



**NOVA**  
NOVA SCHOOL OF  
SCIENCE & TECHNOLOGY

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA DO  
AMBIENTE**

SÓNIA CRISTINA REDONDO CAEIRO  
Licenciada em Engenharia do Ambiente  
Ramo Engenharia Sanitária

## PREVENÇÃO E CONTROLO DA DOENÇA DOS LEGIONÁRIOS – TORRES DE ARREFECIMENTO

MESTRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Universidade NOVA de Lisboa  
abril, 2022





# PREVENÇÃO E CONTROLO DA DOENÇA DOS LEGIONÁRIOS – TORRES DE ARREFECIMENTO

SÓNIA CRISTINA REDONDO CAEIRO  
Licenciada em Engenharia do Ambiente  
Ramo Engenharia Sanitária

**Orientador:** Cândida Pité-Madeira, Mestre em Engenharia do  
Ambiente, Assessora Superior Engenharia  
Sanitária, ARSLVT, IP

**Coorientador:** Leonor Amaral, Professora Associada,  
Universidade Nova de Lisboa

MESTRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Universidade NOVA de Lisboa  
abril, 2022



## **Prevenção e controlo de doença dos legionários - Torres de arrefecimento**

Copyright © (Sónia Cristina Redondo Caeiro), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

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



*Cognitio non occupare locum*



## **AGRADECIMENTOS**

Escrever esta tese de dissertação foi um desafio a todos os níveis, e só foi possível graças a Deus e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a sua concretização.

Agradeço a todos, e em especial:

Às minhas orientadoras, Engenheira Cândida Pité-Madeira e Professora Doutora Leonor Amaral pela disponibilidade, persistência e por todo o apoio.

Aos responsáveis das indústrias pela boa colaboração com este estudo.

Às minhas colegas pela cooperação e compreensão.

À minha família e amigos pela paciência e apoio incondicional.

Ao Jaime, pela motivação, sustentação e por todo o companheirismo.

Bem hajam!



*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.  
Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.*  
*(Madre Teresa de Calcutá)*



## RESUMO

Os surtos e *clusters* de doença dos legionários (DL) são cada vez mais frequentes, pelo que se tornaram uma preocupação de saúde pública. Na maioria dos surtos, constatou-se que a contaminação teve origem no desenvolvimento e proliferação da bactéria *Legionella pneumophila* em fontes antropogénicas, como sistemas de arrefecimento em indústrias (torres de arrefecimento). De acordo com o Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 9 em cada 10 das investigações epidemiológicas realizadas evidenciaram que a maioria dos surtos foram causados por problemas que se podem prevenir, nomeadamente com um eficaz plano de prevenção e controlo de desenvolvimento de proliferação da bactéria *Legionella*.

Numa perspetiva de saúde pública sobre prevenção e controlo da DL pretende-se com este trabalho abordar quer o enquadramento legal em vigor quer a sua aplicação pelos diversos intervenientes. Os planos de prevenção e controlo de disseminação da bactéria *Legionella* e as demais obrigações legais aplicáveis estão previstas, importa, pois, analisar a sua implementação, os planos de monitorização e os respetivos resultados analíticos, bem como a aplicação de boas práticas de manutenção e a eficácia das mesmas.

Considerando as competências dos serviços de saúde pública, serão abordados procedimentos adotados em estudos de casos de identificação da presença da *Legionella pneumophila* em torres de arrefecimento de algumas indústrias no concelho de Setúbal, de modo a poder contribuir para otimizar a interação entre os diferentes intervenientes.

Os sistemas de informação são ferramentas que permitem auxiliar a tomada de decisão, pelo que se pretende, tendo por base a informação da vigilância sanitária fundir esta informação e contribuir para a importância da elaboração de mapas de risco no âmbito da avaliação e gestão do risco quer na prevenção quer no controlo da DL.

**Palavras chave:** Doença dos legionários, *Legionella*, torres de arrefecimento



## ABSTRACT

The outbreaks and clusters of legionnaires' disease (LD) are becoming more common, being a serious concern for public health. In most of the outbreaks, it has been noticed that contamination is a result of the development and proliferation of the *Legionella pneumophila* bacteria in anthropogenic sources as industrial cooling systems (cooling towers). According to the Center for Disease Control and Prevention (CDC), 9 in each 10 epidemiological investigations has shown that most of the outbreaks have been caused by problems that can be prevented, namely with an effective control and prevention plan for the growth and spread of Legionella bacteria.

In a public health perspective concerning prevention an LD control it's intended that this work approaches current legal framework and its application by the several parties involved. Prevention and spread control plans for *Legionella* bacteria and other applied legal obligations are foreseen, however, it is important to analyse its implementation, the monitoring plans and their analytical results, as well as the implementation of good practices of maintenance and surveillance of their effectiveness.

Regarding public health service responsibilities, there will be addressed the adopted procedures in case studies for the identification of *Legionella pneumophila* detected in cooling towers in some industries located in the municipality of Setubal, thus contributing to optimize the interaction between the different parties involved.

Information systems are tools that can help in decision-making, based upon the information provided by sanitary surveillance combined with the elaboration of maps for risk evaluation and management, either for the prevention or the control for spread and growth of LD.

**Keywords:** Legionnaires' disease, *Legionella*, cooling towers

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>XVI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>XVIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>	<b>XX</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. DOENÇA DOS LEGIONÁRIOS.....	5
1.2. AGENTE ETIOLÓGICO - <i>LEGIONELLA PNEUMOPHILA</i> .....	7
1.3. EQUIPAMENTOS DE RISCO ELEVADO .....	8
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>3. METODOLOGIA E VARIÁVEIS DE ESTUDO.....</b>	<b>15</b>
<b>4. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
4.1. ANÁLISE DE RISCO .....	18
4.2. PLANOS DE MONITORIZAÇÃO E RESULTADOS ANALÍTICOS.....	30
4.3. MEDIDAS DE MANUTENÇÃO CORRETIVAS .....	31
4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
<b>5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS .....</b>	<b>38</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>42</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 - PUBLICAÇÃO JORNAL DA ÉPOCA.....	1
FIGURA 1.2 - DL EM PORTUGAL 2004-2013 .....	3
FIGURA 1.3 -EVOLUÇÃO DE CASOS NOTIFICADOS DE DL NA EUROPA E EM PORTUGAL (2005-2020).....	4
FIGURA 1.4 - NÚMERO DE CASOS NOTIFICADOS, EM 2020 .....	4
FIGURA 1.5 - PERCENTAGEM DE CASOS FATAIS, 2020 .....	5
FIGURA 1.6 – INCIDÊNCIA DA DOENÇA POR GRUPOS ETÁRIOS EM PORTUGAL E NA EUROPA, EM 2020.....	6
FIGURA 1.7 – DISTRIBUIÇÃO DE CASOS DE DL POR MESES, NA EU (2015-2019) .....	6
FIGURA 1.8– RESUMO EPIDEMIOLÓGICO DA DL .....	7
FIGURA 1.9 - COMPONENTES DE UMA TORRE DE ARREFECIMENTO .....	9
FIGURA 1.10– POSSÍVEL ESQUEMA DE FUNCIONANTE DE UMA TORRE DE ARREFECIMENTO .....	9
FIGURA 3.1 – ZONAS INDUSTRIAIS NO CONCELHO DE SETÚBAL .....	16
FIGURA 4.1 – NÍVEIS DE RISCO ATRIBUÍDOS A CADA TORRE DE ARREFECIMENTO.....	33
FIGURA 4.2- FATORES DE RISCO COM MAIOR INCIDÊNCIA.....	33
FIGURA 4.3- PERCENTAGEM DE CUMPRIMENTO DOS PARÂMETROS ESTUDADOS.....	34
FIGURA 5.1 – MAPA DE RISCO SURTO DE DL EM VILA FRANCA DE XIRA.....	39
FIGURA 5.2 – MAPEAMENTO DE ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE, DE EDUCAÇÃO, E ZONA INDUSTRIAL.....	39
FIGURA 5.3 – MODELAÇÃO DA PLUMA DE CONTAMINAÇÃO DE UMA TORRE DE ARREFECIMENTO .....	40



## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1.1 - TORRES DE ARREFECIMENTO FACE AO FUNCIONAMENTO .....	10
TABELA 1.2 - TIPOS DE TORRES DE ARREFECIMENTO FACE À CONVECÇÃO FORÇADA .....	10
TABELA 1.3 – TORRES DE ARREFECIMENTO QUANTO À CIRCULAÇÃO RELATIVA ENTRE CAUDAIS.....	10
TABELA 1.4 – TORRES DE ARREFECIMENTO QUANTO À LOCALIZAÇÃO DO SISTEMA DE VENTILAÇÃO.....	11
TABELA 3.1 - FATORES DE RISCO.....	16
TABELA 4.1- FATORES DE RISCO E CLASSIFICAÇÃO DO RISCO NA TORRE 1.....	19
TABELA 4.2 - FATORES DE RISCO E CLASSIFICAÇÃO DO RISCO NA TORRE 2 .....	20
TABELA 4.3 – FATORES DE RISCO E CLASSIFICAÇÃO DO RISCO NA TORRE 3 .....	21
TABELA 4.4 - – FATORES DE RISCO E CLASSIFICAÇÃO DO RISCO NA TORRE 4 .....	22
TABELA 4.5 - FATORES DE RISCO E CLASSIFICAÇÃO DO RISCO NA TORRE 5 .....	23
TABELA 4.6 – FATORES DE RISCO E CLASSIFICAÇÃO DO RISCO NA TORRE 6 .....	24
TABELA 4.7 - FATORES DE RISCO E CLASSIFICAÇÃO DO RISCO NA TORRE 7 .....	25
TABELA 4.8 - FATORES DE RISCO E CLASSIFICAÇÃO DO RISCO NA TORRE 8 .....	26
TABELA 4.9 - FATORES DE RISCO E CLASSIFICAÇÃO DO RISCO NA TORRE 9 .....	27
TABELA 4.10 - FATORES DE RISCO E CLASSIFICAÇÃO DO RISCO NA TORRE 10 .....	28
TABELA 4.11 - AÇÕES CORRETIVAS EM FUNÇÃO DOS FATORES DE RISCO MÉDIO E ELEVADOS .....	29
TABELA 4.12 - MEDIDAS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	29
TABELA 4.13 - PARÂMETROS DE CONTROLO DE QUALIDADE DA ÁGUA .....	30
TABELA 4.14 - AÇÕES CORRETIVAS EM FUNÇÃO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS, PARÂMETROS FÍSICO- QUÍMICOS.....	31
TABELA 4.15- MEDIDAS A ADOTAR EM FUNÇÃO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS DE <i>LEGIONELLA SPP</i> .....	32
TABELA 4.16 - PONTOS CRÍTICOS MAIS ASSINALADOS NA ANÁLISE DE RISCO.....	34
TABELA 4.17 - VALORES PARAMÉTRICOS DE REFERÊNCIA PARA A ÁGUA DE ARREFECIMENTO.....	35
TABELA 4.18 - CLASSIFICAÇÃO DE RISCO NUMA PERSPETIVA DE SAÚDE PÚBLICA .....	36

## INTRODUÇÃO

A Doença dos Legionários (DL) é cada vez mais uma preocupação de saúde pública, quer pela severidade da doença quer pelo número de pessoas que podem ser afetadas por um surto. Entende-se por surto, a ocorrência de dois ou mais casos com critério clínico de DL em que o aparecimento da doença está intimamente ligado no tempo e no espaço, designadamente onde há suspeita ou evidência de uma fonte comum de infecção, com ou sem confirmação laboratorial (DGS, 2022).

O primeiro surto de DL ocorreu em julho de 1976, durante a realização da 56.<sup>a</sup> Convenção da Legião Americana em Filadélfia (Figura 1.1), em que uma forma severa de pneumonia, até então desconhecida, foi responsável por 182 casos de doença, dos quais resultaram 29 mortes (Chasqueira, 2017).



Figura 1.1 - Publicação jornal da época

Fonte: (Fraser et al, 1977. N. Engl. J. Med. 297:1189-1197)

A investigação sem precedentes, liderada pelo Center for Disease Control and Prevention (CDC), averiguou que a fonte de contaminação, comum a todos os casos, estaria relacionada com o ar ambiente do hotel.

Somente em janeiro de 1977 a bactéria *Legionella pneumophila* foi identificada e isolada. Constatou-se então que a bactéria se tinha desenvolvido e proliferado nas torres de arrefecimento do sistema de ventilação do hotel. A bactéria *Legionella pneumophila* e a DL foram assim designadas em homenagem aos legionários que foram vítimas deste primeiro surto.

O *European Working Group for Legionella Infections (EWGLI)* foi formado em 1986 por cientistas com interesse em melhorar conhecimento e informação sobre os aspetos epidemiológicos e microbiológicos (clínicos e ambientais) da DL, tendo chegado a contar com a colaboração de 35 países (DGS, 2022).

Segundo a DGS, “*A rede de vigilância epidemiológica estabelecida, entretanto, coordenada pelo centro de Londres e com especial incidência na Infeção associada ao viajante, EWGLINET, funcionava em ligação com o Programa de Vigilância de Doenças Transmissíveis da União Europeia. Através deste sistema, qualquer caso de DL que surgisse eventualmente associado a uma instituição hoteleira, era notificado através da EWGLINET ao centro coordenador, sendo em seguida implementadas, pela autoridade de saúde local, as medidas preconizadas pelas “European Guidelines for Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires’ Disease” (2005), nos países que assinaram este acordo*”.

Em abril de 2010, aquela rede foi integrada na Rede Europeia de Vigilância da Doença do Legionário (ELDSNet – *European Legionnaires’ Disease Surveillance Network*) coordenada pelo *European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC)*. A rede é composta por epidemiologistas e microbiologistas, nomeados pelas autoridades sanitárias públicas nacionais na União Europeia (UE) e em muitos países de todo o mundo. Esta rede partilha informações entre os países com casos de pessoas infetadas e os países onde a infeção poderá ter ocorrido (ECDC, 2022). A ELDSNet, rede de vigilância epidemiológica e de controlo de doenças transmissíveis na comunidade, foi criada a 24 de setembro de 1998 pela Decisão da Comissão Europeia n.º 2119/98/CE, pelo que passou a ser obrigatório notificar os casos de DL à rede europeia (DGS, 2022).

Um dos maiores surtos a nível mundial de DL ocorreu na cidade de Múrcia, em Espanha, em 2001, tendo como fonte aerossóis formados em torres de arrefecimento de um hospital local. Foram, então, confirmados 449 casos, com um total possível de 800 casos.

Em Portugal, o maior surto de DL ocorreu em 2014, em Vila Franca de Xira, onde se registaram cumulativamente 375 casos de pneumonia provocada pela bactéria *Legionella pneumophila*, quase todos tratados em regime de internamento hospitalar. Verificaram-se 12 óbitos. Ficou demonstrada a correspondência da estirpe de bactérias isoladas numa das torres de arrefecimento de uma unidade fabril local com a estirpe identificada em secreções brônquicas de doentes (Pité-Madeira, 2018).

