



**Ana Rita de Sousa Leite**

Licenciatura em Engenharia do Ambiente

## **Desinfeção de Efluentes Urbanos através de Doseamento de Cloro**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia  
do Ambiente, perfil Engenharia Sanitária

Orientador: Pedro António Mano, Professor Auxiliar,  
FCT/UNL

Coorientador: Eng.<sup>a</sup> Lisete Epifâneo, SIMARSUL

Júri:

Presidente e Arguente: Prof. Doutora Leonor Miranda Monteiro do Amaral

Vogais: Prof. Doutor António Pedro de Macedo Coimbra Mano

Prof. Doutora Rita Maurício Rodrigues Rosa



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Dezembro de 2014





**Ana Rita de Sousa Leite**

Licenciatura em Engenharia do Ambiente

## **Desinfeção de Efluentes Urbanos através de Doseamento de Cloro**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia  
do Ambiente, perfil Engenharia Sanitária

Orientador: Pedro António Mano, Professor Auxiliar,  
FCT/UNL

Coorientador: Eng.<sup>a</sup> Lisete Epifâneo, SIMARSUL

Júri:

Presidente e Arguente: Prof. Doutora Leonor Miranda Monteiro do Amaral

Vogais: Prof. Doutor António Pedro de Macedo Coimbra Mano

Prof. Doutora Rita Maurício Rodrigues Rosa



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Dezembro de 2014



## Desinfecção de Efluentes Urbanos através do Doseamento de Cloro

©Copyright em nome de Ana Rita de Sousa Leite, da FCT/UNL e da UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



Ao meu pai



## **Agradecimentos**

---

Queria agradecer, em primeiro lugar, ao professor António Pedro Mano na qualidade de orientador da presente dissertação, por todo o seu tempo despendido com aconselhamentos, a qualidade desses mesmos conselhos e ainda todo o empenho que demonstrou ao longo da elaboração da presente dissertação.

À administração da SIMARSUL, pela oportunidade de realização do presente projeto, em especial à Engenheira Lisete Epifânio.

Queria agradecer à Engenheira Olga Paredes, pela possibilidade de realizar os ensaios laboratoriais nas instalações da ETAR da Quinta do Conde, e em especial à Doutora Lúcia Duarte pelo tempo disponibilizado e auxílio durante a realização dos ensaios laboratoriais.

A todos os meus amigos que me acompanharam, ajudaram e deram motivação nesta fase, sem eles teria sido muito mais difícil.

À minha família, por toda a preocupação. Um muito obrigada, em especial, à minha mãe que sempre me apoiou.



## Resumo

---

O recurso à desinfecção dos efluentes urbanos como forma de procurar garantir os objetivos de remoção da poluição bacteriológica, minimizando os impactes no meio recetor, aumentou de um modo significativo nas últimas décadas. Neste contexto, o recurso à operação de desinfecção por intermédio da radiação ultravioleta (UV), em alternativa ao cloro, tem constituído uma alternativa comumente utilizada.

A presente Dissertação incluiu a revisão dos principais aspetos associados às operações/processos mais utilizados na desinfecção de efluentes urbanos, a radiação ultravioleta, o ozono e o cloro. Acentuou-se o principal aspeto positivo associado à desinfecção UV, o facto de limitar ou mesmo evitar a formação de subprodutos de desinfecção, eventualmente nocivos para o ambiente, bem como o principal problema geralmente referido relativamente ao cloro, que é na presença de precursores, contribuir para a formação de subprodutos, nomeadamente trihalometanos (THM).

As ETAR de Fernão Ferro, Quinta do Conde e Zona Industrial da Autoeuropa, foram utilizadas como caso de estudo, tendo-se efetuado um conjunto de ensaios com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio e diferentes tempos de contacto com o objetivo de apurar situações de compromisso que, permitindo o cumprimento dos objetivos de qualidade relativos à remoção da poluição bacteriológica, não comprometessem a qualidade do efluente tratado no que respeita à concentração de cloro total e, ou à presença de THM.

O trabalho realizado permitiu apurar para cada uma das ETAR, quais as concentrações de cloro a utilizar e quais os tempos de contacto a respeitar, garantindo-se o cumprimento de todos os objetivos de qualidade.

**Palavras-chave:** efluentes urbanos, ETAR, desinfecção, THM.



## Abstract

---

The use of disinfection of urban effluents as a way to ensure the objectives of bacteriological pollution removal, minimizing the impact on the receiver, increased in a significant way in recent decades. In this context, the use of the disinfecting operation by means of ultraviolet (UV) radiation as an alternative to chlorine has been a commonly used.

This Dissertation included a review of the major aspects associated with the operations / processes normally used for the disinfection of municipal wastewater, ultraviolet radiation, ozone and chlorine. The major positive aspect associated with the UV disinfection was the fact that limits or prevents the formation of disinfection byproducts, possibly harmful to the environment as well as the main problem generally referred relative to chlorine, which is the presence of precursors that contribute to the formation of byproducts, including trihalomethanes (THM).

The WWTP Fernão Ferro, Quinta do Conde and Zona Industrial da Autoeuropa were used as a case study, where a set of tests with different concentrations of sodium hypochlorite and different contact times with the purpose of investigating situations of compromise were the achievement of quality objectives related to the removal of bacteriological pollution were allowed, without compromising the quality of the treated effluent in relation to the concentration of total chlorine and/or the presence of THM.

The study allowed in each WWTP to determinate where the concentrations of chlorine used and the contact times to respect in order to ensure the compliance with all quality goals.

**Key-word:** urban effluents, WWTP, disinfection, THM.



## Índice

---

1.	Introdução .....	1
2.	Água Residual Urbana .....	3
3.	Sistemas de Desinfecção .....	7
3.1.	Cloro .....	8
3.2.	Ozono .....	14
3.3.	Ultravioleta .....	18
4.	Formação de Subprodutos de Desinfecção .....	25
5.	Enquadramento Legal .....	27
6.	Objetivo.....	31
7.	Caracterização das ETAR em Estudo.....	33
7.1.	Localização das ETAR .....	33
7.2.	ETAR DE FERNÃO FERRO .....	33
7.2.1.	Caracterização do Sistema de Tratamento da ETAR.....	34
7.2.2.	Exigência de Qualidade para Descarregar no Meio Recetor.....	35
7.2.3.	Caracterização Qualitativa e Quantitativa do Afluente .....	36
7.3.	ETAR DA ZONA INDUSTRIAL DA AUTOEUROPA.....	36
7.3.1.	Caracterização do Sistema de Tratamento da ETAR.....	36
7.3.2.	Exigência de Qualidade para descarregar no Meio Recetor .....	38
7.3.3.	Caracterização Qualitativa e Quantitativa do Afluente .....	38
7.4.	ETAR DA QUINTA DO CONDE.....	39
7.4.1.	Caracterização do Sistema de Tratamento da ETAR.....	39
7.4.2.	Exigência de Qualidade para Descarregar no Meio Recetor.....	40
7.4.3.	Caracterização Qualitativa e Quantitativa do Afluente .....	41
8.	Caracterização do Sistema Atual de Desinfecção.....	43
9.	Plano Experimental .....	45
10.	Materiais e Métodos .....	49
10.1.	Materiais .....	49
10.2.	Métodos .....	49
11.	Resultados .....	51
12.	Discussão de Resultados .....	57
13.	Conclusão .....	63
14.	Referências Bibliográficas .....	65
Anexos .....		69
I.	Anexo.....	70
II.	Anexo.....	90



## Índice de Figuras

---

Figura 3.1 - Curva típica da adição de cloro à água.....	11
Figura 3.2 - Diagrama simplificado do doseamento de ozono .....	16
Figura 3.3 - Cadeia dupla de ADN sem alterações da radiação UV e com alterações da radiação UV, respectivamente.....	19
Figura 7.1 - Municípios abrangidos pela SIMARSUL .....	33
Figura 7.2 - ETAR de Fernão Ferro.....	34
Figura 7.3 - Representação esquemática da ETAR de Fernão Ferro .....	35
Figura 7.4 - ETAR da ZIA.....	37
Figura 7.5 - Representação esquemática da ETAR da ZIA.....	38
Figura 7.6 - ETAR da Quinta do Conde .....	39
Figura 7.7 - Representação esquemática da ETAR da Quinta do Conde .....	40
Figura I.1 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR de Fernão Ferro na amostra D5 no dia 27 de Maio de 2014.....	71
Figura I.2 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra B-ZIA (1/2).....	72
Figura I.3 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra B-ZIA (2/2).....	73
Figura I.4 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D1 (1/2) .....	74
Figura I.5 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D1 (2/2) .....	75
Figura I.6 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D2 (1/2) .....	76
Figura I.7 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D2 (2/2) .....	77
Figura I.8 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra B-QTC (1/2).....	78
Figura I.9 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra B-QTC (2/2).....	79
Figura I.10 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D3 (1/2) .....	80
Figura I.11 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D3 (2/2) .....	81
Figura I.12 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D4 (1/2) .....	82
Figura I.13 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D4 (2/2) .....	83
Figura I.14 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 12 de Agosto de 2014, para a amostra QTC-B (1/2) .....	84
Figura I.15 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 12 de Agosto de 2014, para a amostra QTC-B (2/2) .....	85
Figura I.16 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 12 de Agosto de 2014, para a amostra QTC-D1 (1/2) .....	86
Figura I.17 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 12 de Agosto de 2014, para a amostra QTC-D1 (2/2) .....	87
Figura I.18 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 12 de Agosto de 2014, para a amostra QTC-D2 (1/2) .....	88
Figura I.19 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 12 de Agosto de 2014, para a amostra QTC-D2 (2/2) .....	89
Figura II.1 - Boletins de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 1 de Julho, para a amostra ZIA-B.....	91
Figura II.2 - Boletins de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 1 de Julho, para a amostra D1 .....	92
Figura II.3 - Boletins de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 1 de Julho, para a amostra D2 .....	93
Figura II.4 - Boletins de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 1 de Julho, para a amostra D3 .....	94



## Índice de Tabelas

---

Tabela 2.1 - Organismos patogénicos e doenças transmitidas em águas residuais não tratada .....	4
Tabela 2.2 - Níveis de tratamento da água residual urbana .....	6
Tabela 3.1 - Características do desinfetante ideal.....	7
Tabela 3.2 - Fatores e características relativos à escolha do desinfetante .....	8
Tabela 3.3 – Principais características dos compostos de cloro.....	9
Tabela 3.4 - Distribuição relativa do HOCl e OCl <sup>-</sup> com o pH a 20°C .....	10
Tabela 3.5 - Concentrações de cloro associadas à desinfecção de águas residuais.....	12
Tabela 3.6 - Concentrações típicas de coliformes totais consuante o efluente) .....	13
Tabela 3.7 - Coliformes totais remanescente no efluente.....	13
Tabela 3.8 - Vantagens e desvantagens do desinfetante cloro .....	14
Tabela 3.9 - Concentrações de ozono usualmente utilizadas para permitir atingir a contagem de coliformes nas diferentes fases de tratamento de águas residuais urbanas para tempos de contacto de 15 min.....	17
Tabela 3.10 - Vantagens e desvantagens do ozono como desinfetante .....	18
Tabela 3.11 - Características da água residual urbana e respectivos efeitos .....	20
Tabela 3.12 - Características das lâmpadas utilizadas na desinfecção por radiação UV.....	21
Tabela 3.13 - Aspetos associados à configuração das lâmpadas UV e os diferentes reatores .....	21
Tabela 3.14 - Vantagens e desvantagens da radiação UV como desinfetante .....	23
Tabela 7.1 - Resumo das fases de tratamento da ETAR de Fernão Ferro .....	35
Tabela 7.2 - Características do afluente .....	36
Tabela 7.3 - Resumo das fases de tratamento da ETAR da ZIA .....	37
Tabela 7.4 - Características do afluente .....	39
Tabela 7.5 - Resumo das fases de tratamento da ETAR da Quinta do Conde .....	40
Tabela 7.6 - Características do afluente .....	41
Tabela 9.1 - Concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no primeiro dia de ensaios na ETAR de Fernão Ferro (21 de Abril de 2014).....	45
Tabela 9.2 - Concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no segundo dia de ensaios na ETAR de Fernão Ferro (27 de Maio de 2014) .....	46
Tabela 9.3 - Concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no terceiro dia de ensaios na ETAR da ZIA (1 de Julho de 2014).....	46
Tabela 9.4 - Concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no quarto dia de ensaios na ETAR da ZIA (15 de Julho de 2014).....	46
Tabela 9.5 - Concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no quarto dia de ensaios na ETAR da Quinta do Conde (15 de Julho de 2014).....	47
Tabela 9.6 - Concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no quinto dia de ensaios na ETAR da Quinta do Conde (12 de Agosto de 2014).....	47
Tabela 11.1 - Resultados do primeiro dia de ensaios (21 de Abril de 2014) referentes à ETAR de Fernão Ferro.....	51
Tabela 11.2 - Resultados do segundo dia de ensaios (27 de Maio de 2014) referentes à ETAR de Fernão Ferro.....	51
Tabela 11.3 - Resultados do terceiro dia de ensaios (1 de Julho de 2014) referentes à ETAR da ZIA.....	52
Tabela 11.4 - Resultados do quarto dia de ensaios (15 de Julho de 2014) referentes à ETAR da ZIA (1/2).....	53
Tabela 11.5 - Resultados do quarto dia de ensaios (15 de Julho de 2014) referentes à ETAR da ZIA (2/2).....	53
Tabela 11.6 - Resultados do quarto dia de ensaios (15 de Julho de 2014) referentes à ETAR da Quinta do Conde (1/2).....	54
Tabela 11.7 - Resultados do quarto dia de ensaios (15 de Julho de 2014) referentes à ETAR da Quinta do Conde (2/2).....	54
Tabela 11.8 - Resultados do quinto dia de ensaios (12 de Agosto de 2014) referentes à ETAR da Quinta do Conde(1/2).....	54
Tabela 11.9 - Resultados do quinto dia de ensaios (12 de Agosto de 2014) referentes à ETAR da Quinda do Conde (2/2).....	55



## Abreviaturas e Simbologias

---

Para além da simbologia e abreviaturas normalizadas, houve a necessidade de recorrer a outras. As abreviaturas e simbologias utilizadas no presente documento, apresentadas de seguida dividem-se por tema.

### Parâmetros:

V – Volume

T – Temperatura

t – tempo

[ ] - Concentração

### Unidades:

mg/L – miligrama por Litro, unidade de medida de concentração

min – minuto, unidade de medida de tempo

mL – mililitro, unidade de medida de volume

mg/m<sup>3</sup> – miligrama por metro cúbico

g/m<sup>3</sup> – grama por metro cúbico

s – segundo

°C – grau Celsius

NMP/100 mL – número mais provável por 100 mililitros

nm – nanómetro

W – Watt

kW – quilowatt

mA – miliampère

V – volts

% - percentagem

mm Hg – milímetro de mercúrio

m – metro

mm – milímetro

km – quilómetro

m<sup>3</sup>/dia – metros cúbicos por dia

m<sup>3</sup>/h – metros cúbicos por hora

kg/dia – quilograma por dia

### Compostos, fórmulas e abreviaturas químicas:

Cl<sub>2</sub> – Cloro gasoso sob a forma de molécula

Ca(OCl)<sub>2</sub> – Hipoclorito de Cálcio

NaOCl – Hipoclorito de Sódio

ClO<sub>2</sub> – Dióxido de Cloro

$H_2O$  – Água  
 $HOCl$  – Ácido Hipocloroso  
 $H^+$  – Ião de Hidrogênio  
 $Cl^-$  – Ião de Cloro  
 $OCl^-$  – Ião Hipoclorito  
 $Ca(OH)_2$  – Hidróxido de Cálcio  
 $NaOH$  – Hidróxido de Sódio  
 $NH_3$  – Amoníaco  
 $NH_2Cl$  – Cloramina  
 $NHCl_2$  – Dicloramina  
 $NCl_3$  – Tricloramina  
 $N_2O$  – Óxido Nitroso  
 $HCl$  – Ácido Clorídrico  
 $N_2$  – Azoto gasoso sob a forma de molécula  
 $O$  – Oxigênio sob a forma de átomo  
 $O_2$  – Oxigênio gasoso sob a forma de molécula  
 $O_3$  – Ozono gasoso sob a forma de molécula  
 $HO_3^+$  – Hidroxônio  
 $OH^-$  – Hidróxido  
 $H\dot{O}_2$  – Radical Hidroperóxilo  
 $\dot{H}O$  – Radical Hidroxilo  
 $CuO$  – Óxido de Cobre  
 $MnO$  – Óxido de Manganês  
 $CHCl_3$  – Clorofórmio  
 $CHCl_2Br$  – Bromodiclorometano  
 $CHClBr_2$  – Dibromoclorometano  
 $CHBr_3$  – Bromofórmio  
 $CBO_5$  – Carência Bioquímica de Oxigênio, expressa em mg  $O_2/L$   
 $CQO$  – Carência Química de Oxigênio, expressa em mg  $O_2/L$   
 $COV$  – Compostos Orgânicos Voláteis  
 $pH$  – Potencial Hidrogeniônico  
 $THM$  – Trihalometanos  
 $AHA$  – Ácidos Haloacéticos  
 $AMCA$  – Ácido monocloroacético  
 $ADCA$  – Ácido dicloroacético  
 $ATCA$  – Ácido tricloroacético  
 $AMBA$  – Ácido monobromoacético  
 $ADBA$  – Ácido dibromoacético  
 $ATBA$  – Ácido tribromoacético  
 $ABCA$  – Ácido bromocloroacético

*ABDCA* – Ácido bromodicloroacético

*ADBCA* – Ácido dibromocloroacético

*ADN* – Ácido Desoxirribonucleico

*COT* – Carbono Orgânico Total

**Abreviaturas:**

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais Urbanas

UV – Ultravioleta

SPD – Subprodutos de Desinfecção

SST – Sólidos Suspensos Totais

ZIA – Zona Industrial da Autoeuropa

O&G – Óleos e Gorduras

CF – Coliformes Fecais

Qmédio – Caudal médio

Qponta – Caudal de ponta

SSV – Sólidos Suspensos Voláteis

Cond – Condutividade



## 1. Introdução

---

As exigências relativas à qualidade bacteriológica dos efluentes urbanos obrigam a um esforço de tratamento significativo, nomeadamente através do recurso a operações e, ou processos dedicados de desinfeção em fim de linha. Neste contexto, o recurso à operação de desinfeção por intermédio da radiação ultravioleta (UV) tem constituído uma alternativa comumente utilizada.

De facto, a utilização do cloro como agente desinfetante, que constituiu durante décadas a principal alternativa de tratamento, deixou praticamente de constituir uma opção, nomeadamente no espaço europeu incluindo Portugal. As principais causas que justificam esta opção incluíram, a possibilidade de formação de subprodutos, nomeadamente de trihalometanos e, também, uma forte implantação no mercado do tratamento de água residual das empresas detentoras da tecnologia UV.

Os UV, apesar de constituírem uma tecnologia que não está conotada com a formação de subprodutos, têm custos de exploração muito elevados, em energia, por um lado, e na manutenção de equipamento, por outro, nomeadamente no que se refere à substituição das lâmpadas. Acresce que os aspetos de operação associados às garantias de desinfeção têm colocado inúmeros problemas, nomeadamente em ETAR de pequena e média dimensão, o principal segmento das instalações de tratamento em Portugal. De facto, o ajuste da dose de UV a efluentes que apresentam variações qualitativas e quantitativas muito significativas, constitui um enorme desafio, por vezes de difícil resolução.

Por outro lado, as entidades gestoras enfrentam problemas significativos com a necessidade de garantir a qualidade do efluente tratado, e de reduzir, em paralelo, os custos de operação e manutenção de equipamentos.

Deste modo, importa avaliar se o recurso ao cloro não poderá constituir, em inúmeras situações, uma alternativa técnico-económica mais equilibrada, nomeadamente se se demonstrar que a formação de THM não ocorre, ou não constitui um problema.



## 2. Água Residual Urbana

---

O Homem produz resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas. Os efluentes líquidos são denominados por águas residuais que, de acordo com o Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho estas são classificadas em:

- Águas Residuais Domésticas – as águas residuais decorrentes de serviços e de instalações residenciais, que provêm, essencialmente, do metabolismo humano e de atividades domésticas;
- Águas Residuais Industriais – as águas residuais provenientes de qualquer tipo de atividade que não possam ser classificadas como águas residuais domésticas nem águas pluviais;
- Águas Residuais Urbanas – as águas residuais domésticas ou a mistura destas com águas residuais industriais e/ou com águas pluviais.

O saneamento das águas residuais é efetuado através de redes de drenagem que, de acordo com o Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto – Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (artigo 116) se podem classificar em:

- Redes separativas – constituídas por duas redes de coletores distintas, uma destinada às águas residuais domésticas e industriais e outra à drenagem das águas pluviais ou similares;
- Redes unitários – constituídas por uma única rede de coletores onde são admitidas conjuntamente as águas residuais domésticas, industriais e pluviais;
- Redes mistas – constituídas pela conjugação dos dois tipos anteriores, em que parte da rede de coletores funciona como sistema unitário e a restante como sistema separativo;
- Redes separativas parciais ou pseudoseparativas – em que se admite em condições excecionais, a ligação de águas pluviais e de pátios interiores ao coletor de águas residuais domésticas.

A composição das águas residuais urbanas inclui um elevado teor de matéria orgânica e organismos entéricos. Estes organismos estão associados à transmissão de várias doenças, em que se resumem de um modo não exaustivo na tabela seguinte.

