



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

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO SECTOR INTERMÉDIO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NGOLO, LUBANGO,
ANGOLA**

ANA MARIA REBECA SANTOS ISAAC

MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS (RAMO DE AMBIENTE E ORDENAMENTO)

Julho, 2013



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

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO SECTOR INTERMÉDIO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NGOLO, LUBANGO,
ANGOLA**

Mestrado em Geociências – Ramo do Ambiente Ordenamento

ANA MARIA REBECA SANTOS ISAAC

Orientação científica:

Prof. Doutor José Manuel Martins Azevedo

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Prof. Doutor Nelson Edgar Viegas Rodrigues

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

JULHO 2013

Dedicatória

A Deus, pela sabedoria que me concede todos os dias

Aos meus filhinhos e ao meu amado marido

Aos meus pais aos meus Irmãos

À minha Família cristã

Agradecimentos

Agradeço a DEUS por este propósito.

Ao Professor Doutor José Manuel Martins Azevedo, meu orientador científico e amigo, pela atenção, paciência e empenho prestado no decorrer deste trabalho.

Ao Professor Doutor Nelson Rodrigues, meu co-orientador científico, pela atenção disponibilizada.

Ao meu Marido Abias Isaac e aos meus amados bebés.

Aos meus Pais Eurico Santos e Elisa, pelo acompanhamento desde criança e pelo grande contributo nos meus estudos desde pequena e na minha vida profissional.

Aos meus Irmãos pelas orações e acompanhamento nos trabalhos de campo.

Manifesto igualmente o meu carinho e consideração aos Doutores Carlos Ribeiro, Margarida Ventura, e a Dona Ana da Secretaria da UPRA o meu muito obrigada.

Para culminar, reitero os meus agradecimentos no apoio e atenção prestado pelo Gabinete de Engenharia e Água da Huila, ao Diretor da escola 27 de Março, Prof. David, a Vice Administradora dos Gambos Maria Kalesso, e aos meus Colegas do curso pelo companheirismo e contributo prestado directa ou indirectamente.

RESUMO

O presente trabalho de pesquisa teve como primeiro objectivo a caracterização física de um sector intermédio da bacia hidrográfica do rio Ngolo, nomeadamente aos níveis geológico e hidrogeológico.

Efectuou-se também a caracterização físico-química *in situ* de algumas nascentes (água subterrânea) e da água ao longo do rio.

Genericamente a área em estudo apresenta as seguintes características:

- Situa-se a oeste da cidade do Lubango (Província da Huila, SW de Angola), a uma altitude superior a 1100m;

- Topograficamente encontra-se numa zona acidentada, na margem oriental do Planalto da Humpata;

- A geologia local compreende as seguintes formações litológicas: quartzitos no topo, moderadamente alterados e extremamente fracturados; constituem importantes meios aquíferos; granitos na base que normalmente funcionam como barreiras impermeáveis;

- A linha de água principal – rio Ngolo – apresenta regime perene; situa-se no sector montante da bacia hidrográfica do rio Caculvale, o qual constitui a sub-bacia do rio Cunene;

- Foram identificados e avaliados *in situ* seis locais ao longo do rio e duas nascentes associadas às formações quartzíticas;

- No geral as águas apresentam; condutividades eléctricas baixas, embora as águas superficiais apresentem valores mais elevados; os valores do pH são ligeiramente ácidos reflectindo a proveniência da água - precipitação atmosférica e circulação através de aquíferos quartzíticos;

- O solo apresenta uma ocupação mista: núcleos populacionais de reduzida dimensão e dispersos, plantações agrícolas e uma vegetação extensa do tipo mato esparso e por vezes arbórea;

- As principais fontes contaminantes das massas de água locais são: os efluentes e os resíduos das actividades domésticas, o aumento desordenado dos pólos urbanos, as actividades agrícolas e pecuárias com as aplicações descontroladas de pesticidas e fertilizantes; a presença habitual de focos dispersos

de lixo bem como a lavagem de viaturas constituem outros processos de contaminação ambiental e da água.

No capítulo final são apresentadas recomendações e medidas para a preservação do ambiente e ordenamento do espaço físico, bem como para a sustentabilidade e exploração racional das massas de água naturais.