Desde 1999 que, em Portugal, a DL integra a lista das doenças de declaração obrigatória, e em 2004 foi implementado o Programa Nacional de Vigilância Epidemiológica Integrada da Doença dos Legionários (PNVEIDL), coordenado pela Direção-Geral da Saúde (DGS), com o objetivo de assegurar uma notificação quer clínica, quer laboratorial atempada e eficaz, envolvendo e dirigindo-se a todos os clínicos, autoridades de saúde e serviços de patologia clínica dos serviços de saúde, sejam eles públicos ou privados.

O PNVEIDL, tem como objetivo reforçar a vigilância epidemiológica da DL, através de:

- Aumento do seu diagnóstico e notificação;
- Otimização do diagnóstico laboratorial;
- Aumento do número de isolamentos de estirpes clínicas de *Legionella*;
- Melhoria da investigação epidemiológica dos casos;
- Promoção do estudo ambiental e isolamento de estirpes de origem ambiental, na sequência de casos de doença;
- Possibilidade de comparação da tipificação das estirpes clínicas com as de origem ambiental

Implementou-se assim a notificação laboratorial (todos os laboratórios têm a obrigação de notificar o diagnóstico de um caso) e envolveram-se várias instituições nas atividades de vigilância, nomeadamente no diagnóstico, na investigação de amostras ambientais e na caracterização de estirpes. Nos últimos anos temos assistido a um aumento de notificação de casos de DL (Figura 1.2 e Figura 1.3).

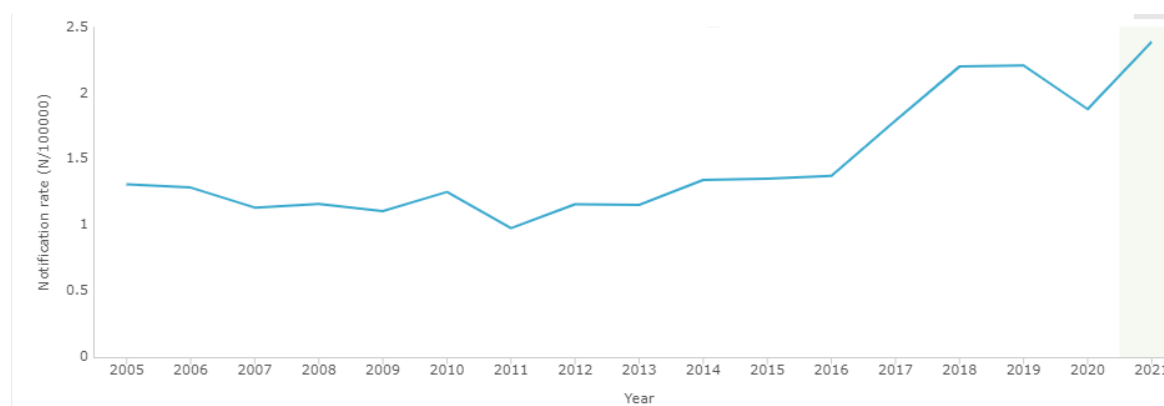


Figura 1.2 - DL em Portugal 2005-2021

Fonte: ECDC, 2022



Figura 1.3 -Evolução de casos notificados de DL na Europa e em Portugal (2005-2020)  
 Fonte: ECDC, 2022

No entanto, em 2020 registou-se um decréscimo, possivelmente devido à subnotificação decorrente da situação pandémica SARS-CoV-2 (Figura 1.4).



Figura 1.4 - Número de casos notificados, em 2020  
 Fonte: ECDC, 2022

## 1.1. Doença dos Legionários

A infecção por *Legionella* geralmente manifesta-se de duas formas: DL ou Febre de Pontiac. A Febre de Pontiac é uma doença brônquica autolimitada semelhante a uma gripe, já a DL é uma pneumonia severa. A DL ou Legionelose, é uma forma grave de pneumonia (infecção dos pulmões) causada pela bactéria *Legionella pneumophila*, em que cerca de 5 a 10% dos casos podem resultar em morte (ECDC, 2019). Em Portugal, no ano de 2020, a percentagem de casos fatais foi de 5,26% (Figura 1.5).

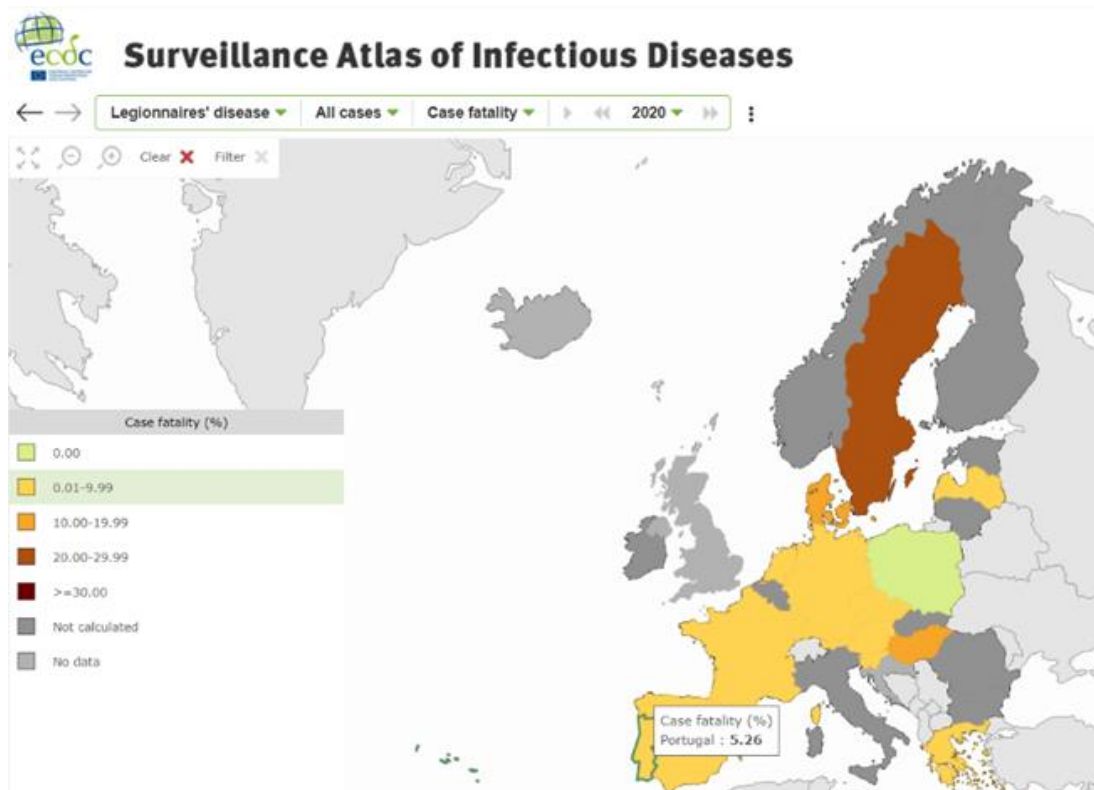


Figura 1.5 - Percentagem de casos fatais, 2020  
Fonte: ECDC, 2022

Os sintomas da DL manifestam-se geralmente entre dois e dez dias após a infecção; contudo, em casos raros, o desenvolvimento de sintomas pode levar até três semanas (ECDC, 2022). Regra geral, a doença manifesta-se inicialmente por febre, arrepios, dores de cabeça e dores musculares. A estes sintomas seguem-se tosse seca e dificuldades em respirar que podem evoluir para pneumonia grave. Cerca de um terço dos doentes apresentam também diarreia ou vômitos e cerca de metade ficam confusos ou delirantes (ECDC, 2022).

A transmissão de *Legionella pneumophila* acontece através da inalação de aerossóis ou, com menor frequência, através da aspiração de água contaminada com a bactéria. Até à data não foram evidenciados casos de transmissão de pessoa para pessoa (ECDC, 2022). Na maioria das vezes a transmissão está associada a ambientes aquáticos antropogénicos, como por exemplo torres de arrefecimento, sistemas de água quente e fria, equipamento hospitalar/termal e fontes ornamentais, entre outros que promovam a criação de aerossóis.

