



*“As doutrinas expressas neste trabalho  
são da inteira responsabilidade do seu autor”*

*Título: Sistema de Desinfecção de água pela radiação ultravioleta – ETA de  
Beirabaga*

*Local de realização do estágio: Geral – Electricidade água energias alternativas*

*Orientador Interno: Maria da Conceição Mesquita dos Santos*

*Orientador externo: Vítor Manuel Lopes Almeida*

*A todas as Pessoas que ao longo destes cinco anos de curso Caminharam a meu Lado  
e me Apoiaram.*

## *Índice de Figuras e Quadros*

<b>Figura 1</b> – Acção da Radiação UV no DNA .....	7
<b>Figura 2</b> – Localização no Espectro da gama UV .....	8
<b>Figura 3</b> – Esquema básico de um Sistema de Desinfecção por Ultravioletas.....	9
<b>Figura 4</b> – Estrutura da ETA da Beirabaga.....	9
<b>Figura 5</b> – Imagem do Google Earth da exploração, direcções e local de recolha.....	12
<b>Figura 6</b> – Fluxograma da ETA da Beirabaga e representação dos pontos de Recolha.....	13
<b>Figura 7</b> – Evolução dos valores globais dos parâmetros analisados, nos três pontos de recolha, ao longo dos dois períodos de amostragem.....	21
<b>Figura 8</b> – Valores de SST registados ao longo do 1º Período de amostragem.....	22
<b>Figura 9</b> – Valores de SST registados ao longo do 2º Período de amostragem.....	22
<b>Figura 10</b> – Valores de Dureza registados ao longo do 1º Período de amostragem.....	23
<b>Figura 11</b> – Valores de Dureza registados ao longo do 2º Período de amostragem.....	24
<b>Figura 12</b> – Valores de Teor em Ferro registados ao longo do 1º Período de amostragem .....	25
<b>Figura 13</b> – Valores de Teor em Ferro registados ao longo do 2º Período de amostragem.....	25
<b>Quadro 1</b> – Vantagens e desvantagens dos diferentes sistemas de desinfecção entre si .....	11
<b>Quadro 2</b> – Parâmetros analisados e respectivos métodos de análise.....	16
<b>Quadro 3</b> – Resultados obtidos dos parâmetros Microbiológicos no 1º período.....	19
<b>Quadro 4</b> – Resultados obtidos dos parâmetros Microbiológicos no 2º período.....	19
<b>Quadro 5</b> – Valores médios e desvio padrão para os parâmetros físico – químicos principais analisados.....	20
<b>Quadro 6</b> – Valores médios e desvio padrão para os parâmetros físico – químicos secundários analisados.....	20

## ***Resumo***

Com este trabalho pretendeu-se analisar a eficiência de um sistema de desinfecção de águas pelo processo de ultravioleta, tendo-se recorrido a análises microbiológicas e físico-químicas de forma a estabelecer uma correspondência entre a eficiência do tratamento e as variações climatéricas durante o período de amostragem/ análise dos parâmetros, que influenciam a desinfecção por ultravioleta. Para tal, procedeu-se à recolha semanal de amostras de água em dois períodos diferentes (16 de Abril a 28 de Maio) e (18 de Junho a 23 de Julho).

Dos resultados obtidos constatamos que, durante o período em que se observaram temperaturas mais elevadas, houve um aumento do número de microorganismos patogénicos. No entanto, o processo de desinfecção instalado, garantiu a remoção destes microorganismos, com conseqüente produção de água própria para consumo humano.

Quanto aos parâmetros físico – químicos analisados, em particular no que se refere aos teores de SST, teor de ferro total e dureza, verificamos que em nenhum momento se ultrapassou o limite considerado como tendo interferência no processo de desinfecção por radiação UV

**Palavras-chave:** Desinfecção, águas de consumo humano, radiação ultravioleta, microorganismos, eficiência

Engenharia dos Recursos Naturais e Ambiente

Sara Cristina Bica Gonçalves

## *Abstract*

This work pretends to examine the efficiency of a water disinfection system by the ultraviolet process, having been used microbiological analysis and physical-chemical, in order to establish a correlation between the effectiveness of the treatment and weather variance during the sampling / analysis of the parameters, which influence the ultraviolet disinfection. For such, it proceeded to water samples in two different periods (April 16 to May 28) and (18 June to 23 July).

Of the results obtained we establish that, during the period that the temperatures were more elevated had an increase of the number of pathogenic micro-organisms. However, the installed process of disinfection, secured the removal of these micro-organisms, with production of good water to human consumption.

As for physical and chemical parameters analyzed, in particular with regard to levels of suspension solids, total iron content and hardness, we note that, in no moment the limit considered as interference in the disinfection by the process of ultraviolet radiation was exceeded.

