorganização das construções informais ao longo dos últimos anos, para Capenda (2011), a razão não resulta da ocupação do solo, mas sim de uma deficiente infraestruturização do território municipal e que em estudos futuros seria importante ter uma visão mais detalhada dos processos e tipologia da ocupação da cidade, recorrendo a trabalhos de campo, e à construção de mapas mais generalizáveis. Nos capítulos seguintes pretende-se contribuir para essa visão mais detalhada analisando as forças motrizes e dinâmicas das transformações e UOS observadas.

A figura 19 representa a aparência da área de estudo deste trabalho a partir duma imagem recente do Google Earth 2015 (Image © 2015 DigitalGlobe)



Figura 19: Extrato da imagem de satélite da cidade do Lubango do ano de 2015 (Google Earth®, 2015)

3. METODOLOGIA E MÉTODOS

Neste capítulo, faz-se a descrição da metodologia aplicada para o estudo das transformações do UOS na área de estudo durante o período em análise.

3.1 Cartografia temática

A primeira etapa foi construção dos diferentes elementos de cartografia temática para a realização do estudo.

Para a realização das cartas de classes hipsométricas usaram-se dados de pontos altimétricos obtidos no Google Earth® que em seguida foram transformados em formato raster pelos seguintes recursos do ArcGIS 10.3 (ESRI®):

- Arc Toolbox
 - 3D Analyst
 - Raster Interpolation
 - Kriging

A partir do raster resultante da ferramenta Kriging, criou-se a cartografia de classes de declives e curvas de nível, empregando as seguintes ferramentas, respetivamente:

- ArcToolbox
 - Spatial Analyst Tools
 - Surface
 - Slope (especificando 3 classes: <5%, 5%-10% e >10%)
 - Contour (especificando equidistância de 30m)

Para as classes de declives, foi necessário converter os dados das distintas classes de declives de formato raster para vetor usando o conversor encontrado em:

- ArcToolbox
 - Conversion Tools
 - From Raster
 - Raster to Polygon

Criou-se também o modelo digital de terreno (MDT) usando a ferramenta:

- Arctoolbox
 - 3D Analyst Tools
 - Data Management
 - TIN
 - Create TIN

A cartografia das unidades litológicas foi feita mediante a georreferenciação de duas cartas, nomeadamente o Mapa Geológico esquemático do SW de Angola (PEREIRA, *et al.* 2013) adaptado e reinterpretado de Araújo *et al.* (1988), Carvalho & Pereira (1972), Vale *et al.* (1973); Pereira *et al.* (2006) e a Folha 3 da “Carta Geológica de Angola” (LNICT, 1980), e, em seguida a vectorização das 3 unidades distintas identificadas. Optou-se pela simplificação da avaliação da geologia em três unidades, por permitir estabelecer os grandes contrastes em termos de aptidão lítica ao UOS, excluindo aspetos locais, e evitando a pulverização de polígonos em função da unidade base de cartografia de UOS.

A cartografia de UOS, assim como de linhas de água e vias de comunicação rodoviárias e ferroviárias foi obtida mediante a georreferenciação e vectorização dos diferentes elementos observados em imagens de satélite obtidas do Google Earth (Image© 2013 DigitalGlobe). A seleção destes condicionantes resultou do facto de constituírem elementos com restrições e servidões de ocupação, e aparecerem associados no planeamento municipal a condicionantes de uso (CAPENDA, 2011).

A cartografia das zonas próximas e distantes das principais vias de comunicação rodoviária foram obtidas com o auxílio de um *buffer* com afastamento de 1 Km, com base na vectorização feita anteriormente. O *buffer* foi criado usando a ferramenta:

- Editor
 - Buffer

Em seguida, converteu-se os dados de tipo Polyline para Polygon usando a ferramenta:

- ArcToolbox
 - Data Management Tools
 - Feature to Polygons

Por indisponibilidade de uma maior número de imagens de satélite no intervalo de 1978 e 2010, foi analisada neste trabalho a evolução do uso e ocupação do solo com base num grupo de 3 imagens de satélite de diferentes períodos históricos entre 1978 e 2010.

As imagens foram introduzidas e georreferenciadas usando o software ArcGIS 10.3 (ESRI®).

Tabela 1: Características das fontes de dados.

Data	Formato	Tipo de Imagem	de Escala	Fonte
1978	Digital	P&B		Desconhecida
2002	Digital	Cor		Google Earth
2010	Digital	Cor		Google Earth

A análise das imagens foi corroborada por algum trabalho de campo e comparação com outras fontes, de modos a minimizar erros de interpretação. Todo o trabalho de interpretação foi feito pelo mesmo operador.

As imagens foram transferidas do Google Earth® e importadas para o ArcGIS 10.3 (ESRI®). A georreferenciação foi feita com pelo menos quatro pontos de controlo, usando o sistema de coordenadas WGS_1984_UTM_Zone_33S. As imagens não possuíam georreferenciação prévia.

O erro médio obtido neste processo é representado na tabela 3 e foi considerada satisfatória, apesar de alguma perda devido à distorção.

Tabela 2: Erro médio na georreferenciação

Ano	Erro médio	Nº de pontos de controlo
1978	4,4	6
2002	5,4	6
2010	4,4	6

Na segunda fase, foi desenhado um sistema de classificação baseado nas categorias CORINE Land Cover em português [CLCpt]. O sistema de classes numéricas definidas pela CLCpt foi adaptada para se adequar à realidade da área de estudo. O resultado dessa adaptação é apresentado na tabela 3.3.

Tabela 3: Termos de classificação.

Códigos		Corine Land Cover
		Classes e Subclasses
1		Zonas artificializadas
	11	Tecido urbano
	111	Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização
	112	Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização
	113	Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais
	12	Zonas industriais, comerciais ou de transporte
	121	Zonas industriais, comerciais ou de transporte não degradadas
	122	Zonas industriais, comerciais ou de transporte degradadas
	13	Minas, depósitos de resíduos, cemitérios ou zonas de construção
	131	Cemitérios
	132	Zonas de extração mineira a céu aberto
	133	Zonas de construção
	14	Zonas artificializadas não agrícolas com vegetação
	141	Espaços verdes artificializados
142	Equipamentos de desporto e lazer	
2		Zonas agrícolas
	21	Terras aráveis
	211	Terras aráveis
	24	Zonas agrícolas heterogéneas
	241	Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas
3		Zonas florestais e seminaturais
	31	311 Florestas
	32	Zonas com vegetação arbustiva e/ou herbácea
	324	Floresta degradada e cobertura arbustiva
	33	Zonas sem vegetação ou com vegetação esparsa
	331	Cobertura arbustiva e herbácea
	332	Rocha nua
333	Zonas de vegetação esparsa	
4		Zonas húmidas
	41	Zonas húmidas interiores
	411	Sistemas Ripícolas
5		Corpos de água
	51	Águas interiores
	511	Corpos de água

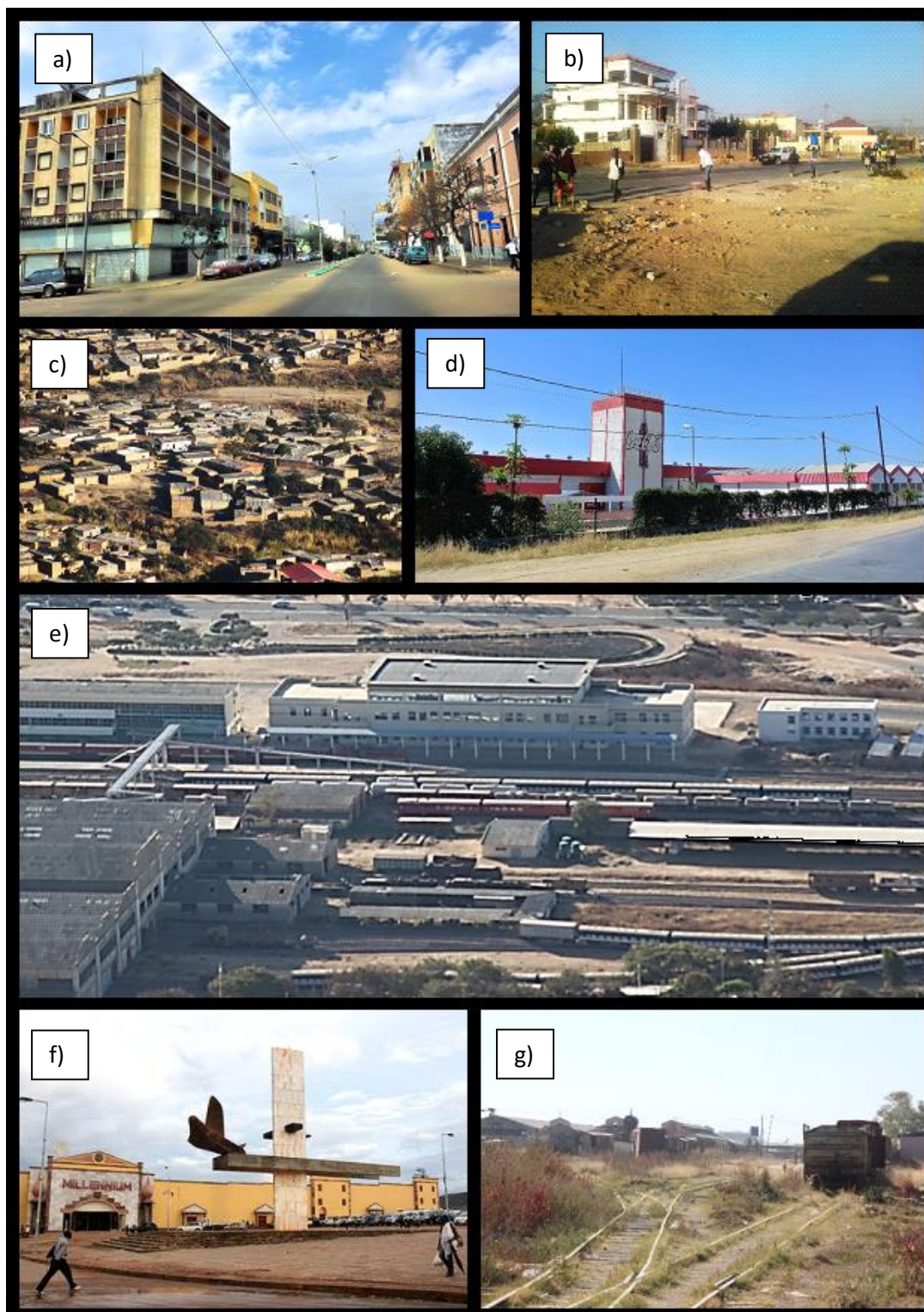


Figura 20: Exemplos dos diferentes tipos de UOS identificados na área de estudo: a) Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização; b) Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização; c) Zonas urbanas não infraestruturadas com edifícios tradicionais; d), e), f) Zonas industriais, comerciais ou de transporte não degradadas; g) Zonas industriais, comerciais ou de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicional

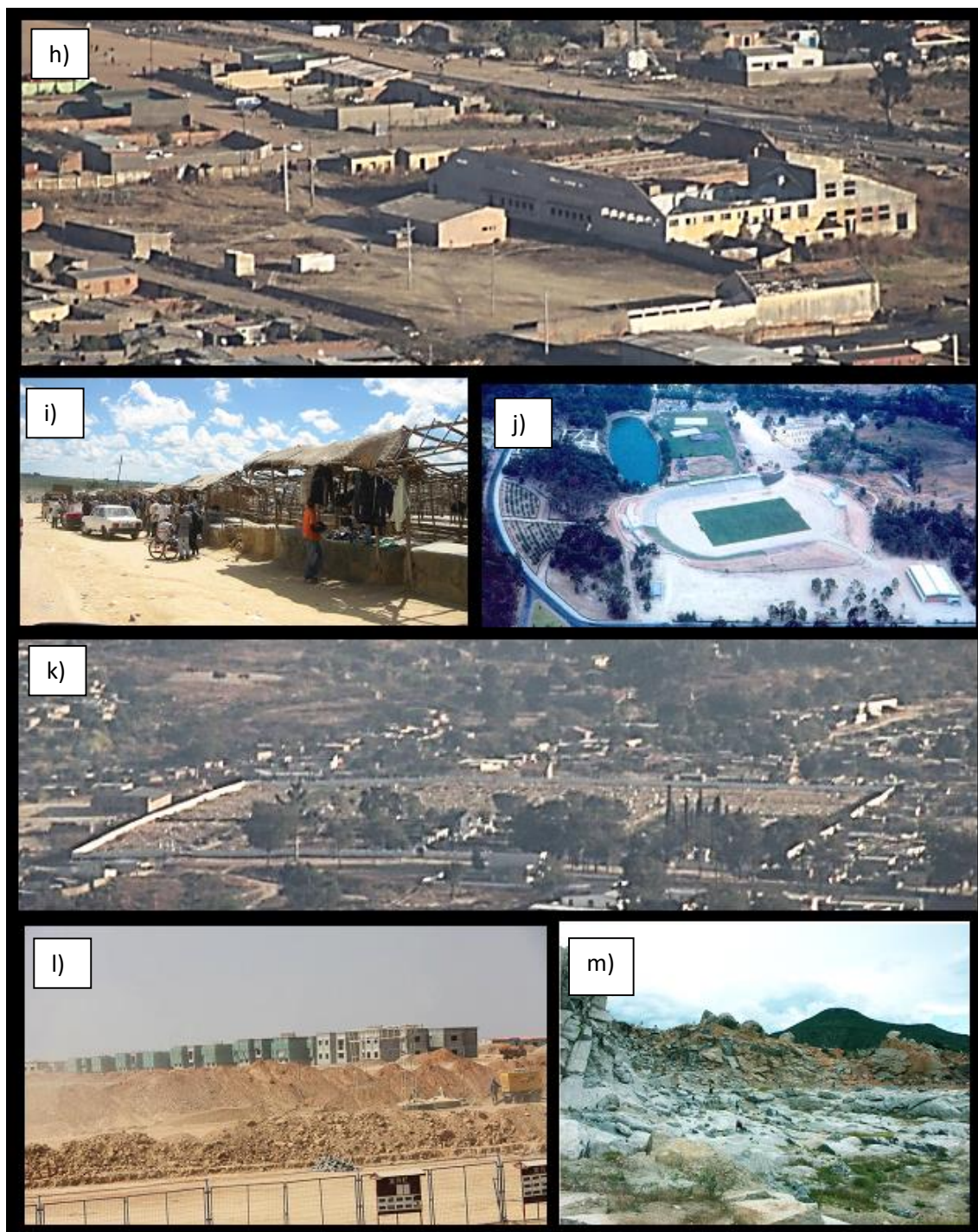


Figura 21: Exemplos dos diferentes tipos de UOS identificados na área de estudo: h), i) Zonas industriais, comerciais ou de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicional; j) Espaços verdes artificializados e Equipamentos de desporto e lazer; k) Cemitérios; l) Zonas de Construção; m) Zonas de extração mineira a céu aberto

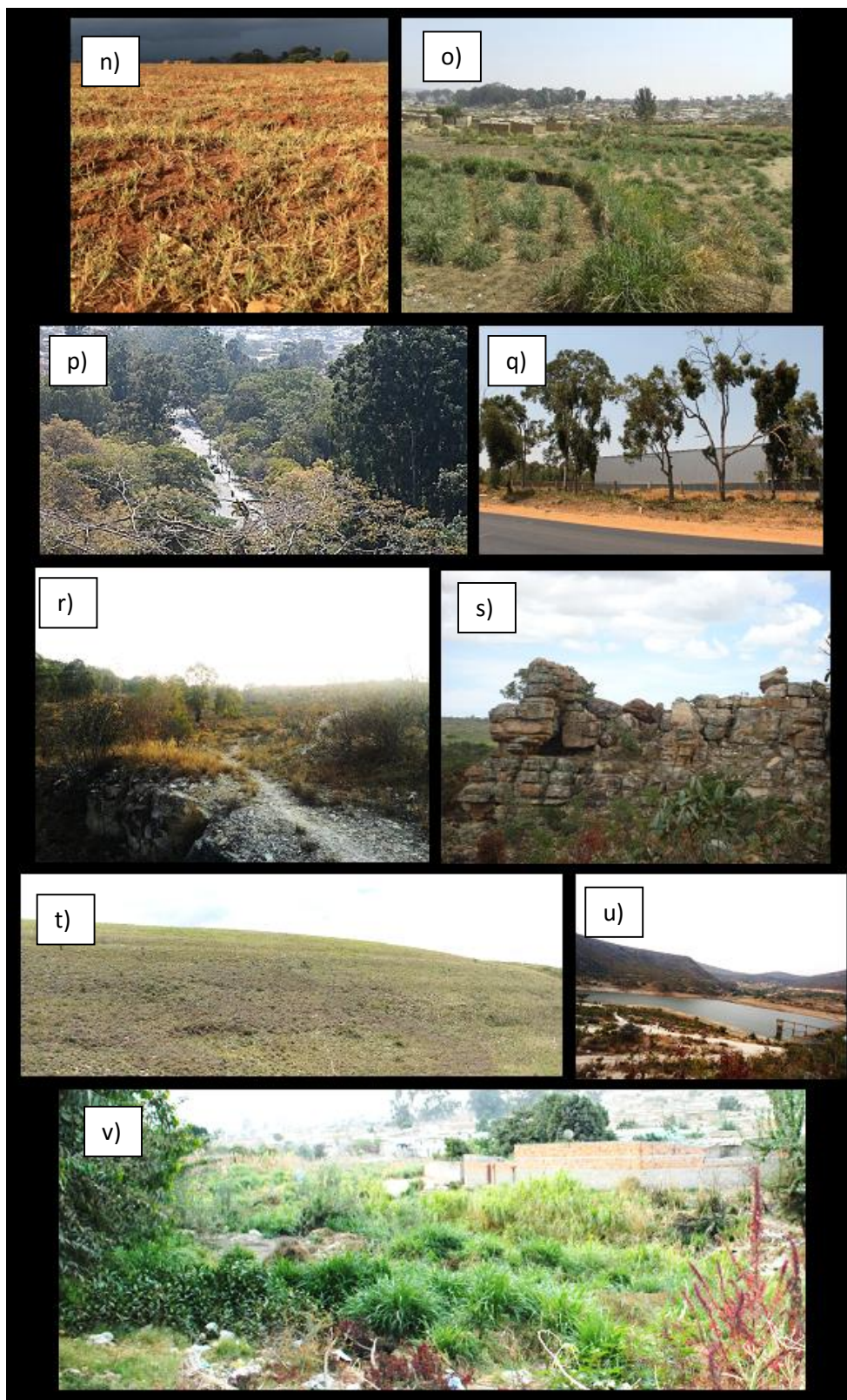


Figura 22: Exemplos dos diferentes tipos de UOS identificados na área de estudo: n) Terras aráveis; o) Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas; p) Florestas; q) Floresta degradada e cobertura arbustiva; r) Cobertura arbustiva e herbácea; s) Rocha nua; t) Zonas de vegetação esparsa; u) Corpos de água; v) Sistemas ripícolas

Numa terceira etapa, foi criada no sistema de informação geográfica uma classificação de manchas homogêneas de uso e ocupação do solo para cada imagem de acordo com a definição prévia de classes, representando o momento em que cada imagem foi capturada e representando as atividades para as quais a superfície foi destinada (PIWOWAR, 2005; TAPIADOR & CASANOVA, 2003).

Os polígonos foram classificados na base das características detetadas numa escala de 1:10000 e foi adotada uma unidade mínima cartográfica de 1 ha. O software ofereceu os cálculos de área. Cada conjunto de imagens gerou uma matriz de polígonos codificados de acordo com as diferentes classes.

Análise visual das imagens e fotointerpretação permitiram a classificação e mapeamento de elementos da paisagem e facilitaram a análise do uso e ocupação do solo multitemporal de acordo a elementos como a cor, tonalidade, textura, forma, tamanho, presença de sombras e a localização de infraestruturas.

Após a criação da cartografia de UOS para os três momentos estudados, foi feita uma extração de cada área de interesse, nomeadamente as vias de comunicação rodoviária, classes de declives, e as zonas de diferentes litologias identificadas. Isto foi alcançado empregando as seguintes ferramentas:

- ArcToolbox
 - Analysis Tools
 - Extract
 - Clip
 - Overlay
 - Erase

3.2 Mudanças espaciais e temporais no uso e ocupação do solo

De modos a avaliar a evolução do uso e ocupação do solo, foi gerada uma pós-classificação (comparação mapa a mapa), envolvendo o conjunto sucessivo de imagens com referência cruzada para definir transições de cobertura do solo e grau de estabilidade (GE).

De acordo com Pontius *et al.* (2004), a forma mais pragmática para analisar a mudança na terra através de dois mapas do mesmo local em diferentes períodos A_1 e A_2 , (onde A_1 é o período mais antigo e A_2 o período mais recente) é examinar as

mudanças com a matriz de transição para identificar as transições mais importantes e, em seguida, pesquisar os processos que geram as transições.

A quarta etapa consistiu no uso dos mapas de UOS anuais para gerar matrizes de transição, nomeadamente 1978-2002, 2002-2010 e subsequentemente para fazer um estudo detalhado da dinâmica da transição de cobertura do solo ao longo dos diferentes períodos de tempo.

Para cada categoria de cobertura do solo i numa matriz de transformação A , a transformação entre os dois períodos foi calculada com base na equação eq. (A1) (CASTANHEIRA & ARANHA, 2004; LONG *et al.*, 2007):

$$CH_i = (p_i - p_{.i}) / p_{.i} \quad (A1)$$

Em que CH_i é a transformação da cobertura do solo na coluna i em relação ao ano anterior comparado, p_i é o total de coluna para as células na categoria i e $p_{.i}$ é o total de linha para as células na categoria i .

O software ArcGIS 10.3 (ESRI®) permite automatizar esse cálculo através da seguinte ferramenta:

- ArcToolbox
 - Spatial Analyst Tools
 - Zonal
 - Tabulate Area

Para explorar as transições internas entre diferentes classes de cobertura do solo que ocorrem em dois períodos comparativos, considerou-se a transformação do tipo de uso do solo para um dado ano em relação ao ano ser comparado como resultado de várias conversões de perda ou ganho. Assim sendo, para cada tipo de cobertura de solo calculou-se a percentagem de transição em relação ao total do tipo de cobertura do solo usando a Eq. (A2):

$$P(i)j = \frac{p_{j,i} - p_{i,j}}{(p_j - p_i)} \times 100 \quad i \neq j \quad (A2)$$

Onde $p_{(i),j}$ é a percentagem por tipo j na conversão total da categoria linha i e $p_{j,i}$ e $p_{i,j}$ representam a entrada individual na matriz de transformação.