Apesar de poder ocorrer, a transmissão de *Legionella pneumophila* com origem em ambientes aquáticos naturais é rara (CDC, 2022).

Existem diversos grupos de risco mais suscetíveis à DL, nomeadamente fumadores, idosos, doentes com algumas patologias, como cardiovascular ou respiratória crónica, diabetes, abuso de álcool, cancro e imunodeprimidos. Na Figura 1.6, pode verificar-se uma maior incidência da DL em maiores de 65 anos, em Portugal e na Europa, no ano de 2020.

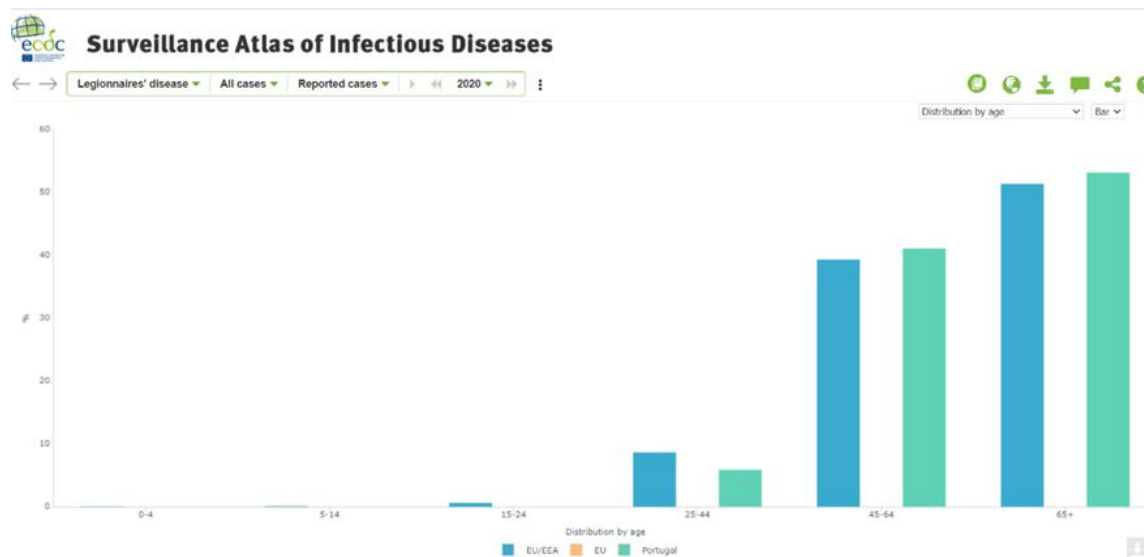


Figura 1.6 – Incidência da doença por grupos etários em Portugal e na Europa, em 2020  
Fonte: ECDC, 2022

A DL apresenta um padrão sazonal, verificando-se com maior frequência no verão e no outono, estações do ano em que temperatura e a humidade relativa do ar é mais elevada, originando assim condições mais propícias à sobrevivência de *Legionella pneumophila* em aerossóis (Figura 1.7).

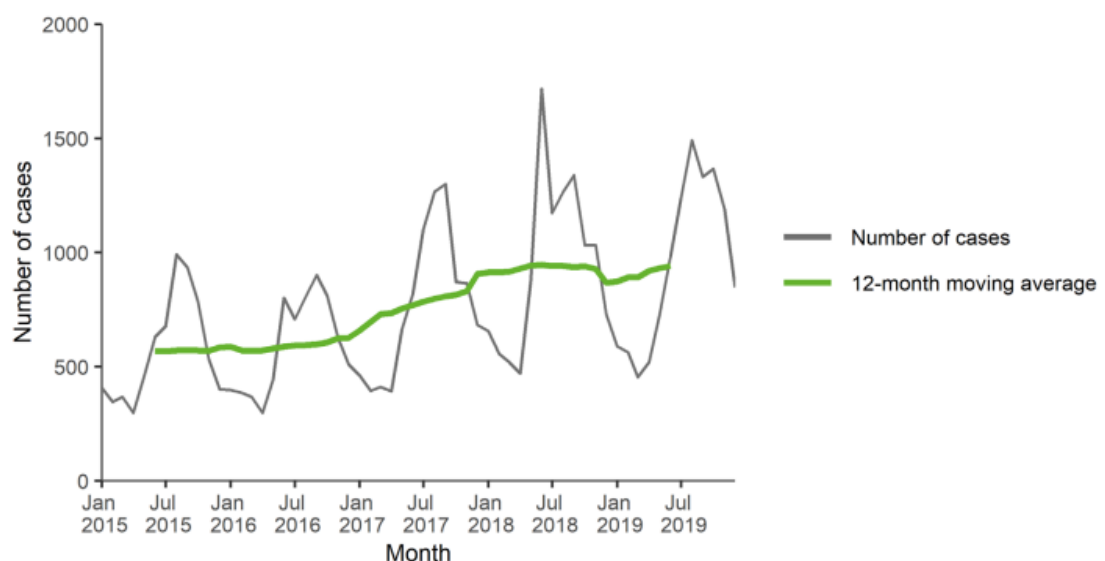


Figura 1.7 – Distribuição de casos de DL por meses, na EU (2015-2019)  
Fonte: ECDC, 2019

Na Figura 1.8 representa-se o resumo epidemiológico da DL.

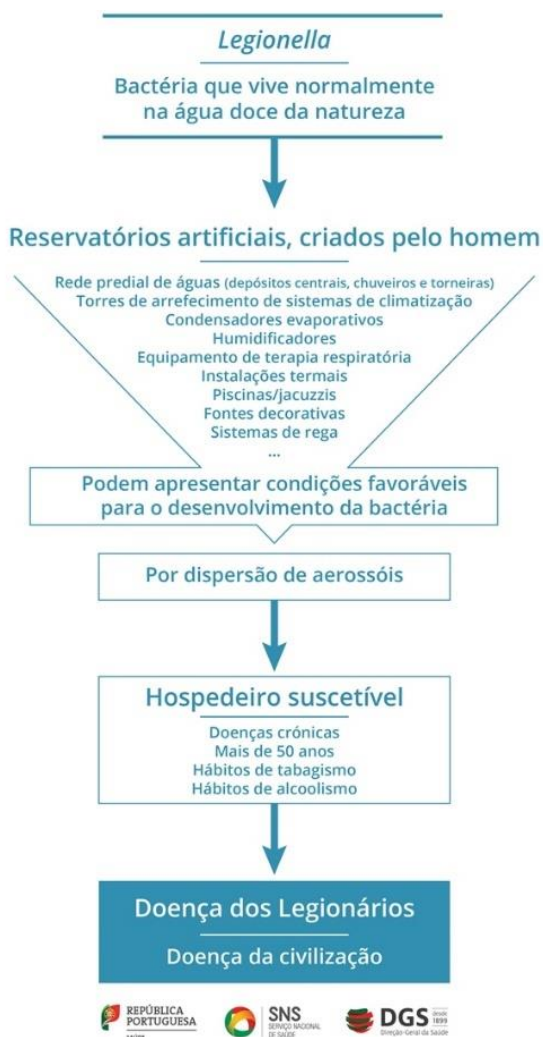


Figura 1.8- Resumo epidemiológico da DL  
Fonte: DGS, 2022

## 1.2. Agente etiológico - *Legionella pneumophila*

Estima-se que a espécie *Legionella pneumophila* seja o agente etiológico responsável por aproximadamente 90 % dos casos de doença reportados (CDC, 2022).

