



Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior Agrária

**Relatório de Estágio**

**Avaliação da Qualidade da Água na Albufeira de  
Castelo do Bode - Metais**

**Inês Barata Garcia**  
**Engenharia Biológica e Alimentar**

**Eng.<sup>a</sup> Maria da Conceição Mesquita dos Santos**  
**Eng.<sup>a</sup> Paula Susana Boucas Aprisco**  
**Dr. André Filipe Lourenço Almeida Miranda**

**Castelo Branco, Novembro de 2010**

Local de realização do estágio:

EPAL – Empresa Portuguesa de Água Livres, S.A., em Lisboa.

Orientador interno:

Eng.<sup>a</sup> Maria da Conceição Mesquita dos Santos

Orientadores externos:

Eng.<sup>a</sup> Paula Susana Boucas Aprisco

Dr. André Filipe Lourenço Almeida Miranda



*“L'eau n'est pas nécessaire à la vie, elle est la vie.”*

*Antoine de Saint-Exupéry (1900-1944)*

## Agradecimentos

Antes de mais quero agradecer a oportunidade que me foi dada ao realizar o estágio na EPAL – Empresa Portuguesa de Águas Livres, em Lisboa, à Directora do Laboratório, Eng.<sup>a</sup> Maria João Benoliel, expresso o meu sincero agradecimento.

Aos meus orientadores externos, Eng.<sup>a</sup> Paula Aprisco e Dr. André Miranda, pelo seu apoio e disponibilidade demonstrada em estar sempre prontos a ajudar. Agradeço-lhes ainda a transmissão de conhecimentos, a orientação e também as sugestões.

À Eng. Conceição Mesquita, minha orientadora interna, quero agradecer todo o apoio científico que me deu ao longo da realização do presente relatório e empenho demonstrado.

À Dr. Ana e à Sr.<sup>a</sup> Isabel, o prazer de uma amizade tão especial.

À EPAL, em especial à equipa da Química Inorgânica, pelo acolhimento e simpatia, sempre tão disponíveis.

Aos meus pais, a quem devo a pessoa que sou. Obrigada pela vossa dedicação, paciência e sobretudo por acreditarem em mim.

Ao Pedro, pela motivação, agradeço as palavras e momentos de apoio.

A ti Rita, por me fazeres sempre rir.

*Para a minha irmã, Rita.*

## Lista de Abreviaturas

µg/L – micrograma por litro

µS/cm – microsimens por centímetro

AC - avaliação de conformidade

Ag - prata

Al - alumínio

As - arsénio

B - boro

Ba – bário

Be - berílio

Ca - cálcio

CaCO<sub>3</sub> - carbonato de cálcio

Cd - cádmio

Co – cobalto

COT – carbono orgânico total

Cr - crómio total

Cu - cobre

DL - Decreto de Lei

DQA - Directiva do Quadro da Água

DRAOT - Direcção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território

DRAOT-LVT - Direcção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território de Lisboa e Vale do Tejo

EPAL - Empresa Portuguesa de Águas Livres S.A.

ETA - Estação de Tratamento de Água

Fe - ferro

ha - hectare

Hg - mercúrio

hm<sup>3</sup> - hectómetro cúbico

ICP-EOS – Inductively Coupled Plasma-Optic Emission Spectrometry

ICP-MS – Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

K - potássio

km - quilómetro

LQ - limite de quantificação

Mg - magnésio

mg/L – miligrama por litro

Mn - manganês

Na - sódio

Ni - níquel

°C - graus Celsius

Pb - chumbo

PMQA - Plano de Monitorização da Qualidade da Água

POACB - Plano de Ordenamento da Albufeira de Castelo do Bode

PSA - Plano de Segurança da Água

Sb - antimónio

Se - selénio

SMACB - Simulação Matemática da Evolução Morfológica, da Propagação de Sedimentos e da Qualidade da Água do Rio Zêzere entre Silvaes e a Captação da EPAL na Albufeira de Castelo do Bode

U - urânio

V - vanádio

VMA - Valores Máximos Admissíveis

VMR - Valores Máximos Recomendado

# Índice Geral

---

Índice de Figuras

Índice de Tabelas

Resumo

Summary

Sommaire

Lista de Abreviaturas

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objectivos.....	1
1.2. Enquadramento.....	1
1.3. Água na origem.....	2
1.4. Qualidade da água – Metais.....	5
<b>2. Albufeira de Castelo do Bode.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Metodologia.....</b>	<b>12</b>
3.1. Parâmetros analisados.....	12
3.2. Amostragem.....	15
<b>4. Resultados e Discussão.....</b>	<b>15</b>
4.1. Classificação da água de Castelo do Bode.....	15
4.2. Avaliação da Qualidade da Água.....	18
4.2.1. Resultados relativos aos parâmetros cujos valores foram inferiores ao limite de quantificação.....	18
4.2.2. Resultados relativos aos parâmetros cujos valores foram superiores ao limite de quantificação.....	20
4.2.2.1. Alcalinidade, Condutividade eléctrica, pH, Temperatura e TOC.....	20
4.2.2.2. Arsénio.....	27
4.2.2.3. Potássio e Magnésio.....	29
4.2.2.4. Alumínio.....	32
4.2.2.5. Manganês, Ferro total e Ferro dissolvido.....	34