Para expressar a proporção total da superfície que não sofreu nenhuma transformação para outra categoria de uso do solo, o indicado Grau de Estabilidade (GE) foi definido como se segue na Eq. (A3):

$$GE = [(C_{ix}A_{2...3} - C_{ix}A_1)/AT] \times 100 \quad (A3)$$

Onde GE é o grau de estabilidade do tipo de ocupação do solo – o indicador da consistência ou estabilidade global das classes de cobertura do solo do ano A_1 para o ano $A_{2...3}$, $C_{ix}A_{2...3}$ é a soma das áreas das demais classes (ix) no ponto de tempo subsequente, $C_{ix}A_1$ é a soma das áreas das demais classes (ix) no ponto de tempo 1 e AT é a área total estudada (km²).

Os cálculos foram todos realizados usando o Microsoft® Excel 2015.

De forma análoga, mas aplicando apenas os mapas de UOS extraídos para cada uma das diferentes zonas, criaram-se matrizes de transição para as zonas de interesse como vias de comunicação rodoviária, classes de declives, e as unidades litológicas identificadas.

A matriz de transição representa mudanças multidirecionais entre as diferentes classes, ou seja, para as diferentes classes utilizadas existem várias mudanças entre elas. A matriz de transição é uma ferramenta para monitorizar as mudanças futuras, informando quais as mudanças ocorridas e qual a sua magnitude (OLAYA, 2009).

Nas matrizes de transição, as linhas referem-se ao período A_1 e as colunas ao período A_2 . O valor de cada célula denota a proporção da paisagem que experimentou uma transição de uma classe no período A_1 para outra classe no período A_2 . As células da diagonal indicam a permanência da proporção para cada uma das classes entre os dois períodos. A coluna e linha Σ indicam a área total da classe no período A_1 e A_2 , respetivamente, e a coluna e linha Δ indicam o valor da mudança entre os dois períodos para cada uma das classes.

Passamos agora a aplicar os métodos e ferramentas descritos à área de estudo.

4. RESULTADOS

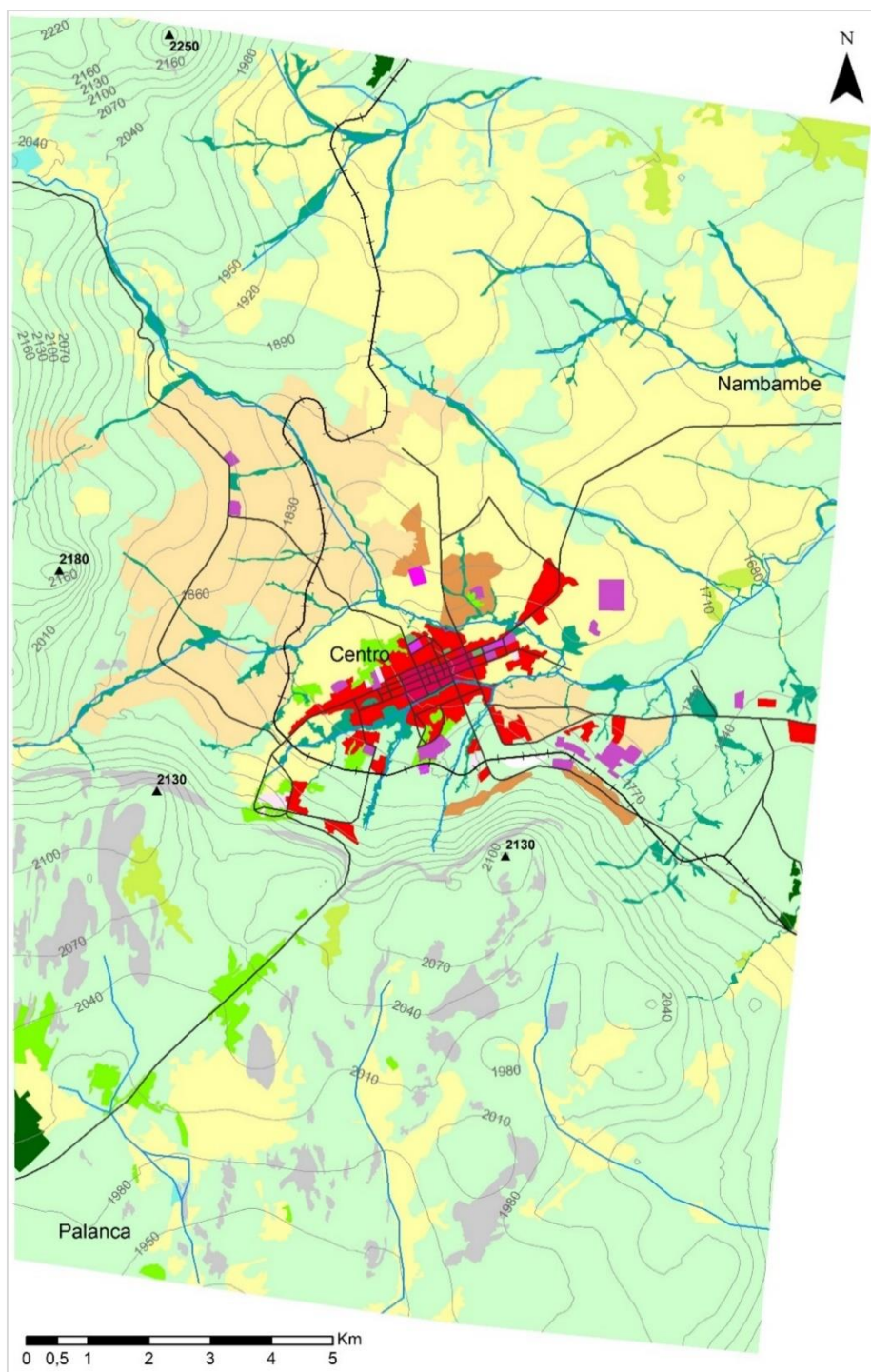
Utilizando os métodos anteriormente apresentados, foi feita uma análise e classificação sistemática do uso e ocupação do solo, durante três anos/momentos. As figuras 23, 24 e 25 apresentam a classificação de uso e ocupação do solo para os três anos/momentos de análise de imagens 1978, 2002, e 2010 respetivamente.

A Tabela 4 apresenta as classes aplicadas no processo de classificação do uso e ocupação do solo, o número de polígonos de cada classe e em cada ano, bem como a área e percentagem de cada classe.

Dezanove classes de UOS foram identificadas na área em estudo durante os períodos em análise. Os resultados cartográficos mostram uma grande alteração nos diferentes setores da zona, com trajetórias diversas. A análise indica algumas transições sistemáticas envolvendo um aumento nas áreas com características urbanas, principalmente as de carácter não-infraestruturado e tradicional.

Tabela 4: Número de polígonos, áreas e percentagens para cada uso e ocupação do solo, de acordo com a classificação Corine Land Cover

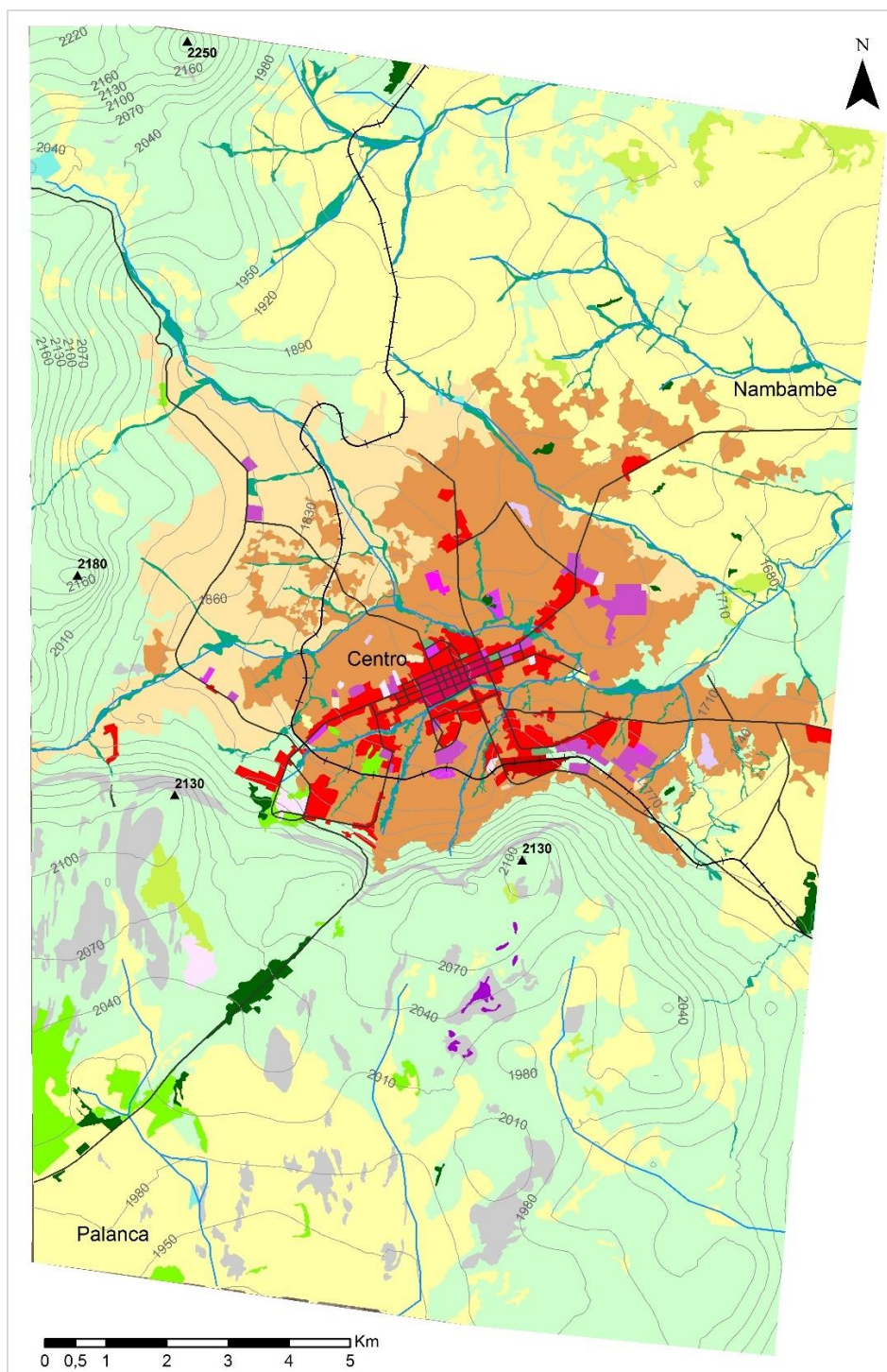
Classes Aplicadas	Polígonos (Nº)			Área (ha)			Percentagem		
	Ano			Ano			Ano		
	1978	2002	2010	1978	2002	2010	1978	2002	2010
Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização	1	1	1	53	53	53	0,20%	0,20%	0,20%
Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	15	20	52	373	444	753	1,39%	1,66%	2,81%
Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	5	45	69	169	2980	3404	0,63%	11,14%	12,71%
Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	16	19	37	115	173	225	0,43%	0,65%	0,84%
Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	3	13	14	7	53	63	0,03%	0,20%	0,23%
Cemitérios	1	1	1	7	9	9	0,03%	0,03%	0,03%
Zonas de extração mineira a céu aberto	0	8	25	0	18	99	0,00%	0,07%	0,37%
Zonas de construção	0	0	10	0	0	721	0,00%	0,00%	2,69%
Espaços verdes artificializados	3	4	4	5	9	9	0,02%	0,03%	0,03%
Equipamentos de desporto e lazer	6	8	11	18	59	128	0,07%	0,22%	0,48%
Terras aráveis	64	75	77	6652	8559	7633	24,86%	32,00%	28,51%
Culturas permanentes	10	13	11	44	41	33	0,16%	0,15%	0,12%
Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas	6	14	23	2035	1836	1656	7,60%	6,86%	6,19%
Florestas	23	14	18	281	278	325	1,05%	1,04%	1,21%
Floresta degradada e cobertura arbustiva	5	20	26	68	192	125	0,26%	0,72%	0,47%
Cobertura arbustiva e herbácea	10	12	29	259	162	385	0,97%	0,61%	1,44%
Rocha nua	71	65	61	837	802	773	3,13%	3,00%	2,89%
Zonas de vegetação esparsa	30	26	10	15203	10533	9830	56,81%	39,38%	36,71%
Sistemas Ripícolas	7	12	14	614	523	525	2,29%	1,96%	1,96%
Corpos de água	2	5	5	20	25	25	0,07%	0,09%	0,09%
Σ	278	375	498	26761	26750	26774	100%	100%	100%



Legenda

- | | | | | |
|---------------------|--|--|---|---|
| ▲ Vértice Geodésico | UOS 1978 | 121: Zonas Industriais, comerciais e de transporte não degradadas | 133: Zonas de construção | 324: Floresta degradada e cobertura arbustiva |
| Localidades | Classificação | 122: Zonas Industriais, comerciais e de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicionais | 141: Espaços verdes artificializados | 331: Cobertura Arbustiva e Herbácea |
| —+— Ferrovia | 111: Tecido Urbano com elevado grau de impermeabilização | 131: Cemitérios | 142: Equipamentos de desporto ou lazer | 332: Rocha Nua |
| — Rodovia | 112: Tecido Urbano com baixo grau de impermeabilização | 132: Zona de extração mineira a céu aberto | 211: Terras aráveis | 333: Vegetação esparsa |
| — Linhas de água | 113: Zonas urbanas não-infraestruturadas de edifícios tradicionais | | 241: Zonas Agrícolas Heterogêneas ou compartimentadas | 411: Sistemas ripícolas |
| — Curvas de nível | | | 311: Floresta | 511: Corpos de água |

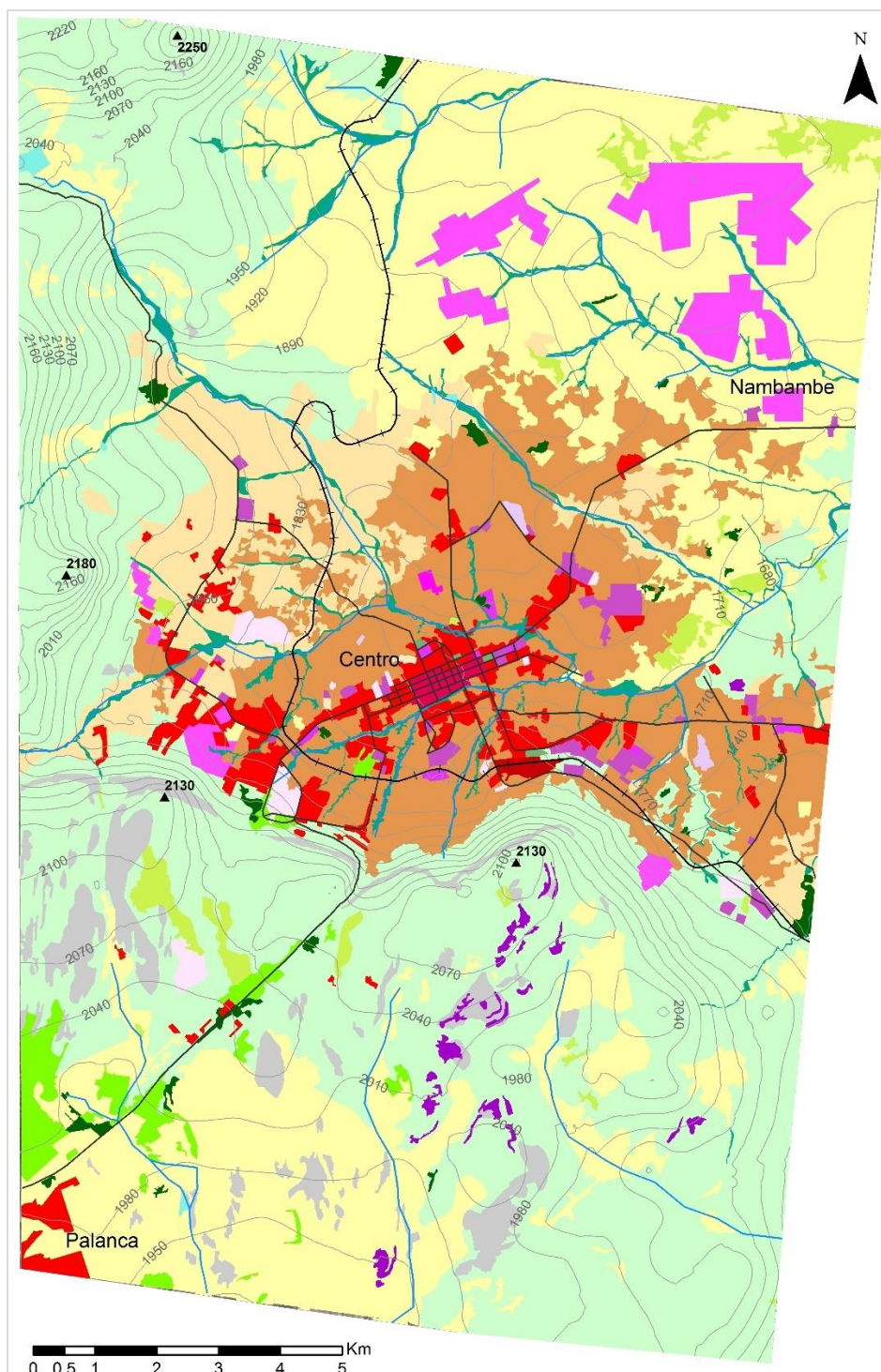
Figura 23: Uso e ocupação do solo na área de estudo em 1978



Legenda

▲ Vértice Geodésico	UOS 2002	121: Zonas Industriais, comerciais e de transporte não degradadas	133: Zonas de construção	324: Floresta degradada e cobertura arbustiva
Localidades	Classificação	122: Zonas Industriais, comerciais e de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicionais	141: Espaços verdes artificializados	331: Cobertura Arbustiva e Herbácea
—+— Ferrovia	111: Tecido Urbano com elevado grau de impermeabilização	131: Cemitérios	142: Equipamentos de desporto ou lazer	332: Rocha Nua
— Rodovia	112: Tecido Urbano com baixo grau de impermeabilização	132: Zona de extração mineira a céu aberto	211: Terras aráveis	333: Vegetação esparsa
— Linhas de água	113: Zonas urbanas não-infraestruturadas de edifícios tradicionais		241: Zonas Agrícolas Heterogêneas ou compartimentadas	411: Sistemas ripícolas
— Curvas de nível			311: Floresta	511: Corpos de água

Figura 24: Uso e ocupação do solo na área em estudo em 2002



Legenda

▲ Vértice Geodésico	UOS 2010	121: Zonas Industriais, comerciais e de transporte não degradadas	133: Zonas de construção	324: Floresta degradada e cobertura arbustiva
Localidades	Classificação	122: Zonas Industriais, comerciais e de transportes degradadas e superfícies de comércio tradicionais	141: Espaços verdes artificializados	331: Cobertura Arbustiva e Herbácea
—+— Ferrovia	111: Tecido Urbano com elevado grau de impermeabilização	131: Cemitérios	142: Equipamentos de desporto ou lazer	332: Rocha Nua
— Rodovia	112: Tecido Urbano com baixo grau de impermeabilização	132: Zona de extracção mineira a céu aberto	211: Terras aráveis	333: Vegetação esparsa
— Linhas de água	113: Zonas urbanas não-infraestruturadas de edifícios tradicionais		241: Zonas Agrícolas Heterogêneas ou compartimentadas	411: Sistemas ripícolas
— Curvas de nível			311: Floresta	511: Corpos de água

Figura 25: Uso e ocupação do solo na área em estudo em 2010

Os dados mostram um aumento sistemático do número de polígonos reconhecidos na análise de imagem, especialmente em termos do número de áreas de tecido urbano não-infraestruturado de edifícios tradicionais e também, embora num grau inferior, de tecido urbano de baixo grau de impermeabilização.

No que diz respeito à área em estudo e analisando o uso e ocupação do solo, as transformações observadas são:

- Aumento do tecido urbano não-infraestruturado de edifícios tradicionais e tecido urbano de baixo grau de impermeabilização.
- Diminuição da área agrícola heterogênea e compartimentada e das zonas com vegetação esparsa

A figura 26 mostra a evolução das classes de uso e ocupação na área em estudo durante o período do estudo, mostrando um aumento de áreas artificiais (do lado esquerdo do eixo vertical) ao contrário das áreas naturais e agroflorestais (do lado direito do eixo vertical).

Os resultados mostram que a ocupação urbana aumentou gradualmente desde 1978, (na ordem de aproximadamente 13%), principalmente na zona de menos altitude, substituindo, principalmente, áreas agrícolas. As zonas agrícolas sofreram uma transformação com o crescimento das zonas urbanas. O crescimento geral das zonas agrícolas durante o período em análise é de aproximadamente 3%. As áreas com pouca ou nenhuma vegetação diminuíram em aproximadamente 20% e as zonas florestais diminuíram em 1%. Estes processos de transformação são especialmente observáveis na área de no bairro da Mapunda, da Mitcha e do João de Almeida onde zonas urbanas substituíram zonas agrícolas e com pouca ou nenhuma vegetação. A diminuição de florestas pode ser observada nos bairros próximos do centro da cidade como o Calumbiro, Mitcha e Ferrovia.

