



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

# **CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DO SISTEMA AQUÍFERO DA CHELA NA ZONA DA HUMPATA**

**Evandro Adilson Madureira André**

**MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS – RAMO DE AMBIENTE E ORDENAMENTO**

**Setembro, 2013**





FCTUC

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

# CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DO SISTEMA AQUÍFERO DA CHELA NA ZONA DA HUMPATA

Evandro Adilson Madureira André

MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS  
RAMO DE AMBIENTE E ORDENAMENTO

**Orientadores científicos**

**Prof. Doutor José Manuel Martins de Azevedo,**  
Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra

**Prof. Doutor Nelson Edgar Rodrigues,**  
Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra

**Coimbra, Setembro, 2013**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me ter dado a oportunidade de realizar este trabalho.

Expresso aqui o meu agradecimento pessoal aos Professores Doutores José Manuel Martins de Azevedo e Nelson Edgar Viegas Rodrigues, orientadores desta dissertação, pelo acompanhamento, paciência, conselhos, correções e contributos fundamentais para o resultado final desta tese.

Aos meus pais e irmãos, agradeço toda a dedicação e ajuda na concretização de mais um objectivo, em especial, à minha mãe pelo seu amor incondicional e infinito.

Aos meus colegas deste grupo, pelo colectivismo, apoio e troca de experiências fantásticas durante estes 2 anos lectivos.

Agradeço ao Sr. José Manuel Cebolo de Oliveira, Director da Empresa Selagrup pela oportunidade e cedência de toda a informação necessária para a realização deste projecto. Ao Doutor João Saraiva, a minha gratidão pelas palavras de incentivo, estímulo, compreensão e acima de tudo pelo subsídio académico prestado durante estes anos.

Por último, dedico este trabalho à minha noiva, Jandira Correia, as palavras são poucas para expressar o meu agradecimento pelo teu amor, carinho, alegrias, compreensão e apoio!

A todos, o meu obrigado!

## RESUMO

No decorrer do processo de reconstrução nacional de Angola várias têm sido as tarefas desempenhadas pelo Executivo Nacional para melhoria e garantia das condições de vida dos cidadãos, realçando-se os programas Provinciais e Municipais integrados de combate à fome e à pobreza. Uma das vertentes deste Projecto é o Programa “Água para Todos”, que visa a concretização de sistemas de abastecimento de água na sua maioria abastecidos por águas subterrâneas.

O presente estudo pretende contribuir para o desenvolvimento daquele Projecto e para o melhor conhecimento hidrogeológico de Angola, particularmente da Província da Huíla.

O trabalho reporta-se aos domínios envolvente da Vila da Humpata e baseou-se em pesquisa bibliográfica, reconhecimentos de campo e análise de interpretação de relatórios de furos graciosamente fornecidos pela Empresa SELAgrup.

Geologicamente a zona estudada inclui-se na sequência vulcano-sedimentar designada pelo Grupo da Chela e é dominada por rochas quartzíticas intensamente fracturadas; ocorrem ainda bancadas xistentas e níveis com metavulcanitos.

Do ponto de vista hidrogeológico, os domínios estudados apresentam as seguintes características: (1) presença de níveis aquíferos do tipo fracturado, especificamente nas bancadas quartzíticas; (2) as unidades aquíferas possuem regime confinado a semi-confinado; o confinamento está associado aos níveis xistentos e quartzíticos densos e pouco fracturados; (3) ocorre um nível produtivo entre os 25m e os 50m de profundidade com considerável extensão lateral; (4) verifica-se a ocorrência de um segundo nível nas proximidades dos 100m a 150m de profundidade, embora com menor definição espacial e continuidade lateral; (5) a recarga aquífera resulta fundamentalmente da infiltração de uma importante fracção das águas pluviais.

As massas de água subterrâneas que ocorrem nas zonas em estudo são utilizadas para o consumo doméstico, industrial e produção agropecuária.

A caracterização físico-química da água, efectuada *in situ*, indica que a água apresenta valores muito baixos da condutividade eléctrica e é ligeiramente ácida; isto permite deduzir que actualmente a água consumida no município da Humpata não apresenta importantes indícios de contaminação. Contudo, existem nesta região potenciais focos de contaminação que devem ser levados em consideração.