Tabela 2.1 - Organismos patogênicos e doenças transmitidas em águas residuais não tratadas (Adaptado: Crook, 1998; Feachem *et al.*, 1983; Madigan *et al.*, 2000)

<b>Organismo</b>	<b>Doença</b>	<b>Sintomas/observações</b>
<b>Bactéria:</b>		
<i>Campylobacter jejuni</i>	Gastroenterite	Episódios diarreicos
<i>Escherichia coli</i> (enteropatogénica)	Gastroenterite	Episódios diarreicos
<i>Legionella pneumophila</i>	Doença do legionário	Mal-estar, mialgia, dor de cabeça, doença respiratória
<i>Leptospira</i> (spp.)	Leptospirose	Icterícia, febre (doença de Weil)
<i>Salmonella</i> (2100 serotipos)	Salmonelose	Intoxicação alimentar
<i>Salmonella typhi</i>	Febre tifoide	Febres altas, episódios diarreicos, úlcera intestinal
<i>Shigella</i> (4 spp.)	Shigelose	Disenteria bacilar
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera	Episódios diarreicos muito graves, desidratação
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Lersiniose	Episódios diarreicos
<b>Protozoários:</b>		
<i>Balantidium coli</i>	Balantidiose	Episódios diarreicos, desidratação
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Criptosporidíase	Episódios diarreicos
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Ciclosporose	Graves episódios diarreicos graves, dores de estomago, náuseas e vômitos por longos períodos
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebíase (disenteria amébrica)	Episódios diarreicos prolongados com sangramento, abscessos do fígado e intestino delgado
<i>Giardia lamblia</i>	Giardiase	Episódios diarreicos, náuseas, indigestão
<b>Helminthas:</b>		
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascaridíase (lombriga)	Infestação de lombrigas
<i>Enterobius vermicularis</i>	Enterobíase	Lombriga pequena
<i>fasciola hepática</i>	Fasciolíase	Parasita achatado
<i>Hymenolepis nana</i>	Himenolepiase	Ténia anã
<i>taenia saginata</i>	Teníase (ténia)	Ténia hospeda no boi
<i>T. solium</i>	Teníase (ténia)	Ténia hospeda no porco
<i>trichuris trichiura</i>	Tricuríase	Lombriga
<b>Virus:</b>		
Adenovírus (31 tipos)	Doenças respiratórias	
Enterovirus (mais de 100 p.e. polio, eco e coxsackie vírus)	Gastroenterite, meningites, problemas cardíacos	
Hepatite A	Hepatite infecciosa	Icterícia, febre
Norwalk agente	Gastroenterite	Vômitos
Parvovírus (2 tipos)	Gastroenterite	Vômitos
Rotavirus	Gastroenterite	Vômitos

O principal objetivo das estações de tratamento de águas residuais urbanas (ETAR) é a produção de um efluente com uma qualidade que contribua para (Spellman, 2003):

- Prevenção de doenças e situações incómodas e indesejáveis (cheiros, insetos, entre outros);
- Limitação da contaminação das águas;
- Manutenção da qualidade da água de modo a preservar a sua função ecológica e os usos balneares e recreativos;
- Conservação da qualidade e quantidade da água para usos futuros.

A descarga de águas residuais urbanas, insuficientemente tratadas, pode contribuir para o consumo de oxigénio no meio recetor, potenciar os processos de eutrofização e servir de veículo à proliferação de vetores e à transmissão de doenças patogénicas (Naughton & Hynds, 2013).

O tratamento de água residual urbana inclui operações e processos unitários. As operações unitárias são regidas por leis físicas (como por exemplo a sedimentação de partículas), os processos unitários socorrem-se de reações químicas ou biológicas (Metcalf & Eddy, 2003). Com o objetivo de minimizar os riscos de contaminação e limitar a transmissão de doenças patogénicas, o tratamento de água residual urbana pode incluir operação/processo de desinfecção (Sun *et al.*, 2009); (Costán-Longares *et al.*, 2008).

A tabela 2.2 resume os diferentes níveis comumente associados ao tratamento de água residual urbana.

Tabela 2.2 - Níveis de tratamento da água residual urbana (Adaptado: Crites & Tchobanoglous, 1998)

<b>Nível de Tratamento</b>	<b>Descrição</b>
<b>Preliminar</b>	Remoção de resíduos das águas residuais nomeadamente, vegetação, areias ou partículas flutuantes e, gorduras que podem causar problemas operacionais ou de manutenção, nos sistemas de tratamento
<b>Primário</b>	Remoção de uma fração dos sólidos suspensos e matéria orgânica das águas residuais
<b>Primário Avançado</b>	Remoção significativa dos sólidos suspensos e da matéria orgânica das águas residuais, normalmente associada à adição de químicos
<b>Secundário</b>	Remoção da matéria orgânica biodegradável (em solução ou suspensão) e de sólidos suspensos, normalmente através de processos biológicos
<b>Secundário com remoção de nutrientes</b>	Remoção da matéria orgânica biodegradável, sólidos suspensos e nutrientes (azoto, fósforo, ou azoto e fósforo), normalmente através de processos biológicos e, ou químicos
<b>Terciário</b>	Remoção de sólidos suspensos (após o tratamento secundário), usualmente por filtração ou tamisação e, ou desinfecção
<b>Avançado</b>	Remoção de materiais dissolvidos que permanecem após o tratamento biológico convencional quando é necessário a reutilização da água para fins específicos, através, por exemplo, do recurso ao carvão ativado

### 3. Sistemas de Desinfecção

---

A desinfecção é a destruição parcial dos organismos causadores de doenças (Metcalf & Eddy, 2003). Na tabela 3.1 resumem-se as características que, idealmente, deveriam estar associadas a um desinfetante.

Tabela 3.1 - Características do desinfetante ideal (Adaptado: Metcalf & Eddy, 2003)

<b>Características</b>	<b>Propriedades/Resposta</b>
<b>Disponibilidade</b>	Deve estar disponível em grandes quantidades e com preços razoáveis
<b>Capacidade de desodorização</b>	Deve desodorizar enquanto desinfeta
<b>Homogeneidade</b>	Solução deve ser uniforme em composição
<b>Interação com material estranho</b>	Não deve ser absorvido por matéria orgânica exceto células bacterianas
<b>Corrosividade</b>	Não deve deformar metais nem manchar roupa
<b>Toxicidade</b>	Deve ser tóxico para os microrganismos e não tóxico para os humanos e outros animais
<b>Segurança</b>	Deve ser seguro para transportar, armazenar, manusear e usar
<b>Solubilidade</b>	Deve ser solúvel em água ou em tecido celular
<b>Estabilidade</b>	Deve ter baixa perda de ação germicida com o tempo de espera
<b>Toxicidade para microrganismos</b>	Deve ser eficaz a elevadas diluições
<b>Toxicidade à temperaturas ambiente</b>	Deve ser eficaz na faixa da temperatura ambiente

---

Por outro lado, a tabela 3.2 resume os principais fatores a ter em conta quando se opta por um determinado desinfetante, uma vez que não existe um desinfetante que reúna todas as características anteriormente referidas.

Tabela 3.2 - Fatores e características relativos à escolha do desinfetante (Adaptado: (U. S. EPA, 1986)

<b>Fatores</b>	<b>Características</b>
<b>Eficácia</b>	Desinfetante com um espectro amplo de capacidade Fiabilidade
<b>Custos</b>	Custo de capital Amortização Custos de operação
<b>Comercialização</b>	Facilidade de transporte e armazenamento, ou a facilidade de geração no local Facilidade de aplicação e de controlo Flexibilidade Complexidade Capacidade de prever resultados Considerações de segurança
<b>Estudos piloto necessários</b>	Necessidades da dose
<b>Potenciais efeitos adversos</b>	Toxicidade para a vida aquática Formação e transmissão de substâncias indesejáveis de bioacumulação Formação e transmissão de substâncias tóxicas, mutagénicas ou carcinogénicas

Os desinfetantes geralmente utilizados na desinfeção da água residual urbana incluem o cloro e o recurso à radiação ultravioleta. Por outro lado, o ozono poderá constituir uma alternativa que não tem tido muita aplicabilidade, em consequência dos elevados custos que lhe estão associados.

### 3.1. Cloro

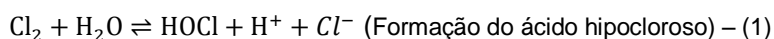
A cloração é, em termos globais, o sistema de desinfeção mais comumente utilizado, sendo também o mais económico (Tchobanoglous *et al.*, 2003). O cloro é um oxidante que destrói o ácido nucleico e a membrana celular dos microrganismos. (Anastasi *et al.*, 2013); (Sadiq & Rodriguez, 2004).

Os compostos de cloro geralmente associados à desinfeção de águas residuais urbanas e de águas para abastecimento são o cloro gasoso ( $Cl_2$ ), o hipoclorito de cálcio [ $Ca(OCl)_2$ ], o hipoclorito de sódio ( $NaOCl$ ) e o dióxido de cloro ( $ClO_2$ ) (Qasim, 1999). No entanto à escala industrial, os reagentes mais utilizados são o cloro gasoso e o hipoclorito de sódio. Na tabela seguinte resumem-se as principais características dos diferentes compostos do cloro.

Tabela 3.3 – Principais características dos compostos de cloro (Adaptado: Qasim, 1994)

<b>Características</b>	<b>Cloro</b>	<b>Hipoclorito de Sódio</b>	<b>Hipoclorito de Cálcio</b>	<b>Dióxido de Cloro</b>
<b>Fórmula Química</b>	Cl <sub>2</sub>	NaOCl	Ca(OCl) <sub>2</sub>	ClO <sub>2</sub>
<b>Forma</b>	Líquido, gás	Solução	Pó, grânulos ou solução a 1%	Gás
<b>Estabilidade</b>	Estável	Líquido amarelo claro, instável	Estável	Gás amarelo esverdeado, explosivo
<b>Toxicidade para microrganismos</b>	Alta	Alta	Alta	Alta
<b>Riscos associados ao manuseamento e uso</b>	Alto	Médio	Médio	Alto
<b>Corrosão</b>	Alta	Média	Média	Alta
<b>Desodorização</b>	Alta	Média	Média	Alta
<b>Custo</b>	Baixo	Médio	Médio	Médio
<b>Aplicações mais comuns</b>	Remoção da população bacteriana	Remoção da população bacteriana	Remoção da população bacteriana	Remoção da população bacteriana

Quando o cloro é adicionado à água residual urbana ocorrem várias reações, de acordo com as equações (1) e (2), e cuja cinética depende da temperatura, pH, e poder tampão da água residual e, também, da forma sob a qual o cloro é fornecido (Qasim, 1999):

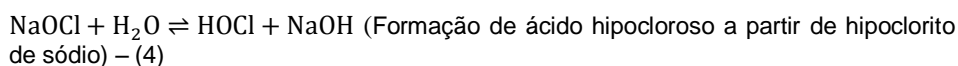
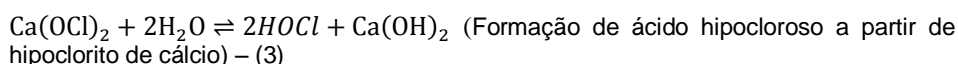


A quantidade de HOCl e OCl<sup>-</sup> que está presente na água é chamado de cloro residual livre. A distribuição relativa do HOCl e OCl<sup>-</sup> é importante na desinfecção por cloro, pois o poder de desinfecção do HOCl é de cerca de 40-80 vezes maior que o do OCl<sup>-</sup>, o que justifica o facto de efluentes com um pH mais baixo serem mais fáceis de desinfetar. A distribuição relativa do HOCl e OCl<sup>-</sup> varia com a temperatura e o pH. Na tabela 3.4 resume-se a sua distribuição relativa com o pH a uma temperatura de 20°C (Qasim, 1999).

Tabela 3.4 - Distribuição relativa do HOCl e OCl<sup>-</sup> com o pH a 20°C (Adaptado: Qasim, 1994)

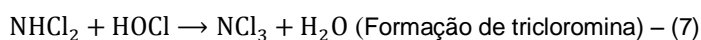
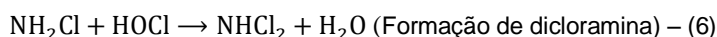
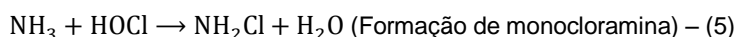
pH	HOCl (percentagem)	OCl <sup>-</sup> (percentagem)
6.0	96.8	3.2
7.0	75.2	24.8
7.5	49.1	50.9
8.0	23.2	76.8
9.0	2.9	97.1

O cloro também pode ser adicionado a partir de sais de hipoclorito cujas reações se apresentam nas equação (3) e (4):



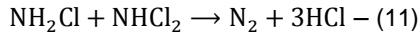
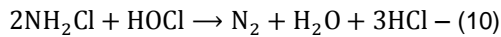
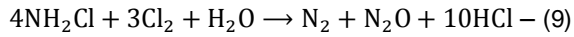
De acordo com as equações (1) a (4), o cloro gasoso reduz o pH e, contrariamente, a solução de hipoclorito que o aumenta. Um pH elevado favorece a formação de OCl<sup>-</sup> que é muito menos eficaz do que o HOCl. Deste modo, na desinfecção de um efluente com um baixo poder tampão a utilização de cloro gasoso será mais eficiente do que a utilização de hipoclorito. Outra característica das soluções de hipoclorito é o facto de adicionarem sólidos dissolvidos ao efluente (Qasim, 1999).

O cloro reage primeiramente com amónia para formar três tipos de cloraminas, mono-, di-, e tricoloraminas, que possuem um poder de desinfecção mais baixo que o cloro (equações (5) a (7)) (Qasim, 1999); (U. S. EPA, 1986):



Quando o cloro é adicionado à água, este é consumido na oxidação de uma grande variedade de compostos. Quando as necessidades de cloro estiveram completas, o cloro existente passa a constituir o cloro residual. Seguidamente o cloro reage com a amónia (cloraminas), produzindo cloro residual combinado, que irá aumentando até atingir um valor máximo. Após atingir esse valor máximo, a continuação da dosagem de cloro faz diminuir o cloro residual combinado. Esta etapa é apelidada de *breakpoint* do cloro (equação (8) a (11)). Nesta fase as cloraminas são oxidadas em óxidos de azoto ou outros gases (Qasim, 1999).





Após se atingir o *breakpoint*, o cloro residual livre aumenta a uma velocidade idêntica à da dosagem aplicada (Qasim, 1999). A curva típica do *breakpoint* do cloro é apresentada na figura 3.1.

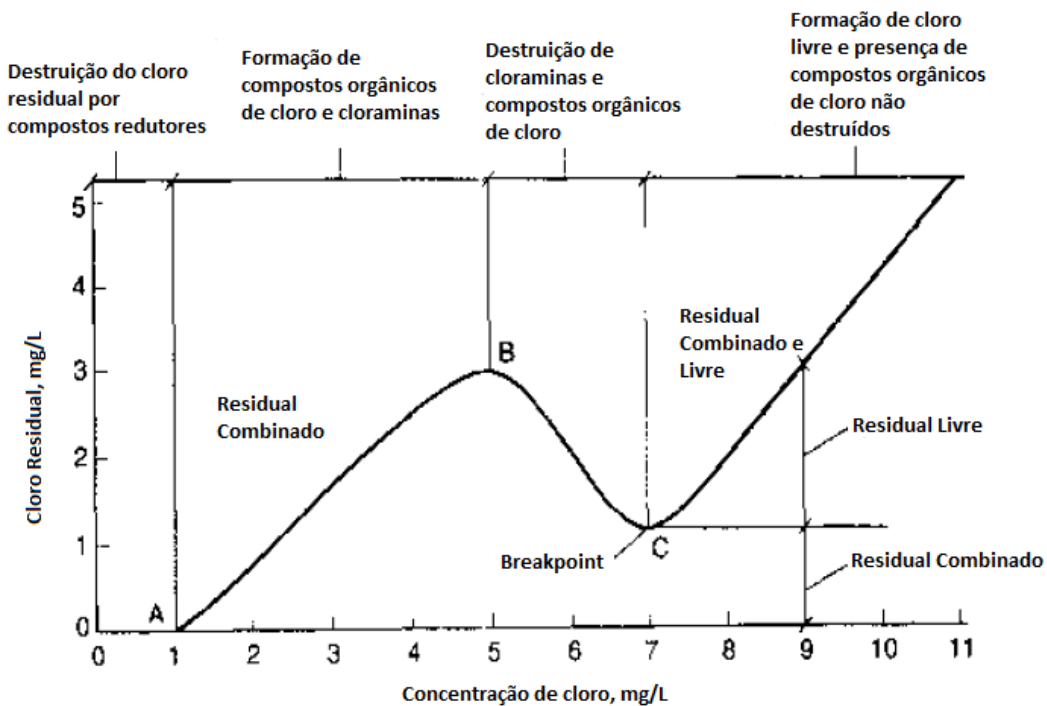


Figura 3.1 - Curva típica da adição de cloro à água (Adaptado: Metcalf & Eddy, 2003)

A eficiência da desinfecção por cloro depende de um conjunto significativo de fatores, incluindo: o tempo de contacto, a concentração de cloro doseado, a temperatura, o pH, a natureza da matéria líquida e suspensa, o tipo e o número de organismos. A desinfecção da água residual urbana considera-se assegurada quando se obtém um residual de cloro de 0,5 mg/l, após 20-30 min de tempo de contacto. Dependendo do tratamento a que o efluente é sujeito, as concentrações de cloro doseado vão ser diferentes como se resume na tabela 3.5 (Qasim, 1999).

Tabela 3.5 - Concentrações de cloro associadas à desinfecção de águas residuais (Adaptado: Qasim, 1994)

<b>Origem do efluente</b>	<b>Gama de Concentração (mg/l)</b>
<b>Águas residuais não tratadas (pré-cloração)</b>	6-25
<b>Decantação primária</b>	5-20
<b>Precipitação química</b>	3-10
<b>Leitos percoladores</b>	3-10
<b>Lamas ativadas</b>	2-8
<b>Lamas ativadas seguidas por filtração multimédia</b>	1-5

O tipo e o número de organismos também influenciam a eficácia dos desinfetantes. Por exemplo os esporos dos organismos são mais resistentes do que os próprios organismos e quanto maior o número de organismos, maior será o tempo necessário para atingir valores equivalentes de eficiência (Qasim, 1999).

A fim de avaliar a probabilidade da presença de organismos patogénicos na água, recorre-se a organismos indicadores. Os organismos indicadores devem, idealmente, possuir as seguintes características (Tchobanoglous & Schroeder, 1985):

- Detecção deve ser rápida, simples e reproduzível;
- Resultados devem ser aplicáveis a todas as águas, ou seja, o número deve estar correlacionado com o grau de poluição (número elevado em efluentes urbanos não tratados, menos em águas poluídas e nenhum em águas não poluídas);
- O organismo deve possuir igual ou maior tempo de sobrevivência, e estar presente em maior quantidade que os agentes patogénicos;
- Não deve crescer na natureza;
- Deve ser inofensivo ao Homem.

Nenhum organismo ou grupo de organismos possui todas as características acima descritas. No entanto, os coliformes são os que reúnem o maior número daquelas características, pelo que são normalmente utilizados como organismos indicadores. Estes organismos são bactérias não patogénicas, da família da Enterobacteriaceae e no incluindo o género *Escherichia coli* (*E. coli*), que podem ser encontrados no solo, nas águas naturais e nas águas residuais urbanas, bem como no intestino do Homem e de outros animais de sangue quente. A presença destas bactérias é, normalmente, um indicador de contaminação fecal, podendo, no entanto, constituir-se um indicador falso positivo (Qasim, 1999); (APDA, 2012).

Para quantificar os organismos coliformes, existem duas técnicas tradicionalmente utilizadas, a fermentação em tubos múltiplos e o filtro de membrana. A técnica de fermentação em tubos múltiplos socorre-se de uma quantidade significativa de meios de cultura, e necessita de um longo período de incubação. Os resultados são expressos como o número mais provável por

100 mL (NMP/100 mL). A técnica de filtração em membrana permite estimar o número de colónias de organismos existentes, pelo que o resultado é expresso em unidades formadoras de colónias por 100 mL (UFC/100 mL). Esta técnica não é a mais indicada para águas com elevada turbidez, pois dificulta o processo de filtração (Silva *et al.*, 2000); (APHA *et al.*, 1991). Atualmente tem-se utilizado o método experimental Coli-18, aprovado nomeadamente pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, em que se expressam os resultados em NMP/100 mL.

O número de organismos indicadores (coliformes totais) comumente associados a efluentes urbanos encontra-se resumido na tabela seguinte:

Tabela 3.6 - Concentrações típicas de coliformes totais consuante o efluente (Adaptado: White, 1999)

<b>Efluente urbano em diferentes fases de tratamento</b>	<b>Coliformes totais (NMP/100 mL)</b>
<b>Efluente bruto</b>	$10^7-10^8$
<b>Efluente primário</b>	$10^7-10^9$
<b>Efluente de lamas ativadas</b>	$10^5-10^6$
<b>Efluente de lamas ativadas filtrado</b>	$10^4-10^6$
<b>Efluente nitrificado</b>	$10^4-10^6$
<b>Efluente nitrificado e filtrado</b>	$10^4-10^6$
<b>Efluente de microfiltração</b>	$10^1-10^3$

Por outro lado, na tabela 3.7 apresentam-se o número de coliformes totais que permanecem em efluentes primários e secundários a diferentes concentrações de cloro residual (Qasim, 1999).

Tabela 3.7 - Coliformes totais remanescente no efluente (Adaptado: Qasim, 1994)

<b>Cloro Residual Total (mg/L)</b>	<b>Coliformes Totais (número/100 mL)</b>	
	<b>Efluente Primário</b>	<b>Efluente Secundário</b>
<b>0.5-1.5</b>	24,000-400,000	1,000-12,000
<b>1.5-2.5</b>	6,000-24,000	200-1,000
<b>2.5-3.5</b>	2,000-6,000	60-200
<b>3.5-4.5</b>	1,000-2,000	30-60

Os resultados apresentados na tabela 3.6 foram obtidos após 30 minutos de tempo de contato e considerando que o efluente primário continha  $35 \times 10^6$  e o efluente secundário  $1 \times 10^6$  coliformes totais por 100 mL de amostras (Qasim, 1999).