**KEYWORDS:** Disinfection, waters of human consumption, ultraviolet radiation, micro-organisms, efficiency.

## ***Lista de Anexos***

### **Anexo I**

- \* Decreto-lei 243/2003 de 5 de Setembro

### **Anexo II**

- \* Dados Meteorológicos

### **Anexo III**

- \* Regras para a Colheita, Remessa e Acondicionamento de amostras de água para análise microbiológica utilizadas na Escola Superior Agrária de Castelo Branco

### **Anexo IV**

- \* Norma Portuguesa 4346 de 1998 referente a Qualidade da água, Regras gerais para a quantificação de microorganismos em meio de cultura

### **Anexo V**

- \* Boletins de Análise Microbiológica referentes a todas as recolhas de água

### **Anexo VI**

- \* Boletins de análise físico – química referentes a todas as recolhas de água

### **Anexo VII**

- \* Gráficos executados no cruzamento de informação obtida nas diferentes análises de água

## *Agradecimentos*

A realização deste trabalho foi possível, devido à colaboração de várias pessoas que, com o seu contributo me ajudaram a concretizar esta fase da minha vida.

Para estes, expresso a minha sincera gratidão.

Ao Sr. Vítor Almeida, pela oportunidade da realização do estágio curricular, disponibilidade, paciência e apoio prestado.

A Sr.<sup>a</sup> Eng.<sup>a</sup> Conceição Mesquita pela orientação, sugestões fornecidas, assim como pela disponibilidade que demonstrou para esclarecer as minhas dúvidas e pela revisão final deste trabalho.

À responsável do Laboratório de Microbiologia da Escola Superior Agrária, Eng.<sup>a</sup> Maria Manuela Frazão e à Técnica do mesmo laboratório Maria Helena Martins, tal como à técnica responsável pelo Laboratório de Águas e Águas Residuais da mesma instituição, Aurora Poças, pela forma como me receberam como estagiária, disponibilidade, atenção, simpatia, apoio, por terem proporcionado desde o início um bom ambiente de aprendizagem, assim como pela disponibilização de material.

A todos os que se cruzaram comigo durante esta aprendizagem e me ajudaram a ultrapassar barreiras.

Muito Obrigado.

## ***Lista de Abreviaturas***

aq – Estado aquoso  
Br<sup>-</sup> - Brometos  
BrO<sup>3-</sup> - Bromatos  
CaCO<sub>3</sub> – Carbonato de cálcio  
CE – Condutividade Eléctrica  
Cl<sub>2</sub> – Cloro  
Cl<sup>-</sup> - Cloretos  
ClO<sup>3-</sup> - Cloratos  
CQO – Carência Química de Oxigénio  
DL – Decreto-lei  
DNA – Ácido Desoxirribonucleico  
DP – Desvio Padrão  
EDTA – Ácido etilenodiaminotetracético  
ETA – Estação de Tratamento de Água  
Fe<sup>2+</sup> – Ferro ferroso  
H<sup>+</sup> – Hidrogénio  
H<sub>2</sub>O – Água  
HOCl – Ácido hipocloroso  
mg/L – miligramas por litro  
mj/cm<sup>2</sup> - MicroJoule por centímetro quadrado  
mVx100 – microVolt x 100  
ml – Mililitros  
N<sub>2</sub> – Azoto  
Na<sup>+</sup> – Sódio  
NaOCl – Hipoclorito de Sódio  
NCl<sub>3</sub> – Tricloramina  
NH<sub>3</sub> – Amónia  
NHCl<sub>2</sub> – Dicloramina  
NH<sub>2</sub>Cl – Monocloramina  
nm - Nanómetro  
NMP – Número Mais Provável  
O<sub>2</sub> – Oxigénio

O<sub>3</sub> – Ozono

OCl<sup>-</sup> - Óxido cloroso

OMS – Organização Mundial de Saúde

PE – Polietileno

pH – Potencial hidrogeniônico

pKa – Constante de equilíbrio de dissociação do ácido

ppm – Partes por milhão

RNA – Ácido Ribonucleico

seg. - Segundos

SST – Sólidos Suspensos Totais

UNT – Unidades Nefelométricas de Turbidez

UV – Ultravioleta

μS/cm – microsiemens por centímetro

# *Índice*

*Índice de figuras e quadros*

*Lista de Abreviaturas*

*Resumo*

*Abstract*

*Lista de anexos*

<i>1. Introdução.....</i>	<i>- 1 -</i>
<i>2. Mecanismos de Desinfecção.....</i>	<i>- 3 -</i>
<i>2.1. Cloração.....</i>	<i>- 3 -</i>
<i>2.2. Ozonização.....</i>	<i>- 5 -</i>
<i>2.3. Desinfecção por radiação Ultravioleta (UV).....</i>	<i>- 6 -</i>
<i>2.4. Vantagens/ Desvantagens dos Diferentes Sistemas de Desinfecção entre si.....</i>	<i>10 -</i>
<i>3. Avaliação do funcionamento da ETA da Beirabaga.....</i>	<i>12</i>
<i>3.1. Metodologia.....</i>	<i>13</i>
<i>3.2. Parâmetros Microbiológicos analisados.....</i>	<i>14</i>
<i>3.3. Parâmetros Físico-químicos analisados.....</i>	<i>16</i>
<i>4. Resultados e Discussão.....</i>	<i>18</i>
<i>4.1. Parâmetros microbiológicos.....</i>	<i>18</i>
<i>4.2. Parâmetros Físico – químicos.....</i>	<i>20</i>
<i>5. Considerações Finais.....</i>	<i>26</i>
<i>6. Bibliografia.....</i>	<i>27</i>

*Agradecimentos*

*Anexos*