**Palavras-chave:** Humpata; água; hidrogeologia; aquífero; furos; contaminação

## **ABSTRACT**

*In the process of national reconstruction of Angola various measures have been taken by the National Executive to assure and to improve the living standards of citizens, with emphasis on the Provincial and Municipal integrated programs to combat hunger and poverty. One of the aspects of this project is the program “Água para Todos” (Water for All), which aims the implementation of systems for water supply, mostly drawing on groundwater.*

*The present study intends to contribute for the development of that National Project and for a better knowledge of the hydrogeological potential of Angola, in particular of the province of Huila.*

*The work concerns some areas surrounding the village of Humpata and it was based on a scientific literature review, a field reconnaissance and on the analysis and interpretation of waterhole reports, graciously provided by the company SELAgrup.*

*Geologically the study area is included in the volcano-sedimentary sequence, known as the Chela Group, and it is dominated by intensely fractured quartzite rocks; some schist and metavolcanite levels are also found.*

*From the hydrogeological point of view, the studied domains have the following characteristics: (1) the presence of fractured rock aquifers, specially on the quartzite levels, (2) the aquifer units are confined to semi-constrained; the confinement is related to schist and to denser, low fractured quartzite levels, (3 ) there is a productive level from 25m and 50m deep with a considerable lateral extent, ( 4 ) it also occurs a second level from around 100m to 150m deep, even though it has lower spatial resolution and lateral continuity, ( 5 ) the aquifer recharge results mainly from infiltration of a significant amount of the rainwater.*

*The groundwater abstracted from the study area is used for domestic, industrial and agricultural consumption.*

*The in-situ physic-chemical measurements have shown that the water has very low values of electrical conductivity and that it is slightly acidic. As a result it can be deduced that the water currently consumed in the municipality of Humpata shows no significant evidence of contamination in the major elements. Even so in this region there are potential sources of contamination that must be taken into consideration.*

**Keywords:** *Humpata, water, hydrogeology, aquifer; boreholes; water-contamination*

# ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS .....	III
RESUMO .....	IV
ABSTRACT .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE QUADROS .....	X
I. INTRODUÇÃO .....	i
1.1. Introdutório ao tema .....	1
1.2. Recursos Hídricos na Terra .....	3
1.3. Recursos Hídricos em África .....	5
1.4. Recursos Hídricos em Angola .....	6
1.5. Recursos Hídricos no município da Humpata .....	8
1.6 Objectivos .....	10
1.7 Metodologias .....	10
II. ENQUADRAMENTO REGIONAL DA ÁREA ESTUDADA.....	11
2.1. Geográfico e Administrativo .....	11
2.2. Geológico e tectónico.....	12
2.3 Hidrográfico e Climático .....	17
2.4. Uso e ocupação da superfície.....	22
III. ENQUADRAMENTO GERAL DOS FUIROS ESTUDADOS.....	26
3.1. Furos estudados: Localização e critérios de selecção.....	26
3.1.1.Localização.....	26
3.1.2 Critérios de selecção .....	26
3.2 Enquadramento físico dos furos .....	27
3.2.1 Enquadramento geral .....	27
3.2.2 Enquadramento local .....	29
3.2.3 Outros pontos de água locais .....	35
IV. Caracterização estrutural e Hidrogeológica das captações.....	40
4.1. Caracterização dos furos .....	40
4.2. Interpretação Hidrogeológica .....	51
4.3. Caracterização Hidroquímica.....	59