As vantagens e desvantagens da utilização do cloro como desinfetante em águas residuais urbanas resumem-se na tabela 3.8.

Tabela 3.8 - Vantagens e desvantagens do desinfetante cloro (Adaptado: Crites & Tchobanoglous, 1998; U.S. EPA, 1999a)

Vantagens	Desvantagens
Tecnologia bem implementada	Químicos perigosos que podem constituir uma ameaça para os trabalhadores e para o público; obriga ao recurso de medidas de segurança
Desinfetante eficaz	Tempo de contacto relativamente longo, em comparação com outros desinfetantes
Cloro residual pode ser monitorizado e mantido	Cloro combinado é menos eficaz na inativação de alguns vírus, esporos, cistos
Cloro combinado residual pode também ser fornecido através da adição de amoníaco	A redução da toxicidade residual do efluente tratado obriga à descloragem
A utilização do cloro garante a formação de um residual que permanece no tempo	Formação de subprodutos da desinfecção (SPD)
Oxida sulfuretos	Libertação de compostos orgânicos voláteis nas câmaras de contacto de cloro
Custo Reduzido	Oxida o ferro, o magnésio, e outros compostos inorgânicos que consomem desinfetante
Disponibilidade de hipoclorito de cálcio e de sódio (mais seguros do que o gás cloro)	Aumenta o teor de sólidos no efluente tratado  Aumenta o teor de cloretos no efluente

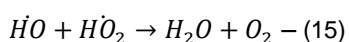
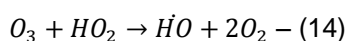
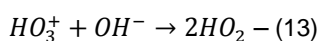
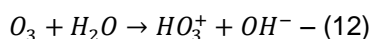
### 3.2. Ozono

O ozono apesar de claramente mais utilizado na desinfecção de águas para abastecimento, pode ser igualmente utilizado no tratamento de águas residuais urbanas (Metcalf & Eddy, 2003).

O ozono é um reagente altamente eficaz que facilmente oxida matéria orgânica, pesticidas e resíduos químicos, em baixas concentrações, e com baixos tempos de contato quando comparado com o cloro (Rosenblum *et al.*, 2012); (Kunz *et al.*, 1999); (Robinson *et al.*, 2001).

É um gás instável, que é produzido quando uma molécula de oxigénio ( $O_2$ ) se dissocia em átomos de oxigénio (O) e se liga a outra molécula de oxigénio ( $O_3$ ), por este motivo tem que ser produzido *in situ* (Robinson *et al.*, 2001). O ozono pode ser produzido por eletrólise fotoquímica, ou por reação radioquímica associada a uma descarga elétrica, ou ainda por exposição do oxigénio à luz ultravioleta (Balakrishnan *et al.*, 2002). Apesar da utilização de ozono em águas residuais urbanas não ser muito usual, o processo mais utilizado para a produção de ozono é através de descarga elétrica. A eliminação de bactérias pelo ozono ocorre pela desintegração da parede celular (Metcalf & Eddy, 2003).

Durante a produção de ozono através de descarga elétrica, as reações que ocorrem são descritas pelas seguintes equações (Metcalf & Eddy, 2003):



O radical livre (HO) formado durante as reações de ozonização, possui um maior poder desinfetante que o próprio ozono (Pocostables *et al.*, 2010).

O processo de ozonização envolve os seguintes componentes (Metcalf & Eddy, 2003):

- Fonte de alimentação;
- Instalação para a preparação do gás de alimentação;
- Instalação para gerar o ozono;
- Câmara de contacto;
- Destruidor de excesso de ozono.

O ozono é formado a partir do ar, que é sujeito a uma descarga elétrica, as moléculas de oxigénio dissociam-se reorganizando-se com outras moléculas de oxigénio formando ozono, de

acordo com as equações 14 e 15 acima descritas (Kunz *et al.*, 1999); (Robinson *et al.*, 2001); (Balakrishnan *et al.*, 2002).

A transferência do zono assume grande importância na eficiência do processo de ozonização, sendo correntemente utilizados os seguintes sistemas de doseamento e mistura (HIDROPROJECTO, 2011):

- Difusão de bolhas;
- Injeção sob pressão positiva;
- Injeção por depressão (venturi);
- Agitação mecânica.

A eficiência da transferência de ozono pode ser melhorada promovendo um contato em vários estágios, em contracorrente, entre o ozono e o efluente (HIDROPROJECTO, 2011). Deste modo o compartimento do ozono é, normalmente, dividido em várias câmaras (bi ou tri compartimentado). As reações de cinética mais rápida entre o ozono e o efluente ocorrem na primeira câmara, sendo nas restantes câmaras utilizadas para a materialização de reações com cinéticas mais lentas (Metcalf & Eddy, 2003). A figura 3.2 esquematiza as várias fases do ozono como desinfetante.

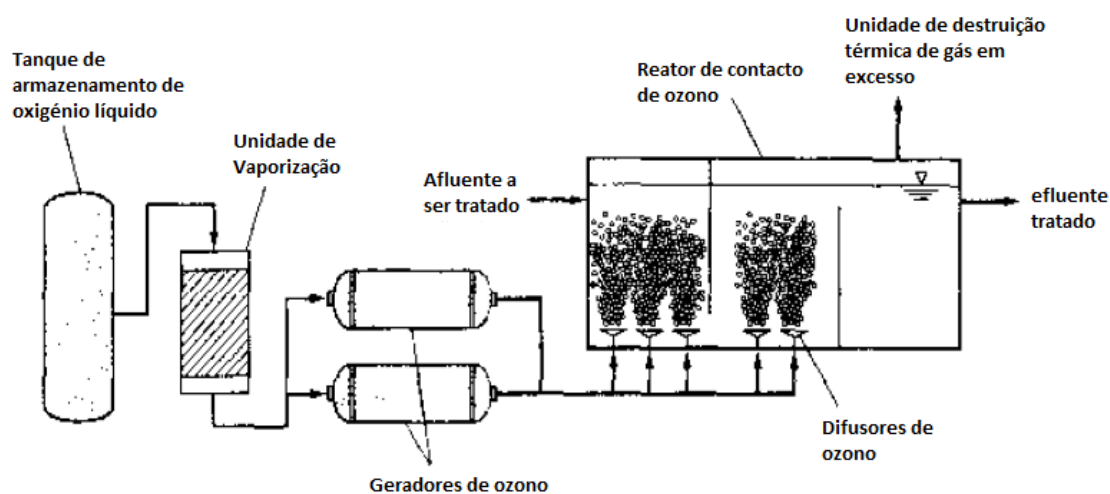


Figura 3.2 - Diagrama simplificado do doseamento de ozono (Adaptado: Metcalf & Eddy, 2003)

Pelo facto de ser tóxico, o ozono em excesso tem que ser destruído, o que justifica o facto dos reatores de contato com ozono terem que ser fechados, e incluírem uma unidade de destruição do ozono. A concentração de ozono no excesso de gás de tratamento deve ser monitorizada e não deverá ultrapassar  $0,02 \text{ mg/m}^3$ . No caso da deteção de uma concentração de ozono superior a  $0,02 \text{ mg/m}^3$ , os geradores de ozono devem reduzir a sua atividade ou parar automaticamente (HIDROPROJECTO, 2011).

Os processos utilizados para destruir o ozono em excesso, incluem (HIDROPROJECTO, 2011):

- Destruição térmica (a temperaturas superiores a 350°C e tempos de retenção superiores a 2 s);
- Destruição catalítica (utilizando paládio/ CuO-MnO, a temperaturas entre 60 e 80°C);
- Carvão ativado (o carvão ativado é oxidado e consumido pela destruição do ozono).

A dose de ozono necessária para a desinfecção depende do nível de inativação dos organismos patogénicos requerido e da sua carência, sendo específica para cada aplicação. A dose deverá ser previamente determinada através de ensaios numa instalação piloto, mas, na realidade, é raro tal acontecer. É recomendável que a concentração residual de ozono nas águas residuais tratadas esteja compreendida entre 0,1 g/m<sup>3</sup> e 1 g/m<sup>3</sup> (HIDROPROJECTO, 2011).

A tabela 3.9 apresenta as concentrações de ozono normalmente utilizadas para atingir as diferentes contagens de coliformes totais, nas diferentes fases de tratamento de águas residuais urbanas para um tempo de contacto de 15 minutos.

Tabela 3.9 - Concentrações de ozono usualmente utilizadas para permitir atingir a contagem de coliformes nas diferentes fases de tratamento de águas residuais urbanas para tempos de contacto de 15 min (Adaptado: White, 1999)

Água residual urbana em diferentes fases de tratamento	Contagem inicial de coliformes totais (NMP/100 mL)	Concentração de ozono, mg/L			
		Efluente Padrão, NMP/100 mL			
		1000	200	23	<2,2
<b>Efluente bruto</b>	10 <sup>7</sup> -10 <sup>8</sup>	15-40			
<b>Efluente de lamas ativadas</b>	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup>	4-10	4-8	16-30	30-40
<b>Efluente de lamas ativadas filtrado</b>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup>	6-10	4-8	16-25	30-40
<b>Efluente nitrificado</b>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup>	3-6	4-6	8-20	18-24
<b>Efluente nitrificado e filtrado</b>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup>	3-6	3-5	4-15	15-20
<b>Efluente de microfiltração</b>	10 <sup>1</sup> -10 <sup>3</sup>	2-6	2-6	3-8	4-8

De acordo com a tabela 3-9, verifica-se que no caso de um efluente bruto seria necessário uma grande quantidade de ozono muito significativa (15-40 mg/L), com custos elevadíssimos, para se conseguir uma contagem de coliformes fecais de 1000 NMP/100 mL, o que limitaria desde logo a sua viabilidade.

A tabela seguinte resume as vantagens e desvantagens do ozono como desinfetante de águas residuais urbanas (Metcalf & Eddy, 2003).

Tabela 3.10 - Vantagens e desvantagens do ozono como desinfetante (Adaptado: Crites and Tchobanoglous, 1998; U.S. EPA, 1999a)

Vantagens	Desvantagens
Desinfetante eficaz	Não existe nenhuma medida imediata de avaliação da eficiência da desinfecção
Mais eficaz do que o cloro na inativação na maioria dos vírus, esporos, cistos e oocistos	Sem efeito residual
Propriedades biocidas não influenciadas pelo pH	Formação de SPDs
Menor tempo de contato que o cloro	Oxida o ferro, o magnésio, e outros compostos inorgânicos que consomem desinfetante
Oxida sulfuretos	Oxida uma variedade de compostos orgânicos
Requer menos espaço	Gás em excesso requer tratamento
Contribui com oxigênio dissolvido	Preocupações de segurança Altamente corrosivo e tóxico Uso intensivo de energia Relativamente dispendioso Altamente operacional e sensível à manutenção

### 3.3. Ultravioleta

A radiação ultravioleta (UV) tem sido frequentemente utilizada para a desinfecção de águas residuais urbanas (Guo *et al.*, 2013). Um dos aspetos que mais contribuído, para a sua utilização decorre do facto de não formar subprodutos potencialmente nocivos para o ambiente e para o Homem, como acontece com o cloro e com o ozono (Hijnen *et al.*, 2006).

A luz UV pode ser dividida em três faixas, de acordo com os efeitos provocados nos seres vivos (Ryer, 1997):

- UV-A: radiação com comprimento de onda entre 315 e 400 nm. É a menos perigosa para os seres humanos, devido à baixa energia;
- UV-B: comprimento de onda entre 280 e 325 nm. É o comprimento de onda que possui a energia suficiente para provocar danos em tecidos biológicos e em quantidade mínima para não ser completamente absorvida na atmosfera;

- UV-C: comprimento de onda compreendido entre 200 e 280 nm. Radiação com propriedades germicida.

A desinfecção por intermédio da radiação UV consiste em submeter as águas residuais urbanas à radiação UV artificialmente emitida através de lâmpadas. A dose apropriada de radiação UV provoca uma inativação irreversível dos microrganismos sem outro efeito significativo nas águas residuais urbanas (HIDROPROJECTO, 2011).

A faixa de comprimento de onda onde ocorre a maior inativação de microrganismos situa-se entre 200 e 400 nm. Este comprimento de onda causa alterações no ADN do genoma ou de outras moléculas intracelulares, tais como proteínas e enzimas, com as ligações insaturadas, (Liu *et al.*, 2012).

A radiação UV atravessa a parede celular e é absorvida pelos ácidos nucleicos, pelas proteínas e por outras moléculas biologicamente importantes. A energia absorvida rompe as ligações não saturadas, principalmente as bases azotadas pirimídicas provocando a dimerização de pirimidinas adjacentes (White *et al.*, 1986). Como consequência das alterações, provocadas pela radiação UV, formam-se diversos dímeros tais como: timina-timina, timina-citosina e citosina-citosina. Ao ocorrerem estas alterações, a cadeia de ADN fica deformada o que dificulta a replicação do ácido nucleico (WEF, 1995).

A figura seguinte representa a cadeia de ADN com e sem as alterações da radiação UV.

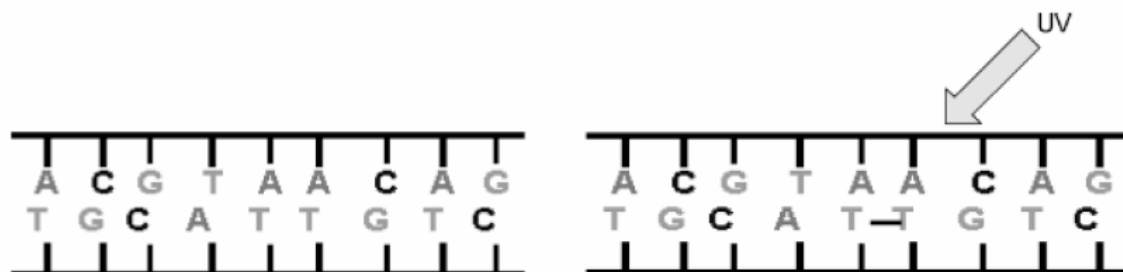


Figura 3.3 - Cadeia dupla de ADN sem alterações da radiação UV e com alterações da radiação UV, respectivamente (Fonte: Ramiro, 2006)

A capacidade de absorção de energia por parte de alguns compostos presentes na água residual urbana reduz a radiação UV antes que ela atinja o seu objetivo de inativação de organismos patogénicos. Quanto maior for a concentração destes compostos no efluente, menor será a disponibilidade de radiação UV e a sua consequente absorção pelos organismos.

A tabela seguinte resume o efeito na desinfecção por radiação UV dos principais compostos presentes nas águas residuais urbanas.

Tabela 3.11 - Características da água residual urbana e respectivos efeitos (Adaptado: U. S. EPA, 1999b)

<b>Características da água residual</b>	<b>Efeitos na desinfecção por UV</b>
<b>Azoto Amoniacal</b>	Nenhum detetado
<b>Nitrito</b>	Nenhum detetado
<b>Nitrato</b>	Nenhum detetado
<b>CBO<sub>5</sub></b>	Nenhum detetado. Contudo se grande parte da CBO <sub>5</sub> é constituída por substâncias húmicas e, ou por compostos não saturados, a transmissão da radiação UV pode ser diminuída.
<b>Dureza</b>	Interfere na solubilidade de metais que podem absorver a luz UV. Pode ocorrer a precipitação de carbonatos nos tubos de quartzo
<b>Materiais húmicos e ferro</b>	Absorvância elevada de radiação UV
<b>pH</b>	Altera a solubilidade de metais e carbonatos
<b>SST</b>	Absorve a radiação UV e protege microrganismos no interior das partículas

Muitos microrganismos possuem a capacidade de reparar os danos induzidos pela radiação UV. Os dois mecanismos de reparação mais conhecidos são a foto reativação (dependente de luz) e a recuperação no escuro (independente de luz) (Guo et al., 2013).

Em certa medida, a foto reativação aumenta a resistência dos microrganismos à radiação UV. Quando o efluente é enviado para meios recetores abertos (rios, lagos), a luz solar ao incidir nesses meios pode reativar uma fração significativa dos microrganismos inativados. Deste modo, considerando os fatores ambientais que influenciam este mecanismo, o aumento da dose de radiação UV, poderá contribuir para limitar esse efeito. No entanto é importante salientar que se pode reduzir o efeito da foto reativação mas não se consegue eliminá-lo (Ramiro, 2006).

Os principais componentes associados à desinfecção por intermédio de radiação UV são os seguintes (HIDROPROJECTO, 2011):

- O tipo de reator (sistemas de escoamento por gravidade em canal aberto, sistemas de reatores fechados);
- O tipo de lâmpadas de UV (lâmpadas de arco de mercúrio de baixa pressão ou de média pressão);
- A configuração das lâmpadas de UV (lâmpadas imersas nas águas residuais urbanas alojadas em ampolas de vidro de quartzo ou lâmpadas emersas).

A tabela 3.12 apresenta um resumo das principais características das lâmpadas de UV utilizadas na desinfecção de águas residuais urbanas.

Tabela 3.12 - Características das lâmpadas utilizadas na desinfecção por radiação UV (Fonte: Tchobanoglous *et al.*, 2003)

Característica	Unidade	Tipo de lâmpada		
		Baixa pressão baixa intensidade	Baixa pressão alta intensidade	Média pressão alta intensidade
<b>Potência consumida</b>	W	70-100	200	
<b>Corrente elétrica</b>	kW mA	350-550	1,2 Variável	2-5 Variável
<b>Voltagem</b>	V	220	Variável	Variável
<b>Eficiência</b>	%	30-40	25-35	10-12
<b>Saída da lâmpada a 254 nm</b>	W	25-27	60-400	
<b>Temperatura</b>	°C	35-45	90-150	600-800
<b>Pressão</b>	mm Hg	0,007	0,001-0,01	
<b>Comprimento</b>	m	0,75-1,5	Variável	Variável
<b>Diâmetro</b>	mm	15	Variável	Variável

Por outro lado, a Tabela 3-13 resume os principais aspetos associados à configuração das lâmpadas UV.

Tabela 3.13 - Aspetos associados à configuração das lâmpadas UV e os diferentes reatores (Fonte: Ramiro, 2006)

Característica	Lâmpadas emersas		Lâmpadas imersas	
	Escoamento em canal	Escoamento sob pressão	Escoamento em canal	Escoamento sob pressão
<b>Estágio de desenvolvimento tecnológico</b>	Bem desenvolvido	Desenvolvido	Bem desenvolvido	Bem desenvolvido
<b>Dimensão da ETAR</b>	Pequena a média	Pequena a média	Média a grande	Todos os tamanhos
<b>Nível de tratamento antes da desinfecção</b>	Secundário	Secundário	Secundário	Secundário
<b>Exigência operacional</b>	Mínima	Moderada	Moderada	Moderada
<b>Limpezas das lâmpadas ou tubo de proteção</b>	Não	Sim	Sim	Sim
<b>Área requerida</b>	Intermédia	Intermédia	Reduzida	Reduzida

Para a utilização da radiação UV como desinfetante de águas residuais urbanas é necessário ter em conta os seguintes parâmetros (HIDROPROJECTO, 2011):

- Dose mínima de raios UV;
- Consumo em situação de ponta;
- Fator de transmissão mínima de radiação UV nos efluentes.

A dose mínima de radiação UV é definida como sendo a radiação UV necessária para reduzir a concentração dos microrganismos num efluente um valor desejado. Esta dose mínima é determinada pelos seguintes aspetos (HIDROPROJECTO, 2011):

- a) O nível de desinfecção requerido, especificado em termos de:
  - Concentração pertinente em organismos indicadores e, ou patogénicos;
  - Procedimentos de amostragem e de análise (foto reativação);
  - Critérios estatísticos de aprovação;
- b) As características das águas residuais urbanas
  - Concentração de matéria em suspensão;
  - Concentração em microrganismos a montante da desinfecção.

A dose mínima de radiação UV pode e deve ser avaliada a partir de resultados experimentais determinados por ensaios em instalações piloto.

As operações e serviços de manutenção devem incluir a monitorização e o controlo das variáveis do processo, tais como: transmitância da radiação UV no líquido (ou absorvância), características físicas do afluente (presença de sólidos suspensos), caudal e nível do líquido do canal, concentração de ferro e dureza, tipo de efluente, tempo de funcionamento da lâmpada, temperatura e intensidade da radiação UV (Ramiro, 2006).

A conceção hidráulica da instalação e a eficácia das lâmpadas de raios UV são muito importantes para que a desinfecção possa ser efetuada de forma segura e para que o sistema de irradiação UV possa ter uma boa eficácia (HIDROPROJECTO, 2011). Uma das causas mais comuns da baixa eficiência do sistema de desinfecção por UV deve-se à falta de manutenção das lâmpadas UV (U.S. EPA, 1999b).

Na desinfecção de águas residuais urbanas a eficiência do processo, por radiação UV, depende dos seguintes fatores (Ramiro, 2006):

- Características do afluente – concentrações elevadas de coloides e partículas na água residual urbana influenciam negativamente a desinfecção. O caudal a tratar e a quantidade de organismos a inativar são fatores importantes que influenciam também o

processo. Quanto mais clarificado for o afluente ao processo, melhor será o seu desempenho de desinfecção;

- Intensidade da radiação UV aplicada;
- Comportamento hidrodinâmico do reator – o escoamento hidráulico do reator deve ser o mais próximo possível do fluxo pistão, com mistura axial suficiente para maximizar a exposição da massa líquida à radiação UV;
- Configuração do reator – é preciso ter em atenção a existência de zonas mortas, curto-circuitos, assim como as regiões expostas a maiores e menores intensidades de radiação, o tipo de lâmpadas e a existência de dispositivos de limpeza.

É aconselhável substituir as lâmpadas de UV de acordo com os intervalos recomendados pelos fabricantes.