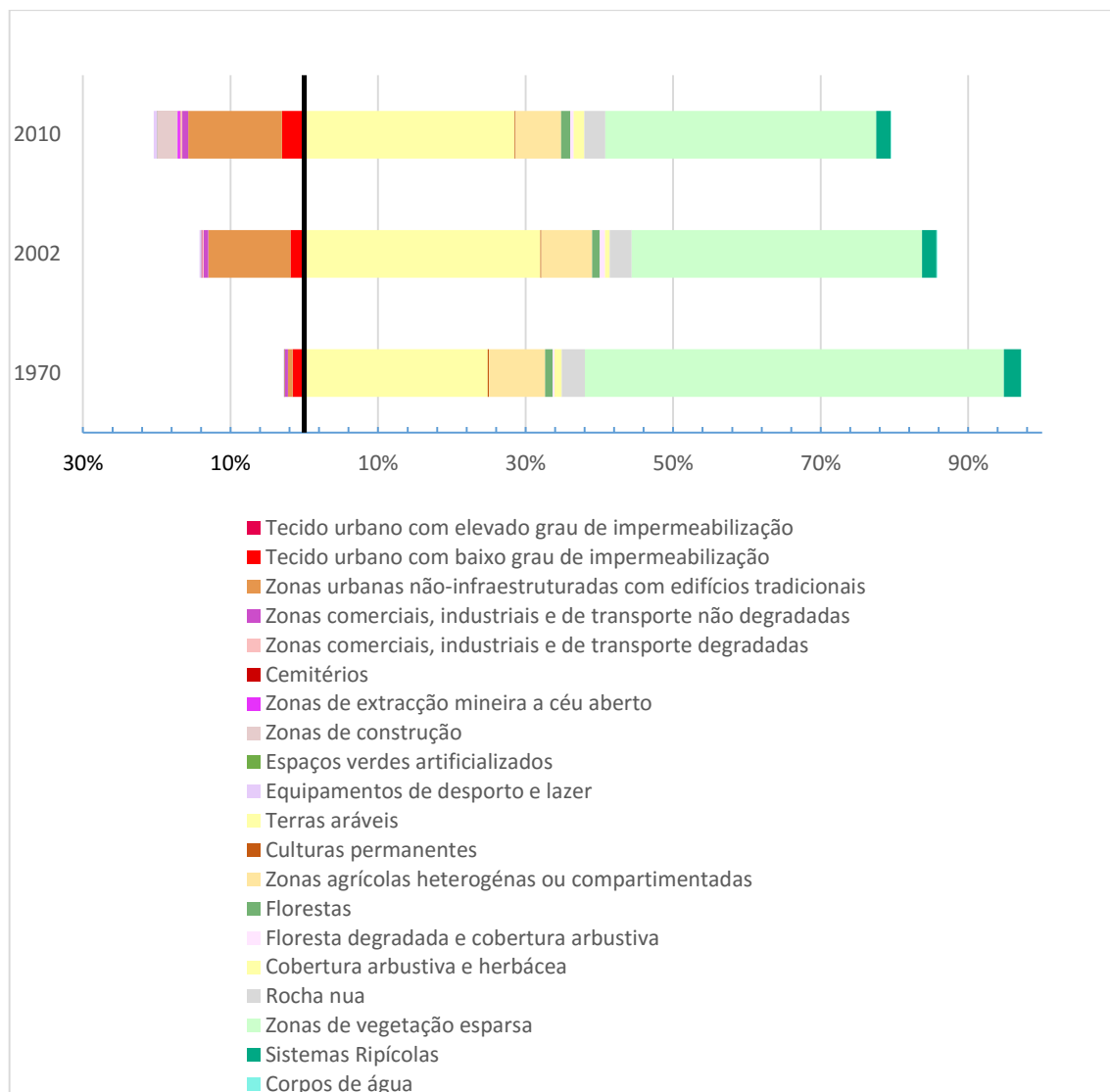


Figura 26: Representação das percentagens ocupadas pelas diferentes classes de UOS nos três momentos analisados

A quarta etapa da metodologia empregue para este estudo produziu uma série de matrizes de transição que permitirão analisar detalhadamente a dinâmica da transição de cobertura do solo ao longo dos diferentes períodos de tempo.

Aqui interessa recordar que, nas matrizes de transição, as linhas se referem ao momento inicial e as colunas ao momento final do período em análise. O valor de cada célula indica a proporção da paisagem que experimentou uma transição de uma classe no período. As células da diagonal indicam a permanência da proporção para cada uma das classes entre os dois períodos. A coluna e linha assinaladas pelo somatório (Σ) indicam a área total da classe no período inicial e final e a coluna e linha indicam o valor de variação (Δ) entre os dois períodos para cada uma das classes. A última célula da tabela, isto é, no canto inferior direito,

aparece representado o grau de estabilidade (GE) para a transição em causa. Todas as unidades estão expressas em hectares (ha).

As classes que sofreram alteração igual ou superior a 50 ha foram salientadas com uma cores de letra e fundo diferentes. De igual modo, as células da diagonal, denotando a área que não sofreu alteração, foram salientadas com fundo cinzento de modos a facilitar a interpretação dos dados.

Foram geradas, em primeiro lugar, as matrizes de transição de UOS para a superfície total da área de estudo nos períodos 1978-2002 e 2002-2010. As tabelas 5 e 6, respetivamente, apresentam os resultados.

Tabela 5: Matriz de transição de UOS para o período 1978-2002

Classificação	111	112	113	121	122	131	132	141	142	211	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ
111 Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização	53,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,85	-
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	-	353,62	-	5,98	3,78	-	-	-	2,20	-	0,31	0,31	-	-	-	5,98	0,31	-	372,51	18,89
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	0,63	159,65	-	3,46	0,31	-	-	-	-	-	-	0,94	-	-	0,94	-	-	165,94	6,30
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	5,04	104,54	2,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	-	-	112,41	7,87
122 Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	-	-	-	-	6,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,61	-
131 Cemitérios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
132 Zonas de extração mineira a céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141 Espaços verdes artificializados	-	-	-	-	-	-	-	5,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,67	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	0,31	-	0,31	-	-	-	-	17,32	-	-	0,63	-	-	-	-	-	-	18,58	1,26
211 Terras aráveis	-	57,31	1285,36	32,75	13,23	2,52	-	-	5,35	4714,77	180,43	55,42	21,73	31,17	-	288,12	1,89	-	6645,64	1930,87
241 Zonas agrícolas heterogêneas ou compartimentadas	-	19,52	369,67	3,78	5,67	-	-	-	-	34,01	1529,71	-	-	-	-	71,79	3,15	1,89	2039,19	509,48
311 Florestas	-	7,24	45,97	1,89	2,52	-	-	-	2,83	6,61	-	130,36	42,51	-	1,26	39,05	-	-	280,25	149,89
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	-	45,66	20,78	-	-	-	-	-	68,33	47,55
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102,02	-	-	51,96	68,64	1,89	35,90	-	-	260,41	191,76
332 Rocha nua	-	-	-	-	-	-	16,69	-	-	-	-	0,31	-	-	789,73	28,97	-	-	835,70	45,97
333 Zonas de vegetação esparsa	-	60,14	975,20	27,08	15,74	-	2,20	4,72	32,75	3732,64	122,49	42,51	55,42	62,35	-	10030,96	6,61	1,89	15172,71	5141,75
411 Sistemas Ripícolas	-	-	71,16	-	0,63	-	-	-	-	4,09	3,78	1,26	-	-	-	20,47	511,69	0,94	614,02	102,34
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,47	20,47	-
Σ	53,85	498,78	2912,05	176,34	54,16	2,83	18,89	10,39	60,46	8553,52	1836,72	276,47	193,34	162,17	792,88	10522,50	523,65	25,19	26716,70	
Δ	-	145,16	2752,41	71,79	47,55	2,83	18,89	4,72	43,14	3893,55	307,01	146,11	172,56	93,52	3,15	491,53	11,97	4,72	GE	69%

Tabela 6: Matriz de transição de UOS para o período 2002-2010

Classificação	111	112	113	121	122	131	132	133	141	142	211	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ
111 Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização	53,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,21	-
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	-	440,18	-	1,26	-	-	-	-	-	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	441,76	1,57
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	28,65	2896,45	17,95	9,76	-	-	0,94	-	0,94	16,37	0,31	-	0,31	1,57	-	-	0,94	-	2974,22	77,77
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	-	177,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	177,27	-
122 Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	-	-	-	-	53,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,84	-
131 Cemitérios	-	-	-	-	-	8,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,82	-
132 Zonas de extração mineira a céu aberto	-	-	-	-	-	-	7,87	-	-	-	-	-	-	-	-	9,45	2,52	-	-	19,84	11,96
133 Zonas de construção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141 Espaços verdes artificializados	-	-	-	-	-	-	-	-	9,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,76	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,77	-
211 Terras aráveis	-	86,90	372,17	25,50	-	-	622,80	-	11,65	7019,62	195,85	14,17	7,56	71,47	2,83	166,56	3,46	-	-	8557,11	1580,94
241 Zonas agrícolas heterogêneas ou compartimentadas	-	134,13	62,66	3,78	-	-	33,69	-	38,41	75,56	1455,94	-	17,32	10,08	-	1,26	0,31	-	-	1833,15	377,21
311 Florestas	-	-	-	-	-	-	-	-	4,09	-	-	-	263,23	5,98	-	-	1,26	-	-	274,56	11,34
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	2,83	0,31	-	-	-	-	-	-	-	1,57	36,52	86,59	65,49	-	-	-	-	-	193,33	106,74
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	5,98	-	-	19,21	-	-	-	137,60	-	-	-	-	-	162,79	25,19
332 Rocha nua	-	-	-	-	-	-	39,04	-	-	-	-	-	-	0,31	755,68	-	-	-	-	795,04	39,36
333 Zonas de vegetação esparsa	-	63,92	57,31	1,89	-	-	51,95	58,57	-	10,39	524,57	-	8,82	4,72	102,96	-	9630,80	-	-	10515,89	885,09
411 Sistemas Ripícolas	-	-	2,83	-	-	-	-	-	-	-	0,63	1,57	-	-	-	-	0,63	515,44	-	521,10	5,67
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,19	25,19	-
Σ	53,21	756,62	3391,73	227,65	63,60	8,82	98,87	721,99	9,76	126,58	7622,27	1655,25	322,74	122,48	389,49	767,96	9803,03	520,16	25,19	26721,09	
Δ	-	316,44	495,28	50,38	9,76	-	91,00	721,99	-	65,81	646,10	199,31	59,51	35,89	251,89	12,28	172,23	4,72	-	GE	88%

As figuras 27, 28 e 29 mostram o resultado do cruzamento entre a zona *buffer* com afastamento de 1 Km das vias de comunicação rodoviária e o UOS para os três momentos estudados, 1978, 2002 e 2010 respetivamente.

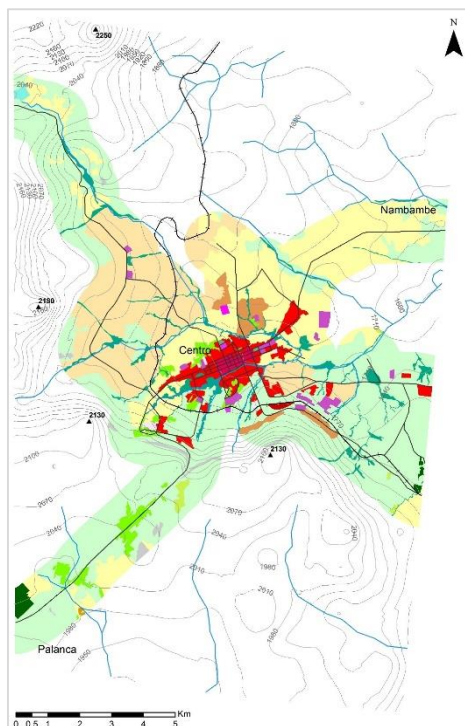


Figura 27: UOS da zona próxima das vias de comunicação rodoviária em 1978

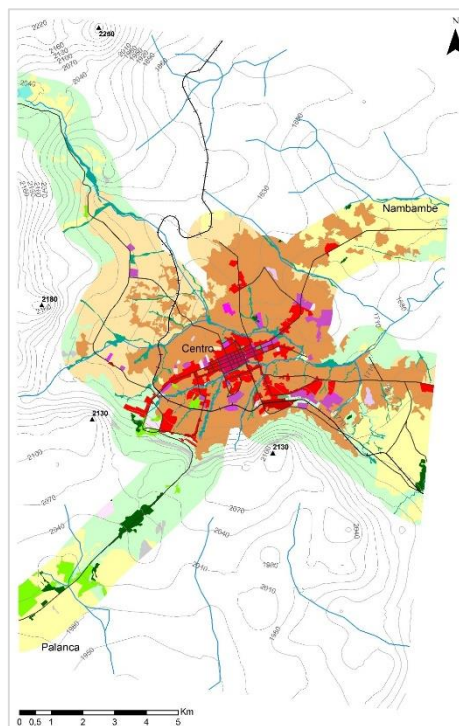


Figura 28: UOS na zona próxima das vias de comunicação rodoviária em 2002

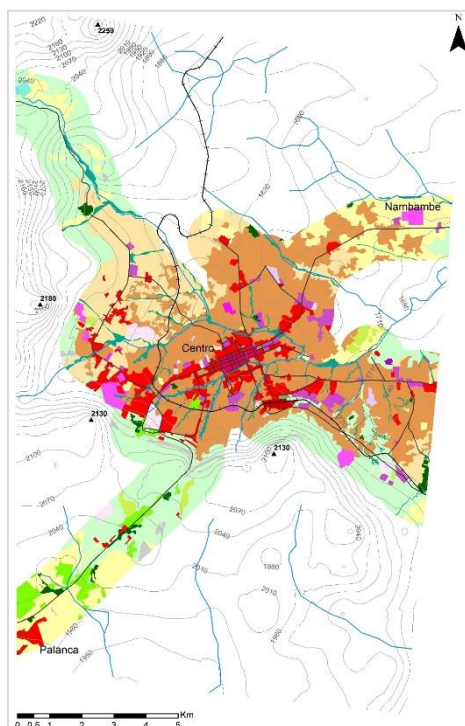


Figura 29: UOS na zona próxima das vias de comunicação rodoviária em 2010

Legenda

- ▲ Vértice Geodésico
- Localidades
- Ferrovia
- Rodovia
- Linhas de água
- Curvas de nível

UOS 2010

Classificação

111: Tecido Urbano com elevado grau de impermeabilização	121: Zonas Industriais, comerciais e de transporte não degradadas
112: Tecido Urbano com baixo grau de impermeabilização	122: Zonas Industriais, comerciais e de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicionais
113: Zonas urbanas não-infraestruturadas de edifícios tradicionais	131: Cemitérios
133: Zonas de construção	132: Zona de extração mineira a céu aberto
141: Espaços verdes artificializados	324: Floresta degradada e cobertura arbustiva
142: Equipamentos de desporto ou lazer	331: Cobertura Arbustiva e Herbácea
211: Terras aráveis	332: Rocha Nua
241: Zonas Agrícolas Heterogêneas ou compartimentadas	333: Vegetação esparsa
311: Floresta	411: Sistemas rípicolas
	511: Corpos de água

As figuras 30, 31 e 32 mostram o resultado do cruzamento das zonas distantes das vias de comunicação rodoviária com os mapas de USO para os três momentos estudados, 1978, 2002 e 2010 respetivamente.

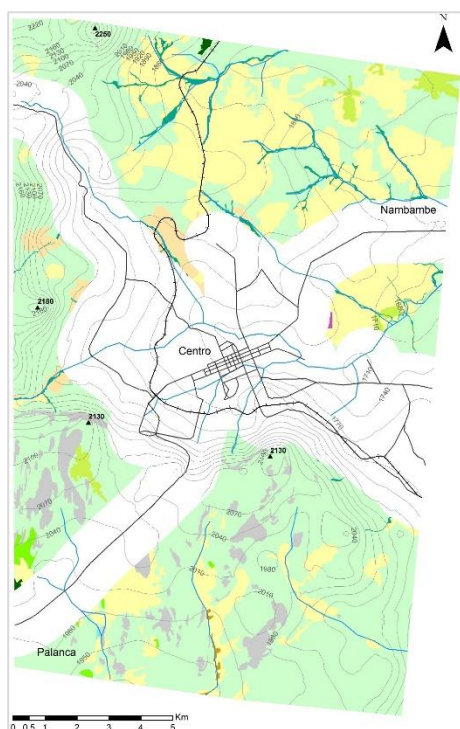


Figura 30: UOS na zona distante das vias de comunicação rodoviária em 1978

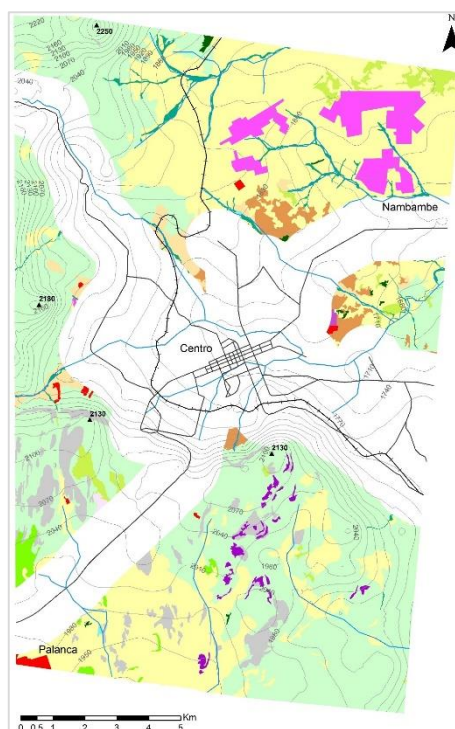


Figura 32: UOS da zona distante das vias de comunicação rodoviária em 2010

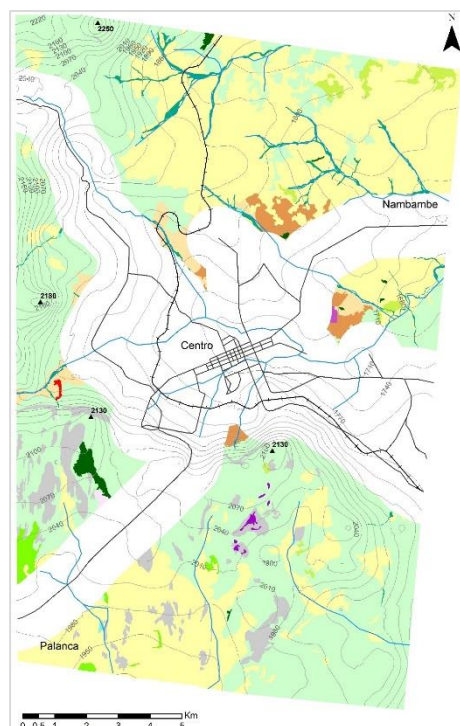


Figura 31: UOS na zona distante das vias de comunicação rodoviária em 2002

Legenda

- ▲ Vértice Geodésico
- Localidades
- Ferrovia
- Rodovia
- Linhas de água
- Curvas de nível

UOS 2010

Classificação

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 111: Tecido Urbano com elevado grau de impermeabilização 112: Tecido Urbano com baixo grau de impermeabilização 113: Zonas urbanas não-infraestruturadas de edifícios tradicionais 133: Zonas de construção 141: Espaços verdes artificializados 142: Equipamentos de desporto ou lazer 211: Terras aráveis 241: Zonas Agrícolas Heterogêneas ou compartmentadas 311: Floresta | <ul style="list-style-type: none"> 121: Zonas Industriais, comerciais e de transporte não degradadas 122: Zonas Industriais, comerciais e de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicionais 131: Cemitérios 132: Zona de extração mineira a céu aberto 324: Floresta degradada e cobertura arbustiva 331: Cobertura Arbustiva e Herbácea 332: Rocha Nua 333: Vegetação esparsa 411: Sistemas rípicolas 511: Corpos de água |
|--|--|

As figuras 33, 34 e 35 apresentam o UOS de 1978, 2002 e 2010, respetivamente, cruzado com a classe de declives inferiores a 5%.

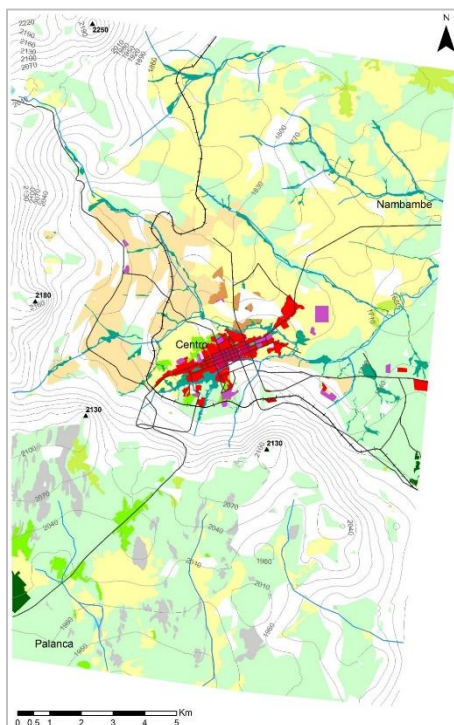


Figura 33: UOS nas zonas com declives inferiores a 5% em 1978

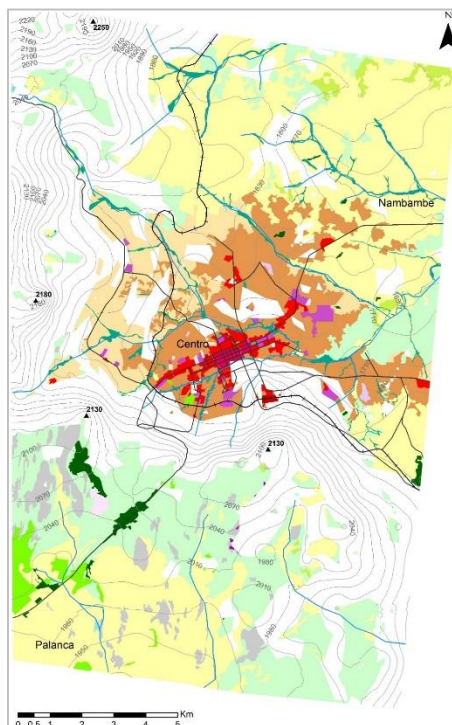


Figura 34: UOS nas zonas com declives inferiores a 5% em 2002

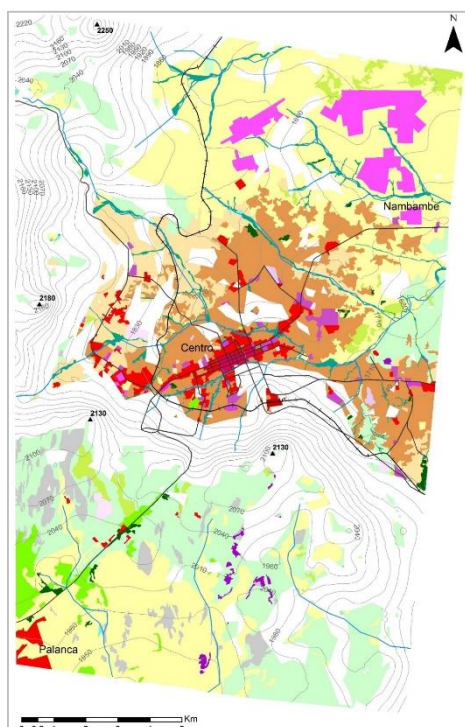


Figura 35: UOS nas zonas com declives inferiores a 5% em 2010

Legenda

- ▲ Vértice Geodésico
- Localidades
- +— Ferrovia
- Rodovia
- Linhas de água
- Curvas de nível

UOS 2010

Classificação

<ul style="list-style-type: none"> 111: Tecido Urbano com elevado grau de impermeabilização 112: Tecido Urbano com baixo grau de impermeabilização 113: Zonas urbanas não-infraestruturadas de edifícios tradicionais 133: Zonas de construção 141: Espaços verdes artificializados 142: Equipamentos de desporto ou lazer 211: Terras aráveis 241: Zonas Agrícolas Heterogêneas ou compartimentadas 311: Floresta 	<ul style="list-style-type: none"> 121: Zonas Industriais, comerciais e de transporte não degradadas 122: Zonas Industriais, comerciais e de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicionais 131: Cemitérios 132: Zona de extração mineira a céu aberto 324: Floresta degradada e cobertura arbustiva 331: Cobertura Arbustiva e Herbácea 332: Rocha Nua 333: Vegetação esparsa 411: Sistemas rípicolas 511: Corpos de água
---	--

As figuras 36, 37 e 38 apresentam os mesmos mapas de UOS com a classe de declives entre 5% e 10%.

