



**IPG** Politécnico  
|da|Guarda  
Polytechnic  
of Guarda

# RELATÓRIO DE PROJETO

Licenciatura em Energia e Ambiente

Luís Miguel Nunes da Silva

dezembro | 2015





*Escola Superior de Tecnologia e Gestão*

*Instituto Politécnico da Guarda*

---

# AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CHAFARIZES NA CIDADE DA GUARDA

**Luís Miguel Nunes da Silva**

RELATÓRIO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE LICENCIADO  
EM ENERGIA E AMBIENTE

Dezembro de 2015



## **Identificação**

**Nome:** Luís Miguel Nunes da Silva

**Nacionalidade:** Portuguesa

**Morada:** Caminho de Vale de Covêlo, Bustelo, 4600-530 Amarante

**Telefone:** 916065755

**Correio eletrónico:** lmiguel94@live.com.pt

**Número:** 1010822

**Curso:** Energia e Ambiente

**Orientador:** Professor Dr. Pedro Rodrigues

### **Instituição:**

Instituto Politécnico da Guarda

Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Morada: Av. Dr. Francisco Sá Carneiro 50

6300 – 559 – Guarda

Telf: 271220100

Fax: 271220150

Correio Eletrónico: estg-geral@ipg.pt

### **Dados do Projeto:**

- Início: 28 de outubro de 2014
- Fim: 30 de outubro de 2015



## Resumo

Este trabalho realiza-se no âmbito da unidade curricular de Projeto, do 3ºano do curso de licenciatura em Energia e Ambiente, e com objetivo de admissão a Ordem do Engenheiros Técnicos no âmbito de projeto em contexto de estágio de seis meses de Março de 2015 a Setembro de 2015. O qual tem dois objetivos principais, primeiro, determinar a qualidade da água de alguns fontanários da cidade da Guarda e a sua evolução ao longo do ano, com a realização de colheitas de amostras de outubro de 2014 a outubro de 2015, em segundo, determinar, através de metodologias estatísticas, a existência de uma relação entre os fontanários no que à qualidade da água diz respeito. Para isso, foram selecionados sete fontanários, nomeadamente Dorna EP, Dorna Amores, Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu e Rio Diz, todos localizados no perímetro urbano da cidade.

Para monitorização da qualidade da água dos fontanários selecionou-se um conjunto de parâmetros físico-químicos, particularmente: pH, parâmetros microbiológicos (organismos viáveis a 22° e 37°C, Clostridia, estafilococos, enterococos, coliforme e E.Coli), catiões (sódio, potássio, magnésio, cálcio, chumbo, cádmio, crómio, níquel, alumínio e manganésio), aniões (cloretos, nitratos, sulfatos, fluoretos, nitritos e fosfatos) e a oxidabilidade.

Na execução das análises foram utilizadas diversas técnicas, como por exemplo, a cromatografia iónica, a espectrofotometria de absorção atômica, ou a técnica das membranas filtrantes. Na avaliação estatística das similaridades entre as águas dos fontanários foi usado o programa informático SPSS®.

**Palavras-chave:** Fontanários, qualidade da água, química analítica.



## Abstract

This work takes place within the scope of the 3rd year Project course, of the course degree in Energy and Environment, which has two main objectives, and for the purpose of admission to the Order of Technical Engineers in project scope in the context of six-month internship March 2015 to September 2015. First, determine the water quality of some natural springs of Guarda city and its evolution throughout the time (from October 2014 to October 2015). Second, determine through statistical methods, the existence of a relationship between the water quality of the natural springs of the city. For this, we selected seven natural spring waters, namely Dorna EP, Dorna Amores, Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu and Rio Diz, all located in the urban area of the city.

To monitor the water quality of the natural spring waters, we selected a set of physical and chemical parameters, particularly pH, microbiological parameters (viable organisms at 22 and 37°C, Clostridia, staphylococci, enterococci, coliform and E.Coli), cations (sodium, potassium, magnesium, calcium, lead, cadmium, chromium, nickel, manganese and aluminium), anions (chlorides, nitrates, sulphates, fluorides, nitrites and phosphates) and oxidizability.

In the water analyses, we used different techniques, such as ion chromatography, atomic absorption spectrometry, or the filter membrane technique. For statistical evaluation of the similarities between the natural spring waters, it was used the software SPSS.

**Keywords:** Natural spring waters, water quality, analytical chemistry.





## **Agradecimentos**

Este trabalho não ficaria concluído sem agradecer a todos que contribuíram com ajuda na concretização do mesmo.

Em primeiro lugar, quero agradecer ao meu orientador Professor Pedro Rodrigues, por toda simpatia, orientação e ajuda prestada.

Ao Ricardo Rodrigues por toda a disponibilidade e auxílio em todas as tarefas que desempenhei no laboratório de águas e todos os conselhos na elaboração do relatório.

Ao professor Jorge Gregório pela ajuda e disponibilidade para solucionar os problemas encontrados.

Ao Instituto Politécnico da Guarda pelas instalações e recursos disponibilizados e a todos os meus membros pela sua simpatia.

Um especial agradecimento a todos amigos pela ajuda e incentivos ao longo da realização deste trabalho, em particular a Marta Pereira, Beatriz Pereira, Ana Ramos e Amílcar Marrocano, na ajuda do aperfeiçoamento do relatório.

Os meus agradecimentos finais vão para a minha família pela hipótese que me deram de poder estar a alargar meus conhecimentos e por todo apoio que deram ao longo deste projeto.



## Definições

**Bactérias coliformes:** são um grupo de organismos que podem ser encontrados no solo, nas águas naturais e residuais domésticas e no intestino do homem e de outros animais. Estas bactérias com capacidade de sobreviver e multiplicar-se na água, não sendo os melhores indicadores da presença de microrganismos patogénicos fecais, constituem contudo um bom indicador do estado de higienização e de integridade dos sistemas de distribuição e da presença potencial de biofilmes. de sangue quente, sendo que, as bactérias coliformes totais incluem as espécies fecais e as ambientais.

**Escherichia coli:** (E.coli) é a bactéria mais representativa do grupo das bactérias coliformes fecais. Esta bactéria tem a característica de ser altamente específica das fezes do homem e animais de sangue quente. Como não se multiplicam em ambiente aquático são, utilizadas como indicadores específicos de poluição fecal.

**Clostridia:** é indicador de uma poluição hídrica de origem fecal remota ou intermitente, devido aos longos períodos de permanência da água e de resíduos sedimentáveis, contendo esporos, em órgãos do sistema de armazenamento e distribuição, às condições de sobrevivência dos seus esporos, e também devido ao facto de não se multiplicarem na maioria dos ambientes aquáticos. É um bacilo Gram positivo, anaeróbio, resistente à depuração natural da água, formando esporos que são excepcionalmente resistentes a condições ambientais aquáticas adversas, incluindo radiação ultravioleta, temperatura e pH extremos e processos de desinfecção, tal como a cloragem, podendo sobreviver nesta forma por períodos prolongados.

**Enterococos intestinais:** constituem um subgrupo de um grupo de organismos definidos como estreptococos fecais. Este subgrupo é composto pelas espécies *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *E. durans* e *E. hirae*, e veio substituir o parâmetro indicador Estreptococos fecais, por ser mais específico de uma eventual poluição de origem fecal. Estas bactérias são Gram-positivas, relativamente tolerantes ao cloreto de sódio e a pH alcalino. São anaeróbias facultativas e ocorrem isoladamente, em pares ou em cadeias curtas. A maioria das espécies não se multiplica em ambientes aquáticos.

**Estafilococos:** cocos gram positivos, com agrupamento predominante em cacho, aeróbios e anaeróbios facultativos, produtores de catalase, pertencem à família Micrococcaceae e ao género Staphylococcus, que crescem em meios seletivos adequados, quando incubados a  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 48h.

**Estafilococos produtores de cogulase:** bactérias que para além das características anteriores produzem enzimas que coagulam o plasma de certos animais.

**Microrganismos cultiváveis:** também designada por número de colónias, contagem total ou mesófilas a  $37^{\circ}\text{C}$  e  $22^{\circ}\text{C}$ , engloba um largo espectro de microrganismos heterotróficos, incluindo bactérias e fungos da flora microbiana natural da água (tipicamente não nocivos), e os que têm origem em diversas fontes de poluição.

# Índice

<b>1 - INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO</b>	<b>3</b>
<b>3 - TRABALHO EXPERIMENTAL</b>	<b>5</b>
3.1 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE RECOLHA	5
3.2 RECOLHA DE AMOSTRAS	6
3.3 TÉCNICAS UTILIZADAS	7
Cromatografia Iónica	7
Espectroscopia de Absorção Atómica de Chama	8
Espectroscopia de Absorção Atómica - Câmara de Grafite	8
Medição do pH	9
Técnica de membrana filtrante	9
Determinação da oxidabilidade	10
3.4 PARÂMETROS ANALISADOS	11
3.4.1 pH	11
3.4.2 Aniões (cloretos, nitratos, brometos, sulfatos, fluoretos, nitritos, fosfatos)	11
3.4.3 Catiões	13
3.4.3.1 Sódio, Potássio, Cálcio e Magnésio	13
3.4.3.2 Cádmio, Chumbo, Níquel, Crómio, Alumínio e Manganês	13
3.4.4 Oxidabilidade	14
3.4.5 Parâmetros microbiológicos	15
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>27</b>
4.1. PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA	27
4.2. PH	29
4.3. ORGANISMOS VIÁVEIS A 22 E 37°C	30
4.4. CLOSTRIDIOS SULFITO-REDUTORES	32
4.5. COLIFORMES E E. COLI	33
4.6. ESTAFILOCOCOS	35
4.7. ENTEROCOCOS	36
4.8. METAIS ALCALINOS E ALCALINO-TERROSOS	37
4.9 METAIS DE TRANSIÇÃO	39
4.10. OUTROS METAIS	41
4.11. HALOGÉNEOS	43
4.12. NITRATOS E SULFATOS	44
4.13. OXIDABILIDADE	45
4.14. ANÁLISE DE CLUSTERS	46
<b>5. CONCLUSÕES FINAIS</b>	<b>49</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>53</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 - Distrito da Guarda .....	3
Figura 2 - Localização dos fontanários. 1 – Dorna (EP); 2 – Dorna (Amores); 3 – Alameda; 4 – Alfarazes; 5 – Bairro da Luz; 6 – Mileu; 7 – Rio Diz.....	5
Figura 3 - Variação da precipitação média (mm) na Guarda, de outubro de 2014 a outubro de 2015.....	27
Figura 4 - Variação da temperatura media mínima e máxima (°C) na Guarda, de outubro de 2014 e outubro de 2015 .....	28
Figura 5 - Variação do pH, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.....	29
Figura 6 - Variação da contagem de organismos viáveis a 22 e 37°C, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.	31
Figura 7 - Variação da contagem de Clostrídios sulfito-redutores, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz. ....	32
Figura 8 - Variação da contagem de Coliformes e E. coli, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz. ....	33
Figura 9 - Variação da contagem de Estafilococos, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz. ....	35
Figura 10 - Variação da contagem de Enterococos, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz. ....	36
Figura 11 - Variação da concentração de sódio, potássio, magnésio e cálcio, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.....	38
Figura 12 - Variação da concentração de crómio, níquel, cádmio e manganésio, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.....	40
Figura 13 - Variação da concentração de chumbo, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.....	41
Figura 14 - Variação da concentração de alumínio, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz. ....	42
Figura 15 - Variação da concentração de fluoretos e cloretos, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz. ....	43

Figura 16 - Variação da concentração de nitratos e sulfatos, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz. .... 44

Figura 17 - Variação da oxidabilidade (mg/L O<sub>2</sub>), de fevereiro de 2015 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz. .... 45

Figura 18 – Matriz de proximidade e dendograma obtidos através das médias dos resultados analíticos para as águas dos fontanários da Alameda, Alfarazes, Dorna (EP), Dorna (Amores), Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz..... 48



## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Comparação entre as técnicas de espectroscopia de absorção atómica por atomização por chama e câmara de grafite.....	9
Tabela 2 – Sais usados, massa e pré-tratamento para preparação da solução stock de cloretos, fluoretos, brometos, nitratos, nitritos, fosfatos, e sulfatos para análise por cromatografia iónica.....	12
Tabela 3 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Dorna (EP), de outubro de 2014 a outubro de 2015.....	54
Tabela 4 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Dorna (Amores), de outubro de 2014 a outubro de 2015. ....	55
Tabela 5 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Alameda, de outubro de 2014 a outubro de 2015. ....	56
Tabela 6 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Alfarazes, de outubro de 2014 a outubro de 2015. ....	57
Tabela 7 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Bairro da Luz, de outubro de 2014 a outubro de 2015.....	58
Tabela 8 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Mileu, de outubro de 2014 a outubro de 2015. ....	59
Tabela 9 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Rio Diz, de outubro de 2014 a outubro de 2015 .....	60

# 1 - Introdução

A ciência tem nos demonstrado que a vida teve origem a partir da água, e ela predomina em todos os corpos vivos. Não conseguimos imaginar a sociedade sem água, ela serve para beber, cozinhar, faz parte de todo o processo de higiene do indivíduo e também é indispensável nos setores industriais, dos serviços e da agricultura (Branco, 2003).

A água é um bem indispensável aos seres vivos e como tal deve ser preservado, este recurso deve manter a sua qualidade para o bem-estar de qualquer forma de vida. O não controle da mesma leva ao uso desta indevidamente e possivelmente causar problemas devidos ao seu mau estado.

A qualidade necessária à água distribuída para consumo humano é a potabilidade, ou seja, deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação, seja esta de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana (Scuracchio, 2010).

Hoje, sabe-se da importância do tratamento da água destinada ao consumo humano, pois, é capaz de veicular grande quantidade de contaminantes físico-químicos e/ou biológicos (Torres, 2000), cujo consumo tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como via de transmissão a água contaminada (Salud, 2000).

Nos dias de hoje é cada vez mais raro encontrar reservas de água em boas condições, ainda mais em cidades, como por exemplo na Guarda, onde, como em muitos concelhos do interior de Portugal, a agricultura com recurso a pesticidas e outros contaminantes é muito utilizada, isto leva à contaminação das linhas de águas existentes. Outro problema da cidade é a presença de indústrias que na maior parte dos casos são ainda uma grande fonte de poluição das linhas de água. Para isto torna se essencial a análise e controle da água, este trabalho é ainda mais importante na medida que ajuda na proteção do bem-estar dos cidadãos que utilizam os fontanários utilizados na execução deste projeto.

Neste trabalho foi feito a análise de vários fontanários de cidade da Guarda, através do controle de vários parâmetros físico-químicos, ao longo do período outono/inverno e primavera/verão de 2014 a 2015.

O trabalho será dividido pelos seguintes capítulos:

Capitulo I – Introdução

Capitulo II – Caraterização da área de estudo

Capitulo III – Caraterização dos fontanários

Capitulo IV – Procedimentos e metodologias de análise

Capitulo V – Resultados obtidos

Capitulo VI – Conclusões

## 2 - Caracterização da área em estudo

A Guarda é uma cidade portuguesa com 26 565 habitantes no seu perímetro urbano (INE, 2011). O município é limitado a nordeste pelo município de Pinhel, a leste por Almeida, a sudeste pelo Sabugal, a sul por Belmonte e pela Covilhã, a oeste por Manteigas e por Gouveia e a noroeste por Celorico da Beira. É ainda a capital do Distrito (Figura 1) que tem uma população residente de 173 831 habitantes (INE, 2011). Situada no último contraforte Nordeste da Serra da Estrela, a 1056 metros de altitude, sendo a cidade mais alta de Portugal. Situa-se na região centro de Portugal e pertence à sub-região estatística da Beira Interior Norte. Toda a região é marcada pelo granito, pelo clima contrastado de montanha e pelo seu ar puro e frio. É também a partir desta região que vertem as linhas de água subsidiárias das maiores bacias hidrográficas que abastecem as três maiores cidades de Portugal: para a bacia do Tejo que abastece Lisboa, para a Bacia do Mondego que abastece Coimbra e para a bacia do Douro que abastece o Porto. O distrito da Guarda distribui-se por uma área de 5 535 Km<sup>2</sup> (6% da área de Portugal) e é constituído por 14 municípios: Aguiar da Beira, Almeida, Celorico da Beira, Figueira de Castelo Rodrigo, Fornos de Algodres, Gouveia, Guarda, Manteigas, Meda, Pinhel, Sabugal, Seia, Trancoso e Vila Nova de Foz Côa (Figura 1). É limitado a Norte pelo distrito de Bragança, a Sul pelo distrito de Castelo Branco, a Este por Espanha e a Oeste pelos distritos de Viseu e Coimbra (Almeida, 2010).



Figura 1 - Distrito da Guarda

Fonte: (mapa-da-cidade.blogspot, s.d.)

Na divisão do País de acordo com o nível II da Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS), o distrito encontra-se quase totalmente integrado na Região Centro, sendo Vila Nova de Foz Côa o único município que pertence à Região Norte. Em termos de NUTS III, o distrito encontra-se distribuído por 4 regiões: Beira Interior Norte e Serra da Estrela, integradas na totalidade no distrito, Dão-Lafões e Douro, com apenas um dos seus municípios integrados nas Unidades Territoriais respetivamente, Aguiar da Beira e Vila Nova de Foz Côa (Almeida, 2010).

## 3 - Trabalho experimental

### 3.1 - Localização dos pontos de recolha

Neste subcapítulo é feita a localização dos pontos de recolha ao longo da zona urbana da cidade da Guarda. A seleção dos fontanários (Figura 2) teve como critérios principais a utilização frequente pela população da cidade, a proximidade entre os mesmos, a facilidade de acesso e a disponibilidade de água durante todo o ano. Com as recolhas periódicas efectuadas aos diferentes fontanários, e ao longo do ano, foi possível observar que a população utiliza a água para distintas funções. Alguns usuários utilizam as águas dos fontanários para realizarem a lavagem de carros, rega de quintais, consumo de animais e mesmo para consumo humano, apesar de muitos dos fontanários terem avisos explícitos em que a água não é controlada ou que é imprópria para consumo.

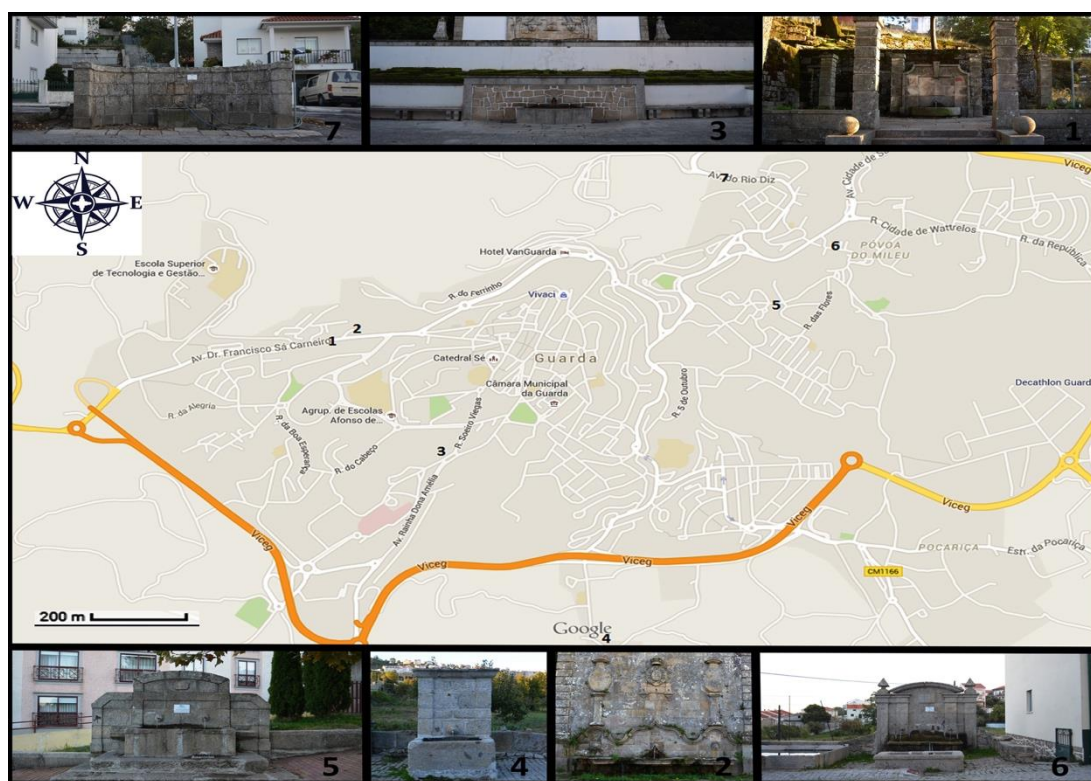


Figura 2 - Localização dos fontanários. 1 – Dorna (EP); 2 – Dorna (Amores); 3 – Alameda; 4 – Alfarazes; 5 – Bairro da Luz; 6 – Mileu; 7 – Rio Diz

Fonte: (Google maps, s.d.)

### **3.2 Recolha de amostras**

As amostras foram recolhidas entre outubro de 2014 e outubro de 2015, com exceção dos meses de Abril e Maio de 2015, nos quais não foi possível realizar a recolha e respetiva análise. Para a oxidabilidade, os ensaios apenas foram realizados entre fevereiro de 2015 e outubro de 2015. A amostragem foi realizada ao longo das várias estações do ano para se poder aferir a influência das condições atmosféricas na qualidade físico-química e microbiológica da água.

As amostras de todos os fontanários foram recolhidas no mesmo dia e a sua análise executada o mais rapidamente possível, principalmente as análises microbiológicas, as quais devem ser realizadas, nas primeiras 24 horas após a recolha. Na recolha as amostras eram acondicionadas em recipientes apropriados de vidro, com capacidade de 1L, previamente lavados e esterilizados em autoclave. Os frascos utilizados na colheita eram armazenados em arcas térmicas ao abrigo da luz solar de modo a evitar a variação ou degradação das características das amostras aquando da recolha e para que fossem transportadas em segurança até ao laboratório.