A tabela que se segue resume as vantagens e desvantagens da utilização da radiação UV com desinfetante nas estações de tratamento de águas residuais urbanas.

Tabela 3.14 - Vantagens e desvantagens da radiação UV como desinfetante (Fonte: U.S. EPA, 1999b)

Vantagens	Desvantagens
Desinfetante eficaz na inativação de muitos vírus, esporos e cistos	Baixas dosagens podem não ser efetivas na inativação de alguns vírus, esporos e cistos
Desinfecção com UV é um processo físico que, contrariamente aos desinfetantes químicos, elimina a necessidade de gerir, manusear, transportar e armazenar produtos químicos tóxicos/perigosos/corrosivos	Os microrganismos podem, as vezes, reparar e reverter os efeitos destrutivos da radiação UV por meio de um mecanismo de reativação (foto reativação), ou na ausência de luz (recuperação no escuro)
Não gera efeitos residuais prejudiciais ao homem ou vida aquática	Necessidade de um programa preventivo para controlo da formação de biofilmes no reator
Facilmente controlada pelos operadores	SST e turvação do efluente prejudicam a eficiência de inativação
Menos tempo de contacto quando comparado com outros agentes desinfetantes (20 a 30 segundos com lâmpadas de baixa pressão)	Os custos da desinfecção UV não são competitivos com a cloragem, mas tornam-se competitivos quando comparados com o processo de cloragem-descloragem
Menos espaço requerido comparado com outros métodos	



#### 4. Formação de Subprodutos de Desinfecção

---

A utilização de cloro como desinfetante, que reage facilmente com a matéria orgânica dissolvida em águas residuais urbanas, tem o inconveniente de poder contribuir para a formação de subprodutos genotóxicos, mutagénicos e, ou carcinogénicos (Sun et al., 2009); (Sadiq & Rodriguez, 2004); (Rebhun *et al.*, 1997); (Stefanie & Hermann, 1998); (Koukouraki & Diamadopoulos, 2002).

Os dois principais grupos dos subprodutos de desinfecção (SPDs) do cloro são os trihalometanos (THMs) e os ácidos haloacéticos (AHAs). No grupo dos THMs incluem-se quatro espécies: clorofórmio ( $CHCl_3$ ), bromodiclorometano ( $CHCl_2Br$ ), dibromoclorometano ( $CHClBr_2$ ) e bromofórmio ( $CHBr_3$ ). No grupo dos AHA há um total de nove espécies contendo cloro e/ou bromo: monocloro-, dicloro-, e ácido tricloroacético (AMCA, ADCA e ATCA); bromo-, dibromo-, e ácido tribromoacético (AMBA, ADBA e ATBA); bromocloro-, bromodicloro-, e ácido dibromocloroacético (ABCA, ABDCA e ADBCA) (Qi *et al.*, 2004); (Sun et al., 2009); (Doederer, Gernjak, Weinberg, & Jose, 2013); (Sadiq & Rodriguez, 2004).

Comparativamente com as águas de abastecimento, as águas residuais urbanas não têm recebido muita atenção relativamente à formação de SPD (Yang *et al.*, 2005). Como as águas residuais urbanas contêm uma quantidade significativa de compostos orgânicos que podem contribuir para a formação de THM após a utilização de cloro como desinfetante, é necessário que haja um controlo relativamente a esta contaminação (Taylor et al., 2013).

Os três componentes principais para o controlo de SPD incluem, primeiramente um método analítico para a deteção de THM, em segundo, um estudo de modo a definir qual o melhor parâmetro que pode ser utilizado como indicador e por último a melhor dose de cloro (Taylor et al., 2013).

Relativamente ao primeiro componente, o método analítico para a deteção de SPD que é utilizado, atualmente, utiliza vários métodos incluindo a cromatografia em fase gasosa ou a utilização de espectrómetros de massa. A sua principal diferença é o pré tratamento das amostras. Mas estes métodos são caros e nem sempre disponíveis. Quando não há recursos, pode-se conseguir monitorizar a formação de SPD através do método espectrofotométrico, que permite uma boa sensibilidade para as concentrações máximas estabelecidas (Taylor et al., 2013).

O segundo componente é muito importante para perceber como funciona a relação entre a matéria orgânica presente na água residual urbana e os THM que se formam com a adição de cloro. Muitos estudos realizados mostram que o carbono orgânico total (COT), a carência química de oxigénio (CQO) e o Azoto inorgânico (nitratos, nitritos e amónia) são uns bons indicadores da formação potencial de THM (Taylor et al., 2013).

Por último e como terceiro componente, é importante saber qual é a melhor dose de cloro a adicionar na água residual urbana, pois vários estudos mostram que a sua quantidade está intimamente ligada à concentração de THM formados. De acordo com os resultados obtidos por Taylor *et al.* (2013), quanto maior for a quantidade de cloro adicionada na desinfecção maior será a formação de THM. Assim, para uma desinfecção otimizada, será necessário o recurso a uma dose mínima de cloro, que permita garantir a eficiência de desinfecção desejada sem ocorrer formação de THM.

As concentrações e distribuição de THM e AHA não são iguais para todas as águas residuais urbanas. Um estudo, feito por Yang *et al.* (2005), mostrou que apesar das diferenças, existem aspetos comuns à formação de THM e AHA. A formação de THM e AHA aumentou significativamente após a adição do cloro ligeiramente acima do *breakpoint*. A presença de brometo na água residual urbana também tem uma grande influência na formação e distribuição de THM e AHA.

## 5. Enquadramento Legal

---

No sector das águas residuais urbanas existem inúmeros intervenientes e a legislação em vigor inclui um conjunto significativo de documentos. Entre os principais intervenientes neste sector inclui-se a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), a Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas (APDA), o Instituto da Água (INAG), o Grupo Águas de Portugal (AdP) e os municípios (Pato, 2011).

A APA resulta da fusão de 9 organismos, conta com mais de 800 colaboradores e inclui 5 Administrações Regionais Hidrográficas. A sua missão é propor, desenvolver e acompanhar a execução das políticas nas áreas do combate às alterações climáticas e emissão de poluentes atmosféricos, avaliação de impacte ambiental, prevenção de riscos graves, controlo integrado da poluição e educação ambiental ([www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt)).

A ERSAR é a entidade reguladora dos serviços de águas e resíduos em Portugal. Em 1997 foi criado o Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR). Em 2009 o Governo aprovou um diploma que transformou o IRAR em ERSAR. A ERSAR deve assegurar duas missões distintas e complementares. A missão de “regulador” dos setores de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos e a missão de “autoridade competente” para a qualidade da água para consumo humano ([www.ersar.pt](http://www.ersar.pt)).

O LNEC, criado em 1946, é uma Instituição de Ciência e Tecnologia do setor do Estado. A sua missão é empreender, coordenar e promover a investigação científica e o desenvolvimento tecnológico necessário ao progresso, à inovação e à boa prática no âmbito da engenharia civil, incluindo a área da hidráulica e ambiental (engenharia sanitária) ([www.lnec.pt](http://www.lnec.pt)).

A APDA, que iniciou a sua atividade em 1986, é uma entidade que representa e defende os interesses dos agentes responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água e águas residuais e de todos os demais intervenientes neste domínio. Esta associação estimula o tratamento, investigação e desenvolvimento dos assuntos relacionados com a quantidade e qualidade das águas de abastecimento, drenagem e destino final das águas residuais constituindo um fórum para profissionais e diversas formações com intervenção no setor das águas ([www.apda.pt](http://www.apda.pt)).

O INAG é a Autoridade Nacional da Água, que tem por missão propor, acompanhar e assegurar a execução da política nacional no domínio dos recursos hídricos de forma a assegurar a sua gestão sustentável, bem como garantir a Lei da Água. Garante a representação internacional do Estado no domínio da água ([portaldaaqua.inag.pt](http://portaldaaqua.inag.pt)).

A AdP é um dos grandes grupos empresariais do setor do ambiente em Portugal. Tem por missão contribuir para a resolução dos problemas nacionais nos domínios de abastecimento de água, de saneamento de águas residuais e de tratamento e valorização de resíduos, num quadro de sustentabilidade económica, financeira, técnica, social e ambiental ([www.adp.pt](http://www.adp.pt)).

Os municípios prestam serviços de saneamento. Podem concessionar os serviços a entidades privadas ou delegá-los a terceiros, nomeadamente a freguesias e associações de utilizadores (Pato, 2011).

A legislação em vigor mais relevante para o domínio das águas residuais urbanas inclui os seguintes diplomas:

- Decreto-Lei n.º 158/70, de 1 de Abril – que veio inserir o saneamento das águas residuais urbanas na política de gestão dos recursos hídricos;
- Decreto-Lei n.º 162/96, de 4 de Setembro – que estabelece o regime jurídico da construção, exploração e gestão dos sistemas multimunicipais de recolha, tratamento e rejeição de efluentes. (Aditado o artigo 7º pelo Decreto-Lei n.º 223/2003, de 20 de Setembro);
- Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho – que transpõe para o direito interno a Diretiva 91/271/CEE, do Conselho Europeu, de 21 de Maio de 1991, relativamente ao tratamento de águas residuais urbanas;
- Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto – que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. (Retificação: Declaração de retificação n.º 22-C/98, de 30 de Novembro);
- Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de Novembro – que altera o Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho, transpondo para o direito interno a Diretiva n.º 98/15/CE, da comissão, de 21 de Fevereiro;
- Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de Junho – que altera o Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho, e aprova uma lista de identificação de zonas sensíveis e de zonas menos sensíveis, bem como o respetivo mapa, constantes do anexo II ao referido diploma legal.

De acordo com o Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais (PEAASAR) para o período de 2007-2013 (PEAASAR II), em 2001 o incumprimento da Diretiva 91/271/CEE era na ordem dos 38 %, tendo sido reduzido em 2004 para cerca de 16 %. As metas para o PEAASAR I (período de 2000-2006) incluíam níveis de atendimento da população, de 95 % em abastecimento de água e de 90 % em saneamento de águas residuais. Para ajudar a atingir estas metas o PEAASAR I contou com uma parte do financiamento do Fundo de Coesão. Durante o período de 2007-2013 do PEAASAR previa-se que as obras referentes à construção de ETAR estivessem completas, por forma a diminuir ainda mais o

incumprimento da Diretiva 91/271/CEE.



## **6. Objetivo**

---

O presente trabalho tem como objetivo contribuir para avaliar a possibilidade de utilizar o cloro como desinfetante em águas residuais urbanas, em alternativa à utilização de radiação UV, tendo sido avaliados três casos de estudo, respetivamente as ETAR de Fernão Ferro, Zona Industrial da Autoeuropa (ZIA) e Quinta do Conde. A prossecução deste objetivo incluiu a verificação dos objetivos de qualidade, a formação de subprodutos e a avaliação dos residuais de cloro.



## 7. Caracterização das ETAR em Estudo

---

### 7.1. Localização das ETAR

A SIMARSUL, empresa do Grupo Águas de Portugal, é concessionária do Sistema Multimunicipal de Saneamento de Águas Residuais da Península de Setúbal e abrange os municípios de Alcochete, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal ([www.simarsul.pt](http://www.simarsul.pt)). A figura 7.1 mostra a localização dos municípios abrangidos pela SIMARSUL no mapa.



Figura 7.1 - Municípios abrangidos pela SIMARSUL (Fonte: SIMARSUL)

As ETAR que constituíram o caso de estudo desta dissertação incluíram:

- Fernão Ferro, localizada no concelho do Seixal, freguesia de Fernão Ferro, e que se encontra em funcionamento desde 1993. Tendo sido reabilitada a 3 de Maio de 2010. Está inserida no Subsistema de Fernão Ferro que inclui, além desta infraestrutura, cerca de 10 Km de emissários e condutas elevatórias e 2 Estações Elevatórias ([www.simarsul.pt](http://www.simarsul.pt));
- Zona Industrial da Autoeuropa (ZIA), que se localiza no concelho de Palmela, na freguesia da Quinta do Anjo. A ETAR que se encontra em funcionamento desde 1995 e para além desta infraestrutura se incluir no Subsistema da Z.I. Autoeuropa, inclui 17 km de emissários e interceptores e 5 Estações Elevatórias. Foi reabilitada em 2007, em 2012 foi introduzida a etapa de desinfecção por radiação ultravioleta para dar cumprimento à legislação ([www.simarsul.pt](http://www.simarsul.pt));
- Quinta do Conde, que se situa no concelho que Sesimbra e está inserida no Subsistema da Quinta do Conde que inclui, além desta infraestrutura, cerca de 46 Km de emissários e condutas elevatórias e 11 estações elevatórias ([www.simarsul.pt](http://www.simarsul.pt)).

### 7.2. ETAR DE FERNÃO FERRO

### 7.2.1. Caracterização do Sistema de Tratamento da ETAR

A ETAR de Fernão Ferro (figura 7.2) foi dimensionada para tratar 5.890 m<sup>3</sup>/dia correspondentes a cerca de 32.700 habitantes equivalentes ([www.simarsul.pt](http://www.simarsul.pt)).



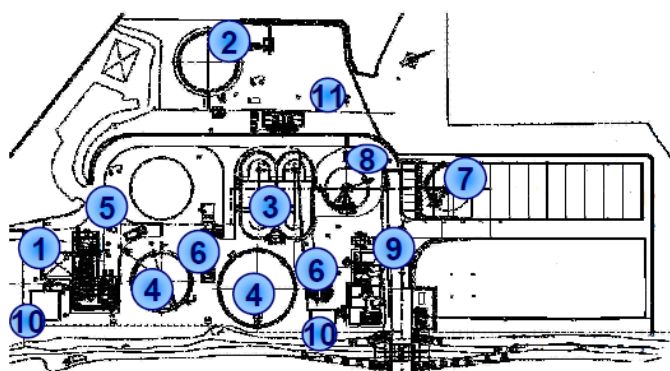
Figura 7.2 - ETAR de Fernão Ferro (Fonte: SIMARSUL)

O nível de tratamento instalado é terciário dado que se dispõe de desinfecção final, estando a ETAR também dotada de um sistema de desodorização e de um sistema de reutilização de água de serviço adequada para uso interno ([www.simarsul.pt](http://www.simarsul.pt)).

Em termos de processos e operações, a ETAR inclui três fases de tratamento: fase líquida, fase sólida e fase gasosa, que se apresentam descritas na tabela 7.1 e representadas esquematicamente na figura 7.3.

Tabela 7.1 - Resumo das fases de tratamento da ETAR de Fernão Ferro (Adaptado: SIMARSUL)

Fases de Tratamento	Principais Operações e Processos	
Fase Líquida	Pré-Tratamento	Gradagem Grossa Tamisador Desarenador/Desengordurador
	Tratamento Primário	Decantação Primária
	Tratamento Secundário	Reatores <i>Carrousel</i> Decantação Secundária
	Desinfecção	Radiação Ultravioleta
	Fase Sólida	Espessamento Gravítico de lamas Digestão Anaeróbia a Frio Desidratação Mecânica Gasómetro Sistema de Queima do Biogás
Fase Gasosa	Desodorização por Biofiltração	



**LEGENDA:**

- 1- Ed. de Tratamento Preliminar
- 2-Decantador Primário
- 3-Valas de Oxidação
- 4-Decantadores Secundários
- 5-Desinfecção por UV
- 6-Espessador de Lamas
- 7-Digestor s/ armazenamento de Biogás
- 8-Digestor c/ armazenamento de Biogás
- 9-Ed. de Desidratação/Exploração
- 10-Desodorização
- 11-Queima de Biogás em excesso

Figura 7.3 - Representação esquemática da ETAR de Fernão Ferro (Fonte: SIMARSUL)

7.2.2.Exigência de Qualidade para Descarregar no Meio Recetor

O efluente tratado da ETAR de Fernão Ferro é descarregado no Rio Judeu, na baía do Seixal.

Os objetivos de qualidade segundo os Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho são os seguintes:

- CBO<sub>5</sub> – 25 mg/L;
- CQO – 125 mg/L;
- SST – 35 mg/L;
- CF – 2000 NMP/100 mL.

O efluente é descarregado numa zona considerada como sensível, pelo critério de produção de bivalves (Diretiva n.º 91/492/CEE), segundo o Decreto-Lei n.º 198/2008 de 8 de Outubro, por isso existem objetivos de remoção de coliformes fecais.

### 7.2.3. Caracterização Qualitativa e Quantitativa do Afluente

A tabela seguinte resume as características da água residual bruta, tanto no ano inicial como no ano horizonte, de acordo com os dados de base de dimensionamento apresentados na memória descritiva e justificativa para o projeto de execução da ETAR de Fernão Ferro:

Tabela 7.2 - Características do afluente (Fonte: Memória descritiva da ETAR de Fernão Ferro)

<b>Caudais</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ano Inicial</b>	<b>Ano Horizonte</b>
	Qmédio (m <sup>3</sup> /dia)	2.500	5.890
	Qponta tempo seco (m <sup>3</sup> /h)	192	453
	Qponta tempo chuvoso (m <sup>3</sup> /h)	330	760

<b>Cargas</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Ano Inicial</b>	<b>Ano Horizonte</b>
	CQO (kg/dia)	2.420	4.905
	CBO <sub>5</sub> (Kg/dia)	970	1.970
	SST (Kg/dia)	1.450	2.950

Relativamente aos coliformes totais, é considerado que a concentração no afluente à ETAR deverá ser de 10<sup>10</sup> NMP/100 mL.

## 7.3. ETAR DA ZONA INDUSTRIAL DA AUTOEUROPA

### 7.3.1. Caracterização do Sistema de Tratamento da ETAR

A ETAR da ZIA (figura 7.4) tem capacidade para efetuar o tratamento de 9.500 m<sup>3</sup>/dia de águas residuais urbanas, no ano horizonte, o que corresponde a cerca de 50.000 habitantes equivalentes ([www.simarsul.pt](http://www.simarsul.pt)).

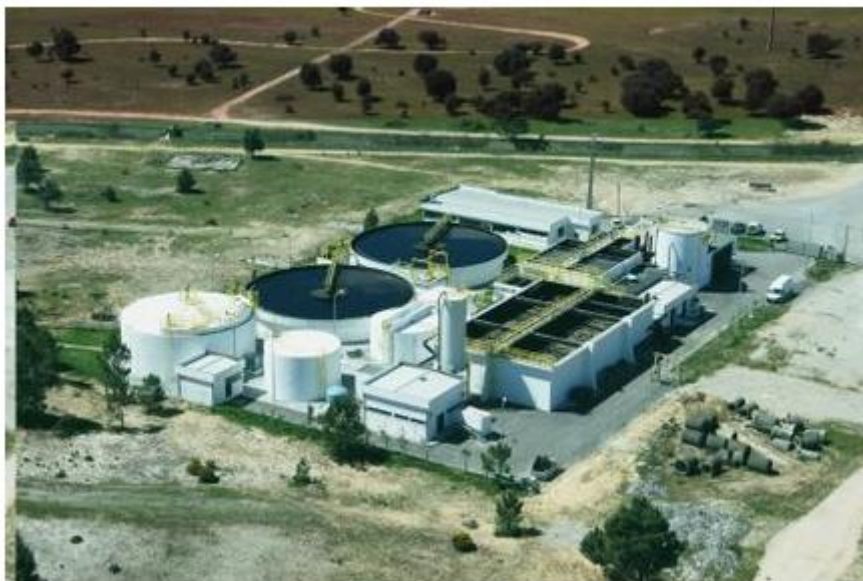


Figura 7.4 - ETAR da ZIA (Fonte: SIMARSUL)

O nível de tratamento instalado é terciário, dado que se dispõe de um sistema de desinfecção final. A ETAR também está dotada de um sistema de desodorização ([www.simarsul.pt](http://www.simarsul.pt)).

Em termos de processos e operações, a ETAR inclui três fases de tratamento: fase líquida, fase sólida e fase gasosa, que se apresentam descritas na tabela *infra*:

Tabela 7.3 - Resumo das fases de tratamento da ETAR da ZIA (Adaptado: SIMARSUL)

<b>Fases de Tratamento</b>	<b>Principais Operações e Processos</b>	
<b>Fase Líquida</b>	Pré-Tratamento	Gradagem Grossa Tamisador Desarenador/Desengordurador
	Tratamento Primário	Decantação Primária Lamelar
	Tratamento Secundário	Reator Biológico Decantação Secundária
	Desinfecção	Radiação Ultravioleta com Microtamisação
<b>Fase Sólida</b>	Espessamento Gravítico de lamas Digestão Anaeróbia à Temperatura Ambiente Desidratação Mecânica Gasómetro Sistema de Queima do Biogás	
<b>Fase Gasosa</b>	Desodorização Química	

Na figura seguinte (figura 7.5) apresenta-se uma implantação esquemática da ETAR da ZIA com a identificação dos diferentes órgãos.

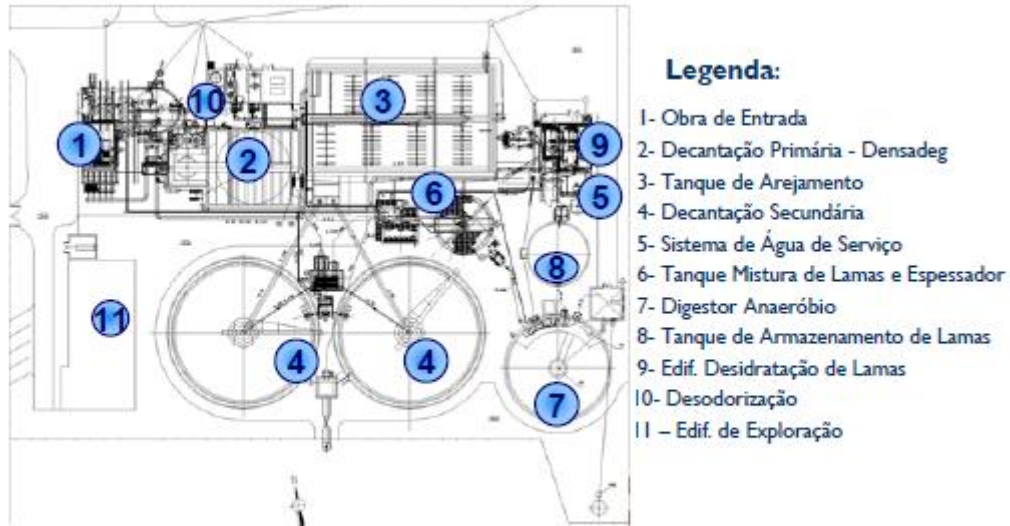


Figura 7.5 - Representação esquemática da ETAR da ZIA (Fonte: SIMARSUL)

### 7.3.2.Exigência de Qualidade para descarregar no Meio Recetor

Para a ETAR da ZIA e de acordo com o Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho, o referencial de qualidade para o efluente tratado é o seguinte:

- CBO<sub>5</sub> – 25 mg/L;
- CQO – 125 mg/L;
- SST – 35 mg/L;
- CF – 2000 NMP CF/100 mL.