A *Legionella pneumophila* é uma bactéria pertencente ao género *Legionella*, constituída por bacilos Gram negativo. São conhecidas cerca de 50 espécies de *Legionella* e mais de 70 serogrupos, sendo a *Legionella pneumophila* do serogrupo 1 a que é mais frequentemente associada a doença no homem (DGS 2022). É estritamente aeróbia, tem um ou mais flagelos polares ou laterais que lhe conferem a capacidade de se mover, não tem cápsula e não forma esporos. É sensível à falta de humidade do ar por isso não dura muito no ar.

Na natureza e em fontes artificiais a *Legionella* é ubíqua na água doce e parasita protozoários como as amibas, é frequentemente encontrada como parasita de protozoários em ambientes de água doce, tanto naturais (superfície de lagos, rios) como artificiais (torres de

arrefecimento e termoacumuladores, por exemplo). Considera-se que os fatores que favorecem a proliferação de *Legionella* são (Barreiros., 2015):

- Temperatura ótima 35°C e 45°C;
- pH entre 2 e 8;
- Humidade relativa superior a 65%
- Zonas de reduzida circulação da água (como por exemplo: reservatórios de água, torres de arrefecimento, pontos de extremidades de redes de água pouco utilizadas);
- Presença de outros organismos (algas, amibas, protozoários);
- Existência de biofilme;
- Processos de corrosão ou incrustação (cisteína e sais de ferro), pois a *Legionella pneumophila* é uma bactéria muito exigente do ponto de vista nutricional, necessitando de L-cisteína,  $\alpha$ -cetogluturato e sais de ferro para o seu desenvolvimento.

### 1.3. Equipamentos de risco elevado

Dado que na maioria dos surtos de DL foi estabelecida uma relação causal da elevada proliferação e disseminação da bactéria *Legionella pneumophila* com torres de arrefecimento, entendeu-se serem estes equipamentos de risco elevado que serão estudados neste trabalho.

As condições de operação de uma torre de arrefecimento providenciam um ambiente ótimo para a proliferação de microrganismos como protozoários, algas, fungos e bactérias, tais como (Barreiros, 2015):

- A temperatura da água no intervalo entre os 21°C e ser superior a 49°C;
- O contacto com a atmosfera, com propagação de aerossóis;
- O pH da água;
- A concentração de nutrientes;
- A incidência solar a que podem estar expostos;
- A eventual estagnação de água.

Por outro lado, o crescimento de microrganismos pode levar à formação de biofilme nas superfícies do sistema, o que pode provocar (Barreiros, 2015):

- Redução da transferência de calor;
- Condições ótimas para o desenvolvimento de *Legionella*;
- Corrosão microbiana localizada;
- Interferência com a ação dos inibidores de corrosão;
- Fixação de matéria particulada, aumentando os problemas de incrustação;
- Interrupção da distribuição de água no interior da torre.

Na constituição das torres de arrefecimento podem encontrar-se os seguintes componentes:

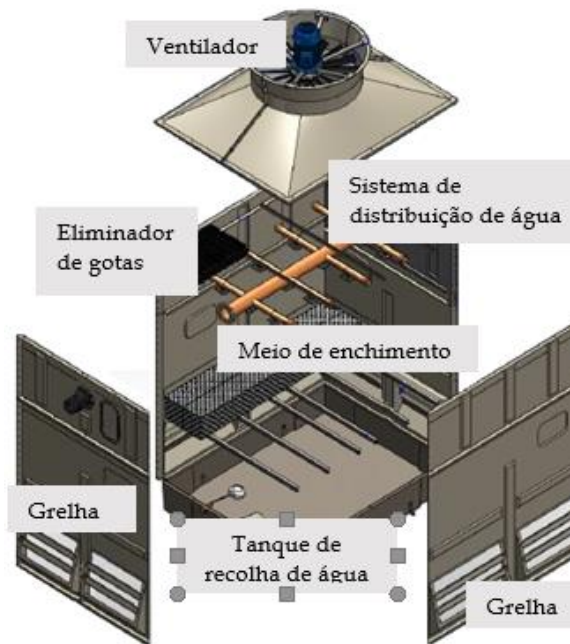


Figura 1.9 - Componentes de uma torre de arrefecimento  
 Fonte: Barreiros, 2015

Considerando o método de transferência de calor utilizado no processo de arrefecimento, os tipos de torres de arrefecimento são: evaporativas, híbridas ou secas. Sendo que as evaporativas e as híbridas são as que apresentam risco de disseminação de aerossóis contaminados com *Legionella* no meio ambiente, uma vez que as torres de arrefecimento a seco apenas permitem um arrefecimento a seco, isto é, utilizam somente o ar.

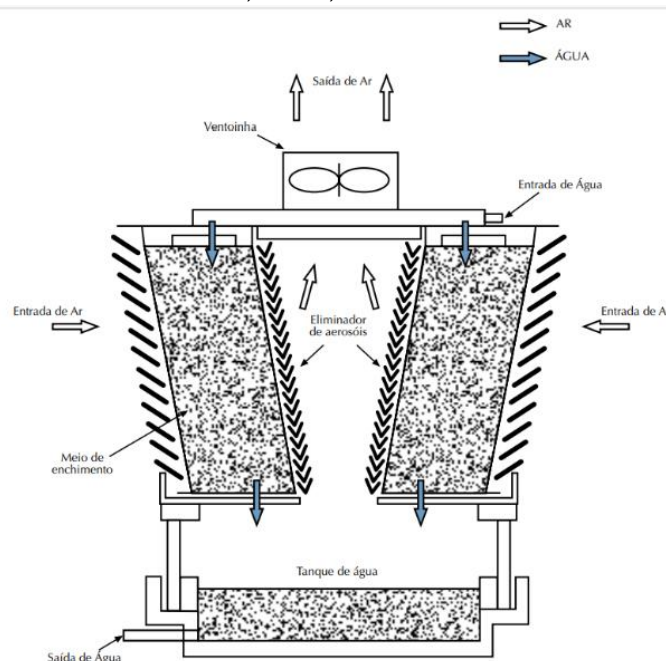


Figura 1.10- Possível esquema de funcionamento de uma torre de arrefecimento  
 Fonte: Barreiros, 2015

De acordo com o princípio de funcionamento as torres de arrefecimento podem-se

agrupar em dois grupos, conforme se apresenta na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 - Tipologia quanto ao processo de remoção do ar

Remoção do ar	Características
Natural	O movimento do ar na torre baseia-se na diferença de densidades entre o ar quente (menos denso) dentro da torre e o ar frio, exterior, (mais denso). Normalmente este tipo de torres é utilizada em centrais térmicas que necessitam de uma grande quantidade de água arrefecida.
Mecânica	A tiragem do ar é de forma mecânica, utilizam-se ventiladores para forçar (por insuflação ou extração) a passagem de ar pela água circulante.

Fonte: adaptado de Barreiros, 2015

No caso das torres de arrefecimento de convecção forçada (mecânica), distinguem-se dois tipos de equipamentos, com base no mecanismo de permuta de calor entre o fluido a arrefecer e a água (Tabela1.2).

Tabela 1.2 – Tipologia face à convecção forçada

Convecção forçada	Características
Circuito aberto (contacto direto)	O único fluido que pode ser arrefecido é a água, em contacto direto com o ar.
Circuito fechado (contacto indireto)	O fluido a arrefecer, pode não ser a água, o qual circula no interior de uma serpentina, sendo esta arrefecida por um fluxo de água.

Fonte: adaptado de Barreiros, 2015

No que concerne à circulação relativa entre os caudais de água e de ar, as torres de arrefecimento podem ser definidas como contra-corrente ou correntes cruzadas (Tabela 1.3).