### 3.3 Técnicas utilizadas

#### Cromatografia Iónica

A cromatografia iónica é uma variante da cromatografia líquida que utiliza resinas de troca iónica para separar iões atómicos ou moleculares com base na sua interação com a resina. A separação dos analitos é conseguida de forma isocrática (feita com um único solvente) ou por aplicação de gradiente (utiliza uma quantidade de solvente B a uma quantidade de solvente A para aumentar a força do eluente). A vantagem desta técnica prende-se com a simplificação da determinação simultânea de espécies iónicas, cujas alternativas analíticas, são normalmente mais complexas e demoradas (Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, s.d.).

É uma técnica utilizada para a análise de iões inorgânicos em várias matrizes como, por exemplo soluções aquosas. Permite de forma rápida e simples a determinação de aniões, tais como, cloreto, fluoreto, nitrito, nitrato e sulfato, ou catiões como o lítio, cálcio, amónia, magnésio, potássio e sódio. Permite analisar ácidos orgânicos alifáticos e ácidos sulfónicos orgânicos, espécies bioquímicas como hidratos de carbono (mono, dissacáridos e alguns oligossacáridos), álcoois derivados de hidratos de carbono, aminoácidos, proteínas e outros compostos. Além das aplicações enunciadas é possível desenvolver métodos específicos para outros analitos desde que estejam dentro da gama de operação do equipamento. O limite de detecção é da ordem dos ppm podendo-se identificar alguns analitos aniónicos em concentrações na ordem dos ppb.



### **Espectroscopia de Absorção Atômica de Chama**

A espectroscopia de absorção atômica com atomização por chama é uma técnica de execução rápida e fácil com uma sensibilidade extremamente alta (especialmente para elementos como Pb, Cd, Cu e Cr). A amostra é atomizada na chama, através da qual atravessa a radiação, proveniente de uma lâmpada de cátodo oco, com comprimento de onda adequado a cada elemento a analisar. A quantidade de radiação absorvida é uma medida quantitativa da concentração do elemento a ser analisado (Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, s.d.). A amostra é aspirada para a chama, que atinge temperaturas que variam entre 2100-2300°C. Durante a combustão, os átomos da amostra são reduzidos ao estado atômico. Um feixe de radiação é emitido por uma lâmpada cujo cátodo é feito do elemento a ser determinado. A radiação após atravessar a chama passa por um monocromador e atinge o detector. Os átomos livres, no seu estado fundamental, absorvem radiação a comprimentos de onda característicos para cada elemento. A redução de energia da radiação no comprimento de onda específico do analítico é uma medida da quantidade desse elemento na amostra.

### **Espectroscopia de Absorção Atômica - Câmara de Grafite**

A Espectroscopia de Absorção Atômica por Câmara de Grafite é uma técnica muito sensível que atinge excelentes limites de detecção, na ordem do ppb, na determinação de concentrações de metais em amostras aquosas. A câmara de grafite é um sistema atomizador eletrotérmico que pode produzir temperaturas até aos 3000 °C. A câmara de grafite fornece energia térmica para quebrar ligações químicas dentro da amostra e produzir átomos no estado livre, no seu estado fundamental de energia. Estes são capazes de absorver a energia da radiação e os átomos passam ao estado excitado. A quantidade de energia absorvida varia em função da concentração do analito. Como vantagens da utilização desta técnica podemos referir a maior sensibilidade e limites de detecção, a baixa interferência espectral, e a quantidade muito reduzida de amostra.

Cada uma das técnicas de espectroscopia de absorção atômica, por chama ou por câmara de grafite, apresentam vantagens e inconvenientes que devem ser tidos em conta na hora de decidir, em função dos objetivos e condições das amostras.

**Tabela 1 - Comparação entre as técnicas de espectroscopia de absorção atômica por atomização por chama e câmara de grafite**

fonte: (Costa, 2013)

Chama	Câmara de grafite
Só se pode aplicar em soluções	Sensibilidade cerca 100 a 1000 vezes maior
É necessário um volume de amostra superior ao utilizado na câmara de grafite	Permite efetuar determinações com volumes de amostras muito mais pequenas (10 - 20µl)
Mais rápido	Permite fazer determinações diretamente em amostras sólidas
Boa precisão	Equipamento mais dispendioso

### **Medição do pH**

O pH pode ser medido através de métodos eletroquímicos em que se associam os potenciais elétricos com a concentração do ião  $H^+$ . O pH representa assim, numa escala logarítmica, a concentração do  $H^+$ , e indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução (Delgado, 1993). O equipamento de medição é composto basicamente por um eléctrodo conectado a um potenciometro, que possibilita a conversão do valor de potencial do eléctrodo em unidades de pH. O equipamento faz a conversão do potencial gerado (mV), entre a solução e o eléctrodo, em valores de pH numa escala entre 0 e 14. Para que o funcionamento seja correto, é necessário calibrar o aparelho com soluções padrão com valores de pH conhecido.

### **Técnica de membrana filtrante**

A mistura alimento-diluyente é filtrada através de membranas filtrantes de acetato de celulose ou de nitrocelulose que tem porosidade suficiente para retenção dos microrganismos presentes nessa mistura. Em seguida as membranas são transferidas para a superfície de placas contendo ágar ou cartões absorventes saturados com meio de cultura. Após o tempo de incubação adequado para cada microrganismo, faz-se a enumeração das colônias que surgiram na superfície das membranas (Sartorius, 2014).

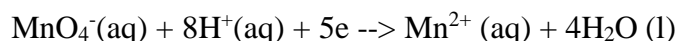
Esta técnica é utilizada na análise dos vários parâmetros microbiológicos mais a frente descritos, a técnica de membrana filtrante é um método rápido e preciso para isolamento e identificação de colônias de bactérias.

Com auxílio de bomba a vácuo, filtra-se 100 mL de amostra através de uma membrana filtrante de porosidade estéril (varia consoante o tipo de bactéria que pretendemos detetar, podendo ser de 0,45 µm ou 0,2 µm de porosidade); de seguida remove-se a membrana do equipamento de filtração, com auxílio de uma pinça e coloca-se sobre a superfície da placa contendo o meio desejado. Por fim a caixa de Petri com o meio e a membrana leva-se a incubação à temperatura específica de cada bactéria, invertendo a placa.

Obs.: Todo o material que vai estar em contacto com a amostra e a membrana deve ser esterilizado antes da utilização, através do flamejamento.

### **Determinação da oxidabilidade**

Oxidabilidade é um ensaio que permite a determinação indireta do teor de matéria oxidável presente numa água, sendo o seu resultado expresso em oxigénio consumido (mg/L O<sub>2</sub>), utilizando o permanganato de potássio em meio ácido, como agente oxidante (APDA, 2012). A oxidabilidade pode ser determinada utilizando uma solução padrão de permanganato de potássio em meio ácido e após 10 minutos de ebulição. Como esta reação química tem uma velocidade reduzida deve trabalhar-se a temperaturas compreendidas entre 60 °C a 70 °C. Quando se adiciona solução de KMnO<sub>4</sub> à amostra, a matéria orgânica da água vai reagir com o ião MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> (rosa) dando origem a Mn<sup>2+</sup> (incolor).



Caso, após aquecimento, ocorra o desaparecimento da cor rósea, tal significa que ainda havia matéria orgânica na água que não tinha reagido com o volume de solução de permanganato de potássio inicialmente usado. É pois necessário adicionar um novo volume de solução de permanganato de potássio até a cor rósea persistir. A existência de coloração rósea persistente permite concluir que toda a matéria orgânica da água reagiu e que existe solução de permanganato de potássio em excesso, que vai ser posteriormente titulado com solução padrão de ácido oxálico.

### 3.4 Parâmetros analisados

#### 3.4.1 pH

A determinação do pH foi feita através de técnicas eletroquímicas com a utilização de um potenciómetro e um eléctrodo sensível ao ião  $H^+$ . A sequência de ações a desenvolver para se realizar a medição do pH das amostras é:

1. Ligar o medidor de pH (Radiometer, modelo 900).
2. Introduzir o eléctrodo na 1ª solução tampão, pH=7.
3. Remover o eléctrodo da 1ª solução tampão e limpá-lo com água e papel absorvente.
4. Introduzir o eléctrodo na 2ª solução tampão, pH=4.
5. Remover o eléctrodo da 2ª solução tampão e limpá-lo com água e papel absorvente.
6. Introduzir o eléctrodo na amostra, estabelecido o equilíbrio, fazer a leitura do pH.
7. Repetir o processo para as 7 amostras, entre cada amostra limpar o eléctrodo com papel absorvente, e registar o respetivo valor de pH.

#### 3.4.2 Aniões (cloretos, nitratos, brometos, sulfatos, fluoretos, nitritos, fosfatos)

Os procedimentos necessários para a determinação dos aniões por cromatografia é a seguinte:

##### 1. Preparação das soluções:

- a) Solução concentrada de Carbonato sódio/hidrogenocarbonato de sódio - Colocar 28,6 g de carbonato de sódio e 8,4 g de hidrogenocarbonato de sódio, num balão volumétrico de 1 L. Dissolver em água e diluir o volume com água. A solução contém 0,27 mol/L de carbonato de sódio e 0,1 mol/L de hidrogenocarbonato de sódio. Esta solução é estável durante vários meses se conservado entre 2 e 8°C em garrafas de vidro ou polietileno.
- b) Solução de trabalho do eluente carbonato sódio/hidrogenocarbonato de sódio - Pipeta 20 ml da solução concentrada num balão volumétrico de 2000 ml e diluir o volume com água. A solução contém 0,0027 mol/L de carbonato de sódio e 0,001 mol/L de hidrogenocarbonato de sódio.
- c) Preparação da solução stock - Utilizar apenas reagentes de grau analítico reconhecido. Pesar os reagentes com uma precisão de 1% da massa nominal, salvo indicação em contrário

Na preparação das soluções deve ter-se o cuidado de se utilizar água, em conformidade com o grau 1, conforme definido na norma ISO 3696, e os reagentes com qualidade PA (Hidrogeno carbonato de sódio -  $\text{NaHCO}_3$ , Carbonato de sódio -  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , Hidróxido de sódio –  $\text{NaOH}$ , Hidróxido de potássio –  $\text{KOH}$ ).

d) Soluções padrão stock de brometos, cloreto, fluoreto, nitrato, nitrito e sulfato, de  $\rho = 1000 \text{ mg/L}$  cada um. Estas soluções são consideradas estáveis durante vários meses. Em alternativa pode fazer-se a preparação das soluções de acordo com a Tabela 1. Dissolver os sais em conformidade, após um pré-tratamento adequado.

**Tabela 2 – Sais usados, massa e pré-tratamento para preparação da solução stock de cloretos, fluoretos, brometos, nitratos, nitritos, fosfatos, e sulfatos para análise por cromatografia iónica.**

Aniões	Sal usado	Massa (g)	Pré-tratamento - secagem a ( $105 \pm 5^\circ\text{C}$ )
<b>Cloretos</b>	$\text{NaCl}$	1,6484	2 h
<b>Fluoretos</b>	$\text{NaF}$	2,2100	1 h
<b>Brometos</b>	$\text{NaBr}$	1,2877	6 h
<b>Nitratos</b>	$\text{NaNO}_3$	1,3707	24 h
<b>Nitritos</b>	$\text{NaNO}_2$	1,4998	1 h
<b>Ortofosfatos</b>	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	1,4330	1 h
<b>Sulfatos</b>	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	1,4786	1 h

e) Preparação dos padrões: Em 6 balões volumétricos de 100mL colocar em cada um deles um volume de 10 $\mu\text{L}$ , 20 $\mu\text{L}$ , 100 $\mu\text{L}$ , 200 $\mu\text{L}$ , 500 $\mu\text{L}$  e 1000 $\mu\text{L}$ , respectivamente, de solução padrão de 1g/L contendo os iões brometo, cloreto, fluoreto, nitrato, nitrito, sulfato e fosfato. Ajustar o volume de cada balão com água destilada obtendo-se assim padrões de concentração de 0,1mg/L, 0,2mg/L, 1mg/L, 2mg/L, 5mg/L e 10 mg/L.

f) Após a preparação dos padrões, configurar o cromatógrafo e proceder à calibração do equipamento (DIONEX-DX-120) através das soluções de calibração preparadas previamente. Realizada a injeção dos padrões e depois proceder à injeção das amostras. A identificação dos picos de cada anião é efetuada por comparação com os tempos de retenção dos padrões e a curva de calibração é construída através do programa PeakNet que permite calcular as áreas dos picos obtidos da leitura dos padrões.

### 3.4.3 Catiões

É qualquer espécie monoatômica ou poli-atômica cuja carga seja igual ou um múltiplo da carga do próton. Catião é pois um ião com carga positiva. É formado pela perda de eletrões da camada de valência de um átomo (ionização). Nesta categoria enquadram-se os metais, os elementos alcalinos e os elementos alcalino-terrosos, entre outros.

#### 3.4.3.1 Sódio, Potássio, Cálcio e Magnésio

Produzir padrões com água destilada, com 1% de ácido e com o volume adequado de cada elemento a analisar através da solução stock de 1000µg/L e completar com água até ao volume desejado. Para o catião Sódio foram preparadas soluções com concentração de 4, 10, 20 e 30 mg/L, para o potássio soluções com concentração 0,5; 1; 2; 3; 6 e 10mg/L, para o cálcio padrões com concentração 0,5; 1; 4; 6; 10 e 20mg/L) e para o magnésio soluções padrão de 0,2; 0,5; 1; 2 e 4 mg/L.

Para a determinação destes elementos foi usada a espectroscopia de absorção atômica com atomização por chama. Aqui começa-se por fazer a injeção dos padrões previamente preparados, como anteriormente referido, e a partir da medição da absorvância e da respectiva concentração determina-se a curva de calibração. O mesmo procedimento é realizado para as amostras, de modo a que se determine a absorvância de cada uma delas e com o conhecimento da calibração iremos obter as concentrações das respetivas amostras.

#### 3.4.3.2 Cádmio, Chumbo, Níquel, Crómio, Alumínio e Manganês

Fazer padrões com água destilada, 1% de ácido e com o volume adequado a cada elemento a analisar através da solução stock com concentração de 1000µg/L para cada elemento e completar com água até ao volume desejado. Padrões de Cádmio (0,2; 0,4; 0,8 e 1,6 ppb), Chumbo (1; 2,5; 5 e 10 ppb), Níquel (5, 10, 25 e 50 ppb), Crómio (1; 2,5; 5 e 10 ppb), Alumínio (4, 10, 20 e 40 ppb) e Manganês (1; 2,5; 5 e 10 ppb). Para estes elementos repete-se o processo referido no ponto anterior, mas aqui utilizamos a espectroscopia de absorção atômica com atomização por câmara de grafite, pois trabalhamos com concentrações inferiores. O processo que nos permite determinar as concentrações destes elementos é idêntico ao anterior, sendo que o equipamento realiza de forma automática a injeção dos padrões e das amostras.

### 3.4.4 Oxidabilidade

A oxidabilidade tem como objetivo determinar a quantidade de permanganato de potássio consumido, em condições de acidez e com a solução em ebulição durante 10 minutos. A oxidação permite obter informação sobre a carga orgânica presente numa amostra de água uma vez que existe uma proporcionalidade direta entre a presença de matéria orgânica e o consumo do permanganato presente em solução.

Para a criação de condições ácidas é usado uma solução de  $H_2SO_4$  numa proporção de 1:3. Assim, adiciona-se, com precaução, um volume de  $H_2SO_4$  concentrado ( $d=1.84$ ) a 3 volumes de água destilada.

A solução de permanganato de potássio a 0,01N, prepara-se pela dissolução de 0,35g de permanganato de potássio e num balão de diluição com capacidade de 1000ml, perfazendo-se com água destilada até à marca.

A solução de ácido oxálico 0,01N produz-se pela dissolução de uma massa de 0,6303g de ácido oxálico cristalizado em uma solução de 50ml de  $H_2SO_4$  em 900ml de água destilada, num balão volumétrico de 1L. Deixa-se arrefecer e perfaz-se o volume até à marca com água destilada.

Numa primeira fase realiza-se a titulação da solução de permanganato de potássio. Assim, mede-se, com uma pipeta aferida, 10ml de solução de ácido oxálico para uma cápsula de porcelana e titula-se com a solução de permanganato de potássio 0,01N até se obter coloração rósea persistente. Anota-se o volume da solução de permanganato gasto na titulação do ácido oxálico (V).

Para a determinação da oxidabilidade da amostra, medem-se 100ml de água de ensaio para a cápsula de porcelana, adicionam-se 10ml de  $H_2SO_4$  1:3 e o volume V da solução de permanganato gasto na redução de 10ml de solução de ácido oxálico. O conteúdo da cápsula deve manter a cor do permanganato durante o aquecimento e os 10 minutos de ebulição. Se a cor desaparecer junta-se outro volume V da solução de permanganato de potássio até que a cor permaneça. Anota-se o número total de volumes adicionados (n). Aquece-se à ebulição que se mantém durante 10 minutos, agitando o conteúdo da cápsula com a vareta. Retira-se a chama e adiciona-se com pipeta aferida, 10ml de solução de ácido oxálico agitando ao mesmo tempo. O conteúdo da cápsula deve ficar incolor. Titula-se com a solução de permanganato de potássio até que se obtenha a coloração rósea persistente.

A determinação da oxidabilidade é dada pela seguinte expressão:

$$\text{Oxidabilidade} = (n-1) \times V \times V_1/V \times 8 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$$

Onde V representa o volume de permanganato de potássio gasto na titulação de 10ml de solução de ácido oxálico, em ml.  $V_1$  é volume da solução de permanganato de potássio gasto na titulação de 100ml da amostra, em ml, e n é o número total de volumes V, de solução de permanganato de potássio adicionado.

### 3.4.5 Parâmetros microbiológicos

#### **3.4.5.1 Determinação de bactérias coliformes e Escherichia Coli – Norma ISO 9308-1:2000**

O procedimento descreve um método para a pesquisa e quantificação de bactérias coliformes e Escherichia Coli em água para consumo humano. O método baseia-se na filtração através de membrana filtrante com subsequente cultura num meio gelosado diferencial e cálculo do número de organismos alvo na amostra.

Os volumes da amostra são filtrados através de membrana filtrante capaz de reter as bactérias. A membrana é colocada num meio gelosado lactosado seletivo, que é incubado a  $36\pm 2^\circ\text{C}$  durante  $21\pm 3\text{h}$ , após ao que se procede à subsequente caracterização bioquímica das colónias lactose positivas típicas, levando à deteção e quantificação de E.Coli. Quando se pesquisa apenas E. coli, a incubação é realizada a  $44\pm 0,5^\circ\text{C}$  durante  $21\pm 3\text{h}$ .

**A avaliação e confirmação** é realizada pela contagem das colónias características na membrana são contadas como bactérias lactose positiva. Para bactérias coliformes e E.coli é feita uma subcultura de colónias características, selecionadas ao acaso, para testes de confirmação: oxidase, lactose, produção de indol e utilização de MUG. São calculados o números de bactérias coliformes e E.coli presumivelmente presentes em 100ml da amostra.



## **Material e equipamento**

- Aparelho para esterilização por calor húmido (autoclave)
- Banho de água ou incubadora
- Medidor de pH
- Rampa de filtração
- Membranas filtrantes (47 ou 50 mm Ø e 0,45µm)
- Pinças de pontas arredondadas
- Lâmpada ultravioleta

## **Meios de cultura**

MLSA – meio gelosado de Lauril Sulfato

- Peptona 39 g/L
- Extracto de levedura 6g/L
- Lactose 30g/l
- Vermelho de fenol 0,2g/L
- Lauril sulfato de sódio 0,2g/L
- Agar 15 g/L

Fluorocult-DEV caldo lactosado de peptona

- Peptona de caseína 17 g/L
- Peptona se soja 3g/L
- Lactose 30g/L
- Cloreto de sódio 5g/L
- Púrpura de bromocresol 0,02 g/L
- Triptofano 1g/L
- 4-metil-lumbeliferil-β-D-glucuronidase 0,01g/L

Meio gelosado não seletivo

- Extracto de levedura 3g/L
- Peptona 5g/L
- Ágar 15g/L

**Procedimento**

Filtram-se 100ml, ou as suas diluições, da amostra a ser estudada através de membrana filtrante que se coloca no respetivo meio de isolamento, certificando-se que não fica ar por baixo da membrana. Após a filtração coloca-se a membrana na placa contendo MSLA e incuba-se a  $36\pm 2^{\circ}\text{C}$  durante  $21\pm 3\text{h}$ .

Observam-se as membranas e contam-se como bactérias lactose positiva todas as colónias características, sem mencionar o tamanho, que mostrem um desenvolvimento da cor amarela no meio por baixo da membrana. Para efetuar os testes de oxidase e indol, procede-se preferencialmente à subcultura de todas as colónias características obtidas, ou de um número representativo (pelo menos cinco, de cada tipo), para meio gelosado não seletivo.

Incuba-se o meio gelosado não seletivo a  $36\pm 2^{\circ}\text{C}$  durante  $21\pm 3\text{h}$  e procede-se ao teste de oxidase: considera-se o aparecimento de cor azul-púrpura escuro em 30s como teste positivo. As colónias oxidase negativas são consideradas como bactérias coliformes.

Todas as colónias oxidase negativas são ainda incubadas no meio de cultura DEV-Fluocult a  $44\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  durante  $21\pm 3\text{h}$ . Observa-se a fluorescência sob luz UV e a produção de indol adicionando 0,2ml a 0,3ml de reagente Kovacs. A observação de fluorescência e/ou o desenvolvimento de cor vermelho cereja à superfície do meio confirma a produção de indol. Contam-se todas as colónias que são oxidase negativa lactose positiva e que apresentam fluorescência e/ou indol positivo como E.coli.

**Nota:** para a E.coli e coliformes é utilizada a norma ISO-9308-1:2000 tendo em consideração a Recomendação IRAR N°05/2005, em que o processo é o mesmo descrito anteriormente à exceção que se utiliza o meio “chromocult coliform agar” que nos irá facilitar a medição, na medida que se obtém diretamente o valor de colónias logo após a incubação, obtendo assim colónias roxas/rosas de coliformes e azuladas de E.coli, não sendo preciso fazer a confirmação.