Palavras-chave: Água; Rio Ngolo; Quartzitos; Granitos; Aquífero; Nascente; Contaminação; Protecção.

ABSTRACT

The first objective of this study is the physical characterization of an intermediate sector of the Ngolo river basin, including the geological and hydrogeological characterization.

The in-situ physic-chemical characterization of some springs (groundwater) and river water has also been made.

Generally the study area has the following characteristics:

- It is located west of Lubango city (Huila Province, SW of Angola), at an altitude of more than 1100m;
- Topographically it is in a hilly area on the east bank of the Plateau of Humpata;
- The local geology comprises the following lithological formations: quartzites on the top which are moderately altered and highly fractured; they constitute an important aquifer; granites on the base, that normally operate as an impermeable barrier;
- The main water stream - River Ngolo - has perennial regime, it is located on the upstream sector of the Caculuvale river basin, which is a sub-basin of Cunene river;
- Six sites along the river and two springs associated with quartzite formations were recognized and evaluated in situ;
- Overall the water characterization shows low electric conductivities, although the surface waters have higher values; pH values are slightly acidic reflecting the origin of the water - from rainfall and circulation through a quartzite aquifer;
- The surface has a mixed occupancy: small scale and dispersed human dwellings, prairies and agricultural plantations and extensive and undifferentiated vegetation areas, bush and sometimes trees.
- The main sources of contamination of local water bodies are: effluents and wastes from domestic activities, the increase of unplanned dwellings, agricultural and livestock activities and uncontrolled application of pesticides and fertilizers, the constant presence of dispersed garbage as well as the washing of vehicles;

The final chapter presents recommendations and measures for the preservation of the environment as well as for the sustainability and rational exploitation of natural water bodies.

Key-words: Water; Ngolo River; Quartzite, Granite; Aquifer; Water-spring; Contamination; Protection

Índice Geral

Dedicatória.....	III
Agradecimentos.....	IV
Resumo.....	V
Abstract.....	VII
Índice.....	VIII
Índice de figura.....	IX
Índice dos quadros.....	X

Capítulo 1- Introdução.....	1
1.1. Importância da água.....	1
1.1.1. Disponibilidade hídrica na Terra.....	2
1.1.2. Problemas de água em Angola.....	2
1.1.3. Problemática da Água no Lubango.....	4
1.2. As águas subterrâneas.....	5
1.3. Objectivos.....	7
1.4. Metodologias.....	8
Capítulo 2. Enquadramento regional da área em estudo.....	9
2.1. Geografia e Administração.....	9
2.2. Geologia e Geomorfologia.....	10
2.3. Hidrografia.....	18
2.4. Clima.....	22
2.4.1. Precipitação atmosférica.....	23
2.4.2. Humidade.....	26
2.4.3. Temperatura Atmosférica.....	26
2.4.4. Pressão Atmosférica.....	27
2.4.5. Vento.....	27
2.4.6. Nebulosidade.....	28
2.4.7. Insolação.....	28
Capítulo 3. Caracterização física da área em estudo.....	29
3.1. Topografia.....	29
3.2. Geologia.....	29
3.3. Hidrografia.....	32
3.4. Hidrogeologia.....	33

3.5. Caracterização <i>in situ</i> da água superficial e subterrânea.....	34
3.5.1. Pontos de água estudados.....	34
3.5.2. Resultados da caracterização <i>in situ</i> da água.....	44
3.5.3. Interpretação de resultados.....	45
Capítulo 4 – Uso e ocupação do solo e Impactos nas massas de água locais.....	47
4.1. Usos e ocupação do solo.....	47
4.2. Actividades e fontes potencialmente contaminantes.....	52
4.3. Impactos nas massas de água locais.....	54
Capítulo 5. Conclusões e Recomendações.....	57
5.1. Conclusões.....	57
5.2. Recomendações.....	58
Bibliografia.....	61