Tabela 1.3 – Tipologia quanto à circulação relativa entre caudais

Circulação entre caudais de água e ar	Características
Contra-corrente	Os caudais de água e de ar circulam em correntes paralelas (têm a mesma direção: ambos na vertical) mas em sentidos opostos – a água no sentido descendente e o ar no sentido ascendente.
Correntes cruzadas	Os caudais de água e de ar circulam em correntes perpendiculares.

Fonte: adaptado de Barreiros, 2015

As torres de arrefecimento mecânicas podem-se distinguir quanto à localização do sistema de ventilação, podendo definir-se como se apresenta na Tabela1.4.

Tabela 1.4 – Tipologia quanto à localização do sistema de ventilação

Localização do sistema de ventilação	Características
Forçadas - insuflação forçada de ar	O sistema de ventilação localiza-se à entrada da torre, injetando ar exterior para o seu interior.
Induzidas - extração forçada de ar	O sistema de ventilação fica situado à saída, extraindo o ar de dentro da torre para o exterior. O ventilador está no topo da torre de arrefecimento.

Fonte: adaptadp de Barreiros, 2015

Em Portugal, a Lei n.º 52/2018, de 20 de agosto, estabelece o regime de prevenção e controlo da DL, instituí procedimentos relativos à utilização e à manutenção de redes, sistemas e equipamentos propícios à proliferação e disseminação da *Legionella* e estipula bases e condições para a criação de uma estratégia de prevenção primária e controlo da bactéria *Legionella* em todos os edifícios e estabelecimentos de acesso ao público, independentemente de terem natureza pública ou privada. A referida lei aplica-se a todos os setores de atividade que possuam equipamentos de transferência de calor associados a sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado ou a unidades de tratamento do ar, desde que possam gerar aerossóis de água, nomeadamente, torres de arrefecimento e condensadores evaporativos.

As obrigações legais previstas, para este tipo de equipamentos, com vista à prevenção e controlo da bactéria *Legionella* é assegurada por um plano de prevenção e controlo, que deve integrar:

- a) A análise de risco;
- b) Um cadastro completo e atualizado dos equipamentos, redes ou sistemas, incluindo peças desenhadas e memórias descritivas;
- c) A identificação das competências e responsabilidades dos profissionais envolvidos;
- d) A identificação de pontos críticos de proliferação e disseminação de *Legionella*;
- e) Um programa de manutenção e verificação de sinais de corrosão e contaminação dos equipamentos, redes ou sistemas;
- f) Um programa de revisão, limpeza e desinfeção dos equipamentos, redes ou sistemas que inclua a definição de produtos, respetivas dosagens e fichas de dados de segurança, procedimentos e periodicidade;
- g) Um programa de monitorização e tratamento, preventivo ou corretivo, da água, que inclua a definição dos parâmetros a analisar, dos pontos e procedimentos para recolha de amostras, dos produtos, doses, fichas de dados de segurança, procedimentos de tratamento e frequência de amostragem e análise;
- h) Um programa de vigilância da saúde dos trabalhadores com risco de exposição profissional a *Legionella*;
- i) Um sistema de registo de todas as atividades e ocorrências, medidas de controlo adotadas e resultados obtidos nas análises efetuadas.

A Portaria n.º 25/2021, de 29 de janeiro, veio estabelecer a classificação do risco e as medidas mínimas a serem adotadas pelos responsáveis dos equipamentos, redes e sistemas, previstos no artigo 2.º da Lei n.º 52/2018, de 20 de agosto, e prevê no n.º 3 do artigo 3.º e no n.º 2 do artigo 9.º, que, nas situações de risco elevado, definido no anexo I, os responsáveis pelos equipamentos, redes e sistemas incluídos no âmbito da aplicação das alíneas a) e b) do artigo 2.º da Lei n.º 52/2018, de 20 de agosto, na sua atual redação, comuniquem à autoridade de saúde local no prazo de 48 horas após conhecimento da situação, os resultados analíticos e as medidas adotadas.

Por sua vez, o Despacho nº 1547/2022, de 8 de fevereiro, determina os procedimentos técnicos para a realização do programa de monitorização e tratamento da qualidade da água.

## 2. OBJETIVOS

Explanar, numa abordagem de saúde pública, a implementação de medidas de prevenção e de controlo da DL.

Analisar a aplicação das obrigações legais no âmbito da prevenção e controlo do desenvolvimento e proliferação da bactéria *Legionella pneumophila* em torres de arrefecimento (equipamentos de risco elevado), em indústrias do concelho de Setúbal.

Contribuir para uma metodologia de avaliação risco sanitário considerando a implementação das obrigações legais e a abordagem em situações de risco elevado quer de proliferação da bactéria *Legionella* quer de DL, com vista à criação de mapas de risco.



## METODOLOGIA E VARIÁVEIS DE ESTUDO

Tendo em consideração as obrigações legalmente previstas e aplicáveis a indústrias que possuam torres de arrefecimento, neste trabalho procedeu-se ao estudo da implementação pelos responsáveis das indústrias desses requisitos, tendo em conta o Programa de Vigilância Sanitária da DL (PVSDL) da Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo (ARSLVT). O PVSDL desenvolve-se em três vertentes, tecnológica, analítica e epidemiológica, que incluem as seguintes atividades:

- Caracterização das redes, dos sistemas e dos equipamentos de risco (desde a fase de licenciamento até à fase de acompanhamento da exploração) na área geográfica de intervenção;
- Vigilância do cumprimento dos procedimentos de prevenção e controlo da proliferação e disseminação da bactéria nas redes, nos sistemas e nos equipamentos de risco identificados na área geográfica de intervenção por parte dos responsáveis;
- Avaliação das situações resultantes da notificação de Doença dos Legionários (SINAVE);
- Avaliação das comunicações de risco elevado de contaminação e disseminação de *Legionella*, comunicadas à autoridade de saúde;
- Desenvolvimento de cartas de risco, com base na informação anterior e com apoio dos sistemas de informação geográfica.

A área de estudo insere-se nas zonas industriais do concelho de Setúbal, o qual é caracterizado por ter 121.185 habitantes e uma área territorial de 230,3 Km<sup>2</sup>. Na Figura 3.1 assinalam-se as zonas indústrias no concelho de Setúbal, onde localizam as torres de arrefecimento estudadas



Figura 3.1 – Zonas industriais no concelho de Setúbal

Fonte: Geoportal, Câmara Municipal de Setúbal, 2022

Após a aceitação dos pedidos de colaboração com este estudo foram solicitados aos responsáveis das indústrias dados inerentes às obrigações legais aplicáveis, nomeadamente planos de prevenção e controlo do desenvolvimento e proliferação da bactéria *Legionella*, referentes apenas às torres de arrefecimento.

Assim, tendo como intuito dar resposta às vertentes do PVSDL e às obrigações legais, as variáveis do estudo que decorreram dos planos de prevenção e controlo do desenvolvimento e proliferação da bactéria *Legionella*, referentes a 10 torres de arrefecimento de indústrias no concelho de Setúbal incidiram sobre:

- Análises de risco das torres de arrefecimento;
- Identificação de pontos críticos de proliferação e disseminação de *Legionella*;
- Planos de monitorização e resultados analíticos;
- Medidas de manutenção preventivas e corretivas.

Nas análises de risco estudadas e de forma resumida foram identificados os fatores de risco que se encontram identificados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Fatores de risco identificados nas torres de arrefecimento estudadas

Tipologia, dimensão e antiguidade	Escoamento e estagnação da água	Contaminação microbiológica
Composição dos materiais: rugosidade e corrosividade	Tipo de aerossolização	Ausência de tratamento da água
Proximidade população e/ou trabalhadores	Acesso ao interior da torre para limpeza, remoção e desinfecção de materiais	Presença de biofilme
Temperatura água da bacia	Ponto de emissão de aerossóis	Estado mecânico do equipamento

A classificação do risco adotado pelas empresas contempla 3 níveis:

- Elevado;
- Médio;
- Baixo.