Fonte: (Abelho, 2012)

### **3.4.5.2 Esporos de bactérias anaeróbias sulfito-redutoras (Clostridia) - NP EN 26 461-2 1994**

Numa primeira fase procede-se ao aquecimento das amostras, por um período de tempo suficiente para destruir as formas vegetais e assim seleccionar apenas as formas esporoladas. Filtra-se a amostra de água por membrana em que os poros apresentam uma dimensão tal que os esporos das bactérias ( $0,2\mu\text{m}$ ) sejam retidas no interior da membrana filtrante ou sobre ela. Coloca-se a membrana filtrante sobre o meio de cultura seletivo (ágar com sulfito de ferro). Incuba-se a  $37\pm 1^\circ\text{C}$  durante  $20\pm 4\text{h}$  e  $44\pm 4\text{h}$ . Contam-se todas as colónias negras.

#### **Meios de cultura e reagentes**

Ágar com sulfito de ferro

meio base (ágar nutritivo)

Composição:

Extracto de carne 3g

Peptona 10g

Cloreto de sódio (NaCl) 5g

Ágar 15g

Água 1000ml

Aquece-se a vapor fluente até completa dissolução, ajusta-se o pH a  $7,6\pm 0,1$  com uma solução de hidróxido de sódio a 1M. Esteriliza-se em autoclave a  $121\pm 1^\circ\text{C}$  durante 20min. Conserva-se no frigorífico depois de solidificar.

Solução de sulfito de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) - Dissolvem-se 10g de sulfito de sódio em 100ml de água.

Solução de sulfato de ferro (II) ( $\text{FeSO}_4$ ) - Dissolvem-se 8g de sulfato de ferro (II) cristalizado em 100ml de água.

## Meio completo

Imediatamente antes da sementeira, funde-se o meio base, e por cada 18ml adiciona-se 1ml de solução de sulfito de sódio e 5 gotas de solução de sulfato de ferro (II). Adiciona-se 1ml da solução de sulfito de sódio e 5 gotas da solução de sulfato de ferro aos tubos com ágar, imediatamente antes da sementeira.

## Aparelhos e utensílios

- Balões e frascos de vidro (balões de Erlenmeyer, balões de fundo redondo ou frascos cónicos) de 2L de capacidade.
- Tubos de ensaio
- Pipetas graduadas, de 10ml, graduada em divisões de 0,1ml
- Pipetas volumétricas de 10ml
- Frascos de 1L
- Autoclave
- Banho de água
- Rampa de filtração
- Membranas filtrantes esterilizadas, de poro 0,2 $\mu$ m
- Estufa de incubação
- Placas de petri

Na realização do procedimento analítico, deve-se aquecer a amostra num banho de água a  $75\pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 15 min a partir do momento em que a temperatura foi atingida. Em seguida, filtram-se 100ml da amostra, e remove-se a membrana filtrante com pinça esterilizada e coloca-se na placa de Petri com a face superior virada para baixo, tendo o cuidado de não deixar bolhas de ar sob o filtro. Espalham-se sobre a membrana 18ml de meio cultura completo, liquefeito e arrefecido a cerca de  $50^{\circ}\text{C}$ , imobilizando-a com pinças esterilizadas. Incuba-se as placas em anaerobiose, a  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$  durante  $20\pm 4\text{h}$  e  $44\pm 4\text{h}$ .

Após o período de incubação, de  $20\pm 4\text{h}$  a  $44\pm 4\text{h}$ , contam-se todas as colónias negras .

Fonte: (Abelho, 2012)

### **3.4.5.3 Detecção e enumeração de Enterococos intestinais – ISO 7889-2**

A enumeração dos enterococos intestinais é baseada na técnica das membranas filtrantes através da passagem de um volume específico de amostra de água através da membrana com porosidade (0,45µm), capaz de reter a bactéria. Após a filtração, o filtro é colocado num meio que contendo azida de sódio, capaz de suprimir o crescimento das bactérias gram-negativas e cloreto de 2,3,5-trifeniltetrazolio, um composto incolor que se reduz, com formação de cor vermelha, pela ação dos enterococos intestinais. As colónias típicas crescem, com uma cor vermelha, castanha ou cor de rosa, no centro da colónia ou em toda. Caso se formem colónias típicas, a confirmação é realizada por transferência da membrana para meio sólido de bÍlis esculina azida agar, previamente aquecido a 44°C. Neste meio os enterococos intestinais hidrolisam a esculina em 2 horas produzindo 6,7- dihidroxycumarina que se combina com os iões ferro para formar um composto de cor castanha ou negra que se difunde pelo meio.

#### **Equipamento**

Rampa de filtração

Membrana filtrante esterilizada, com porosidade de 0,45µm.

Incubadora

Autoclave

Pinças esterilizadas

#### **Meios de cultura e reagentes**

##### **Meio Slanetz e Bartley**

Triptose 20g

Extracto de levedura 5 g

Glucose 2 g

Hidrogenosulfato de potássio (K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) 4 g

Azida de sódio (NaN<sub>3</sub>) 0,4 g

Agar 8 a 18 g

Água destilada: 1000 mL

Dissolver os ingredientes em ferverdura, e depois deixar arrefecer até 50-60°C.

Solução TTC - Dissolver 1 g de cloreto de 2,3,5-trifeniltetrazolio (TTC) num pequeno volume de água, perfazer até 100 mL, esterilizar através de filtração em membrana de 0.2  $\mu\text{m}$ ;

Meio completo - Juntar 10 mL da solução TTC a 1000 mL do meio base arrefecido a 50-60°C, repartir por caixas de Petri (cerca de 20 mL/caixa); guardar no frio e no escuro e utilizar no prazo máximo de 15 dias.

#### Meio bÍlis-esculina-azida agar

Triptona 17 g

Peptona 3 g

Extracto de levedura 5 g

BÍlis desidratada 10 g

Cloreto de sÓdio 5 g

Esculina 1 g

Citrato de ferro (III) e amÓnia 0,5 g

Azida de sÓdio ( $\text{NaN}_3$ ) 0,15 g

Agar 8 a 18g

Água: 1000ml

Dissolver os ingredientes e esterilizar durante 15 minutos a  $121\pm 3^\circ\text{C}$ . Arrefecer até 50-60°C e colocar em caixas de Petri um volume suficiente para que o meio tenha entre 3 a 5 mm de altura. Colocar na posição horizontal. Conservar no frio pelo prazo máximo de duas semanas.

Filtração e incubação: Filtrar um volume de água da amostra, colocar a membrana filtrante no meio de Slanetz and Bartley e incubar as placas a  $36\pm 2^\circ\text{C}$  durante  $44\text{h}\pm 4\text{h}$ . Após a incubação, Examinar as membranas e contar todas as colónias que apresentem uma coloração vermelha, castanha ou rosa, no centro ou em toda a colónia. Se existirem colónias típicas, colocar a membrana numa caixa de Petri com meio bÍlis esculina-azida agar, previamente aquecida a  $44^\circ\text{C}$  e colocar a incubar a  $44\pm 0,5^\circ\text{C}$  durante 2 h. Considerar como resultado positivo todas as colónias que apresentem, no meio circundante, uma coloração castanha ou negra e contá-las como enterococos intestinais

Fonte: (Abelho, 2012)

#### **3.4.5.4 Quantificação Estafilococos NP 4343 1998**

A quantificação de estafilococos é realizada através da filtração de um dado volume da amostra ou das suas diluições, através de membrana filtrante de porosidade 0,45µm e Ø 47mm. A membrana é colocada em meio de cultura seletivo. Incuba-se a 37±1°C durante 48±4h. Observam-se as colónias desenvolvidas à superfície da membrana e regista-se a contagem dos vários tipos de colónias suspeitas. Repicam-se três colónias de cada tipo, para meio de cultura não seletivo, incuba-se a 37±1°C durante 24±4h e procede-se ao seu estudo morfológico e bioquímico.

#### **Aparelhos e utensílios**

Aparelho para esterilização por calor seco (estufa) e pelo calor húmido (autoclave)

Estufas de incubação

Tubos de ensaio

#### **Meios de cultura**

Meio Seletivo de isolamento - Gelose salina de manitol de Chapman (proteose de peptona 10g; extracto de carne 1g; cloreto de sódio 75g; manitol 0,3g; vermelho de fenol 0,2g; agar 15g; água 1000ml).

Na preparação do meio de cultura, dissolve-se no meio completo desidratado os seus componentes em 1000 ml de água destilada. Aquece-se à ebulição até se dissolver completamente. Ajusta-se, se necessário, o pH de modo a que depois da esterilização, em autoclave a 121±1°C durante 15min, o meio apresente um valor de 7,4±0,1 a 25°C.

Meio não seletivo de isolamento – meio nutritivo gelosado, composto por extracto de carne 1g; extracto de levedura 2g; peptona 5g; cloreto de sódio 5g; agar 15g; água 1000ml. Dissolve-se o meio completo, ou os seus componentes, em 1000ml de água destilada. Aquece-se à ebulição até se dissolver completamente. Ajusta-se, se necessário, o pH de modo a que depois da esterilização, em autoclave a 121±1°C durante 15min, este seja de 7,4±0,2 a 25°C.

Meio semi-sólido de carne e levedura, com a seguinte composição: triptona 10g; extracto de carne 3g, extracto de levedura 6g; glucose 2g; cloreto de sódio 5g; hidrocloreto de cisteína 0,3g; agar 6g; água 1000ml. Na preparação dissolve-se o meio completo desidratado, ou os seus constituintes, em 1000ml de água destilada. Aquece-se à ebulição, agitando sempre até se dissolver completamente. Ajusta-se, se necessário, o pH de modo a que após a esterilização o valor seja igual a 7,2±0,2 a 25°C. Distribui-se 7 ml de meio em tubos de ensaio (8mm x 180mm).

## **Reagentes**

Peroxido de hidrogénio (solução aquosa de peróxido de hidrogénio a 30g/L)

Reagente de coagulase (plasma de coelho com EDTA)

## **Técnica**

Filtra-se o volume de água escolhido ou as suas diluições por membrana filtrante de porosidade 0,45µm e 47mmØ. Coloca-se a membrana na placa de Petri com o meio seletivo de isolamento. Incuba-se as placas em posição invertida a 37°C ± 1°C durante 48h±4h.

## **Identificação**

1º Observam-se as colónias características desenvolvidas à superfície da membrana, no meio seletivo de isolamento, isto é, as colónias amarelas ou brancas, envolvidas ou não por halo amarelo, eliminando-se as colónias grandes mucosas, que correspondem a bactérias do género *Bacillus*.

2º Contam-se as colónias suspeitas agrupando-se pelo seu aspeto, faz-se um isolamento de 3 colónias de cada tipo, em meio não seletivo. Incubam-se a 37°C ± 1°C durante 24h±4h. Efetua-se a coloração de Gram. Observam-se a morfologia das colónias após coloração de Gram. A partir das colónias que sejam cocos Gram positivos realizam-se os seguintes testes bioquímicos: - Pesquisa da catalase; - Determinação do tipo respiratório; - pesquisa de coagulase.

Pesquisa de catalase: coloca-se uma gota de solução de peróxido de hidrogénio sobre uma lâmina. Com uma vareta de vidro ou plástico, colhe-se uma colónia e põe-se em contacto com o reagente. As bactérias produtoras de catalase cindem o peróxido de hidrogénio em oxigénio e água. A formação de bolhas de oxigénio indica a presença de colónias catalase positiva.

Determinação do tipo respiratório: regenera-se o meio semi-sólido de carne e levedura previamente distribuído em tubos durante 15min. Mantêm-se os tubos a 45°C ± 1°C. A partir de uma colónia isolada, inocula-se, com uma pipeta de Pasteur fechada, toda a altura do meio, com movimento helicoidal, de baixo pra cima. Da mesma forma poderá inocular-se, uma suspensão duma colónia isolada, com pipeta de Pasteur aberta, sem esgotar todo o seu conteúdo, solidifica-se imediatamente o meio, mergulhando os tubos em água fria. Incuba-se a 37±1°C durante 24±4h. Como os estafilococos são bactérias aeróbias e anaeróbias facultativas verifica-se crescimento em todo o meio.

Pesquisa de coagulase: Transferem-se as colónias estafilococos para tubos pequenos contendo plasma e incubam-se a 37±1°C. A leitura é feita após 4h e 24h de incubação.



**Expressão de resultados**

Por convenção cada colónia tem origem num só microrganismo. Expressam-se os resultados obtidos em número de colónias de estafilococos produtores de coagulase e estafilococos de coagulase por 100ml. Deve obter-se este resultado pela contagem sobre uma membrana que possua de preferência menos de 100 colónias características aplicando-se a seguinte formula:

$$N = ((n \times 100)/v) \times f$$

N- Numero de estafilococos em 100ml da amostra

n – numero de colónias identificadas como estafilococos

f – taxa de diluição

v- diluição de amostra filtrada ou da sua diluição

Fonte: (Abelho, 2012)

**3.4.5.5 Enumeração de microrganismos cultiváveis: contagem de colónias por sementeira em meio extrato de levedura agar – ISO 6222**

A inoculação é realizada através da mistura, em meio de cultura específico em placas de petri, os volumes das amostras ou as suas diluições. A incubação de um conjunto de placas a 36°C durante 44 h, e outra conjunto a 22°C durante 68h. O cálculo do número de unidades de formação de colónias por mililitro (ml) da amostra a partir de número de colónias formadas no meio de cultura.

**Equipamento**

Equipamento de esterelização (autoclave)

Incubadora

Caixas de Petri

Banho de água

Equipamento de contagem de colonias

### **Meios de cultura e reagentes**

Agar extrato de levedura'

Triptona 6.0 g/L

Extracto de levedura 3.0 g/L

Agar 15.0 g/L

Água destilada 1000ml

Adicionar os componentes, ou o meio completo desidratado a água e dissolver por aquecimento. Ajustar o pH, se necessário, de modo que após a esterilização este seja de  $7,2\pm 0,2$  a  $25^{\circ}\text{C}$ . Distribuir volumes de 15 ml a 20 ml, em tubos, garrafas ou outros recipientes. para o armazenamento em volumes maiores, use recipientes com capacidade até 500ml. Esterilizar em autoclave a  $121\pm 3^{\circ}\text{C}$  durante  $15\pm 1$  minutos.

Para uso, fundir o meio, deixar arrefecer e manter a temperatura a  $45\pm 1^{\circ}\text{C}$  usando um banho de água termostaticado. Recomenda-se armazenar o meio não mais do que 4 horas a  $45^{\circ}\text{C}$ , depois disso deve ser descartado.

Para a incubação deve-se inverter as placas e incubar um conjunto a  $36\pm 2^{\circ}\text{C}$  durante  $44\pm 4\text{h}$  e outro conjunto a  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$  durante  $68\pm 4\text{h}$ . Examinar as placas assim que são retirados da incubadora, se isso não for possível, armazená-los a  $5\pm 3^{\circ}\text{C}$  e examiná-las no prazo de 48h. Rejeitar qualquer placa com um crescimento confluyente.

Para cada temperatura de incubação, contar as colónias presentes em cada placa e calcular a estimativa do número de unidades formadoras de colónias presente em 1 ml de amostra.

Fonte: (Abelho, 2012)

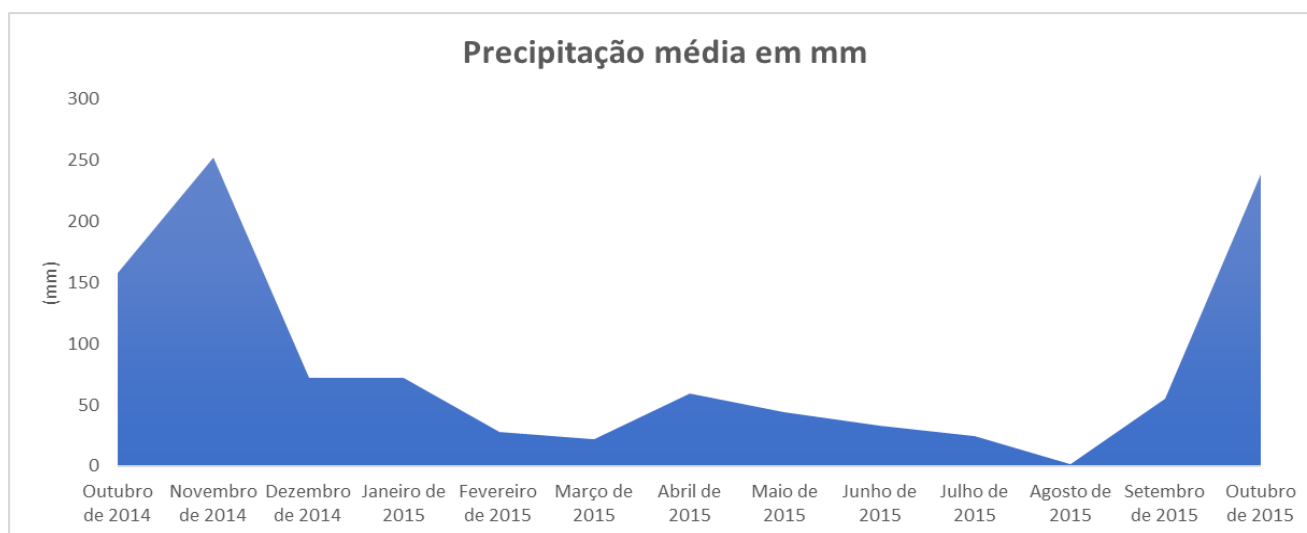


## 4. Resultados

### 4.1. Precipitação e Temperatura

A precipitação e a temperatura são dois fatores meteorológicos que podem interferir com as características físico-químicas e microbiológicas da água superficial, sub-superficial e subterrânea, podendo assim condicionar a qualidade da mesma. Tendo em consideração esse facto apresenta-se na Figura 3 e Figura 4 o registo de precipitação e da temperatura média (mínima e máxima), respetivamente, durante os meses em que foi realizada a recolha de amostras nos fontanários.

Relativamente à precipitação, podemos observar, tal como seria de esperar, que a precipitação é maior durante os meses de outono e inverno, especialmente entre os meses de setembro e de dezembro. Pelo contrário, durante a primavera e o verão, a precipitação apresenta os valores mais baixos, especialmente em julho e agosto.

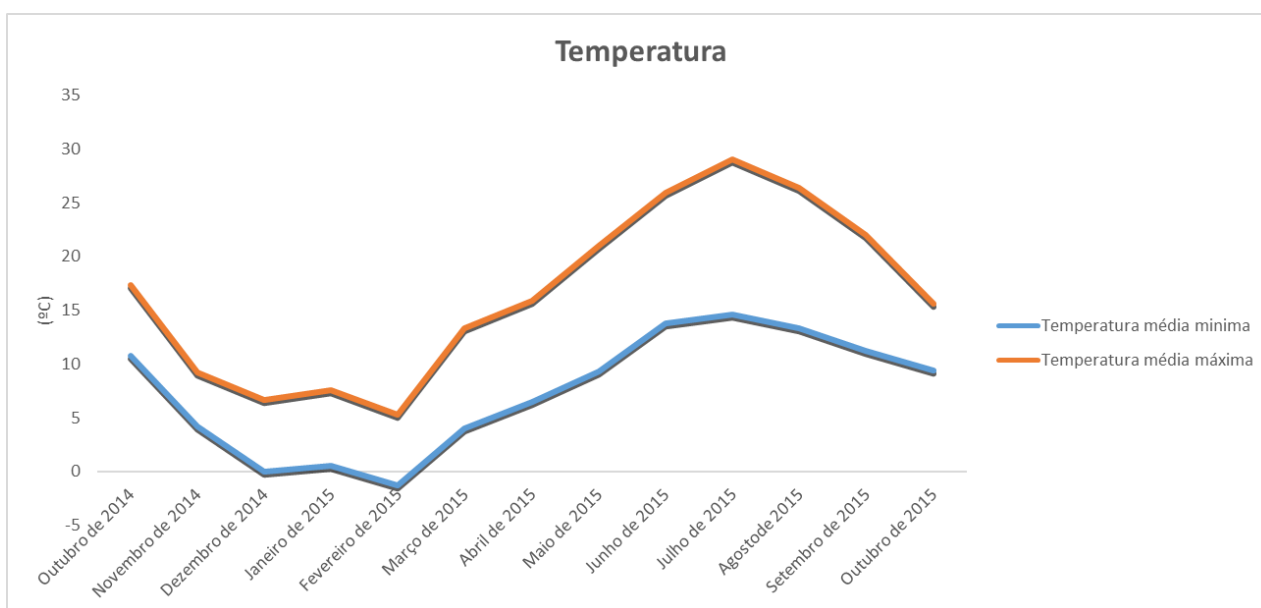


**Figura 3 - Variação da precipitação média (mm) na Guarda, de outubro de 2014 a outubro de 2015**

**Fonte: (IPMA, s.d.)**

A precipitação tem uma influência direta no caudal dos fontanários, com um aumento significativo durante os meses de maior precipitação e uma diminuição, por vezes acentuada, durante os meses mais secos. Este facto pode também influenciar a qualidade da água, não apenas pelo efeito diluição durante os meses de maior precipitação e o efeito de concentração durante os meses mais secos, mas também pelo efeito de arrastamento que pode ocorrer nos meses de maior precipitação.

Relativamente à variação da temperatura média mínima e máxima, registam-se temperaturas mais elevadas durante os meses de verão, especialmente em julho e agosto e temperaturas mais baixas durante os meses inverno, em especial entre dezembro e fevereiro, tal como seria de esperar. O parâmetro temperatura tem influência não apenas nas taxas de atividade biológicas, com a conseqüente alteração da qualidade microbiológica das massas de águas, mas também sobre a cinética química e conseqüentemente na qualidade físico-químicas das mesmas.