Índice de Figuras

Figura 1 Principais bacias hidrográficas da Angola ,(Fonte: Diniz, 1991).....	3
Figura 2 - Perfil hidrogeológico expressando a ocorrência de unidades aquíferas(hidrogeologia.no.sapo.pt/aquiferos.htm)	7
Figura 3 - Enquadramento geográfico e administrativo da região em estudo (caixa vermelha).....	10
Figura 4 - Carta Geológica da área do Lubango (adaptada de Vale, 1971).....	11
Figura 5 - Corte Geológico na área do Lubango com direcção N-S. (PDPL, 2000).....	12
Figura 6 - - Carta Geológica da área do Lubango (adaptada de Vale, 1971).....	14
Figura 7 - Sequência litostratigrafica do Grupo da Chela (Gonçalves 1985).....	16
Figura 8 - Bacia hidrográfica do Rio Cunene com indicação (AHT GROUP AG 2010).....	19
Figura 9 - Localização da sub-bacia do Caculvale na bacia hidrográfica do Cunene (Baptista E, 2010).....	20
Figura 10 - Enquadramento geral do local em estudo (em fragmento da Carta Topográfica1:100.000,Folha 336).....	30
Figura 11 - Aspecto geral da área de estudo (fotos do autor).....	30
Figura 12 - Representação da geologia da região enquadrante da zona em estudo (fragmento da Carta de H. Carvalho,1974).....	31
Figura 13 - Aspecto dos Granitos (A a D) e dos Quartzitos fracturados (F).....	32
Figura 14 - Rede hidrográfica local (Firmino, 2011).....	33
Figura 15 - Perfis simplificados expressando o enquadramento geológico e hidrogeológico simplificado da zona em estudo.....	34
Figura 16 - Localização dos pontos de água estudado (sobre imagem do Google Earth, 2013).....	35
Figura 17 - Aspecto das Nascentes estudadas (N1 e N2).....	36
Figura 18 - Locais estudados nas margens do rio Ngolo (L1 a L6).....	37
Figura 19 - Equipamentos utilizados na recolha de dados.....	38
Figura 20 - Fotografia aérea (in Google Earth) expressando o uso e a ocupação do solo nos domínios em estudo: A - Setembro de 2006 e B - Fevereiro de 2013... ..	48
Figura 21 - Aspetos do uso e ocupação da superfície da zona em estudo: A - terreno agrícola abandonado; B- agricultura rudimentar; C- construções desordenadas D- mata semifechada	

constituída por arbustos; E- terreno agrícola; F- plantas de diferentes espécies na beira das nascentes.....50

Figura 22 - Aspectos gerais da Unidade empresarial de captação de água e engarrafamento de água – Água Preciosa – localizada na margem direita do rio Ngolo na zona estudada.....51

Figura 23 - Aspectos gerais dos principais processos e fontes de contaminação ambiental e das massas de água naturais na zona em estudo: A- criação e pastagem de gado; B-concentração de lixo orgânico sobre a água ; C- lavagem de roupa e de viaturas; D- contaminação das águas pelas actividades humanas; E- concentração de lixos inorgânicos nas margens do rio ;F- construções desordenadas ao lado das nascentes.....53

Índice de Quadros

Quadro 1- Parâmetros de extensão para as diferentes bacias em análise.....22

Quadro 2- Precipitação segundo o conjunto de postos odométricos, com aproximadamente 35 anos de registo de precipitação para o período de 1937 a 1974 (adaptado por Victor et al., 2007).....25

Quadro 3- Coordenadas dos Pontos de água estudados.....35

Quadro 4 - Características gerais do Ponto de água L1.....39

Quadro 5- Características gerais do Ponto de água L2.....39

Quadro 6 - Características gerais do Ponto de água L3.....40

Quadro 7 - Características gerais do Ponto de água.....41

Quadro 8 - Características gerais do Ponto de água42

Quadro 9 - Características gerais do Pontos de água (L6.....42

Quadro 10 - Características gerais da Nascente (N1.....43

Quadro 11 - Características gerais da Nascente (N2).....44

Quadro 12- Resultados das medições de campo (Março de 2012).....45

Quadro 13- Resultados das medições de campo (Julho de 2013).45

Quadro 14 - Uso e ocupação dos solos por sectores na zona em estudo.....52

Quadro 15 - Matriz de Leopold aplicada à implantação de furos para captação de águas subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Rio Ngolo.....55

Quadro 16 -Matriz de Leopold aplicada à implantação de uma mini -represa na Bacia Hidrográfica do Rio Ngolo.....56