Todos os dados facultados foram trabalhados de forma a manter o anonimato das indústrias que colaboraram neste estudo. Pelo que não foram desenvolvidos mapas de risco, tendo por base os sistemas de informação geográfica.

Neste trabalho também não foram estudadas situações resultantes da notificação de Doença dos Legionários (SINAVE).

## APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados decorrem dos planos de prevenção e controlo do desenvolvimento e proliferação de *Legionella* facultados pelos responsáveis das indústrias, que possuem torres de arrefecimento no concelho de Setúbal, e que face ao atual enquadramento legal, implementaram nomeadamente análise de risco, planos e monitorização analítica e planos de medidas de manutenção preventivas e corretivas que possam contribuir para minimizar a ocorrência da DL.

### 4.1. Análise de risco

Nas análises de risco realizadas pelos colaboradores das indústrias e/ou empresas de consultadoria, os principais fatores de risco identificados nas torres de arrefecimento estudadas, foram os que encontram resumidos nas Tabela 4.1 a 4.10.

Tabela 4.1- Fatores de risco e classificação do risco na Torre 1

Fatores de risco	Torre de arrefecimento 1	Classificação do risco
Tipologia, dimensão e antiguidade	Tiragem mecânica em contracorrente do tipo circulação de ar induzida. Altura do enchimento: 5,6 m. Dimensões da bacia da torre: 25X16X2,3 m. Idade: >10 anos	Médio
Escoamento e estagnação da água	O escoamento da água é uniforme e bem distribuído. A bacia da torre é de reduzida capacidade, não havendo condições para estagnação. O fundo da bacia da torre tem inclinação em direção à saída.	Baixo
Composição dos materiais: rugosidade e corrosividade	Sistema de distribuição de água em PVC com aspersores do tipo boca larga, tubagem em PVC. Encaixes, paredes divisórias e janelas em fibra de vidro revestida a poliestireno. (FRP). Separadores de gotas do tipo onda em PVC, com três mudanças distintas de direção e com eficiência de eliminação de gotas superior a 0,02%; Bacia da torre, estrutura e cobertura em betão; Carcaça da torre, plataformas: fibra de vidro revestida a poliéster. Tubagem do circuito em aço inoxidável e condensador em aço inoxidável.	Médio
Tipo de aerossolização	A velocidade do ar através dos separadores de gotas é de 2,0 m/s, inferior à velocidade máxima aceite para os separadores de gotas (4 m/s). Os separadores de gotas reduzem o arrastamento de gotas a valores inferiores a 0,02% do caudal de reciclagem de água de arrefecimento. Não se detetou a presença de gotas ou gotículas na corrente de ar expulsa para a atmosfera.	Baixo
Ponto de emissão de aerossóis. Imediações	As unidades de tratamento de ar na fábrica encontram-se isoladas no interior de edifícios. À volta da torre existem equipamentos instalados em edifícios fechados e a céu aberto.	Baixo
Acesso ao interior da torre para limpeza, remoção e desinfeção de materiais	Fácil. O acesso ao separador de gotas é feito diretamente pelas tampas da cobertura da torre. Para aceder aos distribuidores de água é necessário retirar os separadores de gotas. Existem escadas de acesso à cobertura.	Baixo
Contaminação microbiológica	Não detetada.	Baixo
Tratamento da água	Monitorização em contínuo e adição controlada, com base nos resultados de cloro livre, de hipoclorito de sódio (0,5 a 2,0 mg/L Cl <sub>2</sub> ), e de ácido sulfúrico para controlo de pH.	Baixo
Presença de biofilme	Não	Baixo
Estado mecânico	Excelente	Baixo
Estado do enchimento, separadores de gotas e distribuidores	Excelente	Baixo
Temperatura da água da bacia da torre	22 a 27 °C	Médio

Tabela 4.2 - Fatores de risco e classificação do risco na Torre 2

Fatores de risco	Torre de arrefecimento 2	Classificação do risco
Tipologia, dimensão e antiguidade	Tiragem mecânica em contracorrente do tipo circulação de ar induzida. Altura do enchimento: 5,6 m. Dimensões da bacia da torre: 25X16X2,3 m. Idade: >10 anos	Médio
Escoamento e estagnação da água	O escoamento da água não é uniforme e é mal distribuído. A bacia da torre é de reduzida capacidade, não havendo condições para estagnação. O fundo da bacia da torre tem inclinação em direção à saída.	Médio
Composição dos materiais: rugosidade e corrosividade	Sistema de distribuição de água em PVC com aspersores do tipo boca larga, tubagem em PVC. Encaixes, paredes divisórias e janelas em fibra de vidro revestida a poliestireno. (FRP). Separadores de gotas do tipo onda em PVC, com três mudanças distintas de direção; Bacia da torre, estrutura e cobertura em betão; Carcaça da torre, plataformas: fibra de vidro revestida a poliéster. Tubagem do circuito em aço inoxidável e condensador em aço inoxidável.	Médio
Tipo de aerossolização	A velocidade do ar através dos separadores de gotas é de 3,6 m/s, inferior à velocidade máxima aceite para os separadores de gotas (4 m/s). Os separadores de gotas reduzem o arrastamento de gotas a valores inferiores a 0,02% do caudal de reciclagem de água de arrefecimento. Não se detetou a presença de gotas ou gotículas na corrente de ar expulsa para a atmosfera.	Baixo
Ponto de emissão de aerossóis. Imediações	Não se deteta arrastamento de gotas pelo penacho da torre, nem presença de aerossóis no ar expulso. À volta da torre existem equipamentos instalados em edifícios fechados e a céu aberto.	Baixo
Acesso ao interior da torre para limpeza, remoção e desinfeção de materiais	Fácil. O acesso à bacia é direto, e ao separador de gotas é feito diretamente pelas tampas da cobertura da torre. Para aceder aos distribuidores de água é necessário retirar os separadores de gotas. Existem escadas de acesso à cobertura.	Baixo
Contaminação microbiológica	Não detetada.	Baixo
Tratamento da água	Monitorização em contínuo e adição controlada, com base nos resultados de cloro livre, de hipoclorito de sódio (0,5 a 2,0 mg/L Cl <sub>2</sub> ), e de ácido sulfúrico para controlo de pH.	Baixo
Presença de biofilme	Não	Baixo
Estado mecânico	Sofrível	Médio
Estado do enchimento, separadores de gotas e distribuidores	Aceitável	Baixo
Temperatura da água da bacia da torre	22 a 27 °C	Médio