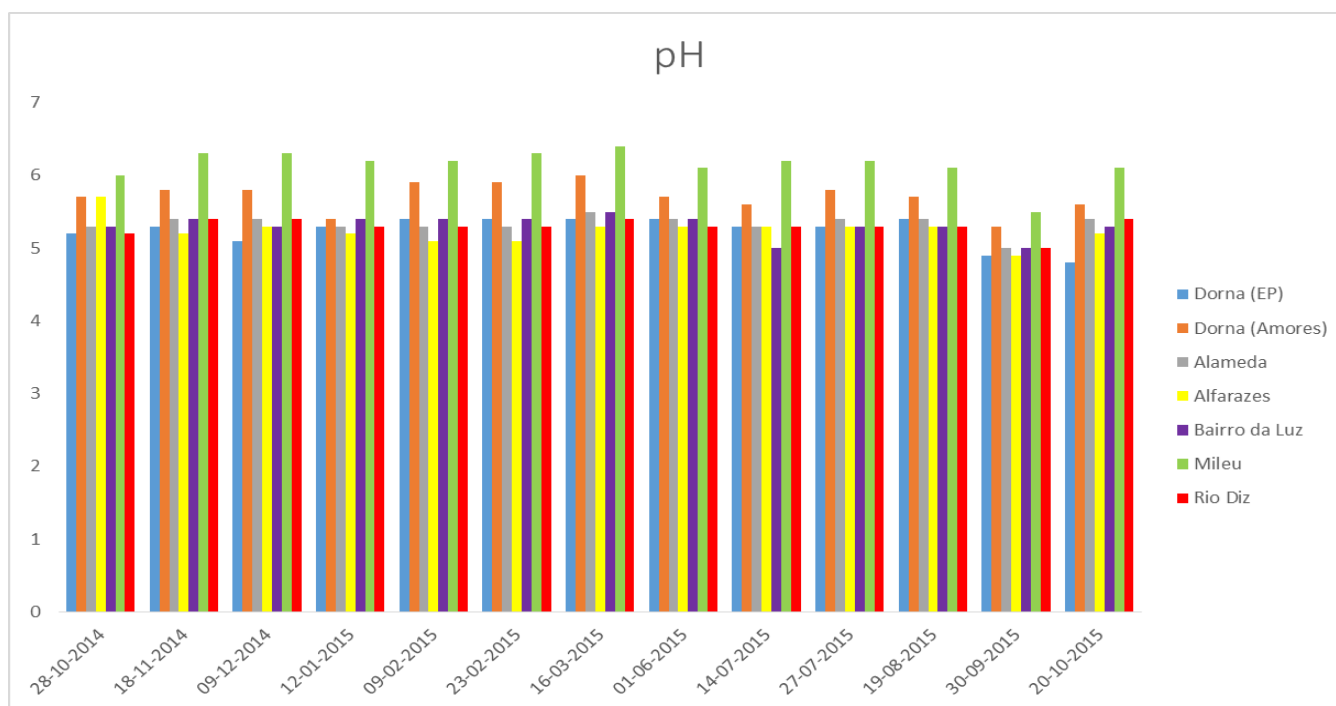
**Figura 4 - Variação da temperatura media mínima e máxima (°C) na Guarda, de outubro de 2014 e outubro de 2015**

Fonte: (IPMA, s.d.)

## 4.2. pH

Como se pode observar pela Figura 5, a variação do parâmetro pH apresenta ao longo do tempo uma evolução semelhante. As amostras recolhidas no fontanário do Mileu são as que apresentam um pH mais elevado, variando entre 5,5 e 6,4. As restantes amostras apresentam valores próximos, com variações ao longo do tempo também elas semelhantes. Em termos médios o pH da água nos diferentes fontanários varia entre os 5,2 e os 6,1, os quais são típicos para esta zona do país. As amostras recolhidas no Bairro da Luz, Rio Diz, Alfarazes, e Alameda são aquelas que apresentam valores mais próximos entre si, bem como uma variação ao longo do período de monitorização muito semelhante.

Tendo em consideração o DL n° 243/2001, nenhuma dos fontanários cumpre os valores regulamentados uma vez que o pH da água para consumo humano devem situar-se entre 6,5 e 9.



**Figura 5 - Variação do pH, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.**

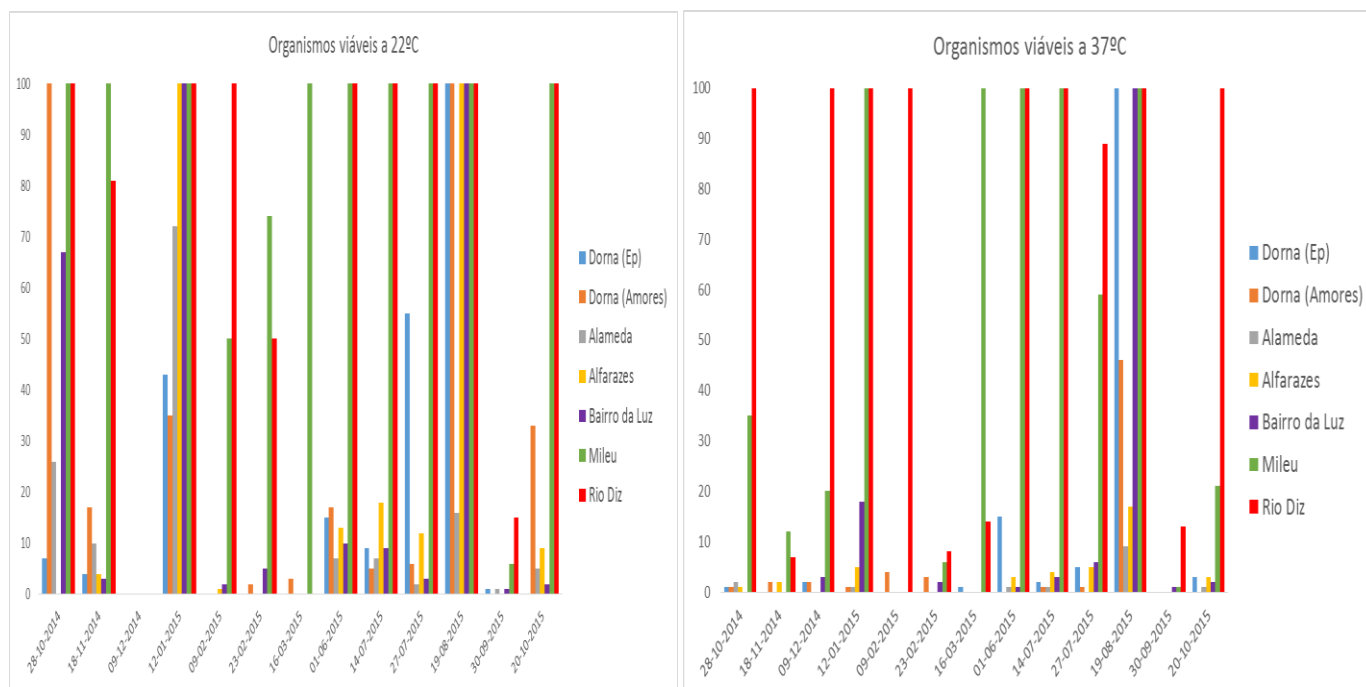
O DL n° 243/2001 Anexo I Parte C tem uma nota em que diz o seguinte “Nota 3. — Para a água sem gás contida em garrafas ou outros recipientes, o valor mínimo do pH pode ser reduzido para 4,5 unidades. Para a água, em garrafas ou outros recipientes, naturalmente rica ou artificialmente enriquecida em dióxido de carbono, o valor mínimo pode ser mais baixo”. Esta afirmação explica-nos o porquê de encontrar nas águas de garrafa valores diferentes para o valor legislado de pH para águas de consumo. (MAOT, 2001)

### 4.3. Organismos viáveis a 22 e 37°C

Este parâmetro tem pouco significado como indicador de poluição fecal, contudo é um indicador que permite controlar a variação quantitativa de organismos presentes, servindo a temperatura como fator seletivo entre organismos mesófilos (22°C) e os que apresentam maior resistência a temperaturas mais elevadas, os termófilos (37°C). A presença de um maior número de colónias é contudo um indicador da presença de uma maior concentração de matéria orgânica biodegradável. A maior presença de organismos viáveis a 22°C é um indicador das características naturais da massa de água e não propriamente um indicador de existência de contaminação de origem fecal, mas a sua variação ao longo do tempo permite determinar se existem alterações das condições do meio natural que mereçam a atenção por parte das entidades sanitárias.

Dos resultados indicados na Figura 6, fica evidente que os fontanários Mileu e Rio Diz se destacam como aqueles que apresentam de forma sistemática, contagens superiores ao limite legal imposto para este parâmetro (100 ufc/ml) (ufc - unidades de formação de colónias). Os restantes fontanários apresentam valores médios muito inferiores ao limite legal, embora existam, pontualmente, amostras com valores que ultrapassam o limite legal de 100 ufc/ml. Pode-se ainda verificar que existe, para este parâmetro, um comportamento muito próximo entre a água do fontanário de Alfarazes e do Bairro da Luz e também entre o fontanário da Dorna (EP) e Dorna (Amores).

É possível ainda verificar que os resultados não apresentam uma tendência definida ao longo do espaço temporal em que se realizou a monitorização, o que também parece indicar que não existe uma influência significativa da precipitação e da temperatura na qualidade microbiológica destas águas.



**Figura 6 - Variação da contagem de organismos viáveis a 22 e 37°C, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.**

Os organismos viáveis a 37°C é um indicador geral da integridade da água e da sua potencial contaminação com origem animal. Tal como referido anteriormente, a evolução deste parâmetro poderá dar informações importantes sobre a integridade da massa de água.

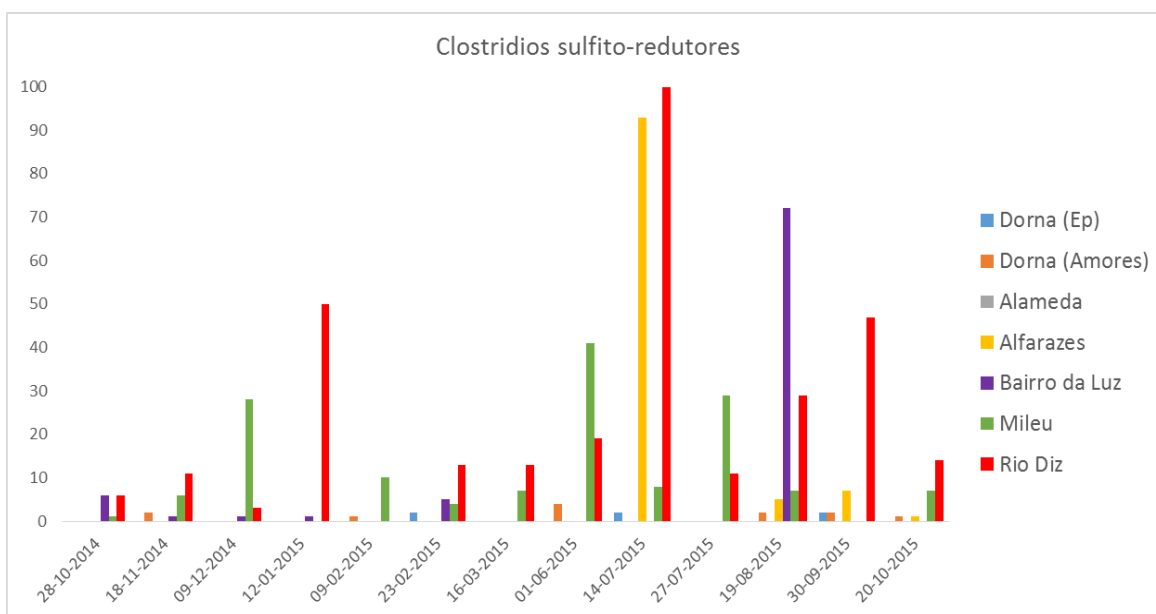
Dos resultados indicados na Figura 6, fica evidente que os fontanários Mileu e Rio Diz se destacam, pela negativa, relativamente aos restantes pontos de recolha. Em termos médios, nestes dois pontos, o número de organismos viáveis a 37°C é superior a 100 ufc/ml. Os restantes fontanários apresentam valores médios inferiores a 20 ucf/ml que é o limite legal imposto no DL n° 243/2001. Contudo, apenas nos fontanários com a designação Dorna (EP), Dorna (Amores), Alameda, e Alfarazes se obtiveram, ao longo de todo o período de monitorização, valores inferiores ao limite legal anteriormente referido.

Os resultados obtidos não apresentam qualquer tendência definida ao longo do espaço temporal em que se realizou a monitorização, o que parece indicar que não existe uma influência significativa da precipitação e da temperatura na qualidade microbiológica destas águas.



#### 4.4. Clostrídios sulfito-redutores

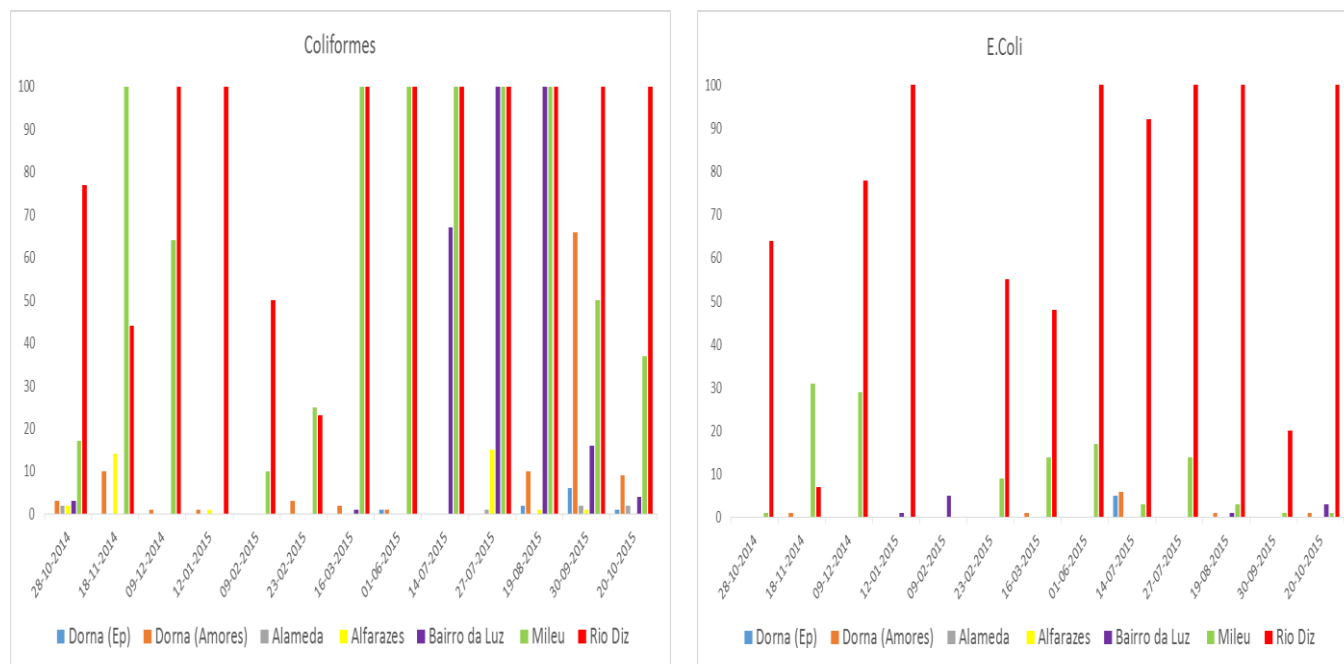
Dos organismos anaeróbios, esporolados, e redutores de sulfitos, os Clostrídios sulfito-redutores são considerados como indicadores de poluição fecal. As formas esporoladas são muito mais resistentes do que as formas vegetativas, permitindo que este indicador seja capaz de identificar episódios de contaminação de origem mais remota. Dos resultados indicados na Figura 7, é de salientar que, face aos resultados obtidos, podemos agrupar os fontanários em 3 grupos distintos. O fontanário do Mileu e do Rio Diz como aqueles que apresentam piores características, depois o Bairro da Luz e Alfarazes, e um terceiro grupo constituído pelos fontanários Dorna (EP), Dorna (Amores) e Alameda com uma qualidade significativamente melhor. De referir que todos os fontanários, com exceção do fontanário da Alameda, apresentaram em pelo menos uma ocasião amostras com valores superiores ao valor limite imposto pela legislação (0 ufc/100ml). Ao contrário do referido anteriormente, é de realçar que os resultados parecem evidenciar uma tendência de aumento do número de unidades formadoras de colónias com o aumento da temperatura e com a diminuição da precipitação, já que os valores mais elevados são obtidos durante os meses mais quentes e com menor precipitação.



**Figura 7 - Variação da contagem de Clostrídios sulfito-redutores, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.**

#### 4.5. Coliformes e E. coli

A presença de bactérias Coliformes e de E. Coli são um dos indicadores de contaminação de origem fecal mais importantes. Dos resultados indicados na Figura 8, é de salientar que, face aos resultados obtidos, podemos agrupar os fontanários em 2 grandes grupos. O fontanário do Mileu, Rio Diz, e Bairro da Luz como aqueles que apresentam piores características microbiológicas, o outro grupo de fontanários com Alfazazes, Alameda, Dorna (EP), Dorna (Amores) com uma qualidade significativamente melhor. De referir que todos os fontanários apresentaram em pelo menos uma ocasião amostras com valores superiores ao valor limite imposto pela legislação (0 ufc/100ml). As águas dos fontanários da Dorna (EP) e da Alameda apresentam um comportamento ao longo do período de monitorização um comportamento muito semelhante. É de realçar que os resultados parecem evidenciar, tal como anteriormente, uma tendência de aumento do número de unidades formadoras de colónias com o aumento da temperatura e com a diminuição da precipitação, já que os valores mais elevados são obtidos durante os meses mais quentes e com menor precipitação.



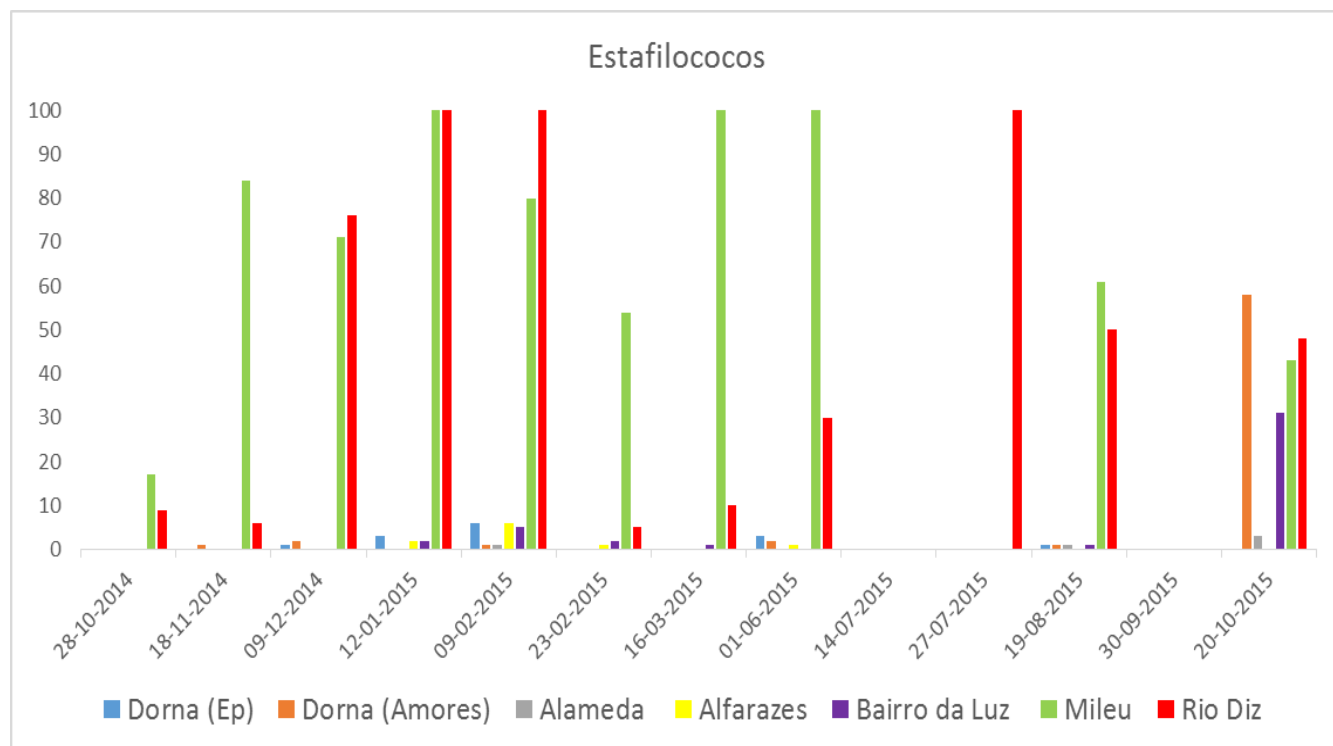
**Figura 8 - Variação da contagem de Coliformes e E. coli, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfazazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.**

Os resultados obtidos para a E. coli, permitem verificar que os fontanários do Mileu e do Rio Diz são aqueles que piores características evidenciam relativamente ao parâmetro microbiológico em questão, à semelhança do que já anteriormente se verificava. Por outro lado, os fontanários de Alfarazes, Alameda, Dorna (Amores e EP), e Bairro da Luz são os que apresentam uma melhor qualidade. Especial referência merecem os fontanários de Alfarazes e da Alameda que em todo o período de tempo em que foi realizada a monitorização cumpriram os critérios de qualidade relativo ao parâmetro E. Coli (0 ufc/100ml).

#### 4.6. Estafilococos

Os estafilococos fazem parte do microbiota usual do corpo humano, nomeadamente a espécie *S. Aureus*. Na epiderme, entre outras bactérias, encontra-se o *S. Epidermis*, embora o *S. Aureus* também se possa encontrar. No estômago, podem estar presentes diversas espécies do género *Staphylococcus spp.*, também no intestino grosso podem encontrar-se bactérias muito diversas de estafilococos.