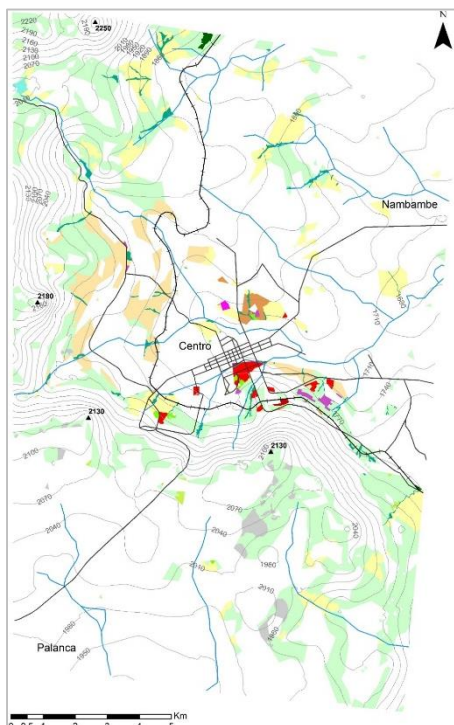


Figura 36: UOS nas zonas com declives entre 5% e 10% em 1978

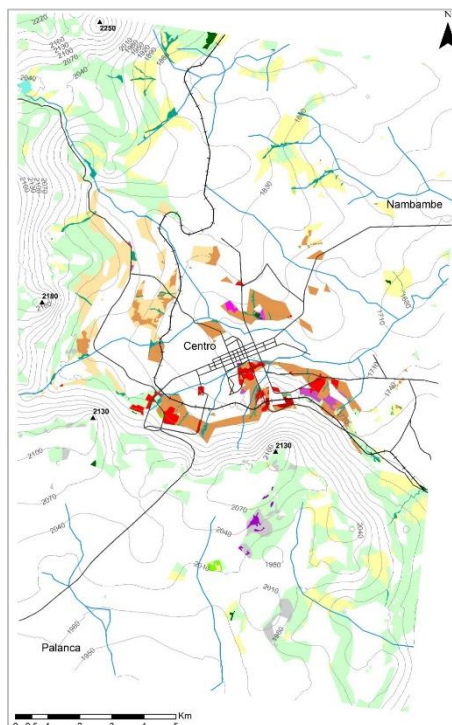


Figura 37: UOS nas zonas com declives entre 5% e 10% em 2002

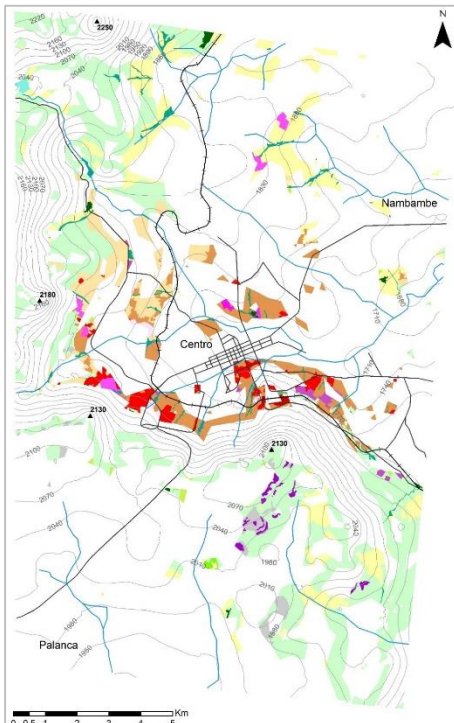


Figura 38: UOS nas zonas com declives entre 5% e 10% em 2010

Legenda

- ▲ Vértice Geodésico
- Localidades
- +— Ferrovia
- Rodovia
- Linhas de água
- Curvas de nível

UOS 2010

Classificação

- | | |
|--|--|
| 111: Tecido Urbano com elevado grau de impermeabilização | 121: Zonas Industriais, comerciais e de transporte não degradadas |
| 112: Tecido Urbano com baixo grau de impermeabilização | 122: Zonas Industriais, comerciais e de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicionais |
| 113: Zonas urbanas não-infraestruturadas de edifícios tradicionais | 131: Cemitérios |
| 133: Zonas de construção | 132: Zona de extração mineira a céu aberto |
| 141: Espaços verdes artificializados | 324: Floresta degradada e cobertura arbustiva |
| 142: Equipamentos de desporto ou lazer | 331: Cobertura Arbustiva e Herbácea |
| 211: Terras aráveis | 332: Rocha Nua |
| 241: Zonas Agrícolas Heterogêneas ou compartimentadas | 333: Vegetação esparsa |
| 311: Floresta | 411: Sistemas rípicolas |
| | 511: Corpos de água |

As figuras 39, 40 e 41 mostram o UOS nos anos de 1978, 2002 e 2010, respetivamente, e o seu cruzamento com a classe de declives superiores a 10%.

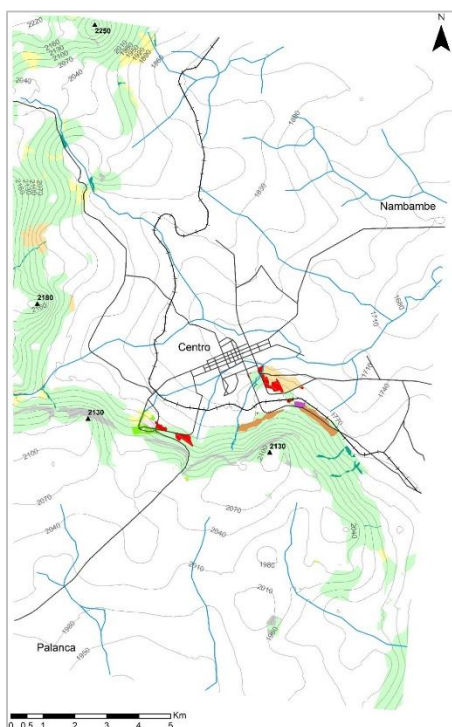


Figura 39: UOS nas zonas com declives superiores a 10% em 1978

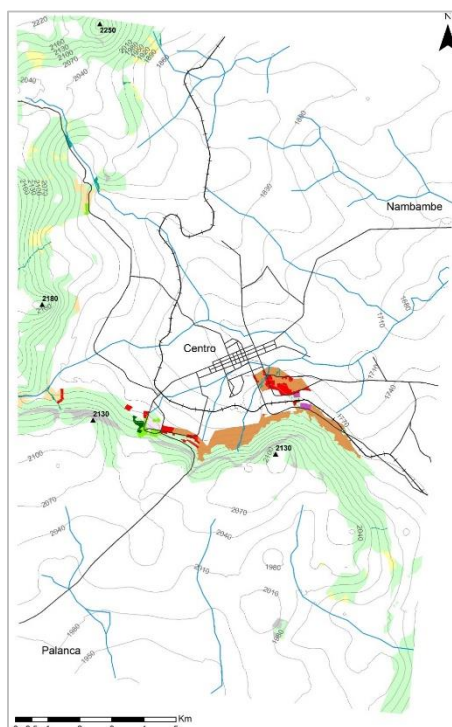


Figura 40: UOS nas zonas com declives superiores a 10% em 2002

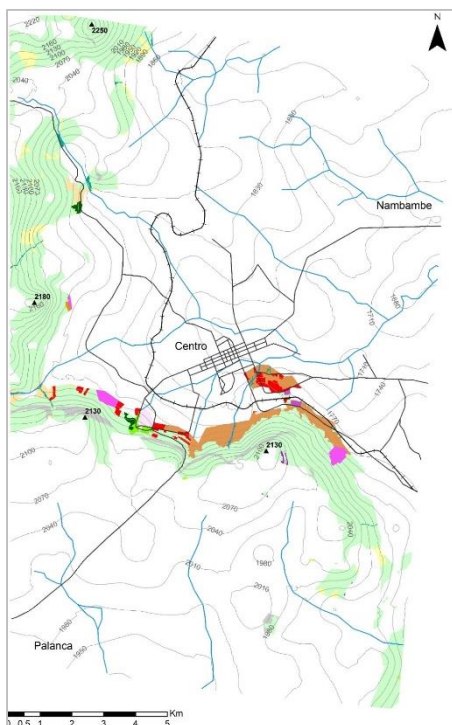


Figura 41: UOS nas zonas com declives superiores a 10% em 2010

Legenda

- ▲ Vértice Geodésico
- Localidades
- Ferrovia
- Rodovia
- Linhas de água
- Curvas de nível

UOS 2010

Classificação

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 111: Tecido Urbano com elevado grau de impermeabilização 112: Tecido Urbano com baixo grau de impermeabilização 113: Zonas urbanas não-infraestruturadas de edifícios tradicionais 133: Zonas de construção 141: Espaços verdes artificializados 142: Equipamentos de desporto ou lazer 211: Terras aráveis 241: Zonas Agrícolas Heterogêneas ou compartimentadas 311: Floresta | <ul style="list-style-type: none"> 121: Zonas Industriais, comerciais e de transporte não degradadas 122: Zonas Industriais, comerciais e de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicionais 131: Cemitérios 132: Zona de extração mineira a céu aberto 324: Floresta degradada e cobertura arbustiva 331: Cobertura Arbustiva e Herbácea 332: Rocha Nua 333: Vegetação esparsa 411: Sistemas rípicolas 511: Corpos de água |
|---|--|

As figuras 42, 43 e 44 apresentam o resultado do cruzamento dos mapas de UOS de 1978, 2002 e 2010, respetivamente, com a unidade litológica antes identificada como Litologia 1: Grupo da Chela (siltitos, argilitos, arenitos, vulcanoclastitos, etc.).

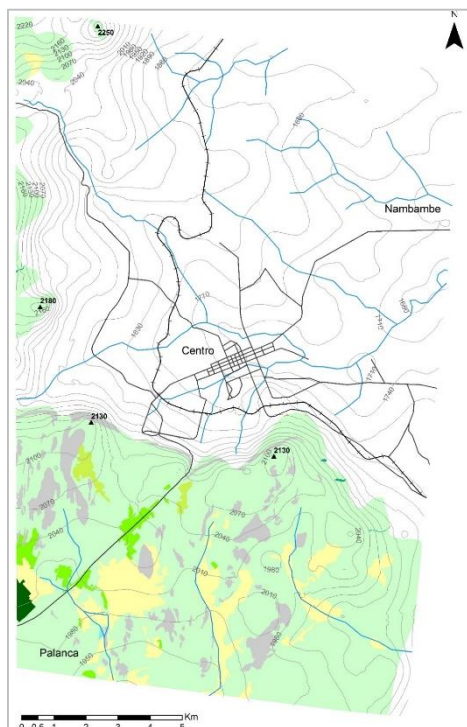


Figura 42: UOS na zona da unidade litológica 1 em 1978

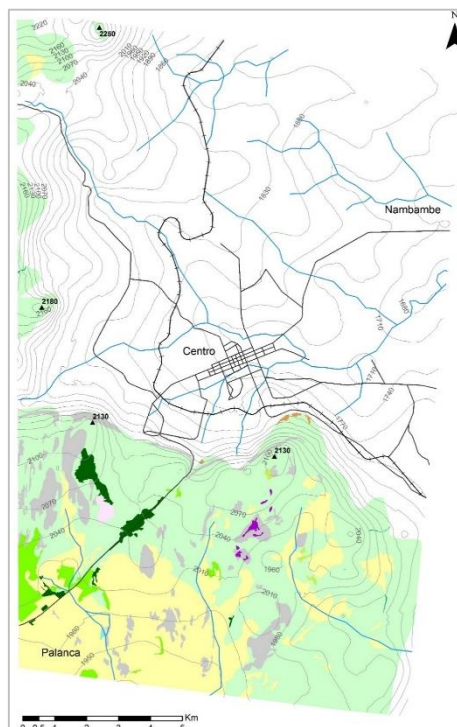


Figura 43: UOS na zona da unidade litológica 1 em 2002

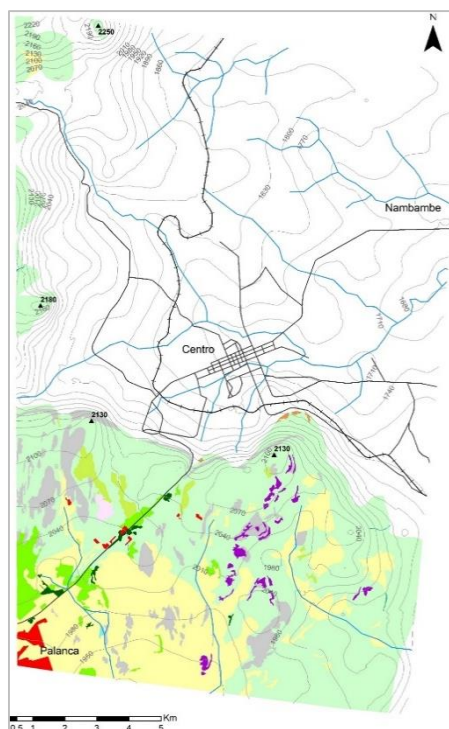


Figura 44: UOS na zona da unidade litológica 1 em 2010

Legenda

- ▲ Vértice Geodésico
- Localidades
- Ferrovias
- Rodovias
- Linhas de água
- Curvas de nível

UOS 2010

Classificação

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 111: Tecido Urbano com elevado grau de impermeabilização 112: Tecido Urbano com baixo grau de impermeabilização 113: Zonas urbanas não-infraestruturadas de edifícios tradicionais 133: Zonas de construção 141: Espaços verdes artificializados 142: Equipamentos de desporto ou lazer 211: Terras aráveis 241: Zonas Agrícolas Heterogêneas ou compartmentadas 311: Floresta | <ul style="list-style-type: none"> 121: Zonas Industriais, comerciais e de transporte não degradadas 122: Zonas Industriais, comerciais e de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicionais 131: Cemitérios 132: Zona de extração mineira a céu aberto 324: Floresta degradada e cobertura arbustiva 331: Cobertura Arbustiva e Herbácea 332: Rocha Nua 333: Vegetação esparsa 411: Sistemas ripícolas 511: Corpos de água |
|--|--|

As figuras 45, 46 e 47 mostram o resultado do cruzamento do UOS em 1978, 2002 e 2010, respetivamente, com a unidade litológica antes identificada como Litologia 2: Granitos metaluminosos.

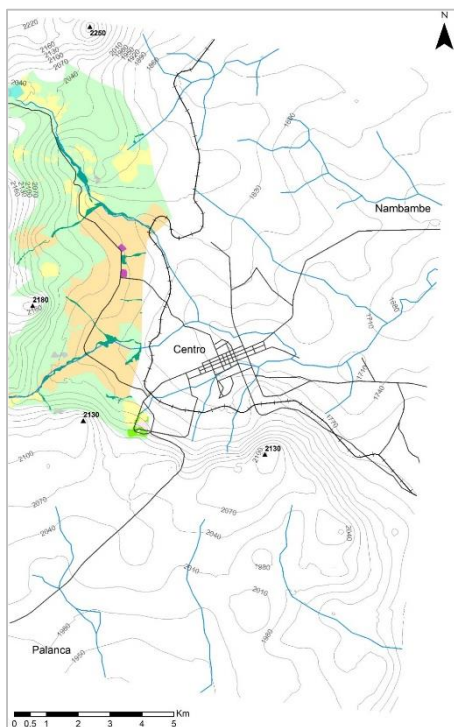


Figura 45: UOS na zona da unidade litológica 2 em 1978

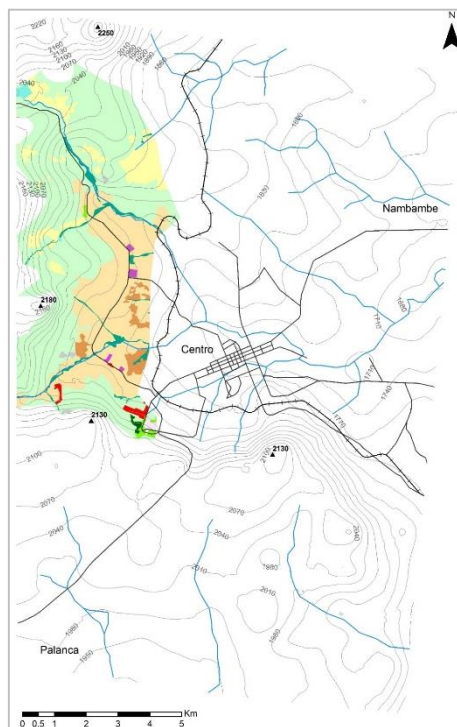


Figura 46: UOS na zona da unidade litológica 2 em 2002

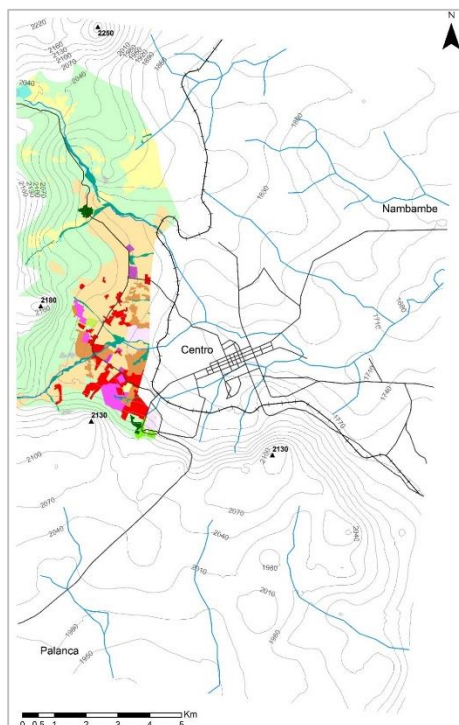


Figura 47: UOS na zona da unidade litológica 2 em 2010

Legenda

- ▲ Vértice Geodésico
- Localidades
- +— Ferrovia
- Rodovia
- Linhas de água
- Curvas de nível

UOS 2010

Classificação

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 111: Tecido Urbano com elevado grau de impermeabilização 112: Tecido Urbano com baixo grau de impermeabilização 113: Zonas urbanas não-infraestruturadas de edifícios tradicionais 133: Zonas de construção 141: Espaços verdes artificializados 142: Equipamentos de desporto ou lazer 211: Terras aráveis 241: Zonas Agrícolas Heterogêneas ou compartimentadas 311: Floresta | <ul style="list-style-type: none"> 121: Zonas Industriais, comerciais e de transporte não degradadas 122: Zonas Industriais, comerciais e de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicionais 131: Cemitérios 132: Zona de extração mineira a céu aberto 324: Floresta degradada e cobertura arbustiva 331: Cobertura Arbustiva e Herbácea 332: Rocha Nua 333: Vegetação esparsa 411: Sistemas ripícolas 511: Corpos de água |
|---|--|

As figuras 48, 49 e 50 apresentam o resultado do cruzamento dos mapas de UOS de 1978, 2002 e 2010, respetivamente, com a zona da unidade litológica previamente identificada como Litologia 3: Granitos leucocráticos peraluminosos + granitos vermelhos e riólitos porfíricos.