4.4. Usos da água.....	64
V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	66
5.1. Conclusões.....	66
5.2. Recomendações.....	68
BIBLIOGRAFIA.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> - Distribuição da água no planeta Terra .....	3
<b>Figura 1.2</b> - Percentagem da população usando fontes melhoradas de água ..	4
<b>Figura 1.3</b> - Produtividade dos aquíferos mundiais .....	6
<b>Figura 1.4</b> - Crianças em zona de água parada e sem saneamento .....	7
<b>Figura 1.5</b> - Nascente de água da humpata .....	9
<b>Figura 2.1</b> - Enquadramento geográfico e Administrativo da região .....	i1
<b>Figura 2.2</b> - Fragmento da carta geológica da região.....	12
<b>Figura 2.3</b> - Corte geológico na área do Lubango com direcção N-S .....	13
<b>Figura 2.4</b> - Carta de fracturação da região na zona em estudo .....	16
<b>Figura 2.5</b> - Sequência litostratigráfica do grupo da Chela .....	17
<b>Figura 2.6</b> - Bacia hidrográfica do rio Cunene .....	18
<b>Figura 2.7</b> - Temperatura média anual no contexto nacional .....	19
<b>Figura 2.8</b> - Precipitações médias anuais .....	20
<b>Figura 2.9</b> - Gráfico Pluviométrico da estação do Lubango.....	21
<b>Figura 2.10</b> - Número médio de dias com precipitação .....	22
<b>Figura 2.11</b> – Fotografia aérea expressando o uso e ocupação do solo em 2010 .....	23
<b>Figura 2.12</b> – Fotografia aérea expressando o uso e ocupação do solo em 2013.....	23
<b>Figura 2.13</b> - Aspectos e ocupação do solo na zona da Humpata.....	24
<b>Figura 2.14</b> - Campo de laranjeiras da fábrica de sumos .....	25
<b>Figura 3.1</b> - Fotografia aérea expressando o enquadramento geral dos furos seleccionados e o uso e a ocupação do solo.....	27
<b>Figura 3.2</b> - Aspectos gerais da geologia enquadrante dos furos estudados.....	28
<b>Figura 3.3</b> - Fotografia aérea ( <i>in Google Earth</i> ) expressando o enquadramento geral dos pontos de água seleccionados.....	36
<b>Figura 3.4</b> - Aspecto geral da nascente da Humpata.....	37
<b>Figura 4.1</b> - Construção de captação e fragmentos da captação, realçando os doleritos.....	43
<b>Figura 4.2</b> - Fragmentos de perfuração (cuttings) do Furo 6 .....	49
<b>Figura 4.3</b> - Construção de captação e fragmentos de perfuração do furo ....	51
<b>Figura 4.4</b> - Tentativa de correlação litológica e hidrostratigráfica entre os furos seleccionados .....	53

<b>Figura 4.5</b> – Perfis hidrogeológicos interpretativos com base nos elementos fornecidos nos furos seleccionados .....	54
<b>Figura 4.6</b> – (Continuação) Perfis hidrogeológicos interpretativos com base nos elementos fornecidos nos furos seleccionados .....	55
<b>Figura 4.7</b> - Tentativa de correlação litológica entre os furos seleccionados ...	57
<b>Figura 4.8</b> - Tentativa de definição geométrica das duas unidades aquíferas locais com base nos elementos fornecidos pelos furos seleccionados .....	58
<b>Figura 4.9</b> – Recolha de amostras, medições de parâmetros físico-químicos e aparelhos utilizados .....	60
<b>Figura 4.10</b> – Localização dos pontos de medição .....	61
<b>Figura 4.11</b> – Principais focos e processos de contaminação potencial das massas de água na zona em estudo .....	63
<b>Figura 4.12</b> – Resumo das principais fontes de contaminação das massas de água naturais nas zonas periurbanas em Angola .....	64

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Características gerais do furo nº 1 .....	30
<b>Quadro 2</b> - Características gerais do furo nº 2 .....	30
<b>Quadro 3</b> - Características gerais do furo nº 3 .....	31
<b>Quadro 4</b> - Características gerais do furo nº 4 .....	32
<b>Quadro 5</b> - Características gerais do furo nº 5 .....	33
<b>Quadro 6</b> - Características gerais do furo nº 6 .....	34
<b>Quadro 7</b> - Características gerais do furo nº 7 .....	34
<b>Quadro 8</b> – Características gerais da nascente .....	36
<b>Quadro 9</b> - Características gerais do Ponto nº 1 do rio .....	37
<b>Quadro 10</b> - Características gerais do Ponto nº 2 do rio.....	38
<b>Quadro 11</b> - Características gerais do Ponto nº 3 do rio.....	38
<b>Quadro 12</b> - Características gerais do Ponto nº 4 do rio .....	39
<b>Quadro 13</b> - Resultados das análises efectuadas <i>in situ</i> .....	61