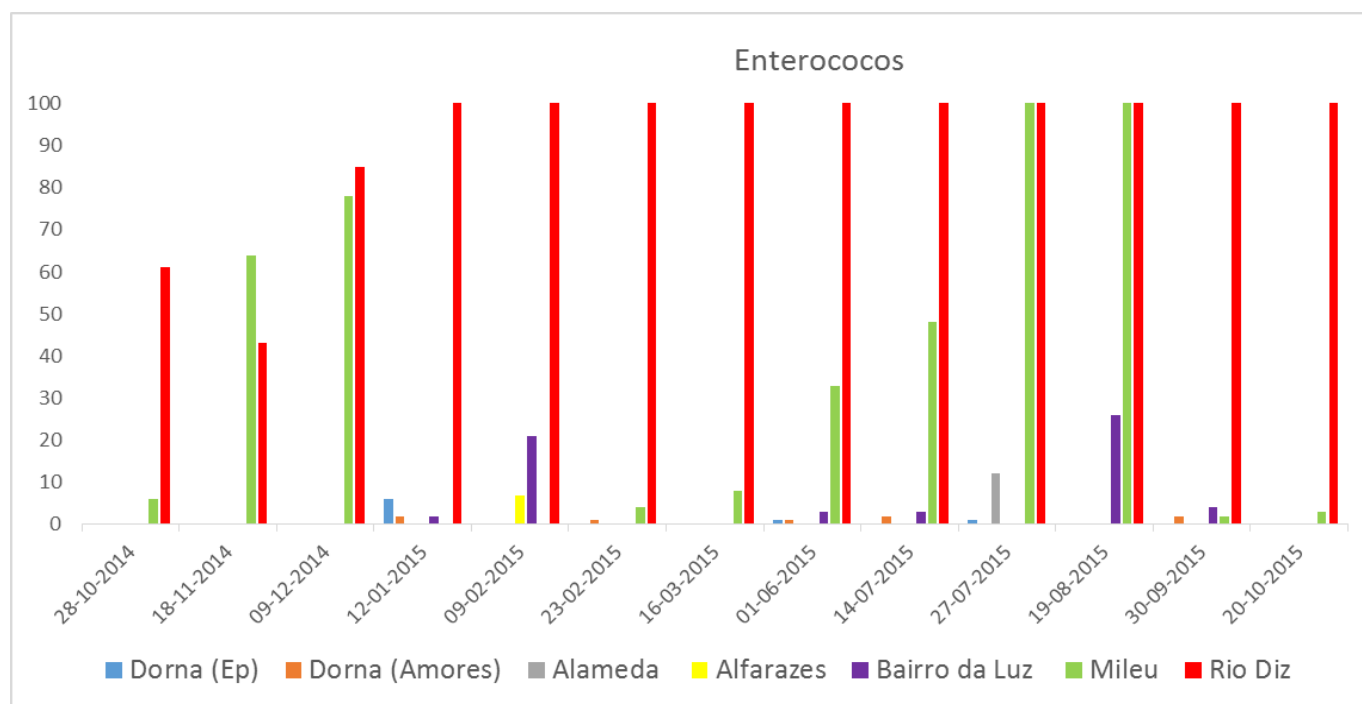
Os resultados obtidos (Figura 9), permitem verificar que, tal como em análises anteriormente discutidas, os fontanários do Mileu e do Rio Diz são aqueles que piores características evidenciam relativamente ao parâmetro Estafilococos. Por outro lado, e também como anteriormente verificado, os fontanários de Alfazazes, Alameda, Dorna (Amores e EP), e Bairro da Luz são os que apresentam uma melhor qualidade. Contudo, em nenhum dos casos houve o cumprimento integral da condição limite imposta no DL nº 243/2001 e que era de 0 ufc/100ml. Pode-se também constatar que a maior contaminação ocorre durante os meses mais frios e chuvosos e não tanto nos meses mais quentes e com menor precipitação.



**Figura 9 - Variação da contagem de Estafilococos, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfazazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.**

### 4.7. Enterococos

Os enterococos são bactérias Gram positivas, comensais do aparelho digestivo que podem utilizar a via hídrica como forma de transmissão. Os resultados obtidos (Figura 10), permitem verificar a mesma tendência já referida nos anteriores casos, isto é, as águas dos fontanários do Mileu e do Rio Diz com uma qualidade microbiológica significativamente pior do que a registada para os restantes fontanários. No caso dos enterococos, e tal como já tinha ocorrido para os Estafilococos, em nenhum dos casos houve o cumprimento integral da condição limite imposta no DL nº 243/2001 e que era de 0 ufc/100ml. A monitorização ao longo do tempo também permite concluir que não existe uma relação direta evidente entre os fenómenos meteorológicos, como a precipitação e a temperatura, e a contaminação das águas por enterococos.

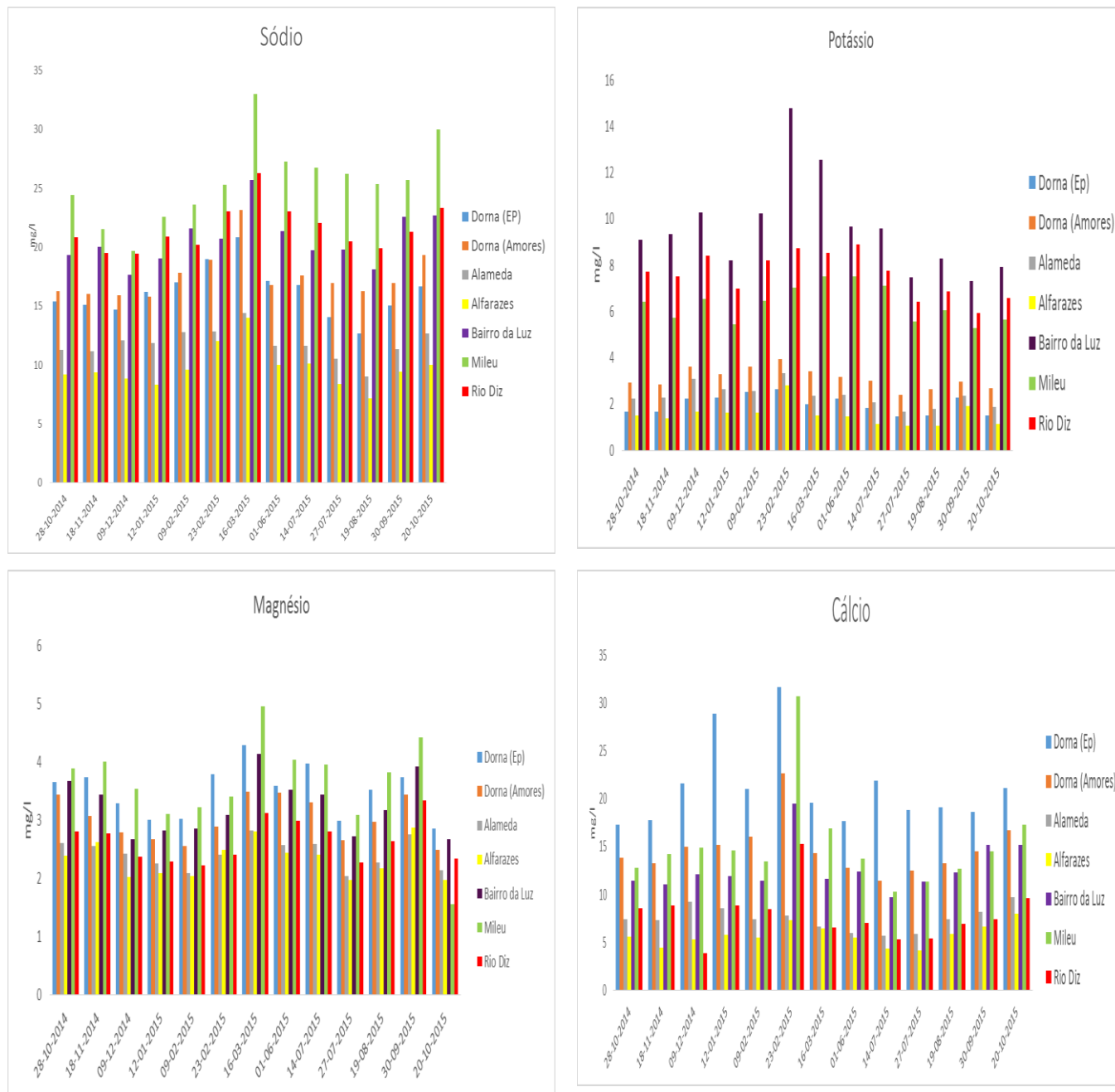


**Figura 10 - Variação da contagem de Enterococos, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfazazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.**

#### 4.8. Metais alcalinos e alcalino-terrosos

A análise dos resultados obtidos para os metais alcalinos e alcalino-terrosos (Figura 11), nomeadamente sódio, potássio, cálcio e magnésio permite verificar que a variação da concentração ao longo do período de monitorização segue a mesma tendência em todos os fontanários. As concentrações máximas para os 4 catiões analisados, para a maioria dos fontanários, ocorre durante os meses de fevereiro e de março, enquanto que as concentrações mínimas ocorrem de forma mais aleatória ao longo do ano, mas com especial incidência nos meses de julho, agosto e setembro.

Relativamente às concentrações dos metais alcalinos e alcalino-terrosos, podemos observar que não existem concentrações especialmente elevadas para o esperado em águas subterrâneas ou sub-superficiais. Assim, verifica-se que a concentração máxima encontrada para o sódio foi de 33,0 mg/l (Mileu) e a concentração mínima foi de 7,2 mg/L (Alfarazes). A concentração de potássio variou entre 14,8 e 1,1 mg/L (Bairro da Luz e Alfarazes, respetivamente). Para o cálcio a concentração variou entre 31,7 e 3,9 mg/L (Dorna EP e Rio Diz, respetivamente), enquanto que para o magnésio a variação foi entre 5,0 e 1,6 mg/L (Mileu). Apesar de alguns destes iões não constarem, atualmente, dos critérios de avaliação da qualidade da água para consumo humano, a verdade é que nenhum ultrapassa os critérios de qualidade existente em legislação anterior (Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto), estes elementos foram retirados dos critérios de avaliação pois não apresentavam nem concentrações nem presença nas águas com relevo para que os seus valores fossem legislados.



**Figura 11 - Variação da concentração de sódio, potássio, magnésio e cálcio, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfazazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.**

## 4.9 Metais de transição

Os resultados obtidos para os metais de transição (Figura 12), nomeadamente crómio, níquel, cádmio, e manganésio permitem verificar que a variação da concentração de cada um deles, ao longo do período de monitorização, segue a mesma tendência em todos os fontanários. É de salientar na evolução temporal das concentrações para o crómio, a maior semelhança entre as águas dos fontanários do Rio Diz, Mileu e Bairro da Luz, enquanto que é possível constatar uma semelhança para um segundo grupo constituído pelas águas dos fontanários de Alfarazes, Alameda e Dorna (EP e Amores). De acordo com o DL 243/2001, a concentração limite para o crómio numa água de consumo é de 50 µg/L, o que significa que em 14 de julho as águas dos fontanários do Mileu e do Bairro da Luz não cumpriram esse critério. Contudo, podemos referir que todas as águas dos fontanários apresentam valores médios muito inferiores ao limite legal, com médias entre 4,5 e 11,3 µg/L e valores máximos de 77 µg/L (Bairro da Luz) e valores mínimos de 1 µg/L (Alameda, Dorna EP e Bairro da Luz). Os valores mais elevados situam-se entre os meses de maio e julho, enquanto que os valores mais baixos se encontram entre os meses de setembro a janeiro.

Para o níquel, podemos constatar que com exceção das águas dos fontanários da Dorna (Amores), Alameda, e Alfarazes, as restantes águas dos fontanários analisados apresentam pontualmente concentrações superiores ao limite legal (20 µg/L), nomeadamente nos meses de novembro, dezembro, e junho. Contudo, em termos médios, a concentração de níquel na água, em todos os fontanários, é muito inferior ao limite legal (entre 5,4 e 8,4 µg/L). A concentração máxima detectada no período de monitorização foi de 24,9 µg/L (Rio Diz) e a mínima foi de 0,3 µg/L (Alameda).

Relativamente ao elemento cádmio, as águas dos fontanários não apresentam concentrações superiores à legislação (5µg/L). Tal como verificado nos casos anteriores, ao longo do período de monitorização, verifica-se que a variação da concentração para o cádmio segue a mesma tendência em todos os fontanários. Os valores médios obtidos no período de monitorização variam entre 0,3 e 0,7 µg/L, com a determinação de uma concentração máxima de 2,2 µg/L (Mileu) e uma concentração mínima inferior a 0,1 µg/L (Mileu e Alfarazes).

Os resultados obtidos para o manganésio permitem verificar que a variação da concentração durante o período de monitorização é muito semelhante entre as águas do fontanário da Dorna (Amores) e do Mileu, mas substancialmente diferente dos restantes fontanários analisados, que entre eles evidenciam um comportamento análogo. É também de referir que, com exceção das águas dos fontanários da Dorna (Amores) e Mileu, todas as águas dos restantes fontanários possuem pelo menos



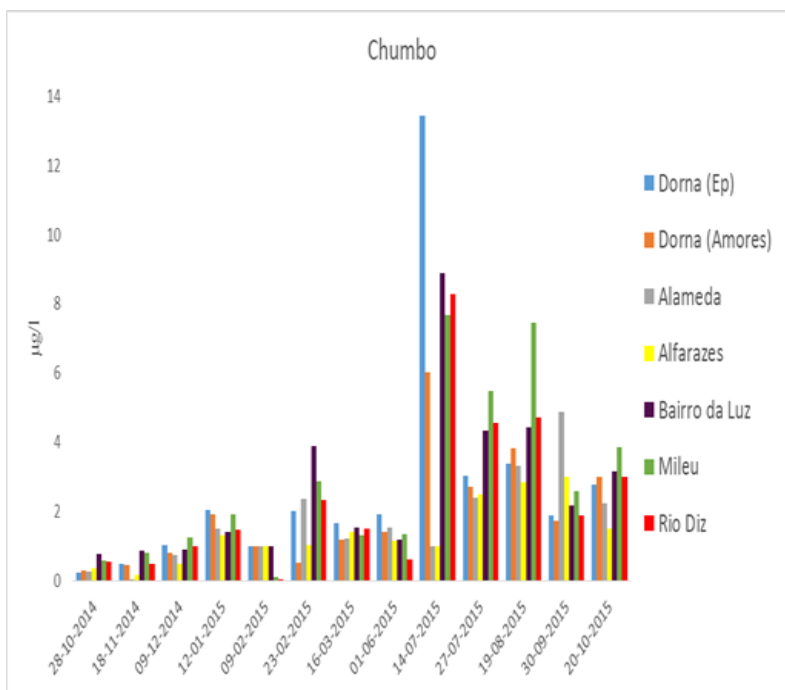
uma análise em que a concentração determinada é superior ao valor máximo legislado (50µg/L). Em evidência está a água do fontanário da Dorna (EP) que em 13 amostras efetuadas, 10 evidenciaram valores superiores ao permitido legalmente. Os valores mais elevados foram registados durante o mês de março para a generalidade das águas dos fontanários em estudo. Em termos médios, as concentrações variam entre os 68,9 µg/L na Dorna (EP) e os 6,1 µg/L no Mileu. O valor mais elevado registado foi de 253 µg/L no Bairro da Luz e o mais baixo foi de 0,5 µg/L no Mileu.



**Figura 12 - Variação da concentração de crómio, níquel, cádmio e manganésio, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfazazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.**

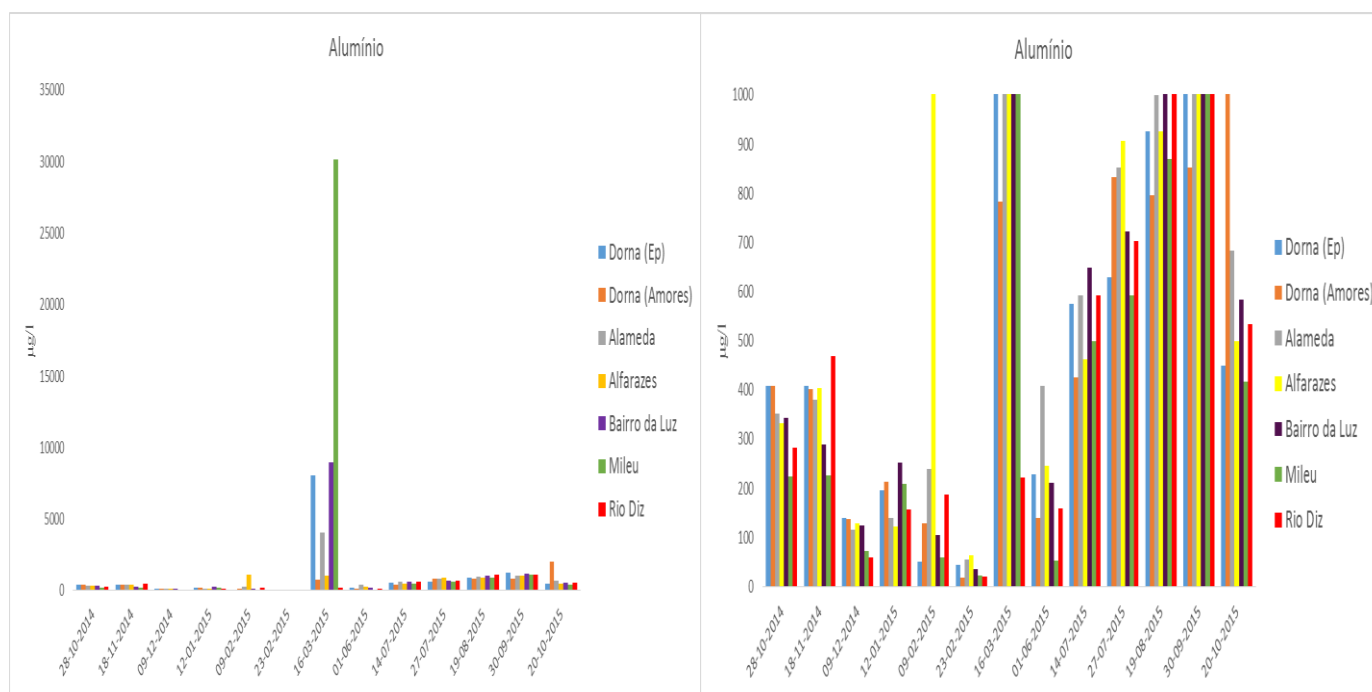
#### 4.10. Outros metais

Os resultados obtidos para os outros metais da tabela periódica, nomeadamente chumbo e alumínio (Figura 14) permitem verificar que a variação da concentração de cada um deles, ao longo da monitorização, segue a mesma tendência em todos os fontanários. Quanto ao chumbo podemos verificar que em apenas um caso se verifica uma concentração superior ao limite legal (10 µg/L) no fontanário Dorna (EP) em 14 de julho de 2015. No entanto, é de destacar que as médias obtidas para cada um dos fontanários durante a monitorização, é muito inferior ao limite legal. Assim, a média varia entre 1,4 e 2,9 µg/L, com concentração máxima de 13,4 µg/L registada no fontanário Dorna (EP) e a concentração mínima inferior a 0,1 µg/L no fontanário Rio Diz. A evolução das concentrações de chumbo ao longo do período de monitorização mostra que, de uma forma geral, as concentrações são mais elevadas durante os meses de junho, julho e agosto e mais baixas durante os meses de novembro, dezembro e janeiro. É também evidente a semelhança de comportamento entre os diferentes fontanários no que se refere à evolução das concentrações de chumbo ao longo do período de monitorização.



**Figura 13 - Variação da concentração de chumbo, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfaraes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.**

O alumínio encontra-se na água dos vários fontanários em concentrações muito elevadas, sendo que na maioria dos casos as concentrações determinadas em cada uma dos fontanários ultrapassa de forma significativa o limite legal imposto pelo DL 243/2001 que é de 200 µg/L. Este facto fica perfeitamente evidente quando o valor médio da concentração nos diferentes fontanários monitorizados oscila entre 428 e 2657 µg/L. A concentração mais baixa de alumínio detectada no período de monitorização foi de 18,3 µg/L na água do fontanário Dorna (Amores), em fevereiro de 2015, e a concentração mais elevada foi encontrada na água do fontanário do Mileu, em março de 2015, com 30181 µg/L. Dado que este último valor é muito elevado, quando comparado com as concentrações encontradas nas águas dos outros fontanários, e do próprio fontanário do Mileu, não é de excluir que este resultado pode estar afetado de um erro analítico substancial. Relativamente à evolução temporal da concentração de alumínio verifica-se que as águas dos diferentes fontanários analisados revelam comportamentos muito semelhantes.

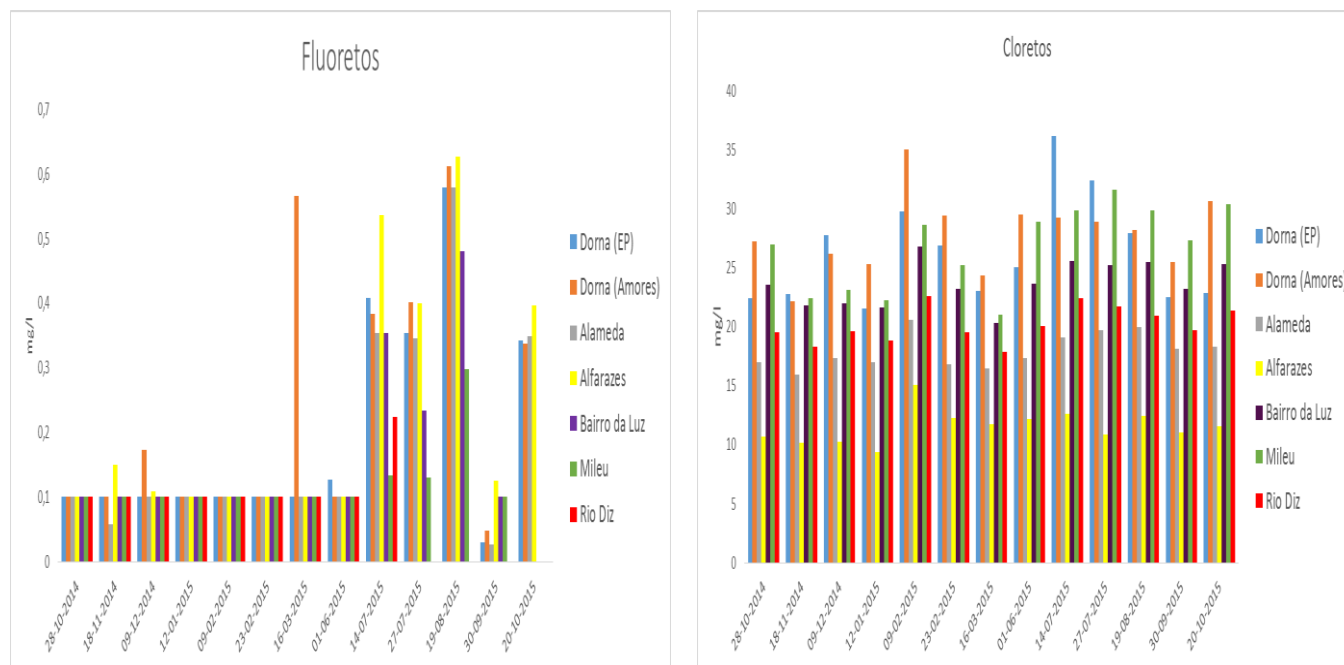


**Figura 14 - Variação da concentração de alumínio, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarares, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.**

#### 4.11. Halogéneos

No que diz respeito à concentração dos halogéneos determinados nas águas dos fontanários, fluoretos e cloretos (Figura 15), de outubro de 2014 a outubro de 2015, é de salientar que em nenhuma das situações os limites legais impostos são ultrapassados (1,5 e 250 mg/L, respetivamente). Os valores médios para os fluoretos variam entre 0,1 e os 0,2 mg/L, com máximos de 0,6 registado em 4 fontanários (Dorna EP, Dorna Amores, Alameda e Alfarazes) e mínimos inferiores a 0,1 mg/L em 3 fontanários (Dorna EP, Dorna Amores, e Alameda). A variação da concentração dos fluoretos no período de monitorização não segue de forma muito clara uma tendência, embora as concentrações mais elevadas se encontrem durante os meses de julho e agosto.