A descarga do efluente tratado da ETAR da ZIA é efetuada numa zona considerada não sensível à remoção de nutrientes, mas sensível devido à produção de bivalves, pelo que é exigido objetivos de remoção de coliformes fecais, pelo Decreto-Lei n.º 198/2008 de 8 de Outubro.

### 7.3.3.Caracterização Qualitativa e Quantitativa do Afluente

A tabela 7.4 resume a informação referente às características qualitativas e quantitativas da água residual urbana bruta.

Tabela 7.4 - Características do afluente (Fonte: Memória descritiva da ETAR da ZIA)

<b>Caudais</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ano Inicial</b>	<b>Ano Horizonte</b>
	Qmédio (m <sup>3</sup> /dia)	2.600	9.500
	Qponta (m <sup>3</sup> /h)	660	880

<b>Cargas</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Ano Inicial</b>	<b>Ano Horizonte</b>
	CQO (kg/dia) – médio	2.800	6.000
	CBO <sub>5</sub> (Kg/dia) – médio	800	3.000
	SST (Kg/dia) – médio	2.000	4.500

Para os coliformes fecais é considerado à saída do tratamento secundário um valor de 10<sup>7</sup> NMP/100 mL.

#### 7.4. ETAR DA QUINTA DO CONDE

##### 7.4.1. Caracterização do Sistema de Tratamento da ETAR

A ETAR da Quinta do Conde (figura 7.6) tem capacidade para efetuar o tratamento de 19.300 m<sup>3</sup>/dia no ano horizonte, o que corresponde a cerca de 94.000 habitantes equivalentes ([www.simarsul.pt](http://www.simarsul.pt)).



Figura 7.6 - ETAR da Quinta do Conde (Fonte: SIMARSUL)

O nível de tratamento instalado é terciário, dado que possui sistema de desinfecção final. A ETAR também é dotada de um sistema de reutilização de água e de um sistema de desodorização ([www.simarsul.pt](http://www.simarsul.pt)).

Em termos de processos e operações, a ETAR inclui três fases de tratamento: fase líquida, fase sólida e fase gasosa, que se apresentam descritas na seguinte tabela:

Tabela 7.5 - Resumo das fases de tratamento da ETAR da Quinta do Conde (Adaptado: SIMARSUL)

Fases de Tratamento	Principais Operações e Processos	
<b>Fase Líquida</b>	Pré-Tratamento	Gradagem Grossa Tamisador Desarenador/Desengordurador
	Tratamento Primário	Decantação Primária Lamelar
	Tratamento Secundário	Vala de Oxidação Decantação Secundária
	Desinfecção	Radiação Ultravioleta
<b>Fase Sólida</b>	Desidratação Mecânica Digestão Anaeróbia a Quente Espessamento Gravítico e Mecânico de lamas Gasómetro Cogeração	
<b>Fase Gasosa</b>	Desodorização Química	

Na figura 7.7 apresenta-se uma implantação esquemática da ETAR da Quinta do Conde com a identificação e localização dos diferentes órgãos.



Figura 7.7 - Representação esquemática da ETAR da Quinta do Conde (Fonte: SIMARSUL)

#### 7.4.2. Exigência de Qualidade para Descarregar no Meio Recetor

A ETAR da Quinta do Conde efetua a descarga do efluente tratado no esteiro de Coina (Rio Tejo). É uma zona utilizada para a produção de bivalves, pelo que não necessita de remoção de nutrientes, por outro lado, exige objetivos de remoção de coliformes fecais, pelo Decreto-Lei n.º 198/2008 de 8 de Outubro.

Deste modo a exigência da qualidade do efluente de acordo com o Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho são os seguintes:

- CBO<sub>5</sub> – 25 mg/L;
- CQO – 125 mg/L;
- SST – 35 mg/L;
- CF – 2000 NMP CF/100 mL.

#### 7.4.3. Caracterização Qualitativa e Quantitativa do Afluente

A tabela 7.6 resume a informação existente na memória descritiva e justificativa quanto às características quantitativas e qualitativas da água residual bruta.

Tabela 7.6 - Características do afluente (Fonte: Memória descritiva da ETAR da Quinta do Conde)

Caudais	Tipo	Ano Inicial	Ano Horizonte
	Qmédio (m <sup>3</sup> /dia)	10.900	19.300
	Qmédio horário (m <sup>3</sup> /h)	454,2	804,2
	Qponta (m <sup>3</sup> /h)	900	1.600

Cargas	Parâmetro	Ano Inicial	Ano Horizonte
	CQO (kg/dia)	8.200	11.280
	CBO <sub>5</sub> (Kg/dia)	4.100	5.640
	SST (Kg/dia)	5.260	7.240



## **8. Caracterização do Sistema Atual de Desinfecção**

---

As ETAR que são objeto de caso de estudo utilizam como sistema de desinfecção a radiação UV:

- Fernão Ferro – dois canais abertos com um módulo de lâmpadas UV de baixa pressão, alto rendimento e limpeza automática mecânica;
- ZIA – duas linhas de canal aberto, com lâmpadas de baixa pressão e alto rendimento e um sistema de limpeza automático mecânico;
- Quinta do Conde – canal fechado, com lâmpadas de baixa pressão, sistema de regulação da intensidade e sistema automático de limpeza mecânico e químico.



## 9. Plano Experimental

---

A prossecução dos objetivos do trabalho incluiu a realização de um conjunto de ensaios, por forma a procurar avaliar a repercussão da variação da concentração e do tempo de contacto com o cloro, bem como a formação de subprodutos nocivos para o meio ambiente, tendo-se determinado os seguintes parâmetros:

- Cloro total;
- Cloro livre;
- Coliformes fecais;
- pH;
- Temperatura;
- Condutividade;
- SST;
- SSV;
- CQO;
- CBO<sub>5</sub>;
- THM.

O plano experimental incluiu a recolha e realização de ensaios na ETAR da Quinta do Conde, tendo algumas das determinações sido efetuadas num laboratório externo acreditado. As datas da realização das recolhas foram:

- 21 de Abril de 2014;
- 27 de Maio de 2014;
- 1 de Julho de 2014;
- 15 de Julho de 2014;
- 12 de Agosto de 2014.

Na tabela 9.1 resumem-se as concentrações de cloro e os tempos de contacto utilizados no primeiro dia de ensaios na ETAR de Fernão Ferro.

Tabela 9.1 - Concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no primeiro dia de ensaios na ETAR de Fernão Ferro (21 de Abril de 2014)

Referência da amostra	[Cl <sub>2</sub> ] (mg/L)	Volume de solução (mL)	Volume da Amostra (mL)	Dose (mg NaOCl/L)	Tempo de contacto (min)
B	Branco	-	-	-	-
D1	4	0,031	1000	4,185	5
D2	4	0,031	1000	4,185	10
D3	4	0,031	1000	4,185	15
D4	4	0,031	1000	4,185	25

Na tabela 9.2 resumem-se as concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no segundo dia de ensaios na ETAR de Fernão Ferro.

Tabela 9.2 - Concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no segundo dia de ensaios na ETAR de Fernão Ferro (27 de Maio de 2014)

Ref da amostra	[Cl <sub>2</sub> ] (mg/L)	Volume de solução (mL)	V amostra (mL)	V total (mL)	Volume de solução total (mL)	Dose (mg NaOCl/L)	Tempo contacto (min)
B	Branco	-	-	-	-	-	-
D1	2	0,015	1000	4000	0,060	1,95	5
D2							12
D4	4	0,031	1000	3000	0,093	4,03	5
D5							12
D3	6	0,046	1000	3000	0,138	5,98	12

Na tabela 9.3 resumem-se as concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no terceiro dia de ensaios na ETAR da ZIA.

Tabela 9.3 - Concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no terceiro dia de ensaios na ETAR da ZIA (1 de Julho de 2014)

Ref. Amostra	[Cl <sub>2</sub> ] (mg/L)	Volume de solução (mL)	V amostra (mL)	V total (mL)	Volume de solução total (mL)	Dose (mg NaOCl/L)	Tempo contacto (min)
B	Branco	-	-	-	-	-	-
D1	2	0,015	1000	4000	0,060	2,025	2,5
D2							5
D3							10
D4							20
D5	4	0,031	1000	4000	0,124	4,185	2,5
D6							6
D7							10
D8							20

Nas tabelas 9.4 e 9.5 resumem-se as concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no quarto dia de ensaios na ETAR da ZIA e Quinta do Conde respetivamente.

Tabela 9.4 - Concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no quarto dia de ensaios na ETAR da ZIA (15 de Julho de 2014)

Ref amostra	[Cl <sub>2</sub> ] (mg/L)	Volume de solução (mL)	Volume de amostra (mL)	Volume total (mL)	Volume de solução total (mL)	Dose (mg NaOCl/L)	Tempo de contacto (min)
B-ZIA	Branco	-	-	-	-	-	-
D1	3	0,023	1000	4000	0,092	3,0	2,5
D2							20

Tabela 9.5 - Concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no quarto dia de ensaios na ETAR da Quinta do Conde (15 de Julho de 2014)

Ref amostra	[Cl <sub>2</sub> ] (mg/L)	Volume de solução (mL)	Volume de amostra (mL)	Volume total (mL)	Volume de solução total (mL)	Dose (mg NaOCl/L)	Tempo de contacto (min)
B-QTC	Branco	-	-	-	-	-	-
D3	2	0,015	1000	4000	0,062	2	4
D4							10

Na tabela 9.6 resumem-se as concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no quinto dia de ensaios na ETAR da Quinta do Conde.

Tabela 9.6 - Concentrações de cloro e tempos de contacto utilizados no quinto dia de ensaios na ETAR da Quinta do Conde (12 de Agosto de 2014)

Ref amostra	[Cl <sub>2</sub> ] (mg/L)	Volume de solução (mL)	V amostra (mL)	V total (mL)	Volume de solução total (mL)	Dose (mg NaOCl/L)	Tempo de contacto (min)
QTC-B	Branco	-	-	-	-	-	-
QTC-D1	4	0,031	1000	4000	0,123	4	4
QTC-D2							10



## 10. Materiais e Métodos

---

### 10.1. Materiais

Os materiais utilizados para a realização dos ensaios foram os seguintes:

- Hipoclorito de Sódio a 13% - 13,5%;
- Cuba para mistura;
- Varetas para agitação.

### 10.2. Métodos

Para a determinação dos parâmetros foram utilizados os seguintes métodos:

- pH – método potenciométrico, utilizando um analisador robótico SP10<sup>pH/EC</sup> SKALAR;
- Condutividade – método condutimétrico, utilizando um analisador robótico SP10<sup>pH/EC</sup> SKALAR;
- Temperatura – método eletrométrico, utilizando um analisador robótico SP10<sup>pH/EC</sup> SKALAR;
- CBO<sub>5</sub> – método eletrométrico, utilizando um analisador robótico SP10<sup>CBO</sup> SKALAR;
- CQO – ensaios à pequena escala, utilizando Hach Lange LCK 414 na faixa 5-60 mg/L O<sub>2</sub>, ou LCK 314 na faixa 15-150 mg/L O<sub>2</sub>, ou LCK 514 na faixa 100-2000 mg/L O<sub>2</sub>;
- SST – método gravimétrico, de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, APHA – AWWA;
- SSV – método gravimétrico, de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, APHA – AWWA;
- Coliformes fecais – método cromogénico, utilizando Coli-18/Quanti-Tray que, de acordo com a ERSAR este método é tão fiável como o método especificado na Diretiva 98/83/CE, do Conselho de 3 de Novembro;
- Cloro livre – kit método colorimétrico, utilizando DPD Free Chlorine reagent no laboratório da ETAR da Quinta do Conde e o método SMEWW 4500 Cl-G no laboratório externo;
- Cloro total – kit método colorimétrico, utilizando DPD Total Chlorine no laboratório da ETAR da Quinta do Conde e o método SMEWW 4500 Cl-G no laboratório externo;
- Organoclorados – método Headspace Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (HS-GC-MS), utilizado no laboratório externo;
- COV's – método Headspace Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (HS-GC-MS), utilizado no laboratório externo.

A recolha das amostras foi efetuada nos dias em que decorreram os ensaios, à saída do decantador secundário.

No laboratório da ETAR da Quinta do Conde a amostra foi colocada numa cuba de mistura, onde se adicionava o cloro. Para simular a agitação durante os vários tempos de contacto utilizaram-se duas varetas, após o que a amostra era transferida para os recipientes adequados para se realizarem os testes necessários quer no laboratório da ETAR da Quinta do Conde quer no laboratório externo.

## 11. Resultados

Os resultados obtidos, relativos às amostras recolhidas no dia 21 de Abril e 27 de Maio de 2014 na ETAR de Fernão Ferro, para as concentrações de cloro e tempos de contacto apresentadas nas tabelas 9.1 e 9.2, encontram-se resumidos nas tabelas 11.1, 11.2:

Tabela 11.1 - Resultados do primeiro dia de ensaios (21 de Abril de 2014) referentes à ETAR de Fernão Ferro

Ref amostra	Cl <sub>2</sub> residual livre (mg/L)	Cl <sub>2</sub> total (mg/L)	T amostra (°C)	pH das amostras (pH)	CF (NMP/100 mL)	Cond (µS/cm)	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	CAO (mg/L)	CBO (mg/L)
B	0,06	0,03	18,2	7,59	1,99E+05	704	13	12	33	< 6
D1	0,28	1,18	18,7	7,73	<20	710	-	-	-	-
D2	1,27	1,22	18,7	7,83	<20	709	-	-	36	-
D3	1,28	1,17	18,8	7,93	882	709	-	-	-	-
D4	1,21	1,15	19	8,10	143	706	-	-	35	-

Tabela 11.2 - Resultados do segundo dia de ensaios (27 de Maio de 2014) referentes à ETAR de Fernão Ferro

Ref amostra	Cl <sub>2</sub> residual livre (mg/L)	Cl <sub>2</sub> total (mg/L)	T amostra (°C)	pH das amostras (pH)	Cond (µS/cm)	CF (NMP/100 mL)	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	CAO (mg/L)	CBO (mg/L)	Organoclorados (mg/L)
B	0,03	0,05	20,2	7,60	938	> 6,0E+05	<10	< 10	37	< 6	-
D1	0,11 0,33* 0,14	0,34 0,32	19,5	7,90	932	172	-	-	37	-	-
D2	0,41* 0,25 0,26	0,31 0,31	19,5	8,17 8,14	925 927	1500	-	-	39	-	-
D4	0,17 0,15	0,84 0,79	19,8	8,06 8,09	931 928	146	-	-	37	-	-
D5	0,14	0,8	19,8	8,20	926	141	-	-	40	-	#1
D3	0,2	1,53 1,46	19,3	8,20 8,22	930 930	> 2400	-	-	37	-	-

\* - Valor que não está de acordo com o esperado, havendo por isso uma repetição do ensaio

A amostra D5, em que foi realizado a análise para a deteção da formação de THM, não apresenta formação de organoclorados, como pode ser consultado no boletim no anexo I.

Os resultados relativos às amostras recolhidas no dia 1 de Julho e 15 de Julho de 2014 na ETAR da ZIA encontram-se resumidos nas tabelas 11.3, 11.4 e 11.5 para as concentrações de cloro e tempos de contacto apresentados nas tabelas 9.3 e 9.4:

Tabela 11.3 - Resultados do terceiro dia de ensaios (1 de Julho de 2014) referentes à ETAR da ZIA

Ref amostra	Cl <sub>2</sub> residual livre (mg/L)	Cl <sub>2</sub> total (mg/L)	pH das amostras (pH)	Cond (µS/cm)	T amostra (°C)	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	CQO (mg/L)	CBO (mg/L)	CF (NMP/100 mL)
B	0,03 0,04	0,04 0,04	7,34	1215	22,7	< 11	< 11	31	< 6	5100
D1	0,08 0,12	0,53 0,51	7,45	1215	23,2	-	-	28	-	13
D2	0,21 0,07* 0,12	0,46 0,47	7,62	1204	22,9	-	-	27	-	16
D3	0,08 0,09	0,45 0,47	7,82	1209	22,8	-	-	28	-	13
D4	0,11 0,08	0,43 0,42	8,03	1209	22,5	-	-	25	-	93
D5	0,85* 0,18 0,17 0,37* 0,19	1,23 1,22	7,43	1218	22,7	-	-	31	-	7,4
D6	0,15 0,17	1,12 1,12	7,59	1213	22,6	-	-	28	-	3,1
D7	0,26* 0,15 0,13	1,09 1,06	7,78	1214	22,6	-	-	33	-	1
D8	0,22 0,25	1,05 1,01	8,02	1211	22,4	-	-	30	-	2

\* - Valor que não está de acordo com o esperado, havendo por isso uma repetição do ensaio

Os resultados obtidos no laboratório externo, para determinar a quantidade de coliformes fecais nas nove amostras relativas à ETAR da ZIA, apresentados na tabela 11.3 encontram-se no anexo II.

Tabela 11.4 - Resultados do quarto dia de ensaios (15 de Julho de 2014) referentes à ETAR da ZIA (1/2)

Ref amostra	Cl <sub>2</sub> residual livre (mg/L)	Cl <sub>2</sub> total (mg/L)	pH das amostras (pH)	Cond (µS/cm)	T da amostra (°C)	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	COO (mg/L)	CBO (mg/L)
B-ZIA	0,03	0,05	6,84	951	22,7	< 10	< 10	24	< 6
	0,05	0,06							
D1	0,17	0,91	7,00	947	22,6	-	-	20	-
	0,18	0,85							
D2	0,15	0,85	7,73	947	22,1	-	-	21	-
	0,13	0,83							

Tabela 11.5 - Resultados do quarto dia de ensaios (15 de Julho de 2014) referentes à ETAR da ZIA (2/2)

Ref amostra	Coliformes fecais (NMP/100 mL)	Organoclorados (µg/L)	Cl <sub>2</sub> Livre (mg/L)	Cl <sub>2</sub> Total (mg/L)	COV's (µg/L)
B-ZIA	1,4x10 <sup>4</sup>	#2	0,13	0,13	<10
D1	3	#3	0,1	0,68	<10
D2	<1	#4	0,41	1,6	200

Os resultados relativos à presença de organoclorados, para a ETAR da ZIA, encontram-se apresentados nos boletins no anexo I. Os boletins de análises apresentados no anexo I, também se referem aos resultados obtidos no laboratório externo relativos à quantidade de coliformes fecais, concentração de cloro livre e cloro total para as amostras B-ZIA, D1 e D2.

As tabelas 11.6, 11.7, 11.8 e 11.9 resumem os resultados relativos à ETAR da Quinta do Conde para as amostras recolhidas no dia 15 de Julho e 12 de Agosto de 2014, para as concentrações de cloro e tempos de contacto descritos na tabela 9.5 e 9.6:

Tabela 11.6 - Resultados do quarto dia de ensaios (15 de Julho de 2014) referentes à ETAR da Quinta do Conde (1/2)

Ref amostra	Cl <sub>2</sub> residual livre (mg/L)	Cl <sub>2</sub> total (mg/L)	pH das amostras (pH)	Cond (µS/cm)	T da amostra (°C)	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	CQO (mg/L)	CBO (mg/L)
B-QTC	0,03	0,03	7,17	850	22,9	< 10	< 10	32	< 6
	0,03	0,04							
D3	0,13	0,40	7,57	850	23,0	-	-	34	-
	0,12	0,38							
D4	0,15	0,35	7,81	839	22,6	-	-	31	-
	0,11	0,35							

Tabela 11.7 - Resultados do quarto dia de ensaios (15 de Julho de 2014) referentes à ETAR da Quinta do Conde (2/2)

Ref amostra	Coliformes fecais (NMP/100 mL)	Organoclorados (µg/L)	Cl <sub>2</sub> Livre (mg/L)	Cl <sub>2</sub> Total (mg/L)	COV's (µg/L)
B-QTC	3,9x10 <sup>4</sup>	#5	<0,10	<0,10	<10
D3	1,8x10 <sup>4</sup>	#6	<0,10	0,23	<10
D4	1,8x10 <sup>4</sup>	#7	0,18	0,21	<10

Tabela 11.8 - Resultados do quinto dia de ensaios (12 de Agosto de 2014) referentes à ETAR da Quinta do Conde(1/2)

Ref amostra	Cl <sub>2</sub> residual livre (mg/L)	Cl <sub>2</sub> total (mg/L)	pH das amostras (pH)	Cond (µS/cm)	T da amostra (°C)	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	CQO (mg/L)	CBO (mg/L)
QTC-B	0,09	0,12	7,25	741	22,2	< 10	< 10	30	6
	0,10	0,12							
QTC-D1	0,24	0,81	7,55	748	22,4	-	-	32	-
	0,14	0,85							
	0,11								
QTC-D2	0,12	0,80	7,85	745	22,2	-	-	28	-
	0,11	0,78							

Tabela 11.9 - Resultados do quinto dia de ensaios (12 de Agosto de 2014) referentes à ETAR da Quinta do Conde (2/2)

Ref amostra	Coliformes fecais (NMP/100 mL)	COV's (µg/L)	Cloro Livre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)	Organoclorados (µg/L)
QTC-B	1,4x10 <sup>5</sup>	<10	<10	<10	#8
QTC-D1	3,7x10 <sup>4</sup>	<10	0,59	0,7	#9
QTC-D2	<1	<10	0,49	0,67	#10

Em todas as amostras referentes à ETAR da Quinta do Conde, não apresentam formação de organoclorados, como se pode observar nos boletins no anexo I. Os boletins de análises apresentados no anexo I, também se referem aos resultados obtidos no laboratório externo relativos à quantidade de coliformes fecais, concentração de cloro livre e cloro total para todas as amostras da ETAR da Quinta do Conde.