<b>4.</b>	<b>Considerações Finais.....</b>	<b>36</b>
<b>5.</b>	<b>Bibliografia.....</b>	<b>39</b>
<b>Anexo I</b>	<b>Normas de Qualidade das Águas Superficiais.....</b>	<b>II</b>
<b>Anexo II</b>	<b>Limites das Águas Doces Superficiais Destinadas à Produção de Água para Consumo Humano.....</b>	<b>IV</b>
<b>Anexo III</b>	<b>Pontos de Amostragem.....</b>	<b>VI</b>
<b>Anexo IV</b>	<b>Avaliação da Qualidade da Água da Albufeira de Castelo do Bode.</b>	<b>VIII</b>
<b>Anexo V</b>	<b>Representações Gráficas.....</b>	<b>XVI</b>
<b>Anexo VI</b>	<b>Boletins de Precipitação.....</b>	<b>LXXI</b>

## Índice de Figuras

---

<b>Figura 1.</b> –	Mapa de localização da área de estudo.....	8
<b>Figura 2.</b> –	Competição desportiva.....	9
<b>Figura 3.</b> –	Navegação a motor.....	9
<b>Figura 4.</b> –	Amostragem.....	15
<b>Figura 5.</b> –	Número de parâmetros incluídos em cada categoria, por ano.....	17
<b>Figura 6.</b> –	Perfil da condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm } 20^\circ\text{C}$ ).....	21
<b>Figura 7.</b> –	Perfil do pH (E. Sørensen).....	22
<b>Figura 8.</b> –	Perfil da alcalinidade ( $\text{mg}/\text{L CaCO}_3$ ).....	24
<b>Figura 9.</b> –	Perfil da temperatura ( $^\circ\text{C}$ ).....	25
<b>Figura 10.</b> –	Perfil do carbono orgânico total ( $\text{mg}/\text{L C}$ ).....	26
<b>Figura 11.</b> –	Perfil do arsénio ( $\mu\text{g}/\text{L As}$ ).....	28
<b>Figura 12.</b> –	Perfil do potássio ( $\mu\text{g}/\text{L K}$ ).....	30
<b>Figura 13.</b> –	Perfil do magnésio ( $\text{mg}/\text{L Mg}$ ).....	31
<b>Figura 14.</b> –	Perfil do alumínio ( $\mu\text{g}/\text{L Al}$ ).....	33
<b>Figura 15.</b> –	Perfil do manganês ( $\mu\text{g}/\text{L Mn}$ ).....	35
<b>Figura 16.</b> –	Perfil do ferro total e do ferro dissolvido ( $\mu\text{g}/\text{L Fe}$ ).....	36

## Índice de Tabelas

---

<b>Tabela 1.</b> –	Parâmetros analisados e respectivos métodos analíticos.....	12
<b>Tabela 2.</b> –	Parâmetros analisados entre o ano de 2003 e Julho de 2010 e respectiva frequência de análise.....	14
<b>Tabela 3.</b> –	Avaliação global da qualidade da água da albufeira de Castelo do Bode.....	16
<b>Tabela 4.</b> –	Parâmetros com resultados inferiores ao limite de quantificação.....	19

## Resumo

---

Com o objectivo de avaliar a qualidade da água da albufeira de Castelo do Bode face à concentração de metais, foram analisados dados referentes ao período de 2003 a Julho de 2010. Procedeu-se à recolha e tratamento de dados relativos a análises efectuadas aos metais para os diversos pontos de amostragem.

Relativamente à qualidade da água da albufeira, verificou-se que a sua qualidade passou de A3 em 2003, para A2 nos seguintes anos, o que indica uma melhoria da sua qualidade, sendo que para os metais a sua classificação foi sempre de A1.

Dos metais analisados apenas o arsénio, alumínio, ferro, magnésio, manganês e potássio, apresentaram valores superiores aos limites de quantificação, tendo os afluentes a montante da barragem de Castelo do Bode, contribuído significativamente para a sua presença na albufeira.

De um modo geral, os valores obtidos cumprem os limites previstos no Decreto-Lei n.º236/98, não representando por isso, um risco para a saúde pública.

Apesar da presença de metais na água, estes podem estar em baixas concentrações, no entanto, é importante não esquecer que o seu tratamento implica um custo, e este pode tornar-se insustentável para a entidade gestora.

### Palavras-chave

---

Albufeira de Castelo do Bode, água na origem, metais.

## Summary

---

In order to evaluate the water quality of the bayou of Castelo do Bode considering the concentration of metals several data analysed from 2003 to July 2010. We then proceeded to the gathering and treatment of data from previous metal analysis of the several sampling points.

Regarding the quality of the bayou water, it was confirmed that the quality went from A3 in 2003 to A2 in the following years, which indicates an improvement of its quality, which for metals has always been an A1 classification.

Among the analysed metals only arsenic, aluminum, iron, magnesium, manganese and potassium showed superior values to the limit of quantification, having the tributaries upstream contributed significantly to their presence in the bayou.

In a certain way, the obtained comply within the limits of the Law 236/98. Therefore, they don't represent any risk to the public health.

Despite the presence of metals in water, these may be in low concentrations, however, it is important to remember that its treatment involves a high cost, and which may become unsustainable for the management entity.

## Key-Words

---

Bayou of Castelo do Bode, water at source, metals.