Para o ião cloreto, verificamos que as concentrações médias obtidas para cada um dos fontanários variam entre 11,6 (Alfarazes) e 27,8 mg/L (Dorna Amores). A concentração mais elevada registada foi de 35,1 mg/L (Dorna Amores) e a mais baixa foi de 9,4 mg/L (Alfarazes). De uma forma geral, podemos dizer que a evolução da concentração do ião cloreto ao longo do período de monitorização segue uma tendência muito semelhante para todas as águas dos diferentes fontanários. Com as águas do fontanário de Alfarazes a destacarem-se como aquelas que apresentam as concentrações mais baixas, enquanto que as águas do fontanário da Dorna (Amores) são as que apresentam concentrações mais elevadas.



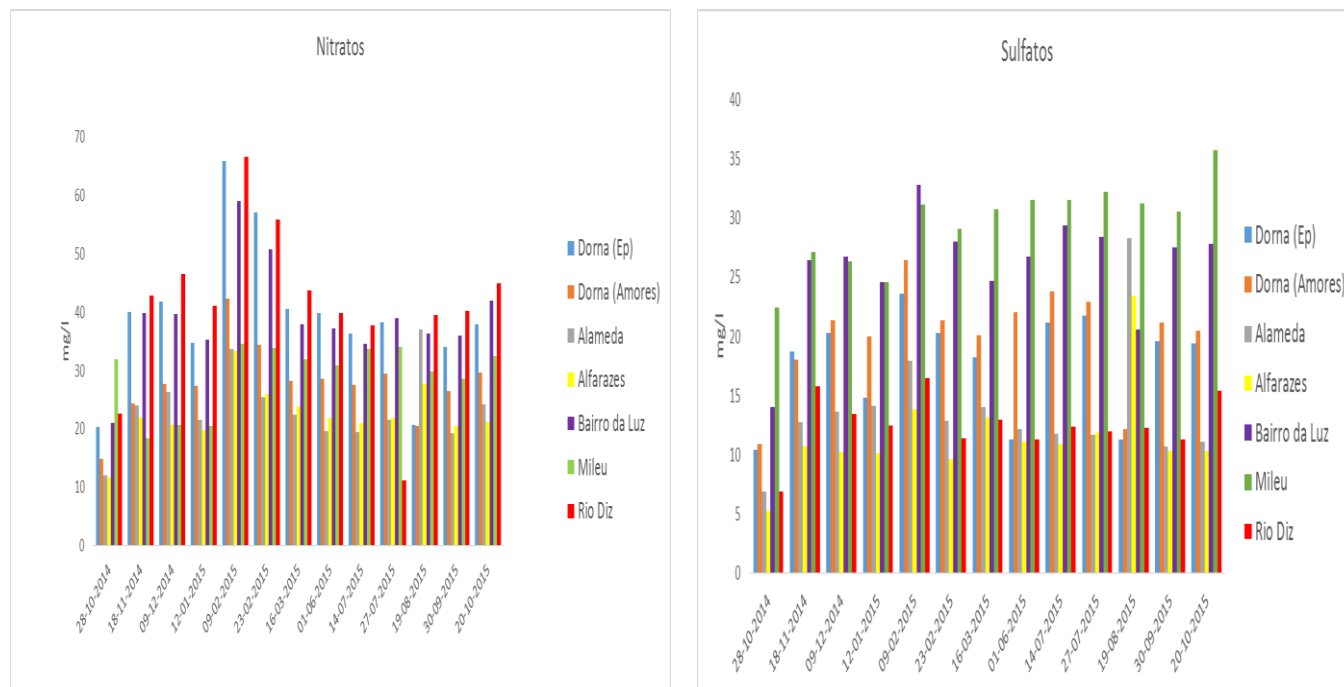
**Figura 15 - Variação da concentração de fluoretos e cloretos, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.**

## 4.12. Nitratos e Sulfatos

A determinação da concentração dos nitratos nas águas dos fontanários estudados permite verificar que existem alguns incumprimentos ao longo do tempo em que foi realizada a monitorização (Figura 16). Assim, é de salientar que os fontanários de Rio Diz, Bairro da Luz e Dorna (EP) apresentam no mês de fevereiro de 2015 concentrações de nitratos superiores ao limite legal (50mg/L). Em termos da concentração média para os nitratos, esta oscila entre 22,4 mg/L (Alfarazes) e 39,1 mg/L (Bairro da Luz e Dorna EP), com a concentração máxima e mínima a registar-se no Rio Diz, com 66,6 e 11,1 mg/L, respectivamente.

A concentração de sulfatos, ao contrário do verificado para os nitratos, não apresenta qualquer valor superior ao limite legal (250 mg/L), pelo que o cumprimento é total. As concentrações média oscilam entre os 11,6 mg/l (Alfarazes) e os 29,6 mg/L (Mileu), com o máximo registado também no Mileu com 35,7 mg/L e o mínimo em Alfarazes com 5,2 mg/L.

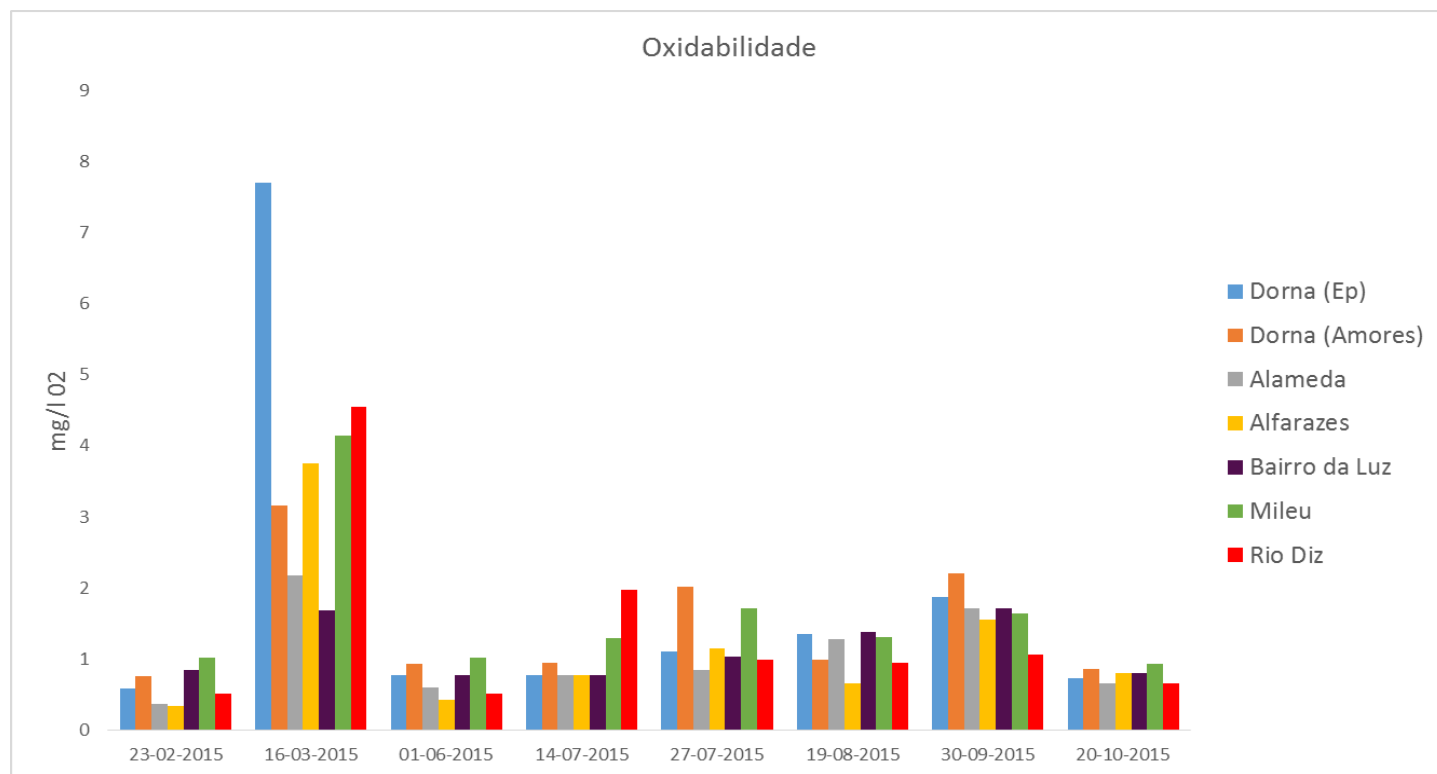
A evolução das concentrações ao longo do tempo é muito semelhante entre as águas dos fontanários, com o registo das concentrações mais elevadas para os nitratos no mês de fevereiro. Para a concentração de sulfatos a variação ao longo do ano não evidencia uma tendência marcadamente definida, o que parece indicar que não existe uma influência das condições climáticas na sua evolução.



**Figura 16 - Variação da concentração de nitratos e sulfatos, de outubro de 2014 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.**

### 4.13. Oxidabilidade

O período de monitorização do parâmetro oxidabilidade foi apenas medido entre fevereiro e outubro de 2015 (Figura 17). Apesar do pequeno espaço do tempo em que foi realizado o ensaio, podemos no entanto verificar que os valores mais elevados foram registados nos meses de fevereiro de março, enquanto que nos meses em que a precipitação é menor a oxidabilidade tende a ser também mais baixa. É também de realçar que em apenas uma ocasião se registou uma concentração superior ao limite legal, que é de 5 mg/L O<sub>2</sub>, na água do fontanário Dorna (EP) em março. Para além desta ocorrência os valores determinados são relativamente baixos, com a média das concentrações de oxidabilidade a oscilarem entre 1,0 (Alameda) e 1,9 mg/L (Dorna EP), e como valor máximo a registar-se também no fontanário da Dorna (EP) com 7,7 mg/L e o mínimo a ser registado em Alfarazes com 0,3 mg/L. É ainda de referir que a variação da concentração ao longo do tempo é muito semelhante entre as águas dos fontanários analisados.



**Figura 17 - Variação da oxidabilidade (mg/L O<sub>2</sub>), de fevereiro de 2015 a outubro de 2015 para os fontanários Dorna (EP e Amores), Alameda, Alfarazes, Bairro da Luz, Mileu, e Rio Diz.**

#### 4.14. Análise de *Clusters*

A análise de *clusters* é uma ferramenta estatística que pode ser usada para classificar objetos, dados por observação das semelhanças e dissemelhanças entre elas. A este tipo de grupos homogéneos é dada a designação de *clusters*. O método da análise de clusters pode ser descrito, de forma simplificada, da seguinte forma: dado um conjunto de  $n$  observações, sobre os quais existe informação de um conjunto finito de variáveis, o método agrupa as observações em função da informação existente, de modo que os indivíduos de um grupo sejam tão semelhantes entre si quanto possível e tão diferentes dos restantes grupos quanto possível. Esta análise pretende deste modo organizar um conjunto de casos em grupos homogéneos, de tal modo que os indivíduos pertencentes a um grupo são o mais semelhante possível entre si e diferenciados dos restantes. Esta análise procura classificar um conjunto de objetos (indivíduos, produtos, etc.) em grupos ou categorias usando os valores observados das variáveis, sem que seja necessário definir critérios que classificam os dados que integram determinado grupo.

Através do programa informático SPSS® (IBM) e utilizando como dados as médias dos resultados analíticos obtidos durante o período de monitorização, foi possível determinar o grau de semelhança/dissemelhança entre os fontanários estudados. Assim, e considerando os dados gerados pelo programa informático que nos mostra a matriz de proximidade e o dendograma (Figura 18), é possível afirmar que os 7 fontanários analisados podem ser associados em 3 grupos distintos. Um grupo constituído pelos fontanários Alameda e Alfarazes, outro grupo constituído pelos fontanários Dorna (EP) e Dorna (Amores) e um terceiro grupo constituído pelos fontanários Bairro da Luz, Mileu e Rio Diz. É também visível que neste último grupo existe uma maior proximidade entre os fontanários do Mileu e Bairro da Luz do que propriamente com o fontanário Rio Diz. Esta observação está de acordo com a perspectiva dos resultados obtidos ao longo do período de monitorização.

A constituição destes grupos está também de acordo com as expectativas iniciais, tendo em consideração a sua localização geográfica. Os fontanários Dorna (EP) e Dorna (Amores) encontram-se muito próximos sob o ponto de vista geográfico, o que permite admitir que o veio de água que alimenta estes dois fontanários será o mesmo. Relativamente aos fontanários Alameda e Alfarazes, embora afastados em termos espaciais, encontram-se situadas na mesma encosta da cidade, com o fontanário da Alameda a uma cota superior ao fontanário Alfarazes. O mesmo ocorre com os fontanários Bairro da Luz e Mileu, que também se encontram situados numa outra encosta da cidade, embora o Rio Diz não pertença a essa mesma encosta. Face aos resultados obtidos podemos concluir que existem pelo menos 3 veios de água principais, um que alimenta os fontanários da Dorna (EP e Amores), um outro que alimenta os fontanários da Alameda e de Alfarazes e um terceiro que alimenta o Bairro da Luz, Mileu e Rio Diz. Não é de excluir no entanto que cada um destes veios principais não sofra alterações no seu percurso para alimentar cada um dos fontanários permitindo que estes adquiram propriedades diferentes ou que estejam sujeitos as contaminações de diferente natureza. Para que tal possa ser verificado, é necessário um conjunto mais significativo de observações, por um período de tempo mais alargado.



**Proximity Matrix**

Case	Squared Euclidean Distance						
	1:DornaEP	2:DornaA	3:Alameda	4:Alfaraze	5:BLuz	6:Milieu	7:RDiz
1:DornaEP	,000	52,622	219,500	291,611	184,112	152,256	239,938
2:DornaA	52,622	,000	93,362	153,350	73,076	79,724	85,667
3:Alameda	219,500	93,362	,000	8,612	203,431	287,695	130,376
4:Alfaraze	291,611	153,350	8,612	,000	285,245	390,012	191,134
5:BLuz	184,112	73,076	203,431	285,245	,000	49,202	53,703
6:Milieu	152,256	79,724	287,695	390,012	49,202	,000	78,360
7:RDiz	239,938	85,667	130,376	191,134	53,703	78,360	,000

This is a dissimilarity matrix

**Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)**

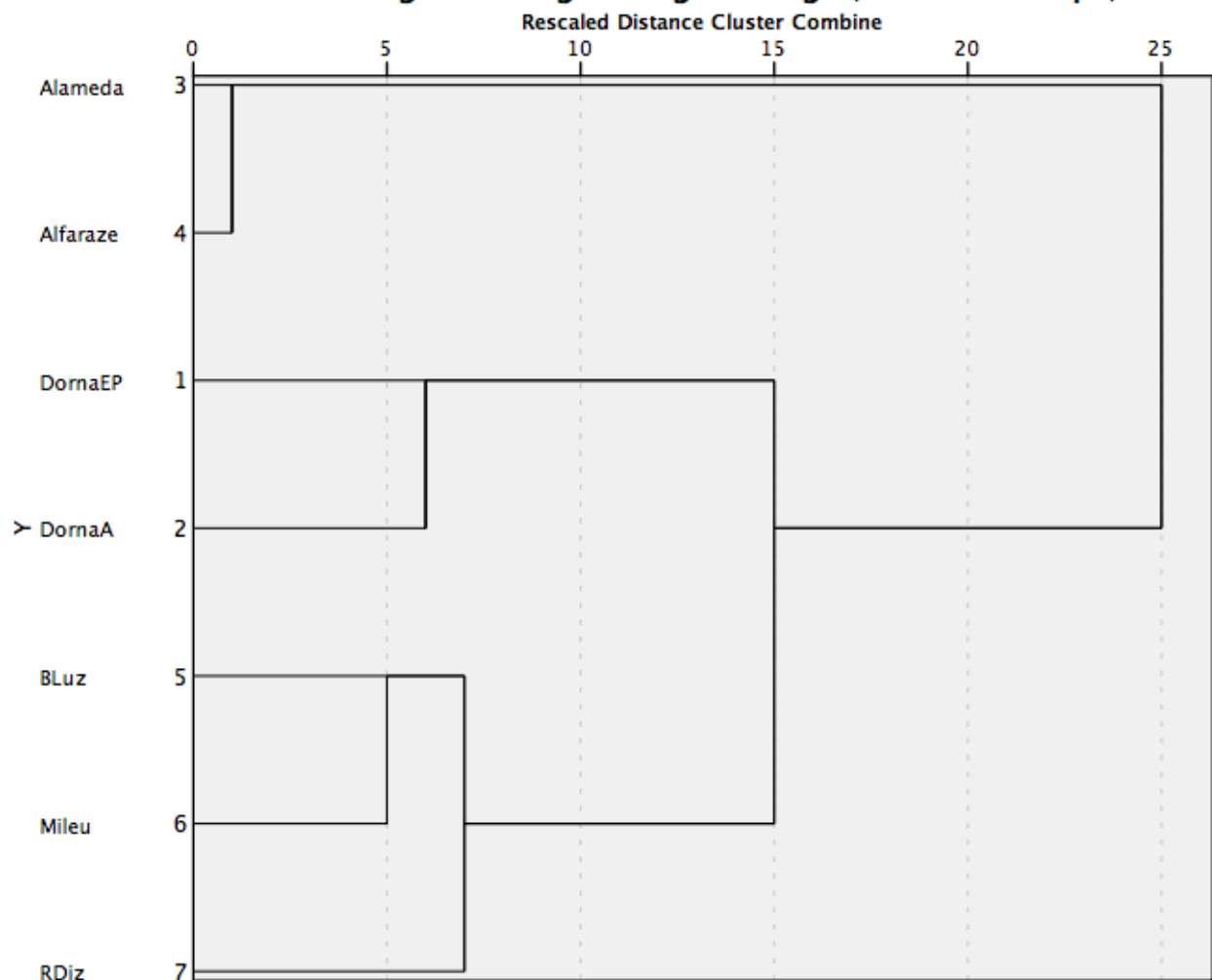


Figura 18 – Matriz de proximidade e dendrograma obtidos através das médias dos resultados analíticos para as águas dos fontanários da Alameda, Alfaraes, Dorna (EP), Dorna (Amores), Bairro da Luz, Milieu, e Rio Diz.

## 5. Conclusões finais

Os fontanários evidenciam uma qualidade de água imprópria para consumo humano na maior parte do tempo. Ou por questões associadas ao não cumprimento dos critérios de qualidade físico-químicos ou dos critérios microbiológicos, ou ambos.

A colocação de editais e/ou placas com a informação de água imprópria para consumo ou água não vigiada por parte do município faz todo o sentido, embora seja evidente que muitas pessoas continuam a utilizar estas águas para diversas atividades associadas ao consumo humano. Justifica-se assim que as entidades de saúde pública emitam alertas acerca de perigosidade que pode estar associada à utilização destas águas para consumo humano. Fica também evidente que as ações de consciencialização da população da cidade para as questões ambientais e de saúde pública ainda carece de uma maior abrangência de modo a que possam chegar a uma franja da população que ainda não interiorizou estas questões.

Os resultados da análise de clusters permitem ainda referir que existe uma semelhança na qualidade da água entre alguns destes fontanários. Assim, existe uma semelhança maior entre os fontanários situados na zona da Dorna (EP e Amores), entre os fontanários da Alameda e de Alfarazes, que se situam numa outra encosta da cidade, e finalmente entre os fontanários Bairro da Luz, Mileu e Rio Diz. Estes resultados admitem que se possa pensar em controlar analiticamente os fontanários sem a necessidade de realizar de forma sistemática, ensaios analíticos em todos eles. Deste modo, é possível, com custos financeiros muito mais reduzidos, controlar a qualidade das águas dos fontanários. Mas para que tal possa ser efetivado, é ainda necessário proceder a mais estudos e avaliações de qualidade de modo a que seja possível, através de métodos estatísticos criar modelos matemáticos que nos permitam, com base em resultados laboratoriais fazer a previsão dos resultados em outros fontanários associados.

Assim, como desafio para futuros trabalhos no âmbito da unidade curricular de projeto, do curso de licenciatura em Energia e Ambiente, proponho que este trabalho possa ter continuidade, já que se perspectiva que o mesmo pode ter aplicabilidade, permitindo que o controlo analítico das águas dos fontanários, que constituem um bem público, possam ser realizadas a um custo muito inferior ao que seria necessário se todas elas fossem analisadas de forma indiscriminada.