## 12. Discussão de Resultados

---

- **Resultados referentes à ETAR de Fernão Ferro**

Relativamente às tabelas 11.1 e 11.2 onde se resumem os resultados obtidos para a ETAR de Fernão Ferro, importa referir os seguintes aspetos:

- ✓ As concentrações de coliformes fecais determinadas nos dois ensaios sem a adição de cloro (branco), relativas a cada um dos dias em que se recolheram amostras na ETAR de Fernão Ferro, apresentavam valores de acordo com o que seria espectável (faixa de  $10^4 - 10^6$  NMP/100mL) como foi referido na tabela 3.6 do capítulo 3 (Sistemas de Desinfecção). No primeiro dia, a concentração de coliformes fecais foi de  $1,99 \times 10^5$  NMP/100mL, e no segundo dia a concentração foi superior a  $6 \times 10^5$ ;
- ✓ Os valores de pH, em todos os ensaios realizados, são superiores ao valor de pH dos ensaios em branco, o que está de acordo com a reação de dissolução do hipoclorito de sódio na água apresentada no capítulo 3. As variações significativas de pH, decorrem, possivelmente, de as amostras possuírem um baixo poder tampão;
- ✓ A faixa de valores relativa às temperaturas está de acordo com seria expectável, para a época do ano;
- ✓ A faixa de valores relativa à condutividade está de acordo com o que seria espectável para uma água residual urbana (inferior a 1000  $\mu$ S/cm);
- ✓ As concentrações de SST,  $CBO_5$  e CQO à saída do decantador secundário são inferiores ao legislado no Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho (35 mg/L, 25 mg/L e 125 mg/L respetivamente);
- ✓ As concentrações de SSV são muito idênticas às concentrações de SST, o que parece indicar que a fração inerte é muito reduzida;
- ✓ No dia 21 de Abril de 2014, os resultados para a concentração de coliformes fecais cumpre com o que é exigido (inferior a 1000 NMP/100mL). No entanto, para o tempo de contacto de 5 e 10 min a concentração é menor do que para tempos de contacto superiores o que pode indicar erros analíticos;
- ✓ No dia 27 de Maio de 2014, os resultados relativos à concentração de coliformes fecais das amostras (D2 e D3), não estão de acordo com o que seria de esperar. Estes resultados podem ser justificados por erros analíticos porque, para a concentração de 2mg/L de cloro e um tempo de contacto de 5 min, o número de coliformes fecais é inferior ao que se obtém para um tempo de 12 min (172 e 1500 respetivamente). A amostra D3, em que se adicionou uma maior concentração de cloro (6 mg/L), é onde a concentração de coliformes fecais é apresenta um valor mais elevado (2400 NMP/100mL). Face a estes resultados, pode admitir-se que ocorreu algum tipo de contaminação durante a transferência de amostras para os recipientes a serem analisados;

- ✓ Os resultados de cloro residual livre, são muito elevados no dia 21 de Abril de 2014, sendo superiores ao que é permitido por lei (0,5 mg/L  $Cl_2$ , pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto);
- ✓ No dia 27 de Maio, os resultados obtidos para a concentração de cloro residual livre apresentavam-se abaixo do limite estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto;
- ✓ É de referir que no dia 27 de Maio algumas amostras, mais especificamente D1 e D2, apresentam valores para a concentração de cloro residual livre que não são consistentes em todas as análises. Ou seja, na primeira análise obtém-se uma concentração de 0,11 mg/L, na segunda análise 0,33 mg/L e numa terceira análise 0,14 mg/L, sendo que a segunda análise está acima das restantes duas análises. Uma justificação para este acontecimento, pode relacionar-se com o método utilizado nesta determinação de cloro residual livre.
- ✓ As condições que melhor suportam o recurso à utilização de cloro (hipoclorito de sódio) como desinfetante, isto é, garantindo o cumprimento dos objetivos de qualidade e não apresentando formação de THM, são as que se referem ao ensaio D5.

- **Resultados relativos à ETAR da ZIA**

Relativamente às tabelas 11.3, 11.4 e 11.5, onde se resumem os resultados obtidos para a ETAR da ZIA, importa referir os seguintes aspetos:

- ✓ Obtiveram-se valores distintos para as concentrações de coliformes fecais nos dois dias de ensaios em que não se adicionou cloro (branco). No dia 1 de Julho, o valor foi de 5100 NMP/100mL (valor baixo) e no dia 15 de Julho o valor foi de  $1,4 \times 10^4$  NMP/100mL (valor expectável);
- ✓ Relativamente à condutividade, no dia 1 de Julho, os valores apresentam-se ligeiramente elevados (superiores a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), mas dentro do que é expectável para água residual urbana. Por outro lado, no dia 15 de Julho, os valores para a condutividade apresentavam-se inferiores a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ;
- ✓ A faixa de valores relativos à temperatura está de acordo com o que seria expectável para a época do ano;
- ✓ Com a adição de diferentes concentrações de cloro e diferentes tempos de contacto, o pH aumenta ligeiramente nos ensaios realizados, em comparação aos ensaios em que não foi adicionado cloro. Este aumento encontra-se de acordo com o que foi referido anteriormente no capítulo 3;
- ✓ As concentrações de SST, CQO e  $CBO_5$  à saída do decantador secundário, estão de acordo com o Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho (inferior a 35 mg/L, a 125 mg/L e a 25 mg/L respetivamente);

- ✓ As concentrações de SSV são similares às concentrações de SST, o que parece indicar que a fração inerte é muito reduzida;
- ✓ Em todos os ensaios realizados, os resultados de coliformes fecais foram inferiores a 1000 NMP/100mL;
- ✓ Os resultados para a concentração de cloro residual livre são relativamente baixos em quase todos os ensaios realizados (inferior a 0,5 mg/L  $Cl_2$ , como é exigido pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto);
- ✓ É de referir que no dia 1 de Julho algumas amostras apresentam valores para a concentração de cloro residual livre que não são consistentes em todas as análises realizadas. Como é o caso da amostra D5 que apresenta valores para a concentração de cloro residual livre que não são consistentes em todas as análises. Como se pode observar pela tabela 11.3 a primeira análise apresenta uma concentração de 0,85 mg/L, e numa quarta análise, uma concentração de 0,37 mg/L. Por outro lado a segunda, a terceira e a quinta análise apresenta uma concentração média de 0,18 mg/L. O mesmo acontece para a amostra D2 e D7. Uma justificação para este acontecimento, pode relacionar-se com o método utilizado nesta determinação de cloro residual livre.
- ✓ No quarto dia de ensaios, em que as análises foram realizadas num laboratório externo, obteve-se algumas discrepâncias relativamente aos resultados de cloro livre. Para a amostra D2, a concentração obtida de cloro livre, efetuada no laboratório externo deu um resultado superior (0,41 mg/L) ao do laboratório da ETAR da Quinta do Conde (0,15 mg/L). Os resultados que deverão ser considerados são os resultados obtidos no laboratório externo, pois utiliza métodos creditados;
- ✓ No dia 1 de Julho de 2014, os resultados obtidos de cloro total, para uma concentração de 4 mg/L  $Cl_2$ , são superiores a 1 mg/L  $Cl_2$ , não estando de acordo com o Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto;
- ✓ No dia 15 de Julho de 2014, as concentrações de cloro total estão de acordo com o Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (inferior a 1 mg/L  $Cl_2$ ), à exceção da amostra D2. Esta, apresenta um valor superior ao estabelecido por lei, de acordo com os resultados do laboratório externo (1,6 mg/L). Por outro lado, o resultado para a mesma amostra, realizada no laboratório da ETAR da Quinta do Conde, é de 0,85 mg/L  $Cl_2$ . Esta discrepância pode admitir-se que seja devida à diferença de métodos utilizados nos dois laboratórios;
- ✓ A amostra D2 da ETAR da ZIA apresenta formação de organoclorados, como se pode verificar no boletim no anexo I, mais especificamente de Tetracloroetileno, e por isso a concentração de 4 mg/L  $Cl_2$  com um tempo de contacto de 20 min não parece poder constituir uma opção preconizável. Por outro lado a amostra D1 (com 3 mg/L  $Cl_2$  e um tempo de contacto de 2,5 min) não apresenta formação de organoclorados, admitindo-se que possa constituir uma solução de compromisso.

- **Resultados relativos à ETAR da Quinta do Conde**

Relativamente às tabelas 11.6, 11.7, 11.8 e 11.9, que resumem os resultados obtidos referentes à ETAR da Quinta do Conde, o que importa referir são os seguintes aspetos:

- ✓ A concentração de coliformes fecais nas amostras dos ensaios em branco, quer no dia 15 de Julho como no dia 12 de Agosto de 2014, apresentam valores de acordo com o expectável  $3,9 \times 10^4$  e  $1,4 \times 10^5$  NMP/100mL respetivamente, como é referido na tabela 3.6 no capítulo 3 (Sistemas de Desinfeção);
- ✓ A faixa de valores relativa à temperatura, está de acordo com o que seria expectável para a época do ano;
- ✓ A faixa de valores relativa à condutividade, está de acordo com o que seria expectável para uma água residual urbana (inferior a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ );
- ✓ Os valores de pH das amostras em que se adiciona cloro são superiores aos valores de pH das amostras onde não se adicionou cloro (branco). Estes resultados estão de acordo com o que seria de esperar devido às reações de dissolução que ocorrem quando o hipoclorito de sódio é adicionado na água;
- ✓ As concentrações de SST, CQO e  $\text{CBO}_5$  à saída do decantador secundário, nos dois dias de ensaios, estão abaixo dos valores exigidos pelo Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho (35 mg/L, 125 mg/L e 25 mg/L respetivamente);
- ✓ Os valores para as concentrações de SST e SSV são muito idênticos, o que parece indicar que a fração inerte é muito reduzida;
- ✓ As concentrações de cloro livre e total em todos os ensaios, realizados no dia 15 de Julho de 2014, estão de acordo com o valor legislado (inferior a 0,5 mg/L  $\text{Cl}_2$ ) segundo o Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto;
- ✓ No dia 12 de Agosto a amostra QTC-D1 apresenta um valor de cloro residual livre superior a 0,5 mg/L que não está de acordo com a legislação em vigor;
- ✓ No dia 15 de Julho de 2014, não houve redução significativa de coliformes fecais, em comparação com o ensaio em branco. Tendo em conta que a concentração de cloro livre é inferior a 0,5 mg/L, isso poderá justificar-se com o facto de a concentração doseada de cloro ser insuficiente;
- ✓ No dia 12 de Agosto de 2014, a amostra QTC-D1 não apresenta uma redução de coliformes fecais significativa em comparação com o ensaio onde não foi doseado cloro (ensaio em branco). Uma justificação para estes resultados, pode ser o reduzido tempo de contacto (4min). O fato de não haver um tempo de contacto suficiente fez com que o cloro não fosse consumido, uma vez que o cloro total é relativamente baixo (0,7 mg/L);
- ✓ Para a mesma concentração adicionada de cloro que QTC-D2 (4 mg/L), mas para um tempo de contacto superior (10 min) consegue-se uma redução de coliformes fecais bastante significativa (inferior a 1000 NMP/100mL) e uma concentração de cloro livre, no limite do legislado pelo Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho;

- ✓ As amostras QTC-D1 e QTC-D2 não apresentam formação de compostos organoclorados como se pode verificar pelos boletins em anexo.



### 13. Conclusão

---

As principais conclusões do trabalho efetuado incluem:

- A limitação da poluição bacteriológica em efluentes urbanos tratados e, consequentemente, dos impactes potencialmente negativos a ela associados, que obrigam ao recurso a operações/processos de desinfeção em fim de linha;
- O recurso à radiação ultravioleta, em alternativa ao cloro constitui, atualmente, a opção de tratamento mais comumente utilizada para a desinfeção de efluentes urbanos, nomeadamente em Portugal;
- A radiação ultravioleta apresenta como característica única, o facto de limitar ou mesmo evitar a formação de subprodutos da desinfeção, eventualmente nocivos para o meio ambiente;
- O recurso ao cloro, na presença de substâncias precursoras, como por exemplo matéria orgânica húmica e substâncias bromadas, pode contribuir para a formação de subprodutos orgânicos, como por exemplo os trihalometanos, em quantidades eventualmente nocivas para o meio ambiente;
- O histórico do recurso a este tipo de operação, nomeadamente em ETAR de pequena e média dimensão, mostra que, face à grande variabilidade das características qualitativas e quantitativas dos efluentes urbanos a desinfetar, é muitas vezes difícil garantir o cumprimento dos objetivos de qualidade;
- Os custos de energia e de manutenção do equipamento, nomeadamente com a substituição de lâmpadas, constituem um aspeto relevante que onera significativamente os custos de exploração de uma ETAR;
- O recurso ao cloro, nomeadamente ao hipoclorito de sódio, com requisitos de segurança e com custos de investimento claramente inferiores aos do cloro gasoso poderá constituir uma alternativa à radiação ultravioleta;
- O recurso ao hipoclorito deverá ser suportado, caso a caso, por estudos que permitem avaliar qual o melhor compromisso entre a concentração de cloro a dosear e o tempo de contacto que deverá ser garantido, com o objetivo de cumprir os objetivos bacteriológicos de qualidade, limitar a presença de cloro no efluente desinfetado, bem como limitar a presença de trihalometanos;
- Os ensaios realizados na ETAR de Fernão Ferro permitiram concluir que doseamentos de cloro de 4 mg/L e um tempo de contacto de 12 minutos, garantem o cumprimento dos objetivos de qualidade;
- Os ensaios realizados na ETAR da ZIA permitiram concluir que doseamentos de cloro de 3 mg/L e um tempo de contacto de 2,5 minutos, garantem o cumprimento dos objetivos de qualidade;
- Os ensaios realizados na ETAR da Quinta do Conde permitiram concluir que doseamentos de cloro de 4 mg/L e um tempo de contacto de 10 minutos, garantem o cumprimento dos objetivos de qualidade;

- Admite-se que a conversão da operação de desinfecção nestas ETAR, isto é, a adoção do hipoclorito de sódio como desinfetante, com o concomitante abandono da atual solução por intermédio da radiação ultravioleta, permita o cumprimento dos objetivos de qualidade com uma redução significativa dos custos de exploração.

## 14. Referências Bibliográficas

---

AdP - [www.adp.pt](http://www.adp.pt)

Anastasi, E. M., Wohlsen, T. D., Stratton, H. M., & Katouli, M. (2013). Survival of *Escherichia coli* in two sewage treatment plants using UV irradiation and chlorination for disinfection. *Water Research*, 47(17), 6670–9.

APA - [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt)

APDA (2012). FT-MB-02 - Bactérias Coliformes. Comissão Especializada de Qualidade da Água.

APDA - [www.apda.pt](http://www.apda.pt)

APHA, AWWA, and WPCF (1991). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 19<sup>th</sup> ed., American Public Health Association, Washington, D. C.

Balakrishnan, P. A., Arunagiri, A., Rao, P. G. (2002). *J. Electrostat*, 56, 77.

Costán-Longares, A., Montemayor, M., Payán, A., Méndez, J., Jofre, J., Mujeriego, R., & Lucena, F. (2008). Microbial indicators and pathogens: removal, relationships and predictive capabilities in water reclamation facilities. *Water Research*, 42(17), 4439–48.

Crites, R., & Tchobanoglous G., (1998). Small and Decentralized Wastewater Management Systems, McGraw-Hill, New York.

Crook, J., (1998). Chapter 7: Water Reclamation and Reuse Criteria, in T. Asano (ed.) *Wastewater Reclamation and Reuse*. Technomic Publishing Co., Ltd. Lancaster, PA.

Decreto-Lei n.º 158/70, de 1 de Abril.

Decreto-Lei n.º 162/96, de 4 de Setembro.

Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho.

Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.

Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de Novembro.

Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de Junho.

Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de Outubro.

Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

Doederer, K., Gernjak, W., Weinberg, H. S., & Jose, M. (2013). Factors affecting the formation of disinfection by-products during chlorination and chloramination of secondary effluent for the production of high quality recycled water, 8.

ERSAR - [www.ersar.pt](http://www.ersar.pt)

Feachem, R. G., Bradley, D. J., Garelick, H., Mara, D. D. (1983). *Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and Wastewater Management*, Published for the World Bank by John Wiley & Sons, New York.

Guo, M., Huang, J., & Hu, H. (2013). Quantitative Characterization and Prediction Modeling of Photoreactivation of Coliforms After Ultraviolet Disinfection of Reclaimed Municipal Wastewater.

HIDROPROJECTO, Engenharia e Gestão, S. A. (2011). Projeto de Execução para a instalação de uma etapa complementar de desinfecção do efluente tratado na ETAR de Setúbal - Estudo Prévio

Hijnen, W. A. M. Ã., Beerendonk, E. F., & Medema, G. J. (2006). Inactivation credit of UV radiation for viruses , bacteria and protozoan ( oo ) cysts in water : A review, 40, 3–22.

INAG - portaldagua.inag.pt

Koukouraki, E. & Diamadopoulos, E. (2002). THM formation during chlorination of treated municipal wastewater. *Water Sci. Technol. Water Supply* 2 (3), 235-242.

Kunz, A., Freire, R. S., Rohwedder, J. J. R., Durán, N., Mansilla, H., Rodriguez, J. (1999). *Quim. Nova*, 22, 425.

Liu, W., Zhang, Z., Yang, X., Xu, Y., & Liang, Y. (2012). Effects of UV irradiation and UV/chlorine co-exposure on natural organic matter in water. *The Science of the Total Environment*, 414, 576–84.

LNEC - www.lnec.pt

Madigan, M. T., Martinko, J. M., Parker, J. (2000). *Brock Biology of Microorganism*, 9<sup>th</sup> ed., Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

Memória Descritiva e Justificativa do Processo Tratamento e Equipamento da ETAR de Fernão Ferro (2006). Ampliação e Beneficiação da ETAR de Fernão Ferro - Projeto de Execução

Memória Descritiva e Justificativa do Processo de Tratamento e Equipamento da ETAR de Quinta do Conde - Projeto de Execução

Memória Descritiva e Justificativa (projeto de equipamentos electromecânicos) da ETAR da ZIA

Metcalf & Eddy (2003). *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse*, 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, New York.

Naughton, O., & Hynds, P. D. (2013). Public awareness , behaviours and attitudes towards domestic wastewater treatment systems in the Republic of Ireland. *JOURNAL OF HYDROLOGY*.

Pato, J. H. (2011). *História das políticas públicas de abastecimento e saneamento de águas em Portugal*.

PEAASAR II - Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais (2007-2013).

Pocostables, J. P., Sein, M. M., Knolle, W., Sonntag, C. V. & Schmidt, T. C. (2010). Degradation of Ozone-Refractory Organic Phosphates in Wastewater by Ozone and Ozone/Hydrogen Peroxide (Peroxone): The Role of Ozone Consumption by Dissolved Organic Matter. *Environ. Sci. Technol.* 44, 8248-8253

Qasim, S. R. (1999). *Wastewater Treatment Plants: Planning, Design, and Operation*, 2<sup>th</sup> ed., CRC Press, United States of America.

Qi, Y., Shang, C., & Lo, I. M. C. (2004). Formation of haloacetic acids during monochloramination, *38*, 2375–2383.

Ramiro, J. E. M. (2006). *DESINFECÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS POR RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA*.

Rebhun, M., Heller-Grossman, L. H., Manka, J. (1997). Formation of disinfection byproducts during chlorination of secondary effluent and renovated water. *Water Environ. Res.* 69 (6), 1154-1162.

Robinson, T., McMullan, G., Marchant, R., Nigam, P. (2001). *Bioresour. Technol*, 77, 247.

Rosenblum, J., Ge, C., Bohrerova, Z., Yousef, A., & Lee, J. (2012). Ozonation as a clean technology for fresh produce industry and environment: sanitizer efficiency and wastewater quality, 837–845.

Ryer, A. D. (1997). *Light Measurement Handbook*, 2<sup>th</sup> ed. Newburyport: Technical Publications International Light Inc.

Sadiq, R., & Rodriguez, M. J. (2004). Fuzzy synthetic evaluation of disinfection by-products — a risk-based indexing system, *73*, 1–13.

Silva, N., Silveira, N. F. A., Junqueira, V. C. A., Catanúsio Neto, R. (2000). *Manual de Métodos de Análise microbiológica da Água (Manual Técnico)*. Campinas: ITAL/Núcleo de Microbiologia.

SIMARSUL - [www.simarsul.pt](http://www.simarsul.pt)

Spellman, F. R. (2003). *Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations*. CRC Press LLC.

Stefanie, S. & Hermann, H. H. (1998). Generation of halogenated organic compounds in municipal wastewater. *Water Sci, Technol.* 37 (1), 302-309.

Sun, Y.-X., Wu, Q.-Y., Hu, H.-Y., & Tian, J. (2009). Effect of bromide on the formation of disinfection by-products during wastewater chlorination. *Water Research*, 43(9), 2391–8.