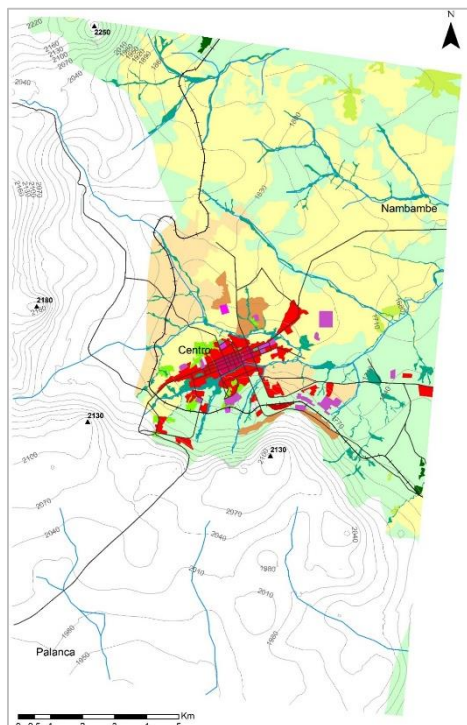


Figura 48: UOS na zona da unidade litológica 3 em 1978

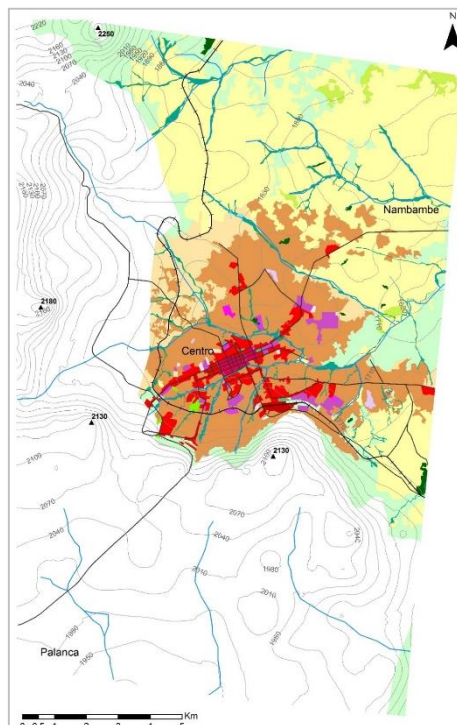


Figura 49: UOS na zona da unidade litológica 3 em 2002

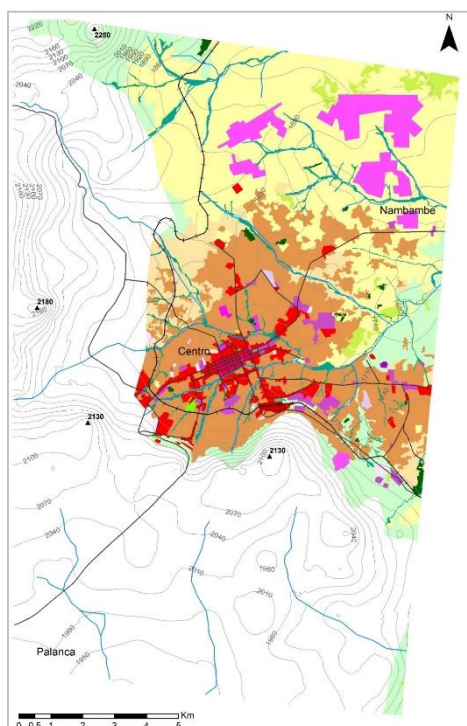


Figura 50: UOS na zona da unidade litológica 3 em 2010

Legenda

- ▲ Vértice Geodésico
- Localidades
- +— Ferrovia
- Rodovia
- Linhas de água
- Curvas de nível

UOS 2010

Classificação

- | | |
|--|--|
| ■ 111: Tecido Urbano com elevado grau de impermeabilização | ■ 121: Zonas Industriais, comerciais e de transporte não degradadas |
| ■ 112: Tecido Urbano com baixo grau de impermeabilização | ■ 122: Zonas Industriais, comerciais e de transporte degradadas e superfícies de comércio tradicionais |
| ■ 113: Zonas urbanas não-infraestruturadas de edifícios tradicionais | ■ 131: Cemitérios |
| ■ 133: Zonas de construção | ■ 132: Zona de extracção mineira a céu aberto |
| ■ 141: Espaços verdes artificializados | ■ 324: Floresta degradada e cobertura arbustiva |
| ■ 142: Equipamentos de desporto ou lazer | ■ 331: Cobertura Arbustiva e Herbácea |
| ■ 211: Terras aráveis | ■ 332: Rocha Nua |
| ■ 241: Zonas Agrícolas Heterogêneas ou compartimentadas | ■ 333: Vegetação esparsa |
| ■ 311: Floresta | ■ 411: Sistemas rípicolas |
| | ■ 511: Corpos de água |

Em seguida foram geradas as matrizes de transição de UOS para as diferentes áreas de interesse. As tabelas 7 e 8 representam a transição de uso e ocupação para as áreas próximas das vias de comunicação rodoviária. As tabelas 9 e 10 representam a transição de uso e ocupação para as áreas distantes das vias de comunicação rodoviária. As tabelas 11 e 12 representam a transição de uso e ocupação para as áreas com declives inferiores a 5%. As tabelas 13 e 14 representam a transição de uso e ocupação para as áreas com declives entre 5% e 10%. As tabelas 15 e 16 representam a transição de uso e ocupação para as áreas com declives superiores as 10%. As tabelas 17 e 18 representam a transição de UOS para a área correspondente à unidade litológica 1. As tabelas 19 e 20 representam a transição de UOS para a área correspondente à unidade litológica 2. As tabelas 21 e 22 representam a transição de UOS para a área correspondente à unidade litológica 3.

Tabela 7: Matriz de transição para a zona próxima das vias de comunicação rodoviária no período 1978-2002

Classificação	111	112	113	121	122	131	141	142	211	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ
111 Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização	53,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,87	-
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	-	295,85	58,63	5,36	3,57	-	-	2,38	-	0,60	-	-	-	-	5,06	0,60	-	372,05	76,20
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	0,60	163,70	-	2,38	0,30	-	-	-	-	-	0,30	-	-	0,89	0,30	-	168,46	4,76
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	0,60	7,44	97,33	3,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108,64	11,31
122 Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	-	-	-	-	6,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,85	-
131 Cemitérios	-	-	-	-	-	6,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25	-
141 Espaços verdes artificializados	-	-	-	-	-	-	5,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,36	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	0,60	0,60	0,30	-	-	-	16,37	-	-	0,89	-	-	-	-	-	-	18,75	2,38
211 Terras aráveis	-	57,74	1139,36	25,00	13,69	1,79	-	4,76	851,84	111,32	18,16	13,99	-	-	105,96	0,60	-	2340,03	1492,36
241 Zonas agrícolas heterogêneas ou compartimentadas	-	13,69	369,96	4,46	5,66	-	-	-	-	1324,19	-	-	-	-	0,60	0,89	0,89	1720,35	396,16
311 Florestas	-	6,85	49,41	1,19	2,98	-	-	2,68	2,08	-	70,24	44,35	-	-	37,80	0,30	-	217,87	147,63
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	-	40,78	10,12	-	-	-	-	-	51,19	41,07
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	2,98	-	-	-	1,79	-	30,06	-	-	34,82	33,04
332 Rocha nua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70,24	-	-	-	70,24	-
333 Zonas de vegetação esparsa	-	56,85	877,14	27,98	14,29	-	4,17	17,26	1016,73	97,63	34,82	35,42	-	-	2541,83	9,23	-	4733,33	2191,51
411 Sistemas Ripícolas	0,30	0,60	69,94	-	0,30	-	-	-	2,38	2,08	1,79	-	-	-	17,26	277,40	-	372,05	94,65
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,37	16,37	-
Σ	54,17	433,36	2736,18	161,62	52,98	8,33	9,52	43,46	1876,31	1535,81	166,68	104,17	1,79	70,24	2739,46	289,30	17,26	10300,65	
Δ	0,30	137,51	2572,48	64,29	46,13	2,08	4,17	27,09	1028,64	211,62	96,43	94,05	-	-	197,63	11,91	0,89	GE	56%

Tabela 8: Matriz de transição de UOS na zona próxima das vias de comunicação rodoviária no período 2002-2010

Classificação	111	112	113	121	122	131	132	133	141	142	211	221	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ
111 Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização	53,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	-	54,17	0,30
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	-	427,71	3,87	1,19	-	-	-	-	-	0,30	-	-	-	-	0,30	-	-	-	-	-	433,36	5,66
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	22,03	2664,45	17,56	8,93	-	-	1,19	-	1,49	15,77	-	0,60	-	0,60	1,49	-	-	1,79	-	2735,89	71,43
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	-	161,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	161,62	-
122 Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	-	-	-	-	52,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,98	-
131 Cemitérios	-	-	-	-	-	8,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,33	-
132 Zonas de extração mineira a céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
133 Zonas de construção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141 Espaços verdes artificializados	-	-	-	-	-	-	-	-	9,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,52	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,46	-
211 Terras aráveis	-	48,81	331,87	26,19	-	-	-	31,25	-	13,10	1146,50	-	151,50	9,23	2,98	4,46	-	108,64	1,79	-	1876,31	729,81
241 Zonas agrícolas heterogêneas ou compartimentadas	-	131,56	54,17	4,46	-	-	-	30,95	-	38,99	38,10	1,49	1212,28	-	14,29	9,23	-	-	0,30	-	1535,81	323,53
311 Florestas	-	-	0,30	-	-	-	-	-	-	4,46	0,30	-	-	154,18	6,25	-	-	1,19	-	-	166,68	12,50
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	4,17	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	-	1,19	34,82	63,40	0,30	-	-	-	-	104,17	40,78
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	-	-	-	-	1,79	-
332 Rocha nua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70,24	-	-	-	70,24	-
333 Zonas de vegetação esparsa	-	55,06	49,71	2,08	-	-	4,17	57,15	-	10,12	99,11	-	-	9,82	4,17	83,64	-	2364,73	-	-	2739,76	375,02
411 Sistemas Ripícolas	-	-	3,27	-	-	-	-	-	-	-	0,30	-	-	-	-	-	-	0,30	282,76	-	286,63	3,87
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,26	17,26	-
Σ	53,87	689,33	3107,64	213,11	61,91	8,33	4,17	120,54	9,52	111,91	1300,38	1,49	1365,56	208,05	91,97	100,90	70,24	2474,86	286,92	17,26	10297,97	
Δ	-	261,62	443,18	51,49	8,93	-	4,17	120,54	-	68,46	153,88	1,49	153,28	53,87	28,57	99,11	-	110,13	4,17	-	GE	85%

Tabela 9: Matriz de transição de UOS na zona distante das vias de comunicação rodoviária no período 1978-2002

Classificação	112	113	121	132	142	211	221	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	-
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	3,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,78	-
132 Zonas de extração mineira a céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
211 Terras aráveis	-	149,89	5,04	-	-	3814,51	10,39	68,96	37,47	4,72	31,17	-	182,63	-	-	4304,79	490,28
221 Culturas permanentes	-	-	-	-	-	8,19	32,12	-	-	-	-	-	-	-	-	40,31	8,19
241 Zonas agrícolas heterogêneas ou compartimentadas	4,09	1,26	-	-	-	34,01	-	208,45	-	-	-	-	71,16	0,31	0,94	320,24	111,78
311 Florestas	-	-	-	-	-	2,20	-	-	61,09	-	-	1,26	0,31	-	-	64,87	3,78
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	-	-	-	-	0,94	-	-	4,41	10,71	-	-	-	-	-	16,06	5,35
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	99,50	-	-	-	51,96	66,44	1,89	6,30	-	-	226,09	159,65
332 Rocha nua	-	-	-	16,69	-	-	-	-	0,31	-	-	721,09	28,97	-	-	767,06	45,97
333 Zonas de vegetação esparsa	4,41	92,89	-	2,20	14,17	2711,16	-	24,88	7,56	19,84	62,35	-	7496,14	0,63	1,89	10438,11	2941,97
411 Sistemas Ripícolas	-	-	-	-	-	0,63	-	-	-	-	-	-	2,20	227,98	0,94	231,76	3,78
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,15	3,15	-
Σ	8,50	244,04	8,82	18,89	14,17	6671,14	42,51	302,29	110,84	87,22	159,96	724,23	7787,73	228,92	6,93	16416,19	
Δ	8,50	243,72	5,04	18,89	14,17	2856,63	10,39	93,84	49,75	76,52	93,52	3,15	291,58	0,94	3,78	GE	77%

Tabela 10: Matriz de transição de UOS na zona distante das vias de comunicação rodoviária no período 2002-2010

Classificação	112	113	121	132	133	142	211	221	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	8,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,19	-
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	6,30	238,35	-	-	-	-	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	244,97	6,61
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	9,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,13	-
132 Zonas de extração mineira a céu aberto	-	-	-	7,87	-	-	-	-	-	-	-	-	9,45	2,52	-	-	19,84	11,96
133 Zonas de construção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	-	-	-	-	13,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,54	-
211 Terras aráveis	39,36	45,03	-	-	589,74	-	5825,96	-	44,08	4,41	4,41	67,07	2,83	52,90	0,63	-	6676,42	850,45
221 Culturas permanentes	-	-	-	-	-	-	12,59	30,86	-	-	-	-	-	-	-	-	43,45	12,59
241 Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas	2,20	7,24	-	-	2,52	-	35,89	0,94	249,37	-	2,20	-	-	1,26	-	-	301,64	52,27
311 Florestas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	109,89	-	-	-	-	-	-	109,89	-
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	22,36	65,49	-	-	-	-	88,16	65,81
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	5,98	-	19,21	-	-	-	-	135,39	-	-	-	-	160,58	25,19
332 Rocha nua	-	-	-	39,04	-	-	-	-	-	-	-	0,31	685,46	-	-	-	724,82	39,36
333 Zonas de vegetação esparsa	8,19	7,87	-	48,17	-	-	426,96	-	-	-	-	18,89	-	7269,62	-	-	7779,71	510,08
411 Sistemas Ripícolas	-	-	-	-	-	-	-	-	0,94	-	-	-	-	0,31	228,91	-	230,17	1,26
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,24	7,24	-
Σ	64,23	298,81	9,13	95,09	598,25	13,54	6320,93	31,80	294,40	114,30	28,97	287,16	697,74	7326,61	229,54	7,24	16417,73	
Δ	56,05	60,45	-	87,22	598,25	-	494,97	0,94	45,03	4,41	16,97	151,77	12,28	56,99	0,63	-	GE	90%

Tabela 11: Matriz de transição de UOS nas zonas com declives inferiores a 5% no período 1978-2002

Classificação	111	112	113	121	122	131	132	141	142	211	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ
111 Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização	52,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,78	-
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	-	213,63	43,98	5,34	3,14	-	-	-	1,26	-	0,63	-	-	-	-	-	-	-	267,98	54,35
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	0,63	56,86	-	1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59,06	2,20
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	7,54	66,60	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74,46	7,85
122 Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	-	-	-	-	6,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,91	-
131 Cemitérios	-	-	0,31	-	-	0,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,26	-
132 Zonas de extração mineira a céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141 Espaços verdes artificializados	-	-	-	-	-	-	-	5,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,34	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	-	0,31	-	-	-	-	-	5,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,34	0,31
211 Terras aráveis	-	34,24	1136,94	31,73	11,00	-	-	-	3,77	3938,91	114,35	45,24	14,14	31,42	-	108,70	0,94	-	5423,62	1542,83
241 Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas	-	4,40	195,41	4,40	4,40	-	-	-	-	5,03	1107,09	-	-	-	-	23,88	0,31	0,94	1345,85	238,76
311 Florestas	-	3,46	38,96	1,57	2,20	-	-	-	0,63	4,40	-	108,70	39,58	-	1,26	38,96	-	-	239,70	131,00
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,63	-	43,67	9,11	-	-	-	-	-	53,41	44,30
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	103,04	-	-	49,32	64,40	1,26	23,88	-	-	241,90	177,50
332 Rocha nua	-	-	-	-	-	-	4,71	-	-	-	-	0,63	-	-	549,46	10,68	-	-	565,48	16,02
333 Zonas de vegetação esparsa	-	15,71	617,63	8,80	14,14	-	0,31	0,63	32,67	3280,12	74,77	37,38	49,32	61,89	0,94	4002,37	6,91	2,20	8205,80	4203,43
411 Sistemas Ripícolas	-	0,63	60,63	-	0,31	-	-	-	-	4,40	3,14	1,26	-	-	-	4,71	371,96	0,31	447,36	75,40
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,65	5,65	-
Σ	52,78	272,69	2158,58	118,44	43,98	0,94	5,03	5,97	43,35	7291,60	1299,99	236,87	161,48	157,71	552,92	4213,17	380,13	9,11	17049,66	
Δ	-	59,06	2101,72	51,84	37,07	-	5,03	0,63	38,33	3410,81	192,89	128,18	152,37	93,30	3,46	210,80	8,17	3,46	GE	62%

Tabela 12: Matriz de transição de UOS nas zonas com declives inferiores a 5% no período 2002-2010

Classificação	111	112	113	121	122	131	132	133	141	142	211	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ
111 Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização	52,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,78	-
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	-	270,47	2,51	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	273,30	2,83
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	24,82	2082,43	17,91	9,42	-	-	-	-	-	18,85	0,31	-	0,63	1,57	-	-	1,26	-	2157,19	74,77
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	-	117,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	117,80	-
122 Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	-	-	-	-	44,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,29	-
131 Cemitérios	-	-	-	-	-	0,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,94	-
132 Zonas de extração mineira a céu aberto	-	-	-	-	-	-	4,40	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	0,31	-	-	5,03	0,63
133 Zonas de construção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-
141 Espaços verdes artificializados	-	-	-	-	-	-	-	-	5,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,97	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,35	-
211 Terras aráveis	-	85,76	352,78	16,65	-	-	-	603,15	-	11,94	5885,40	182,51	12,88	5,65	68,80	2,83	104,61	3,77	-	7292,43	1451,32
241 Zonas agrícolas heterogêneas ou compartimentadas	-	119,37	52,46	2,51	-	-	-	9,74	-	24,82	68,80	1004,93	-	10,05	5,97	-	-	0,63	-	1299,28	294,35
311 Florestas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57	-	231,83	1,57	-	-	0,94	-	-	235,92	4,08
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	3,77	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	1,26	34,56	61,26	60,31	-	-	-	-	161,47	100,21
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	-	8,17	-	-	18,85	-	-	-	130,68	-	-	-	-	157,70	27,02
332 Rocha nua	-	-	-	-	-	-	20,73	-	-	-	-	-	-	-	-	531,84	-	-	-	552,57	20,73
333 Zonas de vegetação esparsa	-	15,08	40,84	2,20	-	-	28,27	-	-	-	423,46	-	10,99	3,46	85,45	-	3607,57	-	-	4217,32	609,74
411 Sistemas Ripícolas	-	-	4,40	-	-	-	-	-	-	-	0,31	-	-	-	-	-	-	377,28	-	381,99	4,71
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,42	9,42	-
Σ	52,78	519,27	2535,42	157,38	53,72	0,94	53,40	621,05	5,97	80,11	6385,19	1189,02	290,26	82,62	352,78	534,98	3713,44	382,94	9,42	17053,04	
Δ	-	248,80	452,99	39,58	9,42	-	49,01	621,05	-	36,75	544,09	184,09	58,43	21,36	222,10	3,14	105,86	5,65	-	GE	85%

Tabela 13: Matriz de transição de UOS nas zonas de declives entre 5% e 10% no período 1978-2002

Classificação	111	112	113	121	122	131	132	141	142	211	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ
111 Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização	1,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46	-
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	-	57,29	11,11	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29	-	-	-	-	-	-	68,69	11,40
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	-	53,20	-	0,58	-	-	-	-	-	-	-	0,29	-	-	-	0,29	-	54,37	1,17
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	0,58	28,65	2,63	-	-	-	-	-	-	-	0,29	-	-	-	-	-	32,16	3,51
122 Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
131 Cemitérios	-	-	-	-	-	5,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,85	-
132 Zonas de extração mineira a céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141 Espaços verdes artificializados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	0,29	-	-	-	-	-	-	2,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,92	0,29
211 Terras aráveis	-	22,22	156,68	-	-	1,75	-	-	-	686,66	23,97	6,72	1,75	-	-	135,05	-	-	1034,81	348,15
241 Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas	-	4,68	134,76	-	0,29	-	-	-	-	1,17	409,83	-	-	-	-	25,43	0,29	0,29	576,74	166,91
311 Florestas	-	3,51	7,02	-	1,17	-	-	-	-	-	-	2,92	2,05	-	-	0,58	-	-	17,25	14,32
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,88	-	-	11,69	-	-	-	-	-	12,57	0,88
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,88	-	-	2,05	-	-	11,99	-	-	14,91	14,91
332 Rocha nua	-	-	-	-	-	-	14,03	-	-	-	-	-	-	-	122,19	17,25	-	-	153,47	31,28
333 Zonas de vegetação esparsa	-	22,51	199,07	14,91	-	-	2,05	2,63	-	411,88	32,45	0,88	2,92	3,51	0,88	2810,35	2,34	-	3506,36	696,01
411 Sistemas Ripícolas	0,29	-	3,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	128,62	-	133,88	5,26
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,45	13,45	-
Σ	1,75	110,50	565,64	43,56	4,68	7,60	16,08	2,63	2,63	1101,46	466,25	10,82	21,05	3,51	123,07	3002,40	131,54	13,74	5628,89	
Δ	0,29	53,20	512,43	14,91	4,68	1,75	16,08	2,63	-	414,80	56,42	7,89	9,35	3,51	0,88	192,05	2,92	0,29	GE	77%

Tabela 14: Matriz de transição de UOS nas zonas de declives entre 5% e 10% no período 2002-2010

Classificação	111	112	113	121	122	131	132	133	141	142	211	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ	
111 Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização	1,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,17	-
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	-	108,45	1,17	1,17	-	-	-	-	-	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	111,08	2,63
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	3,22	553,36	0,29	-	-	-	1,17	-	0,88	-	-	-	-	-	-	-	0,88	-	-	559,79	6,43
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	-	43,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,26	-
122 Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	-	-	-	-	4,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,97	-
131 Cemitérios	-	-	-	-	-	7,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,89	-
132 Zonas de extração mineira a céu aberto	-	-	-	-	-	-	4,38	-	-	-	-	-	-	-	-	9,35	1,46	-	-	-	15,20	10,82
133 Zonas de construção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-
141 Espaços verdes artificializados	-	-	-	-	-	-	-	-	2,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,34	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,63	-
211 Terras aráveis	-	1,75	17,25	9,06	-	-	-	23,68	-	0,88	971,96	16,37	-	1,75	3,22	-	57,00	-	-	-	1102,92	130,96
241 Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas	-	13,74	10,82	1,46	-	-	-	20,46	-	12,86	3,22	397,55	-	4,09	3,51	-	0,58	-	-	-	468,29	70,75
311 Florestas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	-	-	9,65	0,29	-	-	0,29	-	-	-	11,99	2,34
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29	-	-	18,42	2,34	-	-	-	-	-	21,05	2,63
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,51	-	-	-	-	-	3,51	-
332 Rocha nua	-	-	-	-	-	-	15,79	-	-	-	-	-	-	-	-	107,28	-	-	-	-	123,07	15,79
333 Zonas de vegetação esparsa	-	35,66	18,71	-	-	-	23,39	12,28	-	4,97	98,51	-	-	1,17	14,32	-	2797,20	-	-	-	3006,20	209,01
411 Sistemas Ripícolas	-	-	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,30	-	133,59	0,29
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,74	13,74	-
Σ	1,17	162,82	601,59	55,25	4,97	7,89	43,56	57,59	2,34	24,26	1073,10	413,92	9,65	25,72	26,89	116,64	2856,54	134,17	13,74	5632,69		
Δ	-	54,37	48,23	11,99	-	-	39,17	57,59	-	21,63	102,02	16,37	-	7,31	23,39	9,35	59,34	0,88	-	GE	92%	

Tabela 15: Matriz de transição de UOS nas zonas de declives superiores a 10% no período 1978-2002