## 6. Bibliografia

- Abelho, M. (2012). *Manual de Monitorização Microbiológica Ambiental*. Obtido em Outubro de 2014, de [http://www.esac.pt/Abelho/Monitor\\_ambiental/ManualMonitorizacao.pdf](http://www.esac.pt/Abelho/Monitor_ambiental/ManualMonitorizacao.pdf)
- Almeida, A. G. (14 de Julho de 2010). *Comissão de coordenação e desenvolvimento regional do centro*. Obtido em Outubro de 2015, de <http://www.ccdrc.pt/>
- Alpha, 2. (2012). *Análise de clusters*. Obtido em Setembro de 2015, de <http://analise-estatistica.blogspot.pt/2012/10/analise-de-clusters.html>
- APDA. (2012). *Associação Portuguesa de distribuição e drenagem de águas*. Obtido em Setembro de 2015, de [http://www.apda.pt/site/upload/FT-QI-07-Oxidabilidade\\_23102012.pdf](http://www.apda.pt/site/upload/FT-QI-07-Oxidabilidade_23102012.pdf)
- Branco, S. M. (2003). *Água: origem, uso e preservação*. Moderna. Obtido de <http://www.ie.ufmt.br/semiedu2009/gts/gt3/Poster/ELZA%20DOS%20SANTOS%20SILVA%20ROCHA.pdf>
- Burrell, D. (1975). *Atomic Spectrometric Analysis of Heavy Metal Pollutants in Water and Methods of chemical Analysis of Water Wastes*. Obtido em Junho de 2015
- Costa, S. I. (Novembro de 2013). *Instituto Nacional de Saúde*. Obtido em Setembro de 2015, de <http://repositorio.insa.pt/bitstream/10400.18/1920/1/Espectrofotometria%20de%20Absor%C3%A7%C3%A3o%20At%C3%B3mica%20com%20chama%20e%20camara%20de%20grafite.pdf>
- Delgado, R. (1993). *Potenciometria*. Obtido em Setembro de 2015, de <http://www.spq.pt/magazines/BSPQ/573/article/3000576/pdf>
- Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa*. (s.d.). (FCT/UNL, Produtor) Obtido em Setembro de 2015, de <http://www.dq.fct.unl.pt/laboratorio-de-analises>
- Google maps*. (s.d.). Obtido em Novembro de 2014, de [https://www.google.pt/maps?q=guarda&rlz=1C1VFKB\\_enPT663PT663&um=1&ie=UTF-8&sa=X&ved=0ahUKEwj517Kn\\_uzJAhWJNhoKHZoZBCsQ\\_AUIBygB](https://www.google.pt/maps?q=guarda&rlz=1C1VFKB_enPT663PT663&um=1&ie=UTF-8&sa=X&ved=0ahUKEwj517Kn_uzJAhWJNhoKHZoZBCsQ_AUIBygB)
- Group, T. C. (s.d.). *Análise de Agrupamentos*. Obtido em Outubro de 2015, de <https://www.inf.ufsc.br/~patrec/agrupamentos.html>
- INE. (2011). Obtido em Outubro de 2014, de [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine\\_main&xpid=INE](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE)
- IPMA. (s.d.). *Instituto Português do Mar e da Atmosfera*. Obtido em 2014-2015, de <https://www.ipma.pt/pt/index.html>

- MAOT, M. d. (5 de Setembro de 2001). Decreto-Lei n.º 243/2001 de 5 de Setembro. *Decreto-lei*. Território, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do. Obtido em Outubro de 2014
- mapa-da-cidade.blogspot*. (s.d.). Obtido em Outubro de 2014, de <http://mapa-da-cidade.blogspot.pt/2011/07/guarda-mapa-da-cidade.html>
- PFAFF, J. B. (1994). *The determination of Inorganic Anions in water by ion chromatography*. Environmental Protection Agency. Obtido em Junho de 2015
- Salud, O. P. (2000). *Organización Panamericana de la salud*. Obtido em Novembro de 2014
- Sartorius. (2014). Obtido em Setembro de 2015, de [https://www.sartorius.com/fileadmin/fm-dam/DDM/Lab-Products-and-Services/Microbiology/Microbial-Enumeration/Nutrient-Pad-Sets-and-Membranes/Brochures/Broch\\_Microbiological\\_Testing\\_SM-4017ac.pdf](https://www.sartorius.com/fileadmin/fm-dam/DDM/Lab-Products-and-Services/Microbiology/Microbial-Enumeration/Nutrient-Pad-Sets-and-Membranes/Brochures/Broch_Microbiological_Testing_SM-4017ac.pdf)
- Scuracchio, P. A. (2010). *Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos-SP*. Araraquara - SP. Obtido em Setembro de 2015
- Torres, D. A. (2000). Giardíase em creches mantidas pela prefeitura do município de São Paulo. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo*, pp. 137- 141.

## **Anexos**

Dorna (EP)		Legislação	28-10-2014	18-11-2014	09-12-2014	12-01-2015	09-02-2015	23-02-2015	16-03-2015	01-06-2015	14-07-2015	27-07-2015	19-08-2015	30-09-2015	20-10-2015
Data da recolha		-													
pH		>6,5 e <9,0	5,2	5,3	5,1	5,3	5,4	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3	5,4	4,9	4,8
Temperatura		-	15,5°C	15,1°C	15,7°C	9,4°C	11,7°C	13,3°C	12,4°C	14,2°C	17,5°C			13,0°C	16,4°C
Germes															
	22°C	100	7	4	0	43	0	0	0	15	9	55	>100	1	0
	37°C	20	1	0	2	0	0	0	1	15	2	5	>100	0	3
Clostridia		0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0
Coliformes		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	6	1
E.coli		0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
Esaflorococos		0	0	0	1	3	6	0	0	3	0	0	1	0	0
Enterococos		0	0	0	0	6	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Cálcio (Ca)		(mg/l)	17,256	17,797	21,604	28,929	21,081	31,667	19,641	17,642	21,865	18,83	19,131	18,609	21,101
		abs	0,6911	0,7128	0,8710	0,3098	0,3624	0,0938	0,3285	0,3001	0,1685	0,554	0,456	0,371	0,388
Sódio (Na)		(mg/l)	15,382	15,089	14,678	16,2	17	19	20,857	17,12	16,75	14,071	12,636	15,063	16,673
		abs	0,467	0,4583	0,8039	0,0478	0,0078	0,0491	0,0134	0,0418	0,049	0,02	0,013	0,023	0,025
Potássio (K)		(mg/l)	1,69	1,680	2,247	2,266	2,520	2,662	2,004	2,232	1,831	1,477	1,528	2,285	1,499
		abs	0,1749	0,1740	0,2059	0,3209	0,2561	0,3216	0,0452	0,2129	0,1992	0,075	0,052	0,069	0,097
Magnésio (Mg)		(mg/l)	3,665	3,737	3,294	3,002	3,028	3,793	4,29	3,594	3,977	2,997	3,522	3,743	2,866
		abs	0,5195	0,5294	0,6417	0,7628	0,6794	0,7194	0,3763	0,7962	0,9403	0,62	0,497	0,598	0,591
Cromio (Cr)		(ppb)	8,399	3,642	7,741	3,057	4,192	5,617	1,038	16,137	7,006	2,578	3,568	4,514	3,678
		abs	0,2175	0,1019	0,2487	0,1218	0,1133	0,2046	0,1442	0,1058	0,267	0,158	0,204	0,248	0,126
Níquel (Ni)		(ppb)	1,758	2,000	21,928	2,445	4,468	8,186	1,584	15,965	13,395	12,714	9,353	4,647	10,494
		abs	0,0052	0,0060	0,1619	0,0537	0,0858	0,0512	0,0198	0,2381	0,063	0,172	0,132	0,076	0,071
Cádmio (Cd)		(ppb)	0,713	0,607	0,382	0,041	0,307	0,166	0,226	0,432	0,026	1,473	1,404	0,290	0,498
		abs	0,0206	0,0172	0,0238	0,0166	0,0144	0,0051	0,1011	0,1408	0,1139	0,236	0,226	0,066	0,108
Chumbo (Pb)		(ppb)	0,249	0,481	1,036	2,05	<1	2,026	1,662	1,935	13,425	3,042	3,375	1,894	2,773
		abs	0,0057	0,0100	0,0084	0,0196	0,012	0,0139	0,0175	0,0759	0,0669	0,094	0,105	0,056	0,091
Alumínio (Al)		(ppb)	407,65	408,824	140	194,706	50,211	43,263	8026,316	228,07	574,074	629,63	925,926	1277,78	450
		abs	0,0762	0,0764	0,0351	0,0757	0,0424	0,0358	0,0579	0,0026	0,0019	0,022	0,0038	0,0057	0,0007
Manganésio (Mn)		(ppb)	59,951	70,791	68,695	82,183	52,234	46,56	174,699	9,85	8,474	75,439	65,683	94,707	86,279
		abs	0,3675	0,4333	0,3510	0,3518	0,6927	0,6203	0,0205	0,3958	0,3398	0,298	0,258	0,377	0,281
Fluoretos		area	173042	165211	192347	152246	283191	266048	201709	278681	175947	159166	136691	140239	119904
		mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,127	0,408	0,353	0,579	0,03	0,342
Cloretos		area	5355076	5700109	7870967	6,306223E+06	9790255	8859870	7792808	7624367	11329521	9001210	7933070	6864432	6524192
		mg/l	22,427	22,817	27,808	21,599	29,781	26,864	23,08	25,067	36,198	32,453	27,957	22,496	22,877
Nitratos		area	8156394	8074021	9770967	8893394	14495214	12620310	10480606	11379072	11914795	10594845	6124943	10091133	9656199
		mg/l	20,282	40,092	41,780	34,742	65,870	57,049	40,545	39,853	36,317	38,269	20,709	34,108	37,999
Fosfatos		area	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfatos		area	4235569	3835955	5027890	3990901	6781101	5884013	5374723	3135537	6011611	5629028	2862659	5124148	5413126
		mg/l	10,442	18,769	20,329	14,790	23,580	20,323	18,225	11,333	21,217	21,749	11,305	19,574	19,381
Oxidabilidade		mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	0,589	7,704	0,766	0,774	1,105	1,345	1,878	0,721

Tabela 3 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Dorna (EP), de outubro de 2014 a outubro de 2015.

Dorna (Amores)	Legislação	28-10-2014	18-11-2014	09-12-2014	12-01-2015	09-02-2015	23-02-2015	16-03-2015	01-06-2015	14-07-2015	27-07-2015	19-08-2015	30-09-2015	20-10-2015
		5,7 16,1°C	5,8 15,6°C	5,8 15,3°C	5,4 9,7°C	5,9 11,1°C	5,9 14,1°C	6 11,6°C	5,7 15,3°C	5,6 18,3°C	5,8 18,3°C	5,7 17,59°C	5,7 17,59°C	5,3 14,1°C
Data da recolha	-													
pH	>6,5(9,0)													
Temperatura	-													
Germes	100	»100	17	0	35	0	2	3	17	5	6	102	0	33
22°C														
37°C	20	1	2	2	1	4	3	0	0	1	1	46	0	0
Clostridia	0	0	2	0	0	1	0	0	4	0	0	2	2	0
Colliformes	0	3	10	1	1	0	3	2	1	0	0	10	66	9
E.coli	0	0	1	0	0	0	0	1	0	6	0	1	0	1
Estafilococos	0	0	1	2	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0
Enterococos	0	0	0	0	2	0	1	0	1	2	0	0	2	0
Cálcio (Ca)	(mg/l)	13,857	13,233	14,985	15,200	16,023	22,639	14,341	12,767	11,409	12,453	13,242	14,551	16,709
abs		0,5556	0,5307	0,6049	0,3492	0,2749	0,0678	0,240	0,2143	0,4734	0,385	0,317	0,287	0,305
Sódio (Na)	(mg/l)	16,260	16,030	15,896	15,767	17,800	18,923	23,143	16,760	17,594	16,929	16,273	16,938	19,340
abs	200 mg/l Na	0,4939	0,4869	0,8697	0,0465	0,0082	0,0489	0,015	0,0409	0,0517	0,024	0,017	0,026	0,029
Potássio (k)	(mg/l)	2,926	2,851	3,635	3,288	3,602	3,925	3,402	3,190	3,003	2,396	2,633	2,958	2,668
abs		0,2976	0,2901	0,3388	0,4702	0,3656	0,4722	0,081	0,3079	0,319	0,127	0,096	0,135	0,18
Magnésio (Mg)	(mg/l)	3,443	3,081	2,801	2,672	2,563	2,89	3,49	3,48	3,316	2,665	2,971	3,444	2,496
abs		0,4897	0,4397	0,5504	0,6793	0,5764	0,5523	0,3084	0,7726	0,8075	0,552	0,423	0,552	0,513
Crómio (Cr)	(ppb)	6,56	2,597	6,629	5,344	3,72	32,524	0,031	19,392	4,514	2,428	4,105	3,89	4,239
abs	50 µg/l Cr	0,1728	0,0765	0,213	0,1982	0,1015	0,1918	0,0337	0,1224	0,184	0,151	0,229	0,219	0,145
Níquel(Ni)	(ppb)	15,545	1,394	15,899	1,992	1,495	<5	3,360	16,333	8,140	2,294	2,042	3,639	10,855
abs	20 µg/l Ni	0,0507	0,0040	0,1203	0,0479	0,0528	0,0027	0,0356	0,2423	0,0404	0,048	0,045	0,064	0,074
Cádmio(Cd)	(ppb)	0,688	0,676	0,386	0,049	0,281	0,156	0,216	0,551	0,015	1,515	1,515	1,116	0,066
abs	5 µg/l Cd	0,0198	0,0194	0,0241	0,0180	0,0127	0,0044	0,0989	0,1751	0,1095	0,242	0,242	0,041	0,033
Chumbo(Pb)	(ppb)	0,308	0,465	0,812	1,921	<1	0,53	1,18	1,399	6,014	2,71	3,828	1,743	3,016
abs	25 µg/l Pb	0,0068	0,0097	0,0053	0,0183	0,0052	-0,0036	0,0108	0,0576	0,0618	0,083	0,12	0,051	0,1
Alumínio(Al)	(ppb)	408,824	401,176	137,5	213,235	129,158	18,158	782,105	140,351	425,926	833,333	796,296	851,852	2050
abs	200 µg/l Al	0,0764	0,0751	0,0347	0,0820	0,1174	0,0292	0,0712	0,0021	0,0011	0,0033	0,0031	0,0034	0,0103
Manganésio(Mn)	(ppb)	14,959	19,868	7,249	15,271	2,571	4,647	10,422	2,617	0,995	11,049	8,122	14,22	37,496
abs	50 µg/l Mn	0,0944	0,1242	0,0450	0,1328	0,059	0,0855	0,0319	0,1014	0,0354	0,034	0,022	0,047	0,249
Fluoretos	area	190394	156384	259043	219342	279637	251413	452631	229833	185701	171859	145769	145252	118755
mg/l	1,5mg/l F	<0,1	<0,1	0,172	<0,1	<0,1	<0,1	0,565	<0,1	0,384	0,401	0,611	0,047	0,338
Cloretos	area	6638844	5546643	7419829	7333518	11473743	9685139	8220985	8946927	9169368	8027949	7996467	7750939	8734072
mg/l	250 mg/l Cl	27,215	22,188	26,180	25,302	35,059	29,451	24,380	29,520	29,266	28,921	28,179	25,477	30,666
Nitratos	area	5977650	4999295	6548815	7066390	9486017	7810635	7352873	8199150	9028267	8161017	6062443	7908453	7513512
mg/l	50 mg/l NO3	14,877	24,355	27,714	27,284	42,280	34,397	28,174	28,520	27,488	29,455	20,499	26,564	29,572
Sulfatos	area	4435356	3699019	5280743	5329568	7572560	6173129	5905048	6084788	6753088	5936008	3100451	5527115	5721927
mg/l	250 mg/l SO4	10,925	18,098	21,350	20,013	26,454	21,373	20,069	22,048	23,795	22,922	12,219	21,143	20,490
Brometos	area	-	-	-	-	-	-	130307	-	-	-	-	-	-
mg/l	250 mg/l SO4	-	-	-	-	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	-
Oxialidade	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	0,758	3,16	0,936	0,946	2,019	0,982	2,204	0,865

Tabela 4 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Dorna (Amores), de outubro de 2014 a outubro de 2015.



Alameda		Legislação	28-10-2014	18-11-2014	09-12-2014	12-01-2015	09-02-2015	23-02-2015	16-03-2015	01-06-2015	14-07-2015	27-07-2015	19-08-2015	30-09-2015	20-10-2015
Data da recolha		-													
pH		>6,5<9,0	5,3	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,5	5,4	5,3	5,4	5,4	5	5,4
Temperatura		-	15,1°C	14,7°C	14,2°C	9,9°C	10,9°C	14,2°C	13°C	15,5°C	18,2°C			11,8°C	16,1°C
Germes		100	26	10	0	72	0	0	0	7	7	2	16	1	5
		20	2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	9	0	1
Clostridia		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coliformes		0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2
E.coli		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estafilococos		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3
Enterococos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0
Cálcio (Ca)	(mg/l)		7,446	7,353	9,234	8,596	7,457	7,806	6,689	5,955	5,675	5,925	7,394	8,174	9,725
	abs		0,2998	0,2961	0,3737	0,1973	0,1267	0,115	0,1122	0,0944	0,2349	0,212	0,179	0,155	0,173
Sódio (Na)	(mg/l)	200 mg/l Na	11,270	11,145	12,111	11,833	12,800	12,808	14,429	11,640	11,625	10,500	9,000	11,313	12,673
	abs		0,3422	0,3384	0,6653	0,0347	0,0057	0,033	0,0089	0,0281	0,0326	0,015	0,009	0,017	0,019
Potássio (k)	(mg/l)		2,228	2,287	3,108	2,648	2,569	3,321	2,344	2,4	2,061	1,654	1,804	2,377	1,893
	abs		0,2283	0,2342	0,2883	0,3766	0,2611	0,4002	0,0539	0,2296	0,2227	0,085	0,063	0,078	0,125
Magnésio (Mg)	(mg/l)		2,616	2,563	2,424	2,262	2,092	2,417	2,823	2,577	2,587	2,048	2,278	2,754	2,146
	abs		0,3746	0,3672	0,4807	0,5754	0,472	0,4648	0,5218	0,5854	0,6609	0,426	0,33	0,446	0,439
Crómio(Cr)	(ppb)	50 µg/l Cr	1,313	4,679	4,807	3,434	1,712	5,358	0,764	15,490	3,853	3,353	4,406	8,019	7,897
	abs		0,0453	0,1271	0,1545	0,1344	0,0513	0,1179	0,1141	0,1025	0,162	0,194	0,243	0,411	0,269
Níquel(Ni)	(ppb)	20 µg/l Ni	4,306	17,030	9,812	1,438	1,613	0,814	1,865	14,991	0,256	0,445	11,286	2,210	3,988
	abs		0,0349	0,0556	0,0783	0,0408	0,0541	0,0195	0,0223	0,227	0,0665	0,026	0,155	0,047	0,017
Cádmio(Cd)	(ppb)	5 µg/l Cd	0,526	0,657	0,248	0,006	0,189	0,159	<0,2	0,18	<0,2	0,937	0,965	0,25	0,273
	abs		0,0146	0,0188	0,0139	0,0106	0,0066	0,0046	0,0022	0,0681	0,0748	0,158	0,162	0,06	0,069
Chumbo(Pb)	(ppb)	25µg/l Pb	0,270	0,054	0,754	1,495	<1	2,376	1,230	1,534	1,000	2,408	3,314	4,885	2,232
	abs		0,0061	0,0021	0,0045	0,0140	0,0015	0,018	0,0115	0,0622	0,0252	0,073	0,103	0,155	0,071
Alumínio(Al)	(ppb)	200 µg/l Al	352,353	380,588	115,000	139,118	239,158	54,316	404,545	407,407	592,593	851,852	1000,000	1018,519	683,333
	abs		0,0668	0,0716	0,0311	0,0568	0,2219	0,0463	0,003	0,001	0,002	0,0034	0,0042	0,0043	0,0021
Manganésio(Mn)	(ppb)	50 µg/l Mn	22,867	21,219	26,566	33,644	10,486	11,066	167,922	3,366	2,437	15,683	41,293	22,512	52,31
	abs		0,1424	0,1324	0,1412	0,2886	0,16	0,1674	0,0196	0,1319	0,0941	0,053	0,158	0,081	0,333
Fluoretos	area	1,5mg/l F	198273	184000	199431	219342	310684	280436	282564	226170	175833	151330	136688	138890	121280
	mg/l		<0,1	0,057	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,100	<0,1	0,353	0,345	0,579	0,026	0,348
Cloretos	area	250 mg/l Cl	4281111	4024311	4969264	5031964	6851230	5669445	5630668	5324977	6004196	5484649	5643617	5559174	5235442
	mg/l		16,987	15,946	17,338	17,007	20,565	16,860	16,512	17,325	19,110	19,698	19,944	18,107	18,334
Nitratos	area	50 mg/l NO3	4984615	4938574	6229053	5654977	7667361	5896807	5885557	5696803	6406709	5987444	11003704	5806991	6130388
	mg/l		12,000	24,045	26,319	21,522	33,747	25,417	22,371	19,602	19,470	21,584	37,096	19,301	24,133
Sulfatos	area	250 mg/l SO4	2778739	2607776	3370562	3819737	5219939	3841221	4171507	3366725	3316806	3012392	7279034	2855846	3125811
	mg/l		6,924	12,745	13,638	14,123	17,912	12,906	14,042	12,173	11,849	11,751	28,285	10,741	11,167
Oxialidade	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	5 mg/l O2	-	-	-	-	-	0,367	2,173	0,596	0,774	0,838	1,273	1,714	0,649

Tabela 5 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Alameda, de outubro de 2014 a outubro de 2015.