Taylor, P., Espigares, E., Moreno, E., Fernández-crehuet, M., Jiménez, E., & Espigares, M. (2013). Sustainable and effective control of trihalomethanes in the breakpoint chlorination of wastewater effluents. *Environmental Technology*, 34(July 2014), 231–237.

Tchobanoglous, G., Loge, F., Darby, J., Devries, M. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, New York.

Tchobanoglous, G. & Schroeder, E. D. (1985). *Water Quality: Characteristics, Modeling, and Modification*. Addison-Wesley Publishing Co., Reading, MA.

U. S. EPA (1986). *Design Manual: Municipal Wastewater Disinfection*. Cincinnati: Office of Research and Development, Water Engineering, Research Laboratory, Center for Environmental Research Information, EPA/625/1-86/021.

U.S. EPA (1999a). *Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual*. U. S. Environmental Protection Agency, EPA 815-R-99-014, Cincinnati, OH.

U.S. EPA (1999b). *Wastewater Technology fact sheet: ultraviolet disinfection*. U. S. Environmental Protection Agency, EPA/832/F-99/064, Washington: Office of Water.

WEF - Water Environment Federation (1996). *Operation of Municipal Wastewater treatment plants: manual of practice MOP-11*, 5<sup>th</sup> ed., Alexandria: WEF.

White, G. C. (1999). *Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants*, 4<sup>th</sup> ed., A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, Inc., New York.


White, S. C., Jernigan, E. B., Venosa, A. D. (1986). A Study of Operational Ultraviolet Disinfection Equipment at Secondary Treatment Plants. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 58, 3, 181-192.

Yang, X., Shang, C., & Huang, J.-C. (2005). DPB formation in breakpoint chlorination of wastewater. *Water Research*, 39(19), 4755–4767.



## I. Anexo


Os boletins com os resultados referentes às análises realizadas nos vários ensaios laboratoriais para as diferentes ETAR.



Validade desconhecida

Digitally signed by LABQUI  
ONLINE  
Date: 2014.05.04 15:03:38  
+01:00  
Reason: Certificação digital  
Location: ISQ - LABQUI

**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º LD077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

---

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**  
Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

---

**Ref. LABQUE:** 10310/14

**Identificação:** Amostra Extra

**Tipo de amostra:** Água residual

**Recepção:** 27-05-2014     **Início da análise:** 03-06-2014     **Fim da análise:** 04-06-2014     **Emissão do boletim:** 04-06-2014

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente

**Tipo:** ----

**Início:** ----     **Fim:** ----

**Observações:**

**BOL-LAB-0005/14-1.10310/14** Boletim Definitivo - Revisão 0

**Divulgação:** Confidencial

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>1,2-dicloroetano (DCE)</b> <i>PO.LLABQUE-5.4/D018: BJA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Clorofórmio</b> <i>PO.LLABQUE-5.4/D018: BJA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tricloroetileno (TRI)</b> <i>PO.LLABQUE-5.4/D018: BJA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Bromodiclorometano</b> <i>PO.LLABQUE-5.4/D018: BJA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetracloroetileno</b> <i>PO.LLABQUE-5.4/D018: BJA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Dibromodoclorometano</b> <i>PO.LLABQUE-5.4/D018: BJA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Bromofórmio</b> <i>PO.LLABQUE-5.4/D018: BJA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados</b> <i>PO.LLABQUE-5.4/D018: BJA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

**Observações:**

Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.


[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ----

O Limite de Quantificação (LQ) para a soma de parâmetros orgânicos corresponde ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados.

Responsável pela emissão de resultados



Tânia Santos  
Responsável Técnica

Página 1 de 1

---

**instituto de soldadura e qualidade**

LABQUE/Mod. 67/05


[labqui@isq.pt](mailto:labqui@isq.pt)

Lisboa: Av. Prof. Cinco de Abril, 33 - Tapaspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 229 062/14 29 40 Fax: +351 214 228 104

[www.isq.pt](http://www.isq.pt)


Porto: R. do Helder, 28 - 4415-411 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 227 411 90/90 Fax: +351 227 411 90/227 485 776

Figura I.1 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR de Fernão Ferro na amostra D5 no dia 27 de Maio de 2014



Validade desconhecida  
Digitally signed by LABQUI  
ONLINE  
Date: 2014.07.25 15:10:24  
+01:00  
Reason: Certificação digital  
Location: ISQ - LABQUI

**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



L0077  
Ensaies

## Boletim de Análise

**Simarsul - Sbt. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**  
Av. Luísa Todt, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

---

Ref. LABQUI: 14140/14  
Identificação: Zia - B

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 15-07-2014    Início da análise: 15-07-2014    Fim da análise: 22-07-2014    Emissão do boletim: 22-07-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Tipo: Pontual  
Início: 15-07-2014    Fim: 15-07-2014

Observações:

**BOL-LAB-0005/14-L.14140/14**    Boletim Definitivo - Revisão 0  
Divulgação: Confidencial


Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Coliformes Fecais[C]</b> <i>Método do número mais provável (Dilvert) - FE.LN 07-Edição C</i>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	NMP/100 mL	----	----
<b>Cloro Livre[a]</b> <i>SMBWW 4500 Cl-G</i>	0,13	mg O2/L	----	----
<b>Cloro Total[a]</b> <i>SMBWW 4500 Cl-G</i>	0,13	mg O2/L	----	----
<b>Diclorometano</b> <i>PO.L.LABQUIS-5-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Cis-1,2-dicloroetano</b> <i>PO.L.LABQUIS-5-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetraclorometano</b> <i>PO.L.LABQUIS-5-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,1,1-Tricloroetano</b> <i>PO.L.LABQUIS-5-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,2-dicloroetano (DCE)</b> <i>PO.L.LABQUIS-5-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Clorofórmio</b> <i>PO.L.LABQUIS-5-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tricloroetileno (TRI)</b> <i>PO.L.LABQUIS-5-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Bromodiclorometano</b> <i>PO.L.LABQUIS-5-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetracloroetileno</b> <i>PO.L.LABQUIS-5-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Dibromoclorometano</b> <i>PO.L.LABQUIS-5-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

**Observações:**  
Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.  
[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.  
[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---  
O intervalo de confiança (95%) para esta amostra é de 8,5E+03 NMP/100 mL a 2,5E+04 NMP/100 mL.

Responsável pela emissão de resultados



Carla Caetano  
Responsável Técnica

**Instituto de soldadura e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

[labqui@isq.pt](mailto:labqui@isq.pt)

lisboa: Av. Prof. Gerson Sá, 33 - Taguspark - 290-ED Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 229 404

[www.isq.pt](http://www.isq.pt)

Porto: R. do Helder, 258 445-491 Ourense Portugal  
Tel.: +351 227 471 910/30 Fax: +351 227 471 910/27 436 738

Página 1 de 2

Figura I.2 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra B-ZIA (1/2)



**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**

Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

Ref. LABQUI: 14140/14 **BOL-LAB-0005/14-1.14140/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**  
Identificação: Zia - B Divulgação: Confidencial

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 15-07-2014 Início da análise: 15-07-2014 Fim da análise: 22-07-2014 Emissão do boletim: 22-07-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 15-07-2014 Fim: 15-07-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Bromoformio</b> PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados</b> PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

### Observações:

Este boletim não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---

O intervalo de confiança (95%) para esta amostra é de 8,5E+03 NMP/100 mL a 2,5E+04 NMP/100 mL.

Responsável pela emissão de resultados

Carla Caetano  
Responsável Técnica

PO.LLABQUI\*\* indica método interno do laboratório baseado, e indicado, no(s) documento(s) normativo(s), "SHEW" indica Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed/10a.

Página 2 de 2

Instituto de soldadura  
e qualidade

labqui@isq.pt


www.isq.pt

Urban: Av. Prof. Gouveia Silva, 33 - Taguspark - 2760-130 Oeiras, Portugal  
Tel.: +351 214 229 065/214 229 400 Fax: +351 214 229 104

Porto: R. do Helder, 236 - 4150-011 Gréis, Portugal  
Tel.: +351 227 471 910/227 471 915/227 482 778


LABQUI/Mod. 67/05

Figura I.3 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra B-ZIA (2/2)



Validade desconhecida  
Digitally signed by LABQUI  
ONLINE  
Date: 2014.07.25 15:10:24  
+01:00  
Reason: Certificação digital  
Location: ISQ - LABQUI

**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

**Simarsul - Sst. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**  
Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

---

Ref. LABQUI: 14141/14 BOL-LAB-0005/14-1.14141/14 Boletim Definitivo - Revisão 0  
 Identificação: Zia 3 - D1 Divulgação: Confidencial

**Tipo de amostra:** Efluente líquido

**Recepção:** 15-07-2014    **Início da análise:** 15-07-2014    **Fim da análise:** 22-07-2014    **Emissão do boletim:** 22-07-2014

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente

**Tipo:** Pontual

**Início:** 15-07-2014    **Fim:** 15-07-2014

**Observações:**


Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Coliformes Fecais[c]</b> <i>Método do número mais provável (Dilbert) - PLM 07, Edição C</i>	3,0	NMP/100 mL	----	----
<b>Cloro Livre[a]</b> <i>SMBWW 4500 Cl-G</i>	0,10	mg O2/L	----	----
<b>Cloro Total[a]</b> <i>SMBWW 4500 Cl-G</i>	0,68	mg O2/L	----	----
<b>Diclorometano</b> <i>PO.LLABQUE5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Cis-1,2-dicloroetano</b> <i>PO.LLABQUE5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetraclorometano</b> <i>PO.LLABQUE5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,1,1-Tricloroetano</b> <i>PO.LLABQUE5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,2-dicloroetano (DCE)</b> <i>PO.LLABQUE5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Clorofórmio</b> <i>PO.LLABQUE5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tricloroetileno (TRI)</b> <i>PO.LLABQUE5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Bromodiclorometano</b> <i>PO.LLABQUE5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetracloroetileno</b> <i>PO.LLABQUE5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Dibromoclorometano</b> <i>PO.LLABQUE5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

**Observações:**  
Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.  
 [a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.  
 [b] - Ensaio subcontratado, acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [c] - Ensaio subcontratado, acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---

Responsável pela emissão de resultados



Carla Caetano  
Responsável Técnica

Página 1 de 2

---

**Instituto de soldadura e qualidade**

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 290-110 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 229 055/214 229 400 Fax: +351 214 229 404

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Hirante, 258 - 4150-910 Góes Portugal  
Tel.: +351 227 471 910/30 Fax: +351 227 471 919/27 486 726

LABQUI/Mod. 67/05

Figura I.4 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D1 (1/2)



LABQUI

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**

Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

Ref. LABQUI: 14141/14

BOL-LAB-0005/14-1.14141/14 Boletim Definitivo - Revisão 0

Identificação: Zia 3 - D1

Divulgação: Confidencial

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 15-07-2014

Início da análise: 15-07-2014

Fim da análise: 22-07-2014

Emissão do boletim: 22-07-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 15-07-2014

Fim: 15-07-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Bromoformio</b> PO.LLABQUI5.4/004R: EdA, Rev.06	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados</b> PO.LLABQUI5.4/004R: EdA, Rev.06	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

### Observações:

Este boletim não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[b] - Ensaio subcontratado, acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado, acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---

Responsável pela emissão de resultados

Carla Caetano  
Responsável Técnica

PO.LLABQUI5 indica método interno do laboratório baseado, se indicado, no(s) documento(s) normativo(s), "SHEW" indica Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed. etc.

Página 2 de 2

Instituto de soldadura  
e qualidade

la.bqui@isq.pt


www.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2760-130 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 229 05/214 229 420 Fax: +351 214 229 104

Porto: R. do Pinheiro, 238 - 4450-910 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 227 471 910/9 Fax: +351 227 471 919/227 481 778


LABQUI/Mod. 67/05

Figura I.5 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D1 (2/2)



Validade des conhecida  
 Digitally signed by LABQUI  
 ONLINE  
 Date: 2014.07.28 14:13:46  
 +01:00  
 Reason: Causa: Certificação digital  
 Location: ISQ - LABQUI

**LABQUI**  
 Laboratório de Química e Ambiente  
 Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

---

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**  
 Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
 2900-452 Setúbal

---

**Ref. LABQUI:** 14142/14  
**Identificação:** Zia 3 - D2

**BOL-LAB-0005/14-1.14142/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**  
 Divulgação: Confidencial

**Tipo de amostra:** Efluente líquido

**Recepção:** 15-07-2014      **Início da análise:** 15-07-2014      **Fim da análise:** 22-07-2014      **Emissão do boletim:** 28-07-2014

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente

**Tipo:** Pontual

**Início:** 15-07-2014      **Fim:** 15-07-2014

**Observações:**

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Coliformes Fecais[C]</b> <i>Método do número mais provável (Quilfer) - PL 14 07 Edição C</i>	< 1 (LQ)	NMP/100 mL	----	----
<b>Cloro Livre[a]</b> <i>SMBW 4500 Cl-G</i>	0,41	mg O2/L	----	----
<b>Cloro Total[a]</b> <i>SMBW 4500 Cl-G</i>	1,6	mg O2/L	----	----
<b>Diclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-40048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Cis-1,2-dicloroetano</b> <i>PO.LLABQUS-40048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetraclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-40048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,1,1-Tricloroetano</b> <i>PO.LLABQUS-40048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,2-dicloroetano (DCE)</b> <i>PO.LLABQUS-40048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Clorofórmio</b> <i>PO.LLABQUS-40048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tricloroetileno (TRI)</b> <i>PO.LLABQUS-40048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Bromodiclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-40048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetracloroetileno</b> <i>PO.LLABQUS-40048: EdA, Rev.06</i>	2,0 x 10 <sup>-2</sup>	µg/L	----	----
<b>Dibromoclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-40048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----


**Observações:**  
 Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.  
 [b] - Ensaio subcontratado, acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---

Responsável pela emissão de resultados



Carla Caetano  
 Responsável Técnica

---

YO.LLABQUS\*\* indica método interno de laboratório baseado, se indicado, no(s) documento(s) normativo(s), SPMBW indica Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition.

**Instituto de soldadura e qualidade**

Labon: Av. Prof. Cerveiro Silva, 33 - Taguspark - 290-10 Oeiras Portugal  
 Tel.: +351 214 239 005/214 229 400 Fax: +351 214 239 104

**la.bqui@isq.pt**      **www.isq.pt**

Porto: R. do Monte, 258 445-991 Oeiras Portugal  
 Tel.: +351 227 471 910/0 Fax: +351 227 471 910/227 485 78

LABQUI/Mod. 67/05

Figura I.6 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D2 (1/2)



**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**  
Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

Ref. LABQUI: 14142/14 **BOL-LAB-0005/14-1.14142/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**  
Divulgação: Confidencial

Identificação: Zia 3 - D2

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 15-07-2014 Início da análise: 15-07-2014 Fim da análise: 22-07-2014 Emissão do boletim: 28-07-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 15-07-2014 Fim: 15-07-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Bromoformio</b> <i>PO.LLABQU5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados</b> <i>PO.LLABQU5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	2,0 x 10 <sup>-2</sup>	µg/L	----	----

### Observações:

Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---

Responsável pela emissão de resultados

Carla Caetano  
Responsável Técnica

YO.LLABQUI \*\* indica método interno do laboratório baseado, se indicado, no(s) documento(s) normativo(s), "SHEW" indica Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edn.

Página 2 de 2

Instituto de soldadura  
e qualidade

labqui@isq.pt


www.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Gouveia Silva, 33 - Taguspark - 2790-130 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 229 000/214 229 400 Fax: +351 214 229 104

Porto: R. do Hirato, 258 - 4165-491 Oitavo Portugal  
Tel.: +351 227 471 910/0 Fax: +351 227 471 919/27 48 738


LABQUI/Mod. 67/05

Figura I.7 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D2 (2/2)



Validade desconhecida  
Digitally signed by LABQUI  
ONLINE  
Date: 2014.07.25 15:10:24  
+01:00  
Reason: Certificação digital  
Location: ISQ - LABQUI

**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

---

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**  
Av. Luísa Todt, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

---

Ref. LABQUI: 14143/14

**BOL-LAB-0005/14-1.14143/14** Boletim Definitivo - Revisão 0

Identificação: QTC - B Divulgação: Confidencial

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 15-07-2014      Início da análise: 15-07-2014      Fim da análise: 22-07-2014      Emissão do boletim: 22-07-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 15-07-2014      Fim: 15-07-2014

Observações:


Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Coliformes Fecais(c)</b> <i>Método do número mais provável (Dilbert) - FE.LM.07-Edição C</i>	3,9 x 10 <sup>4</sup>	NMP/100 mL	----	----
<b>Cloro Livre(a)</b> <i>SMWW 4500-Cl-G</i>	< 0,10 (LQ)	mg O2/L	----	----
<b>Cloro Total(a)</b> <i>SMWW 4500-Cl-G</i>	< 0,10 (LQ)	mg O2/L	----	----
<b>Diclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Cis-1,2-dicloroetano</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetraclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,1,1-Tricloroetano</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,2-dicloroetano (DCE)</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Clorofórmio</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tricloroetileno (TRI)</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Bromodiclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetracloroetileno</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Dibromoclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

**Observações:**  
Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.  
 [a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.  
 [b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---  
 O intervalo de confiança (95%) para esta amostra é de 2,5E+04 NMP/100 mL a 5,7E+04 NMP/100 mL.

Responsável pela emissão de resultados



Carla Caetano  
Responsável Técnica

PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06

IPAC Acreditação

PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06

---

Instituto de soldadura e qualidade

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Carlos Silva, 33-Torrepark - 290-13 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 239 005/214 229 420 Fax: +351 214 239 104

Porto: R. de Hírculo, 238 - 445-911 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 227 471 910/0 Fax: +351 227 471 919/227 485 78

LABQUI/Mod. 67/05

Figura I.8 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra B-QTC (1/2)



**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**

Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

Ref. LABQUI: 14143/14

BOL-LAB-0005/14-1.14143/14 Boletim Definitivo - Revisão 0

Identificação: QTC - B

Divulgação: Confidencial

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 15-07-2014

Início da análise: 15-07-2014

Fim da análise: 22-07-2014

Emissão do boletim: 22-07-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 15-07-2014

Fim: 15-07-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Bromoformio</b> <i>PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados</b> <i>PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

### Observações:

Este boletim não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ----

O intervalo de confiança (95%) para esta amostra é de  $2,5E+04$  NMP/100 mL a  $5,7E+04$  NMP/100 mL.

Responsável pela emissão de resultados

Carla Caetano  
Responsável Técnica

TSO LABQUI\*\* indica método interno do laboratório baseado, se indicado, no(s) documento(s) normativo(s), SPMHW indica Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed. etc.

Página 2 de 2

Instituto de soldadura  
e qualidade

labqui@isq.pt

www.isq.pt


Lisboa: Av. Prof. Gouveia Silva, 33-Tegucopark - 270-10 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 239 005/214 229 420 Fax: +351 214 238 104

Porto: R. do Hirato, 258 - 4415-911 Gótió Portugal  
Tel.: +351 227 471 910/9 Fax: +351 227 471 910/27 48 78

LABQUI/Mod. 67/05


Figura I.9 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra B-QTC (2/2)

#6



Validade desconhecida  
 Digitally signed by LABQUI  
 ONLINE  
 Date: 2014.07.25 13:10:24  
 +01:00  
 Reason: Certificação digital  
 Location: ISQ - LABQUI

**LABQUI**  
 Laboratório de Química e Ambiente  
 Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



L0077  
 Ensaios

## Boletim de Análise

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**  
 Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
 2900-452 Setúbal

---

Ref. LABQUI: 14144/14  
 Identificação: QTC2 - D3

**BOL-LAB-0005/14-1.14144/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**  
 Divulgação: Confidencial

**Tipo de amostra:** Efluente líquido

**Recepção:** 15-07-2014    **Início da análise:** 15-07-2014    **Fim da análise:** 22-07-2014    **Emissão do boletim:** 22-07-2014

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente

**Tipo:** Pontual

**Início:** 15-07-2014    **Fim:** 15-07-2014

**Observações:**


Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Coliformes Fecais[C]</b> <i>Método do número mais provável (Quilner) - FE LN 07:Edição C</i>	1,8 x 10 <sup>4</sup>	NMP/100 mL	----	----
<b>Cloro Livre[a]</b> <i>SHBWW 4500 Cl-G</i>	< 0,10 (LQ)	mg O2/L	----	----
<b>Cloro Total[a]</b> <i>SHBWW 4500 Cl-G</i>	0,23	mg O2/L	----	----
<b>Diclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Cis-1,2-dicloroetano</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetraclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,1,1-Tricloroetano</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,2-dicloroetano (DCE)</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Clorofórmio</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tricloroetileno (TRI)</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Bromodiclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetracloroetileno</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Dibromodoclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

**Observações:**  
 Este boletim não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.  
 [a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.  
 [b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---  
 O intervalo de confiança (95%) para esta amostra é de 1,2E+04 NMP/100 mL a 2,5E+04 NMP/100 mL.

Responsável pela emissão de resultados



Carla Caetano  
 Responsável Técnica

PO.LLABQUI\*\* indica método interno do laboratório baseado, se indicado, no(s) documento(s) normativo(s), "SHBWW" indica Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th editio.

**Instituto de soldadura e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

la.bqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Helder, 258 4150-910 Porto Portugal  
 Tels: +351 227 471 910/30 Fax: +351 227 471 910/27 436 736

Lisboa: Av. Prof. Gouveia 51q, 33-Taguspark - 270-110 Oeiras Portugal  
 Tels: +351 214 29 065/214 229 420 Fax: +351 214 29 104

Figura I.10 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinda do Conde no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D3 (1/2)



**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

**Simarsul - Sst. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**  
Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

Ref. LABQUI: 14144/14 **BOL-LAB-0005/14-1.14144/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**  
Divulgação: Confidencial

Identificação: QTC2 - D3

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 15-07-2014 Início da análise: 15-07-2014 Fim da análise: 22-07-2014 Emissão do boletim: 22-07-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 15-07-2014 Fim: 15-07-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Bromoformio</b> <i>PD.LABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados</b> <i>PD.LABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

### Observações:

Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---

O intervalo de confiança (95%) para esta amostra é de  $1,2E+04$  NMP/100 mL a  $2,5E+04$  NMP/100 mL.