Classificação	112	113	121	141	142	211	241	311	324	331	332	333	411	Σ	Δ
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	29,13	2,81	-	-	0,77	-	-	-	-	-	-	5,37	-	38,08	8,94
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	53,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	-	54,69	1,53
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	6,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,39	-
141 Espaços verdes artificializados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	-	-	-	9,20	-	-	1,02	-	-	-	-	-	10,22	1,02
211 Terras aráveis	3,58	-	-	-	2,04	86,63	42,68	1,53	4,86	-	-	48,81	-	190,12	103,49
241 Zonas agrícolas heterogêneas ou compartimentadas	9,20	39,86	-	-	-	24,79	14,05	-	-	-	-	25,81	0,26	113,97	99,92
311 Florestas	0,51	-	-	-	2,56	-	-	13,03	1,79	-	-	1,28	-	19,17	6,13
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,28	-	1,28	1,28
332 Rocha nua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	121,38	0,26	-	121,64	0,26
333 Zonas de vegetação esparsa	19,93	159,20	3,58	1,02	-	21,47	13,80	7,16	2,04	-	-	3216,73	0,51	3445,43	228,71
411 Sistemas Ripícolas	-	2,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,54	23,00	39,10	16,10
Σ	62,35	257,58	9,97	1,02	14,57	132,88	70,53	22,74	8,69	-	121,38	3314,60	23,77	4040,07	
Δ	33,22	204,43	3,58	1,02	5,37	46,25	56,47	9,71	8,69	-	-	97,87	0,77	GE	88%

Tabela 16: Matriz de transição de UOS nas zonas de declives superiores a 10% no período 2002-2010

Classificação	112	113	121	141	142	211	241	311	324	331	332	333	411	Σ	Δ			
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	62,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62,35	-			
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	257,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	257,58	-			
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	9,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,97	-			
132 Zonas de extração mineira a céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
133 Zonas de construção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
141 Espaços verdes artificializados	-	-	-	-	1,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1,02	-			
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	-	-	-	-	14,57	-	-	-	-	-	-	-	14,57	-			
211 Terras aráveis	-	-	-	-	-	-	132,37	-	0,51	-	-	-	-	132,88	0,51			
221 Culturas permanentes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
241 Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas	-	-	-	-	2,81	-	-	1,53	3,07	58,52	-	-	1,28	70,53	12,01			
311 Florestas	-	-	-	-	-	-	2,30	-	-	-	16,61	3,83	-	22,74	6,13			
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,69	-	8,69	-			
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
332 Rocha nua	-	-	-	2,81	-	-	-	-	-	-	-	-	118,57	121,38	2,81			
333 Zonas de vegetação esparsa	11,24	-	-	0,51	43,44	-	5,37	2,04	-	-	-	2,04	-	3250,97	3315,62			
411 Sistemas Ripícolas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,51	-			
Σ	73,60	257,58	9,97	3,32	46,25	1,02	22,23	135,95	3,07	59,03	16,61	15,84	2,04	118,57	3252,25	23,51	4040,84	
Δ	11,24	-	-	3,32	46,25	-	7,67	3,58	3,07	0,51	-	7,16	2,04	-	1,28	-	GE	98%

Tabela 17: Matriz de transição de UOS na zona da unidade litológica 1 no período 1978-2002

Classificação	113	132	142	211	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	0,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,51	-
132 Zonas de extração mineira a céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
211 Terras aráveis	-	-	-	1024,04	0,26	51,95	6,43	3,09	-	0,26	-	-	1086,02	61,98
241 Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
311 Florestas	-	-	-	4,37	-	103,90	38,58	-	1,54	39,09	-	-	187,47	83,58
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	-	-	-	-	47,83	-	-	-	-	-	-	47,83	47,83
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	49,63	-	1,54	32,40	-	-	83,58	83,58
332 Rocha nua	-	16,97	-	-	-	1,29	-	-	761,22	29,06	-	-	808,53	47,32
333 Zonas de vegetação esparsa	9,26	1,80	32,40	1759,02	-	32,92	43,20	10,80	0,26	5838,21	0,77	-	7728,65	1890,44
411 Sistemas Ripícolas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,57	1,80	-	4,37	2,57
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,60	3,60	-
Σ	9,77	18,77	32,40	2787,44	0,26	237,88	137,84	13,89	764,56	5941,59	2,57	3,60	9950,57	
Δ	9,26	18,77	32,40	1722,05	0,26	133,98	137,84	13,89	3,34	103,38	0,77	-	GE	78%

Tabela 18: Matriz de transição de UOS na zona da unidade litológica 1 no período 2002-2010

Classificação	112	113	132	142	211	221	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	9,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,77	-
132 Zonas de extração mineira a céu aberto	-	-	8,23	-	-	-	-	-	-	-	8,74	1,80	-	-	18,77	10,54
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	-	-	32,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,40	-
211 Terras aráveis	72,52	-	-	-	2651,39	-	-	13,12	3,09	2,06	2,83	1,29	-	-	2746,29	94,89
221 Culturas permanentes	-	-	-	-	11,32	29,83	-	-	-	-	-	-	-	-	41,15	11,32
241 Zonas agrícolas heterogêneas ou compartimentadas	-	-	-	-	-	-	0,26	-	-	-	-	-	-	-	0,26	-
311 Florestas	-	-	-	-	1,03	-	-	234,54	-	-	-	1,54	-	-	237,11	2,57
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	3,09	-	-	-	0,51	-	-	35,23	33,95	65,06	-	-	-	-	137,84	103,90
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,89	-	-	-	-	13,89	-
332 Rocha nua	-	-	39,60	-	-	-	-	-	-	-	724,95	-	-	-	764,56	39,60
333 Zonas de vegetação esparsa	10,80	-	48,60	-	17,49	-	-	8,74	4,11	59,92	-	5792,18	-	-	5941,85	149,67
411 Sistemas Ripícolas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,57	-	2,57	-
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,60	3,60	-
Σ	86,41	-	96,44	32,40	2681,74	29,83	0,26	291,63	41,15	140,93	736,53	5796,81	2,57	3,60	9940,29	
Δ	86,41	-	88,21	-	30,35	-	-	57,09	7,20	127,04	11,57	4,63	-	-	GE	96%

Tabela 19: Matriz de transição de UOS na zona da unidade litológica 2 no período 1978-2002

Classificação	112	113	121	122	142	211	241	311	324	332	333	411	511	Σ	Δ
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	8,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,18	-
122 Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	-	-	-	7,72	-	-	0,51	-	-	-	-	-	8,22	0,51
211 Terras aráveis	12,59	-	-	-	1,65	226,18	80,51	2,50	4,88	-	40,91	0,21	-	369,44	143,26
241 Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas	5,55	83,01	3,82	2,88	-	32,39	972,99	-	-	-	56,39	0,68	1,10	1158,81	185,82
311 Florestas	0,04	0,04	-	-	2,08	-	-	12,63	1,48	-	1,23	-	-	17,51	4,88
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
332 Rocha nua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,55	0,17	-	-	12,72	0,17
333 Zonas de vegetação esparsa	6,91	11,87	-	-	-	96,96	86,91	6,11	2,63	0,21	2312,03	0,55	0,13	2524,31	212,28
411 Sistemas Ripícolas	-	0,13	-	-	-	-	0,08	-	-	-	0,04	106,71	-	106,97	0,25
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,41	16,41	-
Σ	25,10	95,05	12,00	2,88	11,45	355,53	1140,50	21,75	8,99	12,76	2410,77	108,15	17,64	4206,16	
Δ	25,10	95,05	3,82	2,88	129,35	167,51	8,61	8,99	0,21	98,74	1,44	1,23	GE	87%	

Tabela 20: Matriz de transição de UOS na zona da unidade litológica 2 no período 2002-2010

Classificação		112	113	121	122	133	142	211	221	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ
112	Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	24,76	-	-	-	-	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,10	0,34
113	Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	0,25	93,40	-	-	1,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-	95,05	1,65
121	Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	12,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,00	-
122	Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	-	-	-	2,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,88	-
133	Zonas de construção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142	Equipamentos de desporto e lazer	-	-	-	-	-	11,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,45	-
211	Terras aráveis	-	-	-	-	-	-	339,30	-	13,23	-	-	-	-	3,01	-	-	355,53	16,24
221	Culturas permanentes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
241	Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas	104,00	42,61	4,15	-	33,83	30,86	19,42	3,14	883,45	-	7,59	9,79	-	1,44	0,21	-	1140,50	257,05
311	Florestas	-	-	-	-	-	1,82	-	-	-	15,56	4,37	-	-	-	-	-	21,75	6,19
324	Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,99	-	-	-	-	-	8,99	-
331	Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
332	Rocha nua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,85	-	-	-	12,85	-
333	Zonas de vegetação esparsa	44,30	5,38	-	-	33,54	6,19	20,05	-	-	-	-	-	-	2302,45	-	-	2411,91	109,47
411	Sistemas Ripícolas	-	0,17	-	-	-	-	0,13	-	0,59	-	-	-	-	0,21	107,05	-	108,15	1,10
511	Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,64	17,64	-
Σ		173,32	141,56	16,15	2,88	68,64	50,66	378,89	3,14	897,27	15,56	20,94	9,79	12,85	2307,11	107,39	17,64	4223,79	
Δ		148,56	48,16	4,15	-	68,64	39,22	39,60	3,14	13,82	-	11,96	9,79	-	4,66	0,34	0,00	GE	91%

Tabela 21: Matriz de transição de UOS na zona da unidade litológica 3 no período 1978-2002

Classificação	111	112	113	121	122	131	141	142	211	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ
111 Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização	52,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,95	-
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	-	298,49	56,73	5,24	3,49	-	-	2,62	-	0,58	0,58	-	-	-	5,82	-	-	373,55	75,06
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	0,29	164,08	-	2,62	0,58	-	-	-	-	-	0,29	-	-	0,87	-	-	168,74	4,65
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	0,58	5,82	93,39	3,20	-	-	-	-	-	-	0,58	-	-	-	-	-	103,57	10,18
122 Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	-	-	0,29	-	6,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,27	0,29
131 Cemitérios	-	-	-	-	-	6,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,11	-
141 Espaços verdes artificializados	-	-	-	-	-	-	4,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,65	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	0,29	0,58	-	-	-	-	8,44	-	-	0,29	-	-	-	-	-	-	9,60	1,16
211 Terras aráveis	-	48,58	1287,35	31,71	12,22	2,33	-	3,20	3454,17	98,04	0,29	9,02	29,97	-	250,49	1,45	-	5228,82	1774,65
241 Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas	-	12,80	286,27	-	2,91	-	-	-	-	558,87	-	-	-	-	17,75	2,62	0,29	881,51	322,64
311 Florestas	-	8,73	48,88	1,45	2,91	-	-	0,29	-	-	13,09	2,04	-	-	0,29	0,29	-	77,97	64,88
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	-	-	21,53	-	-	-	-	-	23,27	1,75
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	99,79	-	-	-	69,53	-	3,49	-	-	172,81	103,28
332 Rocha nua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,76	-	-	-	10,76	-
333 Zonas de vegetação esparsa	-	52,37	951,91	26,77	15,42	-	4,65	-	1876,77	33,75	-	12,51	52,08	-	1864,26	7,56	1,75	4899,78	3035,53
411 Sistemas Ripícolas	-	0,87	71,28	-	0,29	-	-	-	4,36	2,33	1,45	-	-	-	15,42	402,35	0,29	498,65	96,30
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	52,95	423,01	2873,19	158,55	50,04	9,02	9,31	14,55	5436,83	693,57	15,71	45,97	151,57	10,76	2158,38	414,28	2,33	12520,01	
Δ	-	124,52	2709,11	65,17	43,06	2,91	4,65	6,11	1982,66	134,70	2,62	24,44	82,04	-	294,13	11,93	2,33	GE	56%

Tabela 22: Matriz de transição de UOS na zona da unidade litológica 3 no período 2002-2010

Classificação	111	112	113	121	122	131	132	133	141	142	211	241	311	324	331	332	333	411	511	Σ	Δ	
111 Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização	52,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,95	-
112 Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	-	417,48	5,24	1,16	-	-	-	-	-	0,29	-	-	-	0,29	-	-	-	-	-	-	424,46	6,98
113 Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	-	27,64	2794,06	18,62	8,73	-	-	-	-	1,45	16,29	0,29	-	0,58	2,04	-	-	2,62	-	-	2872,32	78,26
121 Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	-	-	-	158,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	158,85	-
122 Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	-	-	-	-	49,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49,17	-
131 Cemitérios	-	-	-	-	-	8,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,73	-
132 Zonas de extração mineira a céu aberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
133 Zonas de construção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141 Espaços verdes artificializados	-	-	-	-	-	-	-	-	9,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,31	-
142 Equipamentos de desporto e lazer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,55	-
211 Terras aráveis	-	13,09	372,09	25,89	-	-	-	626,07	-	14,26	3975,51	183,28	0,87	4,65	66,62	-	156,52	3,49	-	-	5442,36	1466,85
241 Zonas agrícolas heterogêneas ou compartimentadas	-	30,26	19,49	-	-	-	-	-	-	6,40	52,37	575,16	-	9,89	-	-	-	0,29	-	-	693,86	118,70
311 Florestas	-	-	0,29	-	-	-	-	-	-	1,75	-	-	12,22	1,45	-	-	-	-	-	-	15,71	3,49
324 Floresta degradada e cobertura arbustiva	-	-	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	-	44,22	-	-	-	-	-	-	45,97	1,75
331 Cobertura arbustiva e herbácea	-	-	-	-	-	-	-	6,40	-	-	19,49	-	-	-	124,23	-	-	-	-	-	150,12	25,89
332 Rocha nua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,47	-	-	-	-	10,47	-
333 Zonas de vegetação esparsa	-	9,31	52,08	2,04	-	-	4,65	22,69	-	4,07	488,76	-	-	-	40,44	-	1531,15	-	-	-	2155,18	624,04
411 Sistemas Ripícolas	-	-	2,33	-	-	-	-	-	-	-	0,58	-	-	-	-	-	-	409,92	-	-	412,82	2,91
511 Corpos de água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,91	-	2,91	-
Σ	52,95	497,77	3245,87	206,56	57,89	8,73	4,65	655,17	9,31	42,77	4553,00	760,19	13,09	61,09	233,32	10,47	1687,66	416,32	2,91	12519,72		
Δ	-	80,30	451,81	47,71	8,73	-	4,65	655,17	-	28,22	577,49	185,03	0,87	16,87	109,10	-	156,52	6,40	-	-	GE	81%

A tabela 23 apresenta os ganhos e perdas que cada classe de UOS sofreu nos dois períodos estudados, tanto em hectares, como em percentagem ganha ou perdida.

Tabela 23: Ganhos e perdas sofridos por cada classe de UOS nos períodos em análise

Classificação		1978-2002		2002-2010	
		Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
111	Tecido urbano com elevado grau de impermeabilização	0,00	0%	0,00	0%
112	Tecido urbano com baixo grau de impermeabilização	126,27	34%	314,87	71%
113	Zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais	2746,42	1658%	417,51	14%
121	Zonas comerciais, industriais e de transporte não degradadas	63,92	57%	50,38	28%
122	Zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas	47,55	719%	9,76	18%
131	Cemitérios	2,08	31%	0,00	0%
132	Zonas de extração mineira a céu aberto	18,89	-	79,03	398%
133	Zonas de construção	0	0%	721,99	-
141	Espaços verdes artificializados	4,72	83%	0,00	0%
142	Equipamentos de desporto e lazer	41,88	225%	65,81	108%
211	Terras aráveis	1908,32	29%	-934,84	-11%
241	Zonas agrícolas heterogéneas ou compartimentadas	-202,47	-10%	-177,90	-10%
311	Florestas	-3,78	-1%	48,17	18%
324	Floresta degradada e cobertura arbustiva	125,01	183%	-70,84	-37%
331	Cobertura arbustiva e herbácea	-98,24	-38%	226,70	139%
332	Rocha nua	-42,82	-5%	-27,08	-3%
333	Zonas de vegetação esparsa	-4650,22	-31%	-712,86	-7%
411	Sistemas Ripícolas	-90,37	-15%	-0,94	0%
511	Corpos de água	4,72	23%	0,00	0%

A análise destes resultados permitem salientar que o centro da cidade com as suas características de tecido urbano com elevado grau de impermeabilização se manteve constante no processo de transformação, observando-se que o crescimento urbano periférico se verifica essencialmente com o aparecimento de zona de tecido urbano não infraestruturado com edifícios tradicionais e o desaparecimento de zonas agrícolas. As zonas florestais verificaram uma diminuição nos arredores do núcleo urbano da cidade, mas um crescimento considerável na zona da Palanca.

Passamos agora a discutir os resultados obtidos e apresentar conclusões.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Uma observação mais detalhada das três principais representações cartográficas de UOS mostra que a mudança da paisagem e da ocupação antrópica são relevantes, envolvendo uma transformação significativa de classes diferentes.

Os dados mostram um aumento sistemático do número de polígonos reconhecidos na análise de imagem, especialmente em termos do número de áreas de tecido urbano não-infraestruturado de edifícios tradicionais e também, embora num grau inferior, de tecido urbano de baixo grau de impermeabilização. Observa-se assim uma maior compartimentação do uso e ocupação, com o aumento da homogeneidade da paisagem.

No que diz respeito à área em estudo, e analisando o uso e ocupação do solo, as transformações observadas são:

- Aumento do tecido urbano não-infraestruturado de edifícios tradicionais e tecido urbano de baixo grau de impermeabilização
- Diminuição da área agrícola heterogênea e compartimentada e das zonas com vegetação esparsa
- Rotação das terras aráveis
- Superfície consistente ao longo do tempo ocupada por tecido urbano de elevado grau de impermeabilização, correspondendo à área central da cidade.

Os resultados mostram que a ocupação urbana aumentou gradualmente desde 1970, (na ordem de aproximadamente 13%), principalmente na zona de menor altitude, substituindo principalmente áreas agrícolas. As zonas agrícolas sofreram uma transformação favorecendo o crescimento das zonas urbanas. O crescimento geral das zonas agrícolas durante o período em análise é de aproximadamente 3%. As áreas com pouca ou nenhuma vegetação diminuíram em aproximadamente 20% e as zonas florestais diminuíram em 1%, o que denota uma estabilidade inicialmente não expectável.

O estudo também revela um aumento contínuo de superfícies artificializadas, indicando que as trajetórias de uso do solo são baseadas no processo de transformação no núcleo urbano e rede rodoviária pré-existente. As áreas agrícolas são o maior suporte deste aumento e a transformação ocorreu predominantemente na parte central da área de estudo. Uma análise das classes de uso e ocupação reconhecidas para 1978 a 2010 mostra que o crescimento urbano aconteceu essencialmente a partir de áreas agrícolas.

De acordo com os modelos de expansão urbana apresentadas por Antrop (2004), ver os modelos genéricos apresentados na Figura 51, avaliando os mapas de UOS nos três momentos podemos observar que de 1978 a 2002 houve uma explosão geral a partir núcleo urbano (modelo c), seguida de uma extensão axial a leste, ao longo da principal via rodoviária (modelo b) no bairro do Tchioco. No período 2002-2010 verifica-se a expansão da área de tecido urbano de baixo grau de impermeabilização, intercalado com outras classes, obedece a um padrão anelar de expansão (modelo d) em direção oeste para o bairro da Mapunda e Senhora do Monte assim como uma extensão satélite (modelo e), também junto à principal via de comunicação rodoviária na parte sul da área de estudo, na área da Palanca.

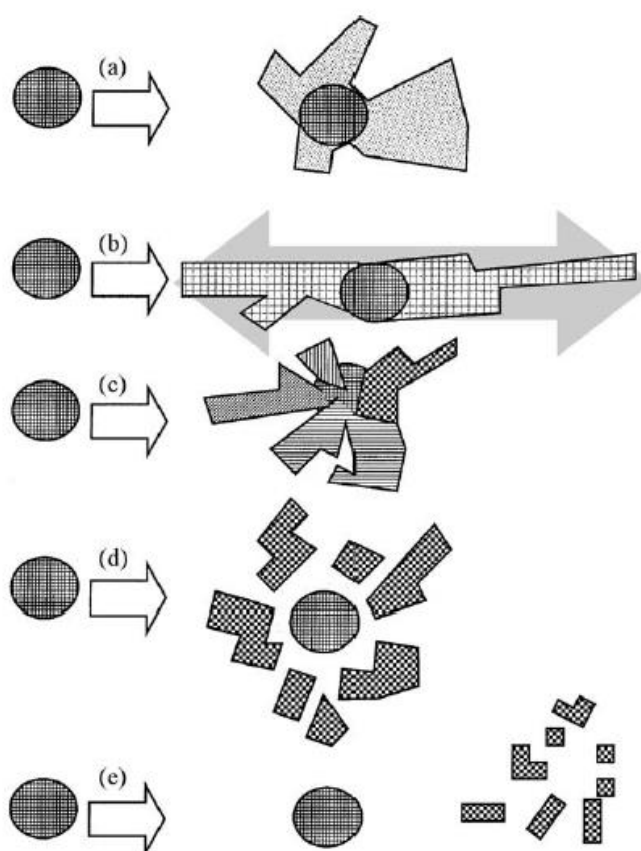


Figura 51: Alguns modelos de mudança de padrões de urbanização - a) Expansão, b) Extensão axial, c) Explosão, d) Desenvolvimento anelar em forma de gotas, e) Extensão satélite. Traduzido de Antrop (2004).

No período 1978-2002 a classe que mostrou maior crescimento foi a de zonas de tecido urbano não-infraestruturado com edifícios tradicionais com aumento de 2746,42 hectares, o que corresponde a um aumento numa taxa de 1658%. A classe de terras aráveis também verificou um crescimento considerável de 1908,32 hectares. No mesmo período, a maior perda foi na classe das zonas de vegetação esparsa, com diminuição de 4650,22 hectares.

Em termos de crescimento percentual, é importante salientar que nesse período as zonas comerciais, industriais e de transporte degradadas, tiveram um crescimento na ordem de 719%, e os equipamentos de desporto e lazer verificaram um aumento de 225%, embora em termos absolutos representem superfícies relativamente pequenas em relação à área total em estudo.

No período 2002-2010 a classe que mostrou maior crescimento foi a de zonas construção com aumento de 721,99 hectares, observada nomeadamente no bairro do Nambambe. A classe de zonas urbanas não-infraestruturadas com edifícios tradicionais continuou a crescer consideravelmente com 417,51 hectares e a classe de tecido urbano com baixo grau de impermeabilização mostrou um crescimento considerável de 314,87 hectares. No mesmo período, a maior perda foi na classe das terras aráveis, com diminuição de 934,84 hectares.