Alfarazes		Legislação	28-10-2014	18-11-2014	09-12-2014	12-01-2015	09-02-2015	23-02-2015	16-03-2015	01-06-2015	14-07-2015	27-07-2015	19-08-2015	30-09-2015	20-10-2015
Data da recolha		-	5,7	5,2	5,3	5,2	5,1	5,1	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	4,9	5,2
pH		>6,5x9,0	16,1°C	13,9°C	13,2°C	10,0°C	10,8°C	13,3°C	13,2°C	15,1°C	18,9°C			14,3°C	16,2°C
Temperatura															
Germes			0	4	0	261	1	0	0	13	18	12	121	0	9
			1	2	0	5	0	0	0	3	4	5	17	0	3
Clostridia			0	0	0	0	0	0	0	0	93	0	5	7	1
Coliformes			2	14	0	1	0	0	0	0	0	15	1	1	0
E.coli			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estafilococos			0	0	0	2	6	1	0	1	0	0	0	0	0
Enterococos			0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Cálcio (Ca)	(mg/l)		5,629	4,429	5,266	5,752	5,468	7,313	6,443	5,534	4,346	4,113	5,911	6,676	7,979
	abs		0,2273	0,1794	0,2142	0,1319	0,0923	0,1079	0,1081	0,087	0,1796	0,164	0,144	0,124	0,14
Sódio (Na)	(mg/l)	200 mg/l Na	9,204	9,388	8,846	8,3	9,6	12,038	14	10	10,125	8,357	7,182	9,438	10,007
	abs		0,2794	0,2850	0,4890	0,0241	0,0041	0,031	0,0086	0,024	0,0278	0,012	0,007	0,014	0,015
Potássio (K)	(mg/l)		1,500	1,392	1,690	1,637	1,616	2,818	1,500	1,479	1,144	1,053	1,075	1,928	1,161
	abs		0,1561	0,1454	0,1526	0,2289	0,1646	0,3402	0,0323	0,1382	0,1290	0,051	0,034	0,034	0,073
Magnésio (Mg)	(mg/l)		2,398	2,622	2,021	2,087	2,051	2,486	2,81	2,452	2,409	1,98	2,182	2,871	1,976
	abs		0,3444	0,3754	0,4061	0,5309	0,4629	0,4776	0,2507	0,5596	0,625	0,412	0,317	0,464	0,403
Crómio(Cr)	(ppb)	50 µg/l Cr	0,324	1,260	5,972	2,647	6,152	2,196	0,139	15,098	4,183	1,976	3,998	5,116	10,050
	abs		0,0474	0,0939	0,1919	0,1081	0,1623	0,0965	0,0455	0,1005	0,173	0,13	0,224	0,276	0,342
Níquel(Ni)	(ppb)	20 µg/l Ni	5,611	1,606	11,783	1,391	0,396	<5	2,742	17,395	<5	6,916	4,227	4,815	7,482
	abs		0,0396	0,0047	0,0919	0,0402	0,0406	0,0159	0,0301	0,2544	0,0011	0,103	0,071	0,078	0,046
Cádmio(Cd)	(ppb)	5 µg/l Cd	0,523	0,458	0,205	<0,2	0,16	0,15	<0,2	0,067	<0,2	0,165	0,722	0,068	0,187
	abs		0,0145	0,0124	0,0108	0,0061	0,0047	0,004	0,0505	0,0355	0,0524	0,048	0,128	0,034	0,054
Chumbo(Pb)	(ppb)	25 µg/l Pb	0,378	0,189	0,478	1,327	<1	1,034	1,417	1,173	<1	2,498	2,831	3,012	1,503
	abs		0,0081	0,0046	0,0007	0,0123	0,0046	0,0023	0,0141	0,0499	0,0167	0,076	0,087	0,093	0,044
Alumínio(Al)	(ppb)	200 µg/l Al	332,941	402,941	127,500	122,059	1098,737	63,895	1040,909	245,614	463,963	907,407	925,926	1018,519	500,000
	abs		0,0635	0,0754	0,0331	0,0510	1,0491	0,066	0,017	0,0027	0,0013	0,0037	0,0038	0,0043	0,001
Manganésio(Mn)	(ppb)	50 µg/l Mn	14,613	14,399	15,382	19,505	11,936	18,354	114,458	2,42	1,673	14,463	19,098	23,488	32,028
	abs		0,0923	0,0910	0,0855	0,1687	0,1785	0,2604	0,1873	0,0934	0,063	0,048	0,067	0,085	0,218
Fluoretos	area	1,5mg/l F	227,129	211,125	240,280	279,687	373,132	336,294	240,181	219,545	233,582	189,909	150,218	168,432	133,702
	mg/l		<0,1	0,149	0,109	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,536	0,399	0,627	0,125	0,396
Cloretos	area	250 mg/l Cl	282,9232	261,654	301,4133	328,9540	448,8807	371,2123	405,1302	379,4227	398,8830	343,7740	351,0189	345,0481	330,8405
	mg/l		10,689	10,157	10,283	9,398	15,049	12,250	11,714	12,172	12,643	10,843	12,476	11,016	11,542
Nitratos	area	50 mg/l NO3	471,2492	452,3611	494,4122	521,4402	757,624	601,4225	634,8840	688,7857	607,5266	607,5266	821,7051	616,9099	537,7834
	mg/l		11,738	21,921	20,709	19,724	33,301	25,970	23,767	21,926	20,941	21,902	27,736	20,552	21,173
Sulfatos	area	250 mg/l SO4	207,3136	219,5063	252,6414	279,4887	409,0817	295,7830	392,0460	307,0594	304,8803	304,7630	602,5337	274,6880	290,5740
	mg/l		5,220	10,720	10,230	10,125	13,812	9,698	13,169	11,097	10,917	11,886	23,465	10,304	10,376
Oxibiabilidade	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	5 mg/l O2	-	-	-	-	-	0,337	3,753	0,426	0,774	1,143	0,655	1,551	0,793

Tabela 6 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Alfarazes, de outubro de 2014 a outubro de 2015.

Bairro da Luz	Legislação	28-10-2014	18-11-2014	09-12-2014	12-01-2015	09-02-2015	23-02-2015	16-03-2015	01-06-2015	14-07-2015	27-07-2015	19-08-2015	30-09-2015	20-10-2015
		Data da recolha	5,3	5,4	5,3	5,4	5,4	5,4	5,4	5,5	5,4	5	5,3	5,3
PH	>6,5<9,0	14,8°C	14,5°C	9,8°C	12,1°C	14,1°C	14,1°C	12,0°C	15,5°C	19,5°C			14,7°C	16,3°C
Temperatura		3	0	259	2	5	5	0	10	9	3	>100	1	2
Germes	100	0	3	18	0	2	2	0	1	3	6	>100	1	2
37°C	20	0	0	1	1	0	5	0	0	0	0	72	0	0
Clostridia	0	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	>100	16	4
Coliformes	0	3	0	0	0	0	0	1	0	67	104	>100	0	0
E.coli	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Estafilococos	0	0	0	2	5	2	2	1	0	0	0	1	0	31
Enterococos	0	0	0	0	2	21	0	0	3	3	0	26	4	0
Cálcio (Ca)	(mg/l)	11,449	11,018	12,147	11,904	11,486	19,549	11,647	12,369	9,7	11,396	12,267	15,227	15,175
	abs	0,4595	0,4423	0,4908	0,2734	0,1964	0,0589	0,195	0,2073	0,4023	0,357	0,294	0,301	0,276
Sódio (Na)	(mg/l)	19,336	20,043	17,657	19,033	21,6	20,731	25,714	21,36	19,719	19,786	18,091	22,563	22,673
	abs	0,5874	0,6089	0,9648	0,0563	0,0101	0,0536	0,0168	0,0524	0,0585	0,028	0,019	0,035	0,034
Potássio (K)	(mg/l)	9,107	9,347	10,292	8,192	10,233	14,785	12,566	9,664	9,566	7,466	8,286	7,326	7,935
	abs	0,9107	0,9345	0,9758	1,1867	1,0367	0,3053	0,1236	0,1875	0,9897	0,414	0,321	0,563	0,554
Magnésio (Mg)	(mg/l)	3,674	3,436	2,681	2,82	2,868	3,098	4,135	3,521	3,446	2,733	3,172	3,919	2,681
	abs	0,5207	0,4878	0,5283	0,7166	0,6441	0,5909	0,3632	0,7811	0,8336	0,566	0,45	0,625	0,552
Cromio (Cr)	(ppb)	1,056	3,402	4,234	3,254	2,080	6,759	12,785	23,294	76,968	2,105	5,009	3,310	2,664
	abs	0,0838	0,2004	0,1361	0,1284	0,0605	0,2407	1,4328	0,1423	0,396	0,136	0,271	0,192	0,204
Níquel (Ni)	(ppb)	11,455	20,788	13,551	1,242	1,712	5,744	3,663	18,439	6,721	3,555	3,723	<5	6,398
	abs	0,0372	0,0680	0,1041	0,0383	0,0552	0,0407	0,0383	0,2663	0,0343	0,063	0,065	0,005	0,037
Cádmio (Cd)	(ppb)	0,695	0,561	0,335	0,067	0,401	0,16	0,321	0,033	0,101	1,654	1,431	0,297	0,74
	abs	0,0200	0,0157	0,0203	0,0213	0,0206	0,0047	0,1215	0,0256	0,1436	0,262	0,23	0,067	0,15
Chumbo (Pb)	(ppb)	0,768	0,881	0,899	1,406	<1	3,889	1,554	1,188	8,89	4,341	4,432	2,166	3,178
	abs	0,0153	0,0174	0,0065	0,0131	0,0116	0,0357	0,016	0,0504	0,0828	0,137	0,14	0,065	0,106
Alumínio (Al)	(ppb)	342,353	290,000	125,000	251,176	105,053	34,789	9000,000	210,526	648,148	722,222	1018,519	1166,667	583,333
	abs	0,0651	0,0562	0,0327	0,0949	0,0945	0,0608	0,0139	0,0025	0,0023	0,0027	0,0043	0,0051	0,0015
Manganésio (Mn)	(ppb)	34,465	38,418	37,932	31,616	29,553	21,732	253,012	4,629	5,059	40,561	41,293	62,024	76,649
	abs	0,2128	0,2368	0,1978	0,2714	0,4033	0,3035	0,0309	0,1833	0,2008	0,155	0,158	0,243	0,471
Fluoretos	area	155999	138742	167103	194859	232037	240729	204831	176823	175947	126853	108405	110929	-
	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,353	0,233	<0,1	-
Cloretos	area	5796656	5451023	6249393	6317716	8834313	7708587	6875663	7201984	8027097	7016689	7218350	7073481	7226276
	mg/l	23,561	21,796	21,957	21,641	26,787	23,257	20,294	23,645	25,601	25,251	25,456	23,199	25,351
Nitratos	area	8470592	8038956	9307354	9039433	13026394	11300217	9838493	10647276	11329521	10792574	10753844	10641279	10654039
	mg/l	21,062	39,912	39,756	35,338	58,959	50,838	38,005	37,245	34,527	38,985	36,257	36,009	41,923
Sulfatos	area	5743728	5401903	6612884	6502950	9322609	7996660	7241984	7378687	8348891	7375267	5278256	7157959	7756410
	mg/l	14,084	26,450	26,728	24,590	32,808	27,994	24,717	26,749	29,343	28,421	20,592	27,494	27,797
Oxialidade	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	0,842	1,679	0,766	0,774	1,029	1,382	1,714	0,793

Tabela 7 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Bairro da Luz, de outubro de 2014 a outubro de 2015.

Mélio	Legislação	28-10-2014	18-11-2014	09-12-2014	12-01-2015	09-02-2015	23-02-2015	16-03-2015	01-06-2015	14-07-2015	27-07-2015	19-08-2015	30-09-2015	20-10-2015
Data da recolha	-													
pH	»6,5»9,0	6	6,3	6,3	6,2	6,2	6,3	6,4	6,1	6,2	6,2	6,1	5,5	6,1
Temperatura	-	15,3°C	13,7°C	12,9°C	9,5°C	11,5°C	13,0°C	10,0°C	15,1°C	18,2°C	>100	>100	12,9°C	16,3°C
Germes	120	»100	»100	0	1150	50	74	»100	171	>100	140	>100	6	188
	20	35	12	20	150	0	6	101	221	127	59	>100	1	21
	0	1	6	28	0	10	4	7	41	8	29	7	0	7
Clostridia	0													
Coliformes	0	17	»100	64	0	10	25	145	132	>100	134	>100	50	37
E.coli	0	1	31	29	0	0	9	14	17	3	14	3	1	1
Estafilococos	0	17	84	71	200	80	54	116	111	0	0	61	0	43
Enterococos	0	6	64	78	0	0	4	8	33	48	123	>100	2	3
Cálcio (Ca)	(mg/l)	12,794	14,190	14,863	14,578	13,497	30,694	16,952	13,710	10,269	11,321	12,691	14,502	17,291
	abs	0,5132	0,5689	0,6	0,3349	0,2312	0,0468	0,2836	0,2309	0,426	0,355	0,304	0,286	0,316
Sódio (Na)	(mg/l)	24,405	21,556	19,669	22,6	23,6	25,269	33	27,28	26,719	26,214	25,364	25,688	30,007
	abs	0,7415	0,6549	1,0734	0,067	0,0111	0,0654	0,0219	0,0672	0,0809	0,037	0,027	0,04	0,045
Potássio (k)	(mg/l)	6,405	5,749	6,550	5,454	6,444	7,037	7,496	7,498	7,127	5,576	6,050	5,295	5,668
	abs	0,6427	0,5776	0,6177	0,7866	0,6532	0,8431	0,1858	0,7353	0,7405	0,307	0,232	0,364	0,393
Magnésio (Mg)	(mg/l)	3,894	4,001	3,545	3,107	3,229	3,411	4,964	4,048	3,956	3,085	3,827	4,42	1,567
	abs	0,5512	0,5660	0,6881	0,7893	0,7241	0,6487	0,2777	0,8903	0,9362	0,638	0,538	0,702	0,176
Crómio (Cr)	(ppb)	1,159	0,905	7,003	3,284	3,892	5,323	0,114	24,255	52,237	2,987	7,310	4,277	0,876
	abs	0,0889	0,0763	0,2250	0,1294	0,1058	0,1953	0,0307	0,1472	0,281	0,177	0,378	0,237	0,031
Níquel (Ni)	(ppb)	5,091	14,152	14,754	2,320	3,180	6,977	1,989	20,763	19,465	2,126	2,546	<5	8,687
	abs	0,0162	0,0461	0,1124	0,0521	0,0715	0,046	0,0234	0,2928	0,0891	0,046	0,051	0,015	0,056
Cádmio (Cd)	(ppb)	0,732	0,754	0,414	0,085	0,365	0,157	<0,2	0,138	0,351	2,211	2,211	0,297	0,832
	abs	0,0212	0,0219	0,0261	0,0244	0,0182	0,0045	0,0036	0,0599	0,2431	0,342	0,342	0,067	0,166
Chumbo (Pb)	(ppb)	0,589	0,800	1,254	1,931	0,112	2,889	1,317	1,346	7,671	5,489	7,453	2,589	3,854
	abs	0,0120	0,0159	0,0114	0,0184	0,0162	0,024	0,0127	0,0558	0,0459	0,175	0,24	0,079	0,131
Alumínio (Al)	(ppb)	224,118	227,059	72,500	209,412	60,211	22,737	3018,1818	52,632	500,000	592,593	870,370	1111,111	416,667
	abs	0,0450	0,0455	0,0243	0,0807	0,0519	0,0379	0,0605	0,0016	0,0015	0,002	0,0035	0,0048	0,0005
Manganésio (Mn)	(ppb)	13,46	6,425	4,92	13,644	1,975	4,042	5,572	0,71	0,523	3,976	4,951	7,878	11,041
	abs	0,0853	0,0426	0,0334	0,1190	0,0514	0,2841	0,0158	0,0238	0,0162	0,005	0,009	0,021	0,099
Fluoretos	area	109591	87496	138917	38156	185912	194187	156136	129492	106891	99024	56992	59829	-
	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,134	0,130	0,298	<0,1	-
Cloreto	area	6581019	5615904	6570959	6485959	9419722	8347084	7125207	8768421	9362550	8775462	8493693	8291792	8667300
	mg/l	26,964	22,472	23,117	22,247	28,619	25,256	21,052	28,919	29,886	31,634	29,919	27,296	30,431
Brometos	area	352951	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	mg/l	1,061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitratos	area	12832169	3835519	4934356	5391749	7827746	7677499	8283898	885386	11073655	9405435	8849205	8506430	8233154
	mg/l	31,882	18,399	20,667	20,448	34,501	33,795	31,857	30,859	33,744	33,962	29,859	28,631	32,402
Fosfatos	area	250341	-	-	23618	122345	124591	-	138392	54391	110858	-	-	-
	mg/l	1,131	-	-	<0,1	0,745	0,760	-	1,538	0,436	1,542	-	-	-
Sulfatos	area	9214244	5552074	6516436	6507932	8866401	8309458	8968813	8701229	8969727	8376049	8056615	7945075	9957744
	mg/l	22,465	27,187	26,339	24,610	31,152	29,130	30,721	31,554	31,502	32,245	31,275	30,559	35,703
Oxiodabilidade	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	1,011	4,148	1,021	1,29	1,714	1,309	1,633	0,937

Tabela 8 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Mélio, de outubro de 2014 a outubro de 2015.

Rio Diz		Legislação	28-10-2014	18-11-2014	09-12-2014	12-01-2015	09-02-2015	23-02-2015	16-03-2015	01-06-2015	14-07-2015	27-07-2015	19-08-2015	30-09-2015	20-10-2015
Data da recolha		-													
pH		»6,5»9,0	5,2	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3	5	5,4
Temperatura		-	15,8°C	14,6°C	14°C	9,9°C	12,0°C	12,7°C	12,4°C	17,5°C	18,4°C			15,0°C	16,4°C
Germes	22°C	100	»100	81	0	7400	2350	50	0	>100	>100	207	>100	15	>100
	37°C	20	»100	7	134	650	450	8	14	221	>100	89	>100	13	171
Clostridia		0	6	11	3	50	0	13	13	19	180	11	29	47	14
Coliformes		0	77	44	»100	2000	50	23	200	>100	>100	>100	>100	>100	153
E.coli		0	64	7	78	600	0	55	48	>100	92	>100	>100	20	106
Estafilococos		0	9	6	76	400	100	5	10	30	0	>100	50	0	48
Enterococos		0	61	43	85	450	350	»100	»100	>100	191	>100	>100	>100	>100
	(mg/l)		8,594	8,875	3,873	8,891	8,497	15,278	6,515	7,074	5,337	5,396	6,970	7,449	9,619
Cálcio (Ca)	abs		0,3456	0,3568	0,1582	0,2041	0,1447	0,0246	0,1093	0,1141	0,2208	0,198	0,169	0,14	0,171
	(mg/l)		20,855	19,503	19,420	20,867	20,200	23,038	26,286	23,040	22,063	20,500	19,909	21,313	23,340
Sódio (Na)	abs		0,6336	0,5925	1,0600	0,0618	0,0094	0,0596	0,0172	0,0566	0,066	0,029	0,021	0,033	0,035
	(mg/l)		7,700	7,526	8,416	6,991	8,224	8,740	8,535	8,900	7,768	6,424	6,854	5,917	6,583
Potássio (K)	abs		0,7711	0,7539	0,7963	1,0112	0,8334	1,0461	0,2124	0,8744	0,806	0,355	0,264	0,425	0,458
	(mg/l)		2,816	2,771	2,372	2,294	2,23	2,418	3,134	2,999	2,814	2,273	2,636	3,34	2,35
Magnésio (Mg)	abs		0,4022	0,3959	0,4711	0,5835	0,5026	0,465	0,2782	0,6728	0,7065	0,472	0,378	0,536	0,482
	(ppb)		0,278	1,294	3,115	1,476	1,656	6,763	1,168	22,451	29,441	2,966	5,009	4,019	2,469
Crómio (Cr)	abs	50 µg/l Cr	0,0451	0,0956	0,1002	0,069	0,0499	0,2408	0,1584	0,138	0,175	0,176	0,271	0,225	0,085
	(ppb)		9,727	11,500	12,319	2,398	2,225	5,116	1,640	24,939	15,535	3,050	2,966	0,950	6,157
Níquel (Ni)	abs	20 µg/l Ni	0,0315	0,0608	0,0956	0,0531	0,0609	0,038	0,0203	0,3404	0,0722	0,057	0,056	0,032	0,035
	(ppb)		0,452	0,576	0,346	0,033	0,336	0,186	0,352	0,168	0,078	1,946	1,981	0,429	0,654
Cádmio (Cd)	abs	5 µg/l Cd	0,0122	0,0162	0,0211	0,0152	0,0163	0,0064	0,1282	0,0648	0,1345	0,304	0,309	0,086	0,135
	(ppb)		0,541	0,492	0,993	1,485	0,004	2,333	1,518	0,622	8,274	4,553	4,734	1,894	3,016
Chumbo (Pb)	abs	25 µg/l Pb	0,0111	0,0102	0,0078	0,0139	0,0137	0,0175	0,0155	0,0311	0,0783	0,144	0,15	0,056	0,1
	(ppb)		282,941	468,235	59,375	157,647	186,526	19,368	221,053	157,895	592,593	703,704	1092,593	1092,593	533,333
Alumínio (Al)	abs	200 µg/l Al	0,0550	0,0865	0,0222	0,0631	0,1719	0,0315	0,0137	0,0022	0,002	0,0026	0,0047	0,0047	0,0012
	(ppb)		14,003	11,005	10,1	17,877	6,434	3,683	207,078	1,464	1,482	13,732	12,024	20,073	27,795
Manganésio (Mn)	abs	50 µg/l Mn	0,0886	0,0704	0,0592	0,1549	0,1083	0,0497	0,0248	0,0545	0,0552	0,045	0,038	0,071	0,194
	area		113758	115103	136697	150742	28793	166926	169167	113958	135351	-	-	-	-
Fluoretos	mg/l	1,5 mg/l F	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,224	-	-	-	-
	area		4870404	4599933	5596234	5330995	7510518	6533360	6077363	6129494	7026188	6042367	5929471	6027427	6109729
Cloreto	mg/l	250 mg/l Cl	19,544	18,306	19,600	18,805	22,633	19,569	17,869	20,034	22,389	21,716	20,944	19,682	21,416
	area		9108918	8604797	10844977	10448939	14657225	12378394	11278930	11379072	12398210	3098101	11704335	11854433	11443676
Nitratos	mg/l	50 mg/l NO3	22,645	42,817	46,469	41,092	66,632	55,911	43,702	39,853	37,795	11,121	39,450	40,202	45,028
	area		-	-	-	-	-	-	-	-	69664	-	-	-	-
Fosfatos	mg/l		-	-	-	-	-	-	-	-	0,580	-	-	-	-
	area		2798214	3231048	3329140	3410230	4818142	3439764	3862836	3135537	3475394	3098101	3110025	3016294	4312671
Sulfatos	mg/l	250 mg/l SO4	6,971	15,802	13,471	12,525	16,453	11,448	12,968	11,333	12,400	11,967	12,256	11,366	15,429
	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	5 mg/l O <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	0,505	4,543	0,511	1,978	0,99	0,945	1,061	0,649

Tabela 9 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas à água do fontanário Rio Diz, de outubro de 2014 a outubro de 2015





IPG

Politécnico  
|da|Guarda

Polytechnic  
of Guarda

*Escola Superior de Tecnologia e Gestão*

*Instituto Politécnico da Guarda*

---