Responsável pela emissão de resultados

Carla Caetano  
Responsável Técnica

YO.LABQUI\*\* indica método interno do laboratório baseado, se indicado, no(s) documento(s) normativo(s), "SHEW" indica Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed ita.

Página 2 de 2

Instituto de soldadura  
e qualidade

la.bqui@isq.pt


www.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Gouveia Silva, 33 - Taguspark - 2790-130 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 229 000/214 229 400 Fax: +351 214 229 104

Porto: R. do Hirato, 258 - 4165-491 Oitavo Portugal  
Tel.: +351 227 471 910/0 Fax: +351 227 471 919/27 48 738


LABQUI/Mod. 67/05

Figura I.11 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D3 (2/2)



Validade desconhecida  
Digitally signed by LABQUI  
ONLINE  
Date: 2014.07.25 14:10:24  
+01:00  
Reason: Certificação digital  
Location: ISQ - LABQUI

**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

---

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**  
Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

---

Ref. LABQUI: 14145/14

**BOL-LAB-0005/14-1.14145/14** Boletim Definitivo - Revisão 0

Identificação: QTC 2 - D4 Divulgação: Confidencial

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 15-07-2014      Início da análise: 15-07-2014      Fim da análise: 22-07-2014      Emissão do boletim: 22-07-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 15-07-2014      Fim: 15-07-2014

Observações:


Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Coliformes Fecais(c)</b> <i>Método do número mais provável (QMert) - PE LM 07 Edição C</i>	1,8 x 10 <sup>4</sup>	NMP/100 mL	----	----
<b>Cloro Livre(a)</b> <i>SMBWW 4500 Cl-G</i>	0,18	mg O <sub>2</sub> /L	----	----
<b>Cloro Total(a)</b> <i>SMBWW 4500 Cl-G</i>	0,21	mg O <sub>2</sub> /L	----	----
<b>Diclorometano</b> <i>PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Cis-1,2-dicloroetano</b> <i>PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetraclorometano</b> <i>PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,1,1-Tricloroetano</b> <i>PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,2-dicloroetano (DCE)</b> <i>PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Clorofórmio</b> <i>PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tricloroetileno (TRI)</b> <i>PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Bromodiclorometano</b> <i>PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetracloroetileno</b> <i>PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Dibromoclorometano</b> <i>PO.LLABQUIS-4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

**Observações:**  
Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.  
 (a) - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.  
 (b) - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 (c) - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 (d) - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 (e) - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---  
 O intervalo de confiança (95%) para esta amostra é de 1,3E+04 NMP/100 mL a 2,4E+04 NMP/100 mL.

Responsável pela emissão de resultados



Carla Caetano  
Responsável Técnica

Página 1 de 2

---

**Instituto de soldadura e qualidade**

LabQual - Av. Prof. Cívico Sáiz, 23-Tegucigalpa - 290-10 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 239 005/214 239 420 Fax: +351 214 239 104

la.bqui@isq.pt

www.isq.pt

Portugal: R. do Helder, 258 44E-491 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 227 471 910/911 Fax: +351 227 471 910/227 488 778

LABQUI/Mod. 67/05

Figura I.12 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D4 (1/2)



**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**

Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

Ref. LABQUI: 14145/14 **BOL-LAB-0005/14-1.14145/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**  
Divulgação: Confidencial

Identificação: QTC2 - D4

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 15-07-2014 Início da análise: 15-07-2014 Fim da análise: 22-07-2014 Emissão do boletim: 22-07-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 15-07-2014 Fim: 15-07-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Bromoformio</b> <i>PO.LLABQUES-40048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados</b> <i>PO.LLABQUES-40048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

### Observações:

Este boletim não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---

O intervalo de confiança (95%) para esta amostra é de 1,3E+04 NMP/1,00 mL a 2,4E+04 NMP/1,00 mL.

Responsável pela emissão de resultados

Carla Caetano  
Responsável Técnica

PO.LLABQUE\*\* indica método interno do laboratório baseado, se indicado, no(s) documento(s) normativo(s), "SHEWM" indica Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed itoa.

Página 2 de 2

Instituto de soldadura  
e qualidade

labqui@isq.pt


www.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Gouveia Silva, 33-Taguspark - 2760-130 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 229 404

Porto: R. do Homeno, 238 - 445-491 Oporto Portugal  
Tel.: +351 227 471 910/0 Fax: +351 227 471 919/217 486 736


LABQUI/Mod. 67/05

Figura I.13 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 15 de Julho de 2014, para a amostra D4 (2/2)



Validade desconhecida  
Digitally signed by LABQUI  
ONLINE  
Date: 2014.08.28 09:24:24  
+01:00  
Reason: Certificação digital  
Location: ISQ - LABQUI

**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

---

**Simarsul - Sbt. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**  
Av. Luísa Todt, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

---

Ref. LABQUI: 16106/14

**BOL-LAB-0005/14-1.16106/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**

Identificação: QTC - B Divulgação: Confidencial

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 12-08-2014      Início da análise: 12-08-2014      Fim da análise: 18-08-2014      Emissão do boletim: 27-08-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 12-08-2014      Fim: 12-08-2014

Observações:


Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Coliformes Fecais[C]</b> <i>Método do número mais provável (DilNet) - PLLN 07-Edição C</i>	1,4 x 10 <sup>5</sup>	NMP/100 mL	----	----
<b>Cloro Livre</b> <i>SNBWW 4500 Cl-G</i>	< 0,10 (LQ)	mg O2/L	----	----
<b>Cloro Total</b> <i>SNBWW 4500 Cl-G</i>	< 0,10 (LQ)	mg O2/L	----	----
<b>Diclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Cis-1,2-dicloroetano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetraclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,1,1-Tricloroetano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,2-dicloroetano (DCE)</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Clorofórmio</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tricloroetileno (TRI)</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Bromodiclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetracloroetileno</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Dibromodiclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

**Observações:**  
Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.  
 [a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.  
 [b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---  
 O intervalo de confiança (95%) para esta amostra é de 9,2E+04 NMP/100 mL a 2,1E+05 NMP/100 mL.

Responsável pela emissão de resultados



Carla Caetano  
Responsável Técnica

Página 1 de 2

---

**Instituto de soldadura e qualidade**

lisbou@isq.pt

www.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Gouveia Silva, 33 - Taguspark - 270-120 Oeiras, Portugal  
 Tel.: +351 214 229 060/214 229 420 Fax: +351 214 229 104

Porto: R. do Pinheiro, 256 445-911 Oeiras, Portugal  
 Tel.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 910/27 48 78

LABQUI/Mod. 67/05

Figura I.14 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 12 de Agosto de 2014, para a amostra QTC-B (1/2)



**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**

Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

Ref. LABQUI: 16106/14

**BOL-LAB-0005/14-1.16106/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**

Identificação: QTC - B

Divulgação: Confidencial

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 12-08-2014

Início da análise: 12-08-2014

Fim da análise: 18-08-2014

Emissão do boletim: 27-08-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 12-08-2014

Fim: 12-08-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Bromoformio</b> PO.LLABQUIS-40048: EdA, Rev.06	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados</b> PO.LLABQUIS-40048: EdA, Rev.06	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

### Observações:

Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ----

O intervalo de confiança (95%) para esta amostra é de 9,2E+04 NMP/100 mL a 2,1E+05 NMP/100 mL.

Responsável pela emissão de resultados

*Carla Caetano*

Carla Caetano  
Responsável Técnica

\*SHEW\* indica Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edn or, TOL-LAB QUI \*\*Indica método interno do laboratório baseado, se indicado, no(s) documento(s) normativos.

Página 2 de 2

Instituto de soldadura  
e qualidade

labqui@isq.pt


www.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Gouveia Silva, 33 - Taguspark - 2790-120 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 229 000/214 229 400 Fax: +351 214 229 000

Porto: R. do Pinheiro, 256 - 4150-910 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 227 471 910/33 Fax: +351 227 471 910/27 486 78


LABQUI/Mod.: 67/05

Figura I.15 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 12 de Agosto de 2014, para a amostra QTC-B (2/2)



Validade desconhecida  
Digitally signed by LABQUI  
ONLINE  
Date: 2014.08.28 09:24:24  
+01:00  
Reason: Certificação digital  
Location: ISQ - LABQUI

**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

---

**Simarsul - Sbt. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**  
Av. Luísa Todt, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

---

Ref. LABQUI: 16107/14

**BOL-LAB-0005/14-1.16107/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**

Identificação: QTC - D1 Divulgação: Confidencial

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 12-08-2014      Início da análise: 12-08-2014      Fim da análise: 18-08-2014      Emissão do boletim: 27-08-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 12-08-2014      Fim: 12-08-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Coliformes Fecais[C]</b> <i>Método do número mais provável (DilNet) - PLUN 07-Edição C</i>	3,7 x 10 <sup>4</sup>	NMP/100 mL	----	----
<b>Cloro Livre</b> <i>SMBW 4500 Cl-G</i>	0,59	mg O2/L	----	----
<b>Cloro Total</b> <i>SMBW 4500 Cl-G</i>	0,70	mg O2/L	----	----
<b>Diclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Cis-1,2-dicloroetano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetraclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,1,1-Tricloroetano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,2-dicloroetano (DCE)</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Clorofórmio</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tricloroetileno (TRI)</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Bromodiclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetracloroetileno</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Dibromoclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

**Observações:**  
Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.  
[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.  
[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---  
O intervalo de confiança (95%) para esta amostra é de 2,3E+04 NMP/100 mL a 5,6E+04 NMP/100 mL.

Responsável pela emissão de resultados



Carla Caetano  
Responsável Técnica

Página 1 de 2

---

**Instituto de soldadura e qualidade**

lisboa: Av. Prof. Gouveia Silva, 33 - Taguspark - 270-120 Oeiras Portugal  
Tel: +351 214 229 00/214 229 400 Fax: +351 214 229 104

la.bqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Pinheiro, 256 4415-911 Oeiras Portugal  
Tel: +351 227 471 910/90 Fax: +351 227 471 910/27 48 736

LABQUI/Mod. 67/05

Figura I.16 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 12 de Agosto de 2014, para a amostra QTC-D1 (1/2)



LABQUI

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**

Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

Ref. LABQUI: 16107/14 **BOL-LAB-0005/14-1.16107/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**  
Divulgação: Confidencial

Identificação: QTC - D1

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 12-08-2014 Início da análise: 12-08-2014 Fim da análise: 18-08-2014 Emissão do boletim: 27-08-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 12-08-2014 Fim: 12-08-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Bromoformio</b> PO.LLABQU5-4/0048: EdA, Rev.06	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados</b> PO.LLABQU5-4/0048: EdA, Rev.06	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

### Observações:

Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---

O intervalo de confiança (95%) para esta amostra é de 2,3E+04 NMP/100 mL a 5,6E+04 NMP/100 mL.

Responsável pela emissão de resultados

Carla Caetano  
Responsável Técnica

"SHEWA" indica Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, TOL-LABQUE \*\*Indica método interno do laboratório baseado, se indicado, no(s) documento(s) normativo(s).

Página 2 de 2

Instituto de soldadura  
e qualidade

labqui@isq.pt


www.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Gouveia Silva, 33 - Taguspark - 290-120 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 229 000/214 229 400 Fax: +351 214 228 104

Porto: R. do Helder, 258 - 4150-910 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 227 471 910/30 Fax: +351 227 471 910/27 48 730

LABQUI/Mod. 67/05


Figura I.17 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 12 de Agosto de 2014, para a amostra QTC-D1 (2/2)



Validade desconhecida  
 Digitally signed by LABQUI  
 ONLINE  
 Date: 2014.08.28 09:24:24  
 +01:00  
 Reason: Certificação digital  
 Location: ISQ - LABQUI

**LABQUI**  
 Laboratório de Química e Ambiente  
 Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras

**Boletim de Análise**



---

**Simarsul - Sst. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**  
 Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
 2900-452 Setúbal

---

Ref. LABQUI: 16108/14

**BOL-LAB-0005/14-1.16108/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**

Identificação: QTC - D2 Divulgação: Confidencial

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 12-08-2014    Início da análise: 12-08-2014    Fim da análise: 18-08-2014    Emissão do boletim: 27-08-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 12-08-2014    Fim: 12-08-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Coliformes Fecais[c]</b> <i>PLM.07:Edição C</i>	< 1 (LQ)	NMP/100 mL	----	----
<b>Cloro Livre</b> <i>SHBWW 4500 Cl-G</i>	0,49	mg O2/L	----	----
<b>Cloro Total</b> <i>SHBWW 4500 Cl-G</i>	0,67	mg O2/L	----	----
<b>Diclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Cis-1,2-dicloroetano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetraclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,1,1-Tricloroetano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>1,2-dicloroetano (DCE)</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Clorofórmio</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tricloroetileno (TRI)</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Bromodiorometano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Tetracloroetileno</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Dibromoclorometano</b> <i>PO.LLABQUS-5.4/0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----


**Observações:**  
 Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.  
 [b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.  
 [e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---

Responsável pela emissão de resultados



Carla Caetano  
Responsável Técnica

---

"SHBWW" indica Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, TOL-LABQUS. "Indica métodos internos de laboratório baseados, se indicado, no(s) documento(s) normativo(s).

**Instituto de soldadura e qualidade**

Lisboa: Av. Prof. Gouveia Silva, 33 - Taguspark - 2790-120 Oeiras Portugal  
 Tel.: +351 214 229 605/214 229 420 Fax: +351 214 229 404

LABQUI/Mod. 67/05

[labqui@isq.pt](mailto:labqui@isq.pt)

[www.isq.pt](http://www.isq.pt)

Porto: R. do Pinheiro, 256 4165-491 Oitavo Portugal  
 Tel.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/27 48 736

Página 1 de 2

Figura I.18 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 12 de Agosto de 2014, para a amostra QTC-D2 (1/2)



**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras



## Boletim de Análise

**Simarsul - Síst. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**  
Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

Ref. LABQUI: 16108/14 **BOL-LAB-0005/14-1.16108/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**  
Identificação: QTC - D2 Divulgação: Confidencial

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 12-08-2014 Início da análise: 12-08-2014 Fim da análise: 18-08-2014 Emissão do boletim: 27-08-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 12-08-2014 Fim: 12-08-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Bromoformio</b> <i>PO.LLABQUI5-V0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----
<b>Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados</b> <i>PO.LLABQUI5-V0048: EdA, Rev.06</i>	< 10 (LQ)	µg/L	----	----

### Observações:

Este boletim não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

(a) - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

(b) - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

(c) - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

(d) - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

(e) - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---

Responsável pela emissão de resultados

Carla Caetano  
Responsável Técnica

\*SHEW\* indica Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, VOL-LABQUI \*\* indica método interno do laboratório baseado, se indicado, no(s) documento(s) normativo(s).

Página 2 de 2

Instituto de soldadura  
e qualidade

la.bqui@isq.pt

www.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Gouveia Silva, 35 - Taguspark - 270-10 Oeiras Portugal  
Tele.: +351 214 29 05/214 229 420 Fax: +351 214 29 104

Porto: R. do Helder, 28 - 4150-910 Oeiras Portugal  
Tele.: +351 227 471 910/920 Fax: +351 227 471 910/927 435 78

LABQUI/Mod. 67/05

Figura I.19 - Boletim de análise com os resultados obtidos para a ETAR da Quinta do Conde no dia 12 de Agosto de 2014, para a amostra QTC-D2 (2/2)

## II. Anexo

Boletins analíticos, com os resultados do laboratório externo, para os ensaios laboratoriais realizados com o efluente tratado não desinfetado da ETAR da ZIA no dia 1 de Julho de 2014



Validade desconhecida

Digitally signed by LABQUI  
ONLINE  
Date: 2014.07.09 13:11:29  
+01:00  
Reason: Certificação digital  
Location: ISQ - LABQUI

LABQUI

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras

## Boletim de Análise

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**

Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

Ref. LABQUI: 12930/14 **BOL-LAB-0005/14-1.12930/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**  
Identificação: ZIA - B Divulgação: Confidencial

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 01-07-2014 **Início da análise:** 01-07-2014 **Fim da análise:** 08-07-2014 **Emissão do boletim:** 08-07-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 01-07-2014 **Fim:** 01-07-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Coliformes Fecais[c]</b> <i>Método do número mais provável (ColiM) - PL LM 07: Edição C</i>	5,1 x 10 <sup>3</sup>	NMP/100 mL	----	----

### Observações:

Este boletim não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ----

O intervalo de confiança (95%) para esta amostra é de 3,6E+03 NMP/100 mL a 7,2E+03 NMP/100 mL.

Responsável pela emissão de resultados

Carla Caetano  
Responsável Técnica

Página 1 de 1

Instituto de soldadura  
e qualidade

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Local: Av. Prof. Cinco Silos, 3 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tel: +351 214 229 005/04 229 420 Fax: +351 214 228 104

Porto: R. do Helder, 258 - 445-91166 Portugal  
Tel: +351 22 471 91950 Fax: +351 22 471 91927 485 776

LABQUI/Mod. 67/05

Figura II.1 - Boletins de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 1 de Julho, para a amostra ZIA-B



Validade desconhecida

Digitally signed by LABQUI  
ONLINE  
Date: 2014.07.09 13:11:29  
+01:00  
Reason: Certificação digital  
Location: ISQ - LABQUI

LABQUI

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras

## Boletim de Análise

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**

Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

Ref. LABQUI: 12931/14 **BOL-LAB-0005/14-1.12931/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**  
Identificação: ZIA - D1 Divulgação: Confidencial

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 01-07-2014 Início da análise: 01-07-2014 Fim da análise: 08-07-2014 Emissão do boletim: 08-07-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 01-07-2014 Fim: 01-07-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Coliformes Fecais[c]</b> <i>Método do número mais provável (ColiM) - PL LM 07: Edição C</i>	1,3 x 10 <sup>1</sup>	NMP/100 mL	----	----

### Observações:

Este boletim não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---

Responsável pela emissão de resultados

Carla Caetano  
Responsável Técnica

Página 1 de 1

Instituto de soldadura  
e qualidade

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Cinco de Abril, 2790-120 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 229 00/24 Fax: +351 214 228 104

Porto: R. do Helder, 258 445-910/66 Portugal  
Tel.: +351 22 43 910/50 Fax: +351 22 471 910/27 455 776

LABQUI/Mod. 67/05

Figura II.2 - Boletins de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 1 de Julho, para a amostra D1



Validade desconhecida

Digitally signed by LABQUI  
ONLINE  
Date: 2014.07.09 15:11:29  
+01:00  
Reason: Certificação digital  
Location: ISQ - LABQUI

LABQUI

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras

## Boletim de Análise

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**

Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

Ref. LABQUI: 12932/14 **BOL-LAB-0005/14-1.1.2932/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**  
Identificação: ZIA 2 - D2 **Elaboração: Confidencial**

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 01-07-2014 Início da análise: 01-07-2014 Fim da análise: 08-07-2014 Emissão do boletim: 08-07-2014

Amostragem: Da responsabilidade do cliente

Tipo: Pontual

Início: 01-07-2014 Fim: 01-07-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Coliformes Fecais[c]</b> <i>Método do número mais provável (Colibert) - PLLN07: Biplão C</i>	1,6 x 10 <sup>1</sup>	NMP/100 mL	----	----

### Observações:

Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---

Responsável pela emissão de resultados

Carla Caetano  
Responsável Técnica

Página 1 de 1

Instituto de soldadura  
e qualidade

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Gouveia Silva, 38 - Taguspark - 290-120 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 229 000/248 229 400 Fax: +351 214 228 104

Porto: R. do Herói, 258 - 445-91016 Portugal  
Tel.: +351 22 471 91050 Fax: +351 22 471 91027 485 770

LABQUI/Mod. 67/05

Figura II.3 - Boletins de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 1 de Julho, para a amostra D2



Validade desconhecida

Digitally signed by LABQUI  
ONLINE  
Date: 2014.07.09 15:11:29  
+01:00  
Reason: Certificação digital  
Location: ISQ - LABQUI

LABQUI

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras

## Boletim de Análise

**Simarsul - Sist. Int. Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.**

Av. Luísa Todi, 300, 3.º  
2900-452 Setúbal

Ref. LABQUI: 12933/14 **BOL-LAB-0005/14-1.12933/14 Boletim Definitivo - Revisão 0**  
Identificação: ZIA 2 - D3 Divulgação: Confidencial

Tipo de amostra: Efluente líquido

Recepção: 01-07-2014 Início da análise: 01-07-2014 Fim da análise: 08-07-2014 Emissão do boletim: 08-07-2014

Amostragem: De responsabilidade do cliente

Tipo: Pontua

Início: 01-07-2014 Fim: 01-07-2014

Observações:

Ensaio / Norma	Resultado	Unidades	Limite de lei	VMR
<b>Coliformes Fecais[c]</b> <i>Método do número mais provável (Colibert) - PLUM07: Etapa C</i>	1,3 x 10 <sup>1</sup>	NMP/100 mL	---	---

### Observações:

Este boletim não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

Limites de lei segundo: ---

Responsável pela emissão de resultados

Carla Caetano  
Responsável Técnica

Página 1 de 1

Instituto de soldadura  
e qualidade

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 36 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tel.: +351 214 229 05/24 229 420 Fax: +351 214 228 104

Porto: R. do Helder, 256 445-911 G16 Portugal  
Tel.: +351 227 43 91/90 Fax: +351 227 471 91/92/27 455 770

LABQUI/Mod. 67/05

Figura II.4 - Boletins de análise com os resultados obtidos para a ETAR da ZIA no dia 1 de Julho, para a amostra D3