Semelhante ao período anterior, a classe dos equipamentos de desporto e lazer mostraram um crescimento de 108%, com especial evidência os equipamentos localizados no Tchioco e na Senhora do Monte. As zonas de extração mineira a céu aberto também verificaram um aumento na ordem de 398%, devido ao aumento de exploração de pedra nas imediações do Cristo Rei para uso na construção de edifícios.

A única classe que mostrou alteração muito baixa ao longo dos períodos em análise é o de tecido urbano com elevado grau de impermeabilização, o qual corresponde ao centro urbano da cidade administrativa, comercial e residencial do Lubango, a qual embora evidenciando alterações internas, não evidencia um acréscimo significativo. Esta evidência faz salientar a pouca efetividade do processo de planeamento, nomeadamente do Plano Diretor Municipal de 2004, na estruturação de novas centralidades e infraestruturação.

A figura 52 apresenta a transformação temporal das classes definidas e salienta os eventos dominantes durante os períodos de análise.

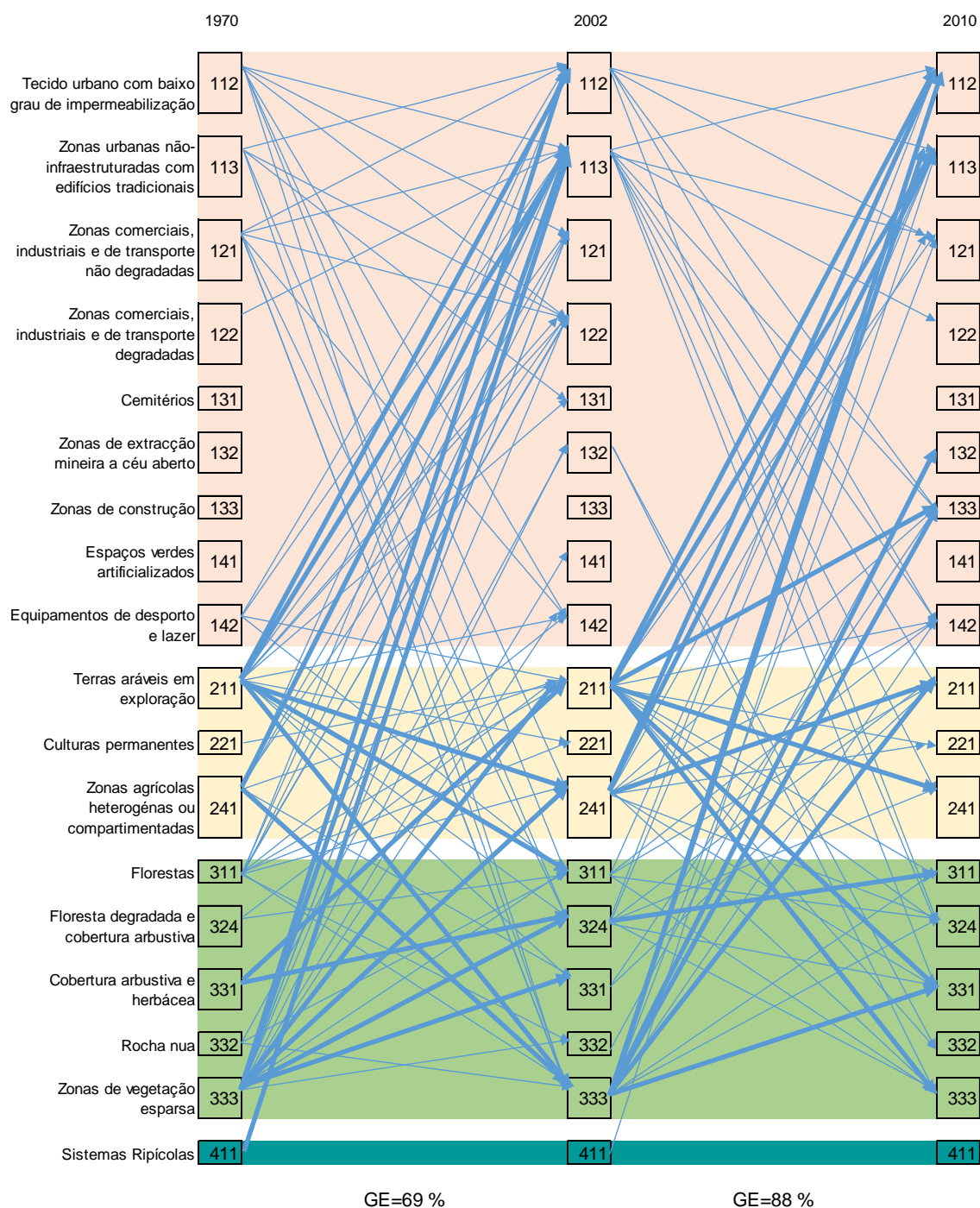


Figura 52: Transformação dinâmica de UOS e grau de estabilidade

A avaliação das transformações entre classes e uma comparação feita entre os graus de estabilidade dos dois períodos, nomeadamente 69% para o período de 1978-2002 e 88% para o período 2002-2010, evidenciam o facto de que o primeiro período verificou, de forma global, uma maior transformação de UOS do que o segundo. Porém, dada a diferença considerável entre as amplitudes dos dois intervalos de tempo, é importante também avaliar a taxa média anual de transformação para cada período, que corresponde a 1,3% para o

período de 1978-2002 e a 1,5% para o período de 2002-2010. Nessa última análise, torna-se evidente que as transformações se intensificaram no segundo período.

O gráfico na figura 53 apresenta a média anual da alteração de UOS, medida em hectares, nos períodos analisados, para cada condicionante estudada. Por sua vez o gráfico da figura 54 apresenta a mesma média anual representada em percentagem da superfície total definida por cada condicionante.

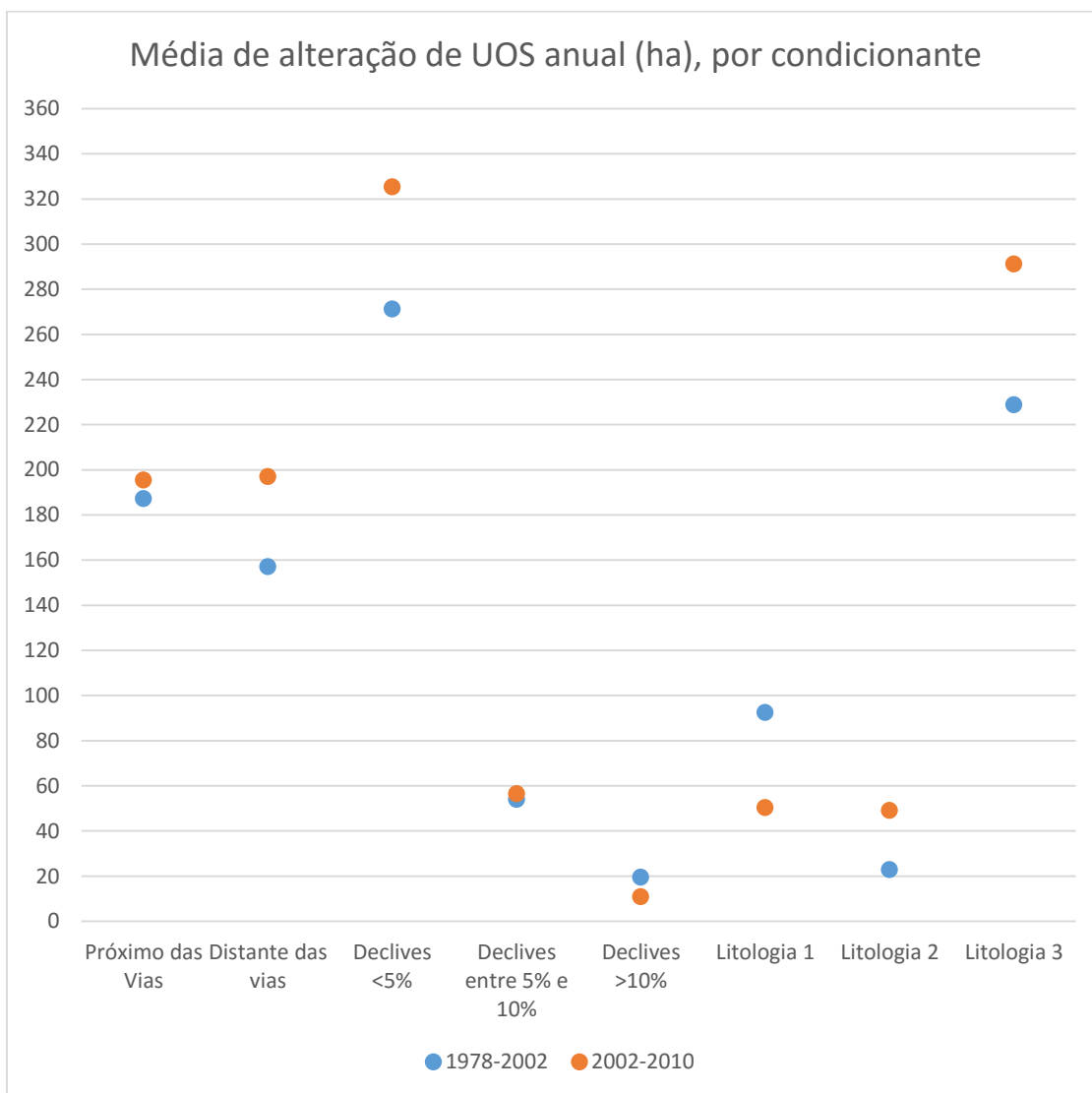


Figura 53: Média de alteração de UOS anual, em hectares, por condicionante

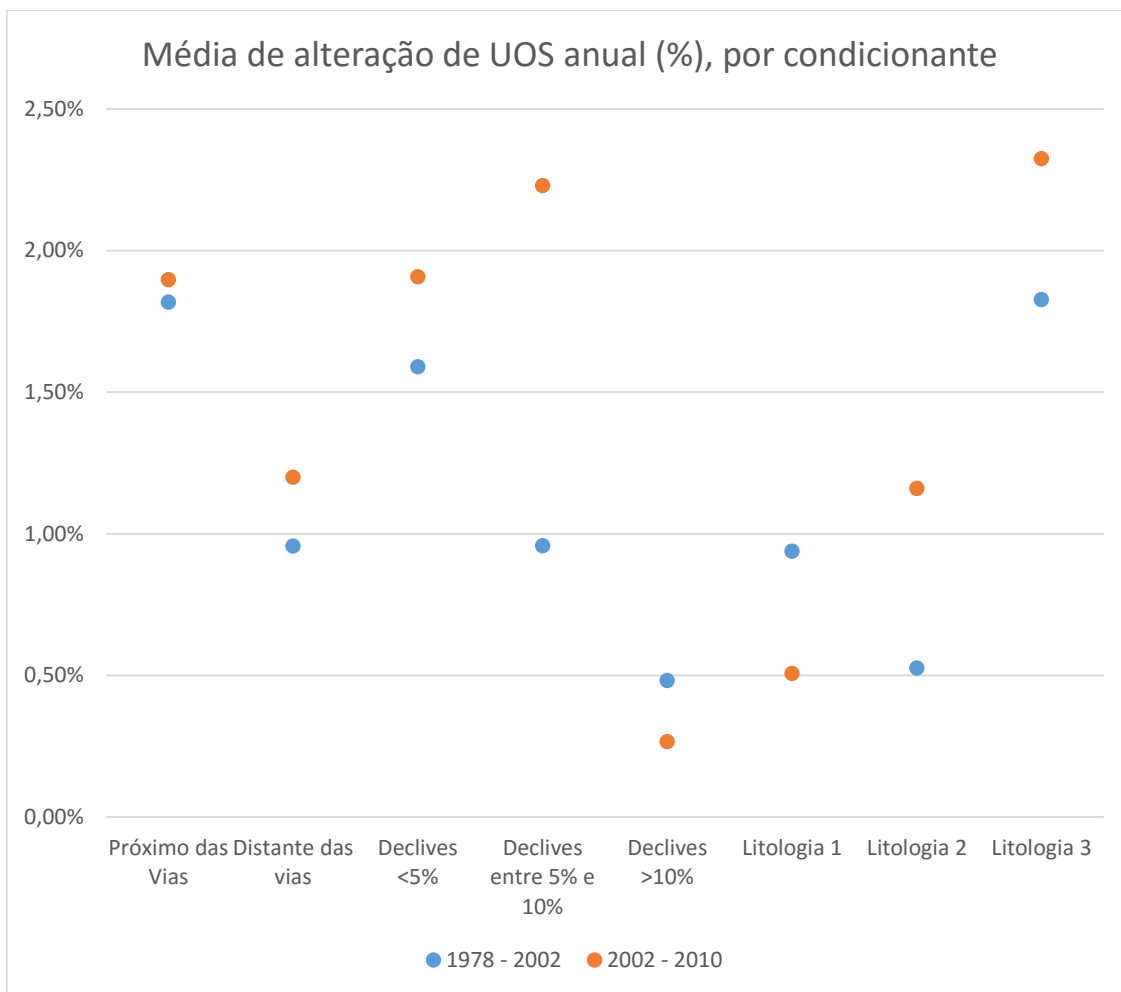


Figura 54: Média anual de alteração de UOS, em percentagem, por condicionante

Com base no grau de estabilidade da matriz de transição de UOS correspondente à área de cada uma das condicionantes escolhidas, nomeadamente a proximidade às vias de comunicação rodoviária, as classes de declives e as distintas unidades litológicas, podemos avaliar a relação entre as transformações de UOS e as condicionantes nos períodos em análise. A figura 55 apresenta a correlação entre o grau de transformação anual de UOS em cada área, calculado a partir do grau de estabilidade, e os períodos em análise.

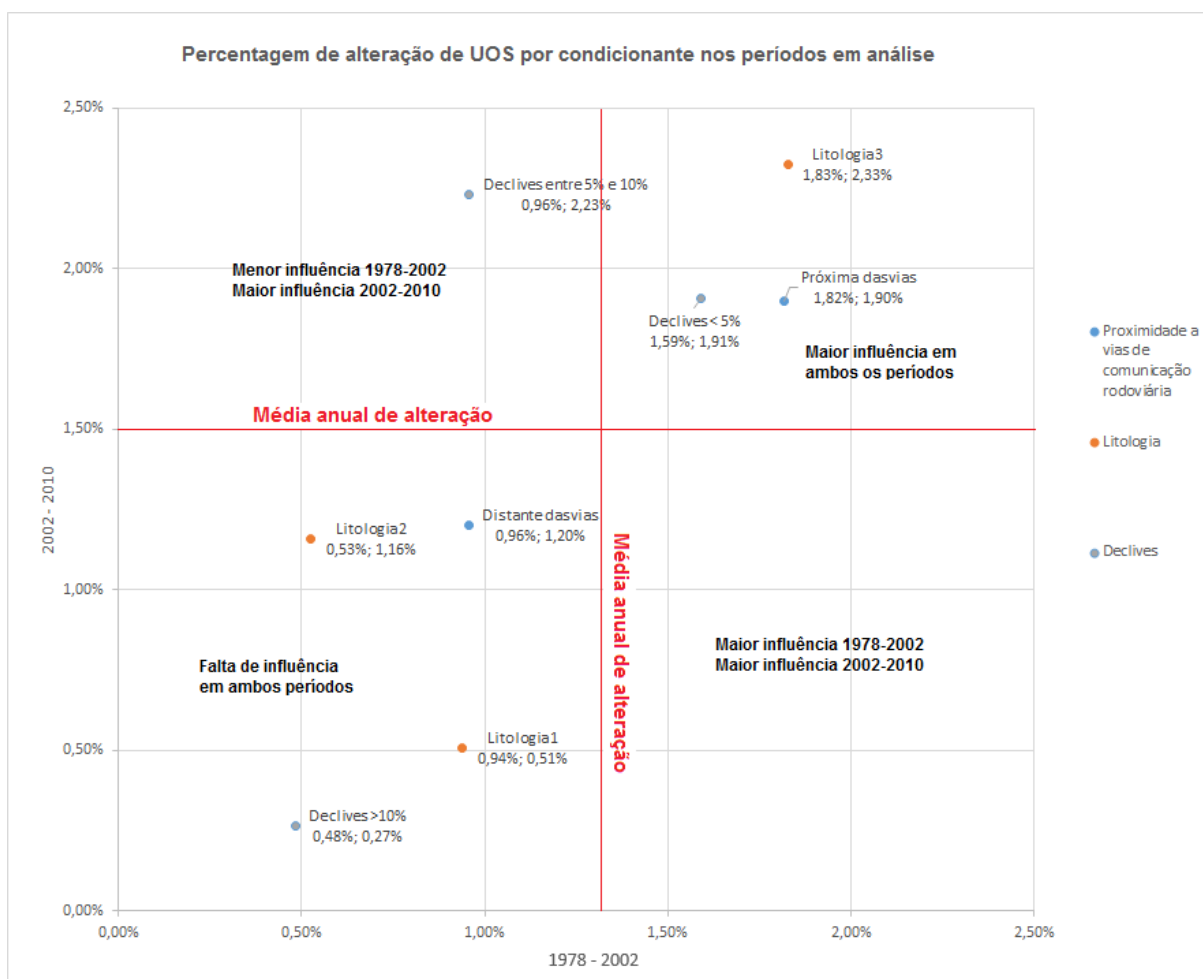


Figura 55: Correlação das condicionantes e a taxa de transformação de UOS nos períodos em análise

Pode-se observar que as áreas com declives inferiores a 5%, as áreas próximas das vias de comunicação rodoviária e a área correspondente à unidade litológica 1 verificaram uma taxa de alteração de UOS acima da média em ambos os períodos.

As áreas das unidades litológicas 1 (Grupo da Chela: siltitos, argilitos, arenitos, vulcanoclastitos, etc.) e 2 (Granitos metaluminosos) e as áreas mais distantes das vias de comunicação rodoviária (> 1 km) verificaram taxas de transformação de UOS abaixo da média em ambos os períodos.

As áreas com declives compreendidos entre 5% e 10% sofreram alterações de UOS abaixo da média no primeiro período, mas acima da média no segundo. Isso pode ser explicado pela pressão do crescimento populacional e a progressiva escassez de áreas com declives mais favoráveis à construção de edifícios. Este processo de transformação foi especialmente observado ao longo de toda a base da vertente do Cristo Rei até ao bairro da Mapunda.

A área com a menor taxa de transformação de UOS nos dois períodos foi a de declives superiores a 10%, denotando a menor aptidão à construção nestes terrenos, dadas as dificuldades de acesso, os custos de construção e os processos de instabilidade das vertentes.

5.1 Conclusões Gerais

Este trabalho resultou da necessidade de se estudar as transformações espaciais e temporais que ocorreram no uso e ocupação do solo na cidade do Lubango, Angola, ao longo tempo. Procurou-se assim, a partir da análise de cartografia e UOS e matrizes de transição associadas identificar as forças motrizes, fatores estruturantes e os padrões dessas transformações.

Os resultados globais para a área de estudo confirmam uma transição geral significativa, com processos que podem ser considerados sistemáticos, com ou sem grandes variações, e também com trajetórias casuísticas associadas com um aumento de superfícies artificiais e expansão considerável de zonas urbanas não-infraestruturadas. Verificam-se também processos casuísticos em menor escala resultantes do surgimento de zonas de extração mineral a céu aberto assim como zonas de construção.

Surge na dinâmica de transformação de uso e ocupação do solo a urbanização em detrimento das áreas agrícolas e naturais. A perda de áreas agrícolas e naturais para zonas com ocupação urbana é também evidente nesta área, como em muitos outros exemplos identificados por diferentes autores (KAZANKO *et al.*, 2006; SU *et al.*, 2011), refletindo algumas das transformações identificadas em Portugal por Tavares *et al.* (2012) ou Monteiro & Tavares (2015).

Observa-se um aumento da homogeneidade no uso e ocupação do solo, o que corresponde a uma evolução dos padrões e de evolução dos indicadores dos espaços rurais (HASSE & LATHROP, 2003; BODESMO *et al.*, 2012).

5.2 Limitações metodológicas

Na continuidade do que foi concluído, é importante referir as limitações metodológicas e processuais encontradas ao longo da realização deste estudo:

- Número reduzido de imagens de satélite de momentos históricos diferentes. Por impossibilidade de localizar imagens de satélite da área de estudo para as décadas de

1980 e/ou 1990, o estudo foi realizado com apenas 3 conjuntos de imagens de satélite de períodos históricos diferentes, criando intervalos de análise com amplitudes diferentes.

- Maior cobertura das imagens utilizadas. A área de estudo foi limitada pela cobertura das imagens de satélite disponíveis. Como resultado, algumas zonas de destaque, como o aeroporto na parte leste da cidade e um percurso considerável de estrada na mesma zona foram excluídas do estudo.
- Exclusão das linhas de água como fator condicionante e estruturante. Embora tenham sido identificadas como condicionantes por autores de outros estudos (CAPENDA, 2011; MODESTO, 2013; CRUZ, 2011), os cursos de água superficial não foram analisados neste estudo como possíveis forçadores nas transformações de UOS.

5.3 Conclusões específicas

De forma mais específica, pode-se tirar as seguintes conclusões do estudo realizado:

- A transformação no uso e ocupação do solo na área de estudo durante o período de trinta e dois anos em análise é relevante e indica um grau de estabilização restrito a 69% no primeiro período (1978-2002) e 88% no segundo período (2002-2010).
- A matriz de conversão interna gerada revela ganhos e perdas associadas de várias classes de tecido urbano em relação a área agrícolas.
- A proximidade das vias de comunicação rodoviária tem uma forte influência sobre o grau de estabilidade e pode ser considerado um fator estruturante. As zonas mais próximas das vias apresentaram um grau de estabilidade abaixo da média.
- A inclinação dos declives tem uma forte influência sobre o grau de estabilidade, isto é, quanto maior o declive, menor a transformação de uso e ocupação do solo.
- Das unidades litológicas identificadas, apenas a litologia 3 (Granitos leucocráticos peraluminosos + granitos vermelhos e riolitos porfíricos) está relacionada com um aumento na taxa de transformação de uso e ocupação do solo. As unidades litológicas 1 (Grupo da Chela: siltitos, argilitos, arenitos, vulcanoclastitos, etc.) e 2 (Granitos metaluminosos) estão relacionadas com uma transformação abaixo da média.

Do presente trabalho resulta o interesse e motivação de aprofundar os conhecimentos sobre o estudo de transformação de uso e ocupação do solo de um modo geral, mas em Angola e na cidade do Lubango e das áreas periféricas, de forma particular, onde estudos deste tipo ainda são relativamente escassos.

Este trabalho permite antecipar a estrutura de planificação de Planos Diretores de Ordenamento futuros e prever a evolução de processos sistemáticos, dada a sua importância

no crescimento urbano. A caracterização feita, envolvendo cobertura temporal substancial de dados de uma cidade estruturante do ponto de vista territorial pode ser extrapolada para outros contextos, incluindo a monitorização de forças motrizes e a previsão da ultrapassagem de planos diretores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J., 1912, Sul de Angola - Memória de África e do Oriente. 2.^a Ed. Lisboa. Agência Geral das Colónias 1936, XVI, 643 p.
- AMARAL, Ilídio, 1978, Contribuição para o conhecimento do fenómeno de urbanização em Angola, Finisterra Revista Portuguesa de geografia volume 13, número 25, Lisboa.
- ANTROP, M. 1998, Landscape change: Plan or chaos?, Landscape and Urban Planning, volume 41, Número 3–4, pp. 155-161.
- ANTROP, M., 2004, Landscape change and the urbanization process in Europe, Landscape and Urban Planning, Volume 67, nº 1-4, pp. 9-26.
- ARAÚJO, A., PEREVALOV, O., JUKOV, R., 1988. Carta Geológica de Angola, Escala: 1:000 000. Instituto Nacional de Geologia, Angola.
- BAPTISTA, Edson Santa Rosa, 2010, Caracterização Hidrogeológica e medidas de proteção das captações da bombagem e da Tundavala, Lubango, Angola, Dissertação de Mestrado, FCTUC, Coimbra, Portugal
- BARREDO J.I., DEMICHELI L., 2003, Urban sustainability in developing countries' megacities: modelling and predicting future urban growth in Lagos, Cities, volume 20, nº 5, pp. 297–310.
- BODESMO, Mara et al., 2012, "The role of environmental and socio-demographic indicators in the analysis of land use changes in a protected area of the Natura 2000 Network: the case study of Lake Trasimeno, Umbria, Central Italy". Environmental Monitoring Assessment, volume 184, pp. 831-843.
- BRAIMOH A. K., ONISHI T., 2007, Spatial determinants of urban land use change in Lagos, Nigeria, Land Use Policy, volume 24, nº 2, pp. 502-515
- BURCHELL, R., 1996, "Understanding sprawl". On the ground, Volume 2, Nº 2
- BURCHFIELD, OVERMAN, PUGA, TURNER, 2006, Causes of sprawl: A portrait from space
- CAPENDA, Manuel, 2011, Condicionantes físicas, restrições e servidões públicas na gestão territorial do município do Lubango : Huíla – Angola, Dissertação de Mestrado, FCTUC, Coimbra, Portugal.
- Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental, Memória Descritiva, Dezembro 2010, IGP
- CARUSO, G., PEETERS, D., CAVAILHÈS, J., ROUNSEVELL, M., 2007, Spatial configurations in a periurban city. A cellular automata-based microeconomic model, Regional Science and Urban Economics, volume 37, nº 5, pp. 542-567.

- CARUSO, ROUNSEVELL, & COJOCARU, 2005: Exploring a spatio-dynamic neighbourhood-based model of residential behaviour in the Brussels periurban area International Journal of Geographical Information Science
- CARVALHO, H (1983) – Notice explicative préliminaire sur la géologie de l'Angola, Inst. Inv. Cient. Tropical, Garcia de Orta, Sér. Geol., Lisboa, 6, pp. 15-30.
- CARVALHO, H., 1972. Chronologie des formations géologiques Précambriennes de la région central du Sud-Ouest de L'Angola et essai de corrélation avec celles du Sud-Ouest Africain. Abstract of the 24th. International Geological Congress, Sec. 1, 187-194.
- CASSAVELA, P. N., 2014, Enquadramento biogeoquímico dos vegetais consumidos na cidade do Lubango, Angola, Dissertação de Mestrado, FCTUC, Coimbra, Portugal.
- CASTANHEIRA, J. M., & ARANHA, J. (2004). Estudo da alteração da cobertura do solo no Vale do Alto Tâmega. Estudo multi-temporal com imagens Landsat-5 TM e Landsat-7 ETM. In Paper presented at the VIII meeting of geographic information users, 2e4 June, Oeiras, Portugal.
- CHAN, K.Y., 2001, Soil particulate organic carbon under different land use and management, Soil Use and Management Volume 17, Nº 4, pp. 217–221
- COHEN, D. La mondialisation et ses ennemis, Paris : Éditions Bernard Grasset 2004
- CRUZ, A. T. I., 2011, Erosão de solos na região do Lubango, Angola, Dissertação de Mestrado, FCTUC, Coimbra, Portugal.
- DALE, V. H., S. M. PEARSON, H. L. OFERMAN, and R. V. O'NEILL. 1993. Relating patterns of land-use change to faunal biodiversity in the central Amazon. Conservation Biology Volume 8, nº 4, pp. 1027–1036.
- DENG Jin S., KE Wanga, YANG Hongb, JIA G. Qic, 2009, Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization, Landscape and Urban Planning
- DIAS, G.S., 1957, *A cidade de Sá da Bandeira*. Câmara Municipal de Sá da Bandeira.
- DIETZEL, HEROLD, HEMPHILL, & CLARKE, 2005, Spatio-temporal dynamics in California's Central Valley: Empirical links to urban theory, International Journal of Geographical Information Science, Volume 19, Nº 2, 2005
- DINIZ, A.C., 1973, Características Museológicas de Angola. Nova Lisboa. Missão de Inquéritos Agrícola de Angola, IX.
- FEIO, M., 1946, O relevo de Angola, segundo as interpretações de Jessen e de Yeatch. Porto, Sociedade Geológica de Portugal

- FERANEC, J.; JAFFRAIN, G.; SOUKUP, T.; HAZEU, G. (2010). Determining changes and flows in European landscapes 1990–2000 using CORINE land cover data, *Applied Geography*, volume 30, pp. 19-35.
- FERREIRA, S., Cunha, L. e SANTOS, N., 2009, “The importance of natural risks in urban Dynamics”. In Panagopolos, T. - The importance of natural risks in urban dynamics. *Faro*, 139 p.
- FOLEY, J. A., Defries, R. et al. (2005). “Global Consequences of Land Use.” *Science*, volume 309, 570-574.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), 1995. Planning for Sustainable Use of Land Resources. *FAO Land and Water Bulletin 2*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FREIRE, S., SANTOS, T., & TENEDÓRIO, J. A., 2009, Recent urbanization and land use/land cover in Portugal. The influence of coastline and coastal urban centres, *Journal of Coastal Research*, volume 56, pp. 1499-1503.
- GAMANYA, R., MAEYER, P., DAPPER, M., 2009, Object-oriented change detection for the city of Harare, Zimbabwe, *Expert Systems with Applications*, volume 36, pp. 571–588.
- GIRI, C., ZHU, Z., REED, B., 2005. A comparative analysis of the Global Land Cover 2000 and MODIS land cover data sets. *Remote Sensing of Environment*, volume 94, pp. 123–132.
- GONZÁLEZ, O.M.R, 2001. Assessing vegetation and land cover changes in northeastern Puerto Rico: 1978-1995, *Caribbean Journal of Science*, volume 37, pp. 95–106.
- GPH, 2004, Plano Diretor da Cidade do Lubango, 2003–2020, Governo Provincial da Huíla.
- GPH, 2007, Relatório Anual do Governo Provincial da Huíla. Governo Provincial da Huíla.
- HASSE, J., LATHROP, R., 2003, Land resource impact indicators of urban sprawl, *Applied Geography*, volume 23, pp. 159–175.
- HERSPERGER, A.; BÜRGI, M., 2007, Driving forces of landscape change in the urbanizing Limmat valley, Switzerland. In Koomen et al. (eds) *Modelling Land-Use Change*. Springer, pp. 45-60.
- HOUGHTON, R. A., 1994, As florestas e o ciclo de carbono global: armazenamento e emissões atuais. In: *EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO2 – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL*, 1994. Anais... Rio de Janeiro, 1994. p. 38–76.

- HURTT, G.C., et al., 2006. The underpinnings of land-use history: three centuries of global gridded land-use transitions, wood-harvest activity, and resulting secondary lands, *Glob. Chang. Biol.* Volume 12, nº 7, pp. 1208–1229.
- JOTHIMANI, P. (1997), Operational Urban Sprawl Monitoring Using Satellite Remote Sensing: Excerpts from the studies of Ahmedabad, Vadodara and Surat, India, Paper presented at 18th Asian Conference on Remote Sensing, held during October 20-24, Malaysia.
- KASANKO, M., BARREDO, J.I., LAVALLE, C., McCormick, N., DEMICHELI, L., SAGRIS, V., BREZGER, A., 2006: Are European cities becoming dispersed? A comparative analysis of 15 European urban areas, *Landscape and Urban Planning*, volume 77, pp. 111–130.
- KASPERSON J. X., KASPERSON R. E., TURNER B. L., 1995, *Regions at Risk: Comparisons of Threatened Environments*. Tokyo: UN Univ. Press. 588 p.
- KHORRAM, S., BIGING, G.S., CHRISMAN, N.R., COLBY, D.R., CONGALTON, R.G., DOBSON, J.E., FERGUSON, R.L., GOODCHILD, M.E, JENSEN, J.R., MACE, T.H., 1999. Accuracy assessment of Remote Sensing Devised Change Detection, ASPRS Monograph, American Society for Photogrammetry & Remote Sensing, Bethesda, Maryland, 64 p.
- LAMBIN, E.F. & EHRLICH, D., 1997, Land-cover changes in sub-Saharan Africa (1982–1991): Application of change index based on remotely-sensed surface temperature and vegetation indices at a continental scale. the nature of models in remote sensing, *Remote Sens. Environ.*, volume 61, pp. 181–200
- LAMBIN, Eric F., HELMUT J., LEPERS, E., 2003, Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions, *Annual Review of Environment and Resources* Volume 28, pp. 205-241
- LAMBIN, et al., 2001, The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths; *Global Environmental Change*, Volume 11, Nº 4, pp. 261–269.
- LIU, J., TIAN, H.Q., LIU, M., ZHUANG, D., MELILLO, J.M., ZHANG, Z., 2005, China's changing landscape during the 1990s: large-scale land transformation estimated with satellite data. *Geophys. Res. Lett.* Volume 32
- LIU, J., ZHANG, Z., XU, X., KUANG, W., ZHOU, W., ZHANG, S., LI, R., YAN, C., YU, D., 2010, Spatial patterns and driving forces of land use change in China during the early 21st century. *Journal of Geographical Sciences* August 2010, Volume 20, Nº 4, pp 483-494.
- LNICT, 1980, *Carta Geológica de Angola 3*. Laboratório, Nacional da Investigação Científica Tropical (LNICT). Junta de Investigação Científica do Ultramar.

- LONG, H., TANGC, G., LIA, X., & HEILIG, G. K., 2007, Socio-economic driving forces of landuse change in Kunshan, the Yangtze River Delta economic area of China. *Journal of Environmental Management*, volume 83, pp. 351-364.
- LU Dengsheng, QIHAO Wengb, 2006, Use of impervious surface in urban land-use classification, *Remote Sensing of Environment*, Volume 102, Nº 1–2, pp. 146–160.
- MARQUES, M. Monteiro Esboço de grandes unidades geomorfológicas de Angola (2ª aproximação) / M. Monteiro Marques In: Garcia de Orta : série de geologia.- Volume 2, nº 1 (1977), p. 41-44
- MEDEIROS, C.A. A colonização das Terras Altas da Huíla (Angola), *Estudo de Geografia Humana; Memórias do Centro de Estudos Geográficos: Lisboa, Portugal, 1976; Volume 2, pp. 21–96.*
- MENDOZA, J.E., ETTER, R., 1940. Multitemporal analysis (1940–1996) of land cover changes in the southwestern Bogota highplain (Colombia). *Landsc. Urban Plan.* Volume 59, nº 3, pp. 147–158.
- MENESES, B. M., 2013, Análise das alterações do uso e ocupação do solo no Vale do Varosa (Portugal) mediante imagens Landsat-TM e sua influência na conservação do solo., *GeoFocus (Artículos)*, nº 13-1 , p. 270-290.
- MENESES, Bruno; VALE, Maria José; REIS, Rui; SARAIVA, Raquel, 2013, Metodologia para a avaliação das alterações do uso e ocupação do solo em Portugal Continental nas últimas três décadas. *Cidades, Comunidades e Territórios. Lisboa: DINÂMIA'CET-IUL. Volume 27, pp. 50-60.*
- MESEV, V., & LONGLEY, P., 1999, The role of classified imagery in urban spatial analysis. *Advances in remote sensing and GIS analysis*, pp., 185-206.
- MEYER, W. B., TURNER, B. L., 1992, Human Population Growth and Global Land-Use/Cover Change, *Annual Review of Ecology and Systematics*, Volume 23, pp. 39-61
- MILLER, D.M., E.J. KAMINSKY, RANA S., 1995, Neural network classification of remote-sensing data, *Computers and Geosciences*, volume 21, nº 3, pp. 377-386.
- MODESTO, A. F., 2013, Cartografia higeomorfológica de área inundáveis do Rio Mucufi do Lubango, Angola, *Dissertação de Mestrado, FCTUC, Coimbra, Portugal.*
- MONTEIRO, M., TAVARES, A. O., 2015, What is the Influence of the Planning Framework on the Land Use Change Trajectories? Photointerpretation Analysis in the 1958–2011 Period for a Medium/Small Sized City, *Sustainability*, volume 7, nº9, 11727-11755

- MUCHONEY, D.M., HAACK B.N., 1994, Change detection for monitoring forest Defoliation, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, volume 60, pp. 1243-1251.
- MUNDIA, C. N., ANIYA M., 2006, Dynamics of land use/cover changes and degradation of Nairobi City, Kenya *Land Degradation & Development* Volume 17, Nº 1, pp. 97–108.
- NÉRY, Fernanda, 2007, *Nomenclatura CORINE Land Cover: versão portuguesa comentada*. Instituto Geográfico Português, Lisboa, 105 p.
- O'HARA, C.G., KING, J.S., CARTWRIGHT, J.H., 2003 *Geoscience and Remote Sensing*, IEEE Transactions, Volume:41, Nº 9, pp. 2005–2014.
- OLAYA V., 2009, *Sistemas de Información Geográfica. Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano*.
- PAEGELOW M., CAMACHO, OLMEDO M.T., MAS J.F., HOUET T., PONTIUS Jr. R.G., 2013, Land change modelling: moving beyond projections, *International Journal of Geographical Information Science*, volume 27, nº 9, pp.1691-1695.
- PALMER, Anthony R., VAN ROOYEN., Andre F., 1998, Detecting vegetation change in the southern Kalahari using Landsat TM data *Journal of Arid Environments*, Volume 39, nº 2, pp. 143–153.
- PEREIRA, E., RODRIGUES, J.F.; TASSINARI, C.G.; VAN-DÚNEN, M.V., 2013, *Geologia da Região de Lubango, SW Angola. Evolução no Contexto do Cratão do Congo*; Laboratório Nacional de Energia e Geologia: Lisboa, Portugal.
- PEREIRA, E., VAN-DÚNEN, M., TASSINARI, C., 2006, *Carta Geológica de Angola, Notícia Explicativa da Folha Sul D-33/N-III (Bibala)*, escala 1: 100 000. Instituto Geológico de Angola.
- PETROV, Laura O., et. al., 2009, Urban land use scenarios for a tourist region in Europe: Applying the MOLAND model to Algarve, Portugal, *Landscape and Urban Planning*, Volume 92, Nº 1, pp. 10–23
- PICKETT, S. T. A., CADENASSO, M. L., GROVE, J. M., NILON, C. H., POUYAT, R. V., W. ZIPPERER, C., COSTANZA, R., 2001, *Urban Ecological Systems: Linking Terrestrial Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas*, *Annual Review of Ecology and Systematics*, Volume 32, pp. 127-157
- PIMENTA, Fernando, 2004, *Ideologia Nacional dos brancos Angolanos (1900-1975)*, VIII Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais, Coimbra, Portugal.
- PIWOWAR, J. M., 2005, *Digital image analysis*. In S. Aronoff (Ed.), *Remote sensing*, pp. 287-335,. Redlands, California: ESRI Press.

- PONTIUS Jr, R. G., MALIZIA, N. R., 2004, Effect of category aggregation on map comparison. Lecture Notes in Computer Science, p.251-268. in M. J. EGENHOFER, C. FREKSA, & H. J. Miller (eds): GIScience.
- RAM, R., KOLARKAR, A.S., (1993). 'Remote Sensing application in monitoring land use changes in arid Rajasthan'. Int. J. Remote sensing, volume 14, nº 7, pp. 3191-3200.
- RICHARDS, J.F. (1990). Land Transformation. In: TURNER, B.L.II., W.C. CLARK, R.W. KATES, J.F. RICHARDS, J.T. MATHEWS, and W.B. MEYER, eds.: The Earth as Transformed by Human Action. Cambridge Univ.Press, New York, pp. 163-178.
- ROY, D.P., LEWIS, P.E., JUSTICE, C.O, 2002, Burned area mapping using multi-temporal moderate spatial resolution data – a bi-directional reflectance model-based expectation approach, Remote Sensing of Environment, Volume 83, nº 1–2, pp. 263–286
- SADEK, S.H.A., 1993. Use of landsat imagery for monitoring agricultural expansion of East Nile Delta, Egypt, Egypt. J. Soil Sci. Volume 33, nº 1, pp. 23–24.
- SALA O. E., CHAPIN F. S., ARMESTO J.J., BERLOW E., BLOOMFIELD J., et al., 2000, Biodiversity—global biodiversity scenarios for the year 2100, Science, volume 287, pp. 1770–1774.
- SECUMA, A., 2012, Modelação do crescimento urbano da província de Luanda, Angola, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa.
- SETO, K. C., WOODCOCK, C. E., SONG, C., HUANG, X., LU, J., KAUFMANN R. K., 2002, Monitoring land-use change in the Pearl River Delta using Landsat TM international Journal of Remote Sensing, Volume 23, Nº 10, pp. 1985-2004
- SILVEIRA, M., 1962, Climas de Angola, Serviço Meteorológico de Angola, Luanda.
- SINGH, Ashbindu, 1989, Review Article Digital change detection techniques using remotely-sensed data, International Journal of Remote Sensing, volume 10, nº 6, pp. 989-1003
- STEINER F. R., OSTERMAN, 1988, D. A., Landscape planning: a working method applied to a case study of soil conservation, Landscape Ecology, Volume 1, Nº 4, pp 213-226.
- SU, S., JIANG, Z., ZHANG, Q., ZHANG, Y., 2011, Transformation of agricultural landscapes under rapid urbanization: a threat to sustainability in Hang-Jia-Hu region, China, Applied Geography, volume 31, pp. 439-499.

- SUNDELL-TURNER, N.M., RODEWALD A.D., 2008, A comparison of landscape metrics for conservation planning, *Landscape and Urban Planning*, volume 86, pp. 219-225.
- TANG,Z., ENGEL, B.A., PIJANOWSKI, B.C., LIMA, K.J., 2005, Forecasting land use change and its environmental impact at a watershed scale, *Journal of Environmental Management*, Volume 76, Nº 1, pp. 35–45.
- TAPIADOR, F. J., & CASANOVA, J. L., 2003, Land use mapping methodology using remote sensing for the regional planning directives in Segovia, Spain, *Landscape and Urban Planning*, volume 62, pp. 103-115.
- TAVARES *et al.*, 2012: Spatial and temporal land use change and occupation over the last half century in a peri-urban area, *APPLIED GEOGRAPHY*, Volume 34, Nº 3, pp. 432-444.
- TAVARES, A. & SOARES, A. F., 2002, Instability relevance on land use planning in Coimbra municipality (Portugal). *Proc. Int. Conf. Instability – Planning and Management*, Thomas Telford Publ., London, pp. 177- 184.
- The Global Historical Climatology Network-Monthly (GHCN-M) temperature dataset, 23 Setembro 2015, <<https://www.ncdc.noaa.gov/ghcnm/>>
- TRIMBLE S.W., CROSSON P., 2000, Land use - US soil erosion rates: myth and reality, *Science*, volume 289, pp 248–250.
- TURNER, M. G., 1990, Spatial and temporal analysis of landscape patterns, *Landscape Ecology*, Volume 4, Nº 1, pp 21-30.
- VALE, F. S., SIMÕES, M. C., 1971. Carta Geológica de Angola, folha nº 336 – Sá da Bandeira, na escala de 1:100.000, Luanda.
- VERBURG, P., Van Eck, J., NIJS, T., DIJST, M., SCHOT, P., 2004, Determinants of land-use change patterns in the Netherlands, *Environment and Planning B: Planning and Design*, volume 31, pp. 125-150.
- VITOUSEK, P. M., MOONEY, H. A., LUBCHENCO, J., MELILLO, J. M., 1997, Human domination of Earth's ecosystems, *Science*, volume 277, 494–499.
- WEBER, C. & PUISSANT A., 2003, Urbanization pressure and modeling of urban growth: Example of the Tunis Metropolitan Area *Remote Sensing of Environment, Impact Factor*, volume 86, nº (3).
- WHITE, R., ENGELEN, G. 1993, Cellular automata and fractal urban form: a cellular modelling approach to the evolution of urban land-use patterns, *Environment and Planning A*, 1993, volume 25, pp. 1175-1199.

- XIAO, J. *et al.*, 2006, Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing, *Landscape and Urban Planning* Volume 75, N°s 1–2, pp. 69–80.
- YEBOAH, Ian E. A., 2000, Structural Adjustment and Emerging Urban Form in Accra, Ghana, *Africa Today*, volume 47, nº 2, pp. 60-89.
- YEBOAH, Ian, 2003, Demographic and Housing Aspects of Structural Adjustment and Emerging Urban Form in Accra, Ghana, *Africa Today*, volume 50, nº. 1, pp. 107-119.