Tabela 4.3 – Fatores de risco e classificação do risco na Torre 3

Fatores de risco	Torre de arrefecimento 3	Classificação do risco
Tipologia, dimensão e antiguidade	Tiragem mecânica em contracorrente do tipo circulação de ar induzida. Altura do enchimento: 4,8 m. Dimensões da bacia da torre: 13X11X1,2 m. Idade: >10 anos	<b>Médio</b>
Escoamento e estagnação da água	O escoamento da água é uniforme e bem distribuído. A bacia da torre é de reduzida capacidade, não havendo condições para estagnação. O fundo da bacia da torre tem inclinação em direção à saída.	Baixo
Composição dos materiais: rugosidade e corrosividade	Sistema de distribuição de água em PVC com aspersores do tipo boca larga, tubagem em PVC. Encaixes, paredes divisórias e janelas em fibra de vidro revestida a poliestireno (FRP). Separadores de gotas do tipo onda em PVC, com três mudanças distintas de direção; Bacia da torre, estrutura e cobertura em betão; Carcaça da torre, plataformas: fibra de vidro revestida a poliéster.	<b>Médio</b>
Tipo de aerossolização	A velocidade do ar através dos separadores de gotas é de 3,9m/s, inferior à velocidade máxima aceite para os separadores de gotas (4 m/s). Não se detetou a presença de gotas ou gotículas na corrente de ar expulsa para a atmosfera.	Baixo
Ponto de emissão de aerossóis. Imediações	À volta da torre existem equipamentos instalados em edifícios fechados e a céu aberto.	Baixo
Acesso ao interior da torre para limpeza, remoção e desinfeção de materiais	Fácil. Para aceder à parte inferior da torre basta retirar os antirespingos, acedendo diretamente à bacia (zona onde estão instaladas as linhas de aspiração das bombas). O acesso ao separador de gotas, distribuição de água e enchimento é feito diretamente pelas portas de visita existentes na torre.	Baixo
Contaminação microbiológica	Não detetada.	Baixo
Tratamento da água	Monitorização em contínuo e adição controlada, com base nos resultados de cloro livre, de hipoclorito de sódio (0,5 a 2,0 mg/L Cl <sub>2</sub> ), e de ácido sulfúrico para controlo de pH.	Baixo
Presença de biofilme	Não.	Baixo
Estado mecânico	Excelente.	Baixo
Estado do enchimento, separadores de gotas e distribuidores	Excelente.	Baixo
Temperatura da água da bacia da torre	22 a 30 °C	<b>Médio</b>

Tabela 4.4 - Fatores de risco e classificação do risco na Torre 4

Fatores de risco	Torre de arrefecimento 4	Classificação do risco
Tipologia, dimensão e antiguidade	Tiragem mecânica em contracorrente do tipo circulação de ar induzida. Altura do enchimento: 6,7 m. Dimensões da bacia da torre: 17X9X2 m. Idade: >10 anos	<b>Médio</b>
Escoamento e estagnação da água	O escoamento da água é uniforme e bem distribuído. A bacia da torre é de capacidade adequada, não havendo condições para estagnação. O fundo da bacia da torre tem inclinação em direção à saída.	Baixo
Composição dos materiais: rugosidade e corrosividade	Sistema de distribuição de água em PVC com aspersores do tipo boca larga, tubagem em PVC. Encaixes, paredes divisórias e janelas em fibra de vidro revestida a poliestireno. (FRP). Separadores de gotas do tipo onda em PVC, com três mudanças distintas de direção; Bacia da torre, estrutura e cobertura em betão; Carcaça da torre, plataformas: fibra de vidro revestida a poliéster.	<b>Médio</b>
Tipo de aerossolização	A velocidade do ar através dos separadores de gotas é de 3,8m/s, inferior à velocidade máxima aceite para os separadores de gotas (4 m/s). Não se detetou a presença de gotas ou gotículas na corrente de ar expulsa para a atmosfera.	Baixo
Ponto de emissão de aerossóis. Imediações	Não se deteta arrastamento de gotas pelo penacho da torre e muito menos a presença no ar expulso de aerossóis. Embora existam unidades de tratamento de ar nas imediações, elas encontram-se isoladas no interior de edifícios.	Baixo
Acesso ao interior da torre para limpeza, remoção e desinfecção de materiais	Fácil. Para aceder à parte inferior da torre basta abrir as tampas de visita acessíveis existentes na cobertura; o acesso à bacia é direto. O acesso ao separador de gotas é feito diretamente pelas tampas da cobertura da torre. Para aceder aos distribuidores de água é necessário retirar os separadores de gotas. Existem escadas de acesso à cobertura.	Baixo
Contaminação microbiológica	Não detetada.	Baixo
Tratamento da água	A água deste circuito é transferida para o processo de produção de água quente usada no processo, o que corresponde a uma elevada purga de água, apenas se realiza o tratamento para prevenir o desenvolvimento de microrganismos por aplicação, em contínuo e adição controlada com base no cloro livre, de hipoclorito de sódio (0,5 a 2,0 mg/L Cl <sub>2</sub> ).	Baixo
Presença de biofilme	Não	Baixo
Estado mecânico	Excelente	Baixo
Estado do enchimento, separadores de gotas e distribuidores	Bom.	Baixo
Temperatura da água da bacia da torre	22 a 26 °C	<b>Médio</b>

Tabela 4.5 - Fatores de risco e classificação do risco na Torre 5

Fatores de risco	Torre de arrefecimento 5	Classificação do risco
Tipologia, dimensão e antiguidade	Tiragem mecânica em contracorrente do tipo circulação de ar induzida. Altura do enchimento: 5,6 m. Dimensões da bacia da torre: 5,2X4,0X1,6 m. Idade: >20 anos	<b>Elevado</b>
Escoamento e estagnação da água	O escoamento da água é uniforme e bem distribuído. A bacia da torre é de capacidade adequada, não havendo condições para estagnação. O fundo da bacia da torre tem inclinação em direção à saída.	Baixo
Composição dos materiais: rugosidade e corrosividade	Sistema de distribuição de água em PVC com aspersores de boca larga, tubagem em PVC. Encaixes, paredes divisórias e janelas em fibra de vidro reforçada a poliestireno. (FRP). Enchimento de lâminas onduladas em PVC formando blocos. Separadores de gotas do tipo tubular em PVC; Bacia da torre em betão; Carcaça da torre, plataformas: fibra de vidro reforçada a poliéster. Tubagem do circuito em aço inoxidável e permutadores e condensadores em aço inoxidável e cobre.	<b>Médio</b>
Tipo de aerossolização	A velocidade do ar através dos separadores de gotas é de 2,2m/s, inferior à velocidade máxima aceite para os separadores de gotas (4 m/s). Não se detetou a presença de gotas ou gotículas na corrente de ar expulsa para a atmosfera.	Baixo
Ponto de emissão de aerossóis. Imediações	À volta da torre existem equipamentos instalados em edifícios fechados e a céu aberto. A presença de operadores próximo desta torre é rara.	Baixo
Acesso ao interior da torre para limpeza, remoção e desinfeção de materiais	Fácil. Para aceder à parte inferior da torre basta retirar os antirespingos da bacia. O acesso ao separador de gotas, enchimento e separadores de gotas é feito pelas portas de visita existentes nas paredes laterais da torre.	Baixo
Contaminação microbiológica	Não detetada.	Baixo
Tratamento da água	O tratamento para prevenir o desenvolvimento de microrganismos é feito por aplicação, em contínuo e adição controlada com base no cloro livre, de hipoclorito de sódio (0,5 a 2,0 mg/L Cl <sub>2</sub> ). Para controlo dos processos de corrosão é aplicado um produto contendo um fosfonato, na concentração de 10 mg/L.	Baixo
Presença de biofilme	Sim, na estrutura.	<b>Médio</b>
Estado mecânico	Sofrível.	<b>Médio</b>
Estado do enchimento, separadores de gotas e distribuidores	Sofrível.	<b>Médio</b>
Temperatura da água da bacia da torre	22 a 24 °C	<b>Médio</b>

Tabela 4.6 – Fatores de risco e classificação do risco na Torre 6

Fatores de risco	Torre de arrefecimento 6	Classificação do risco
Tipologia, dimensão e antiguidade	Tiragem mecânica em contracorrente do tipo circulação de ar induzida. Altura do enchimento: 5,8 m. Dimensões da bacia da torre: 14,4X28,8X12,2 m. Idade: >10 anos	Médio
Escoamento e estagnação da água	O escoamento da água é uniforme e bem distribuído. A bacia da torre é de capacidade adequada, não havendo condições para estagnação. O fundo da bacia da torre tem inclinação em direção à saída.	Baixo
Composição dos materiais: rugosidade e corrosividade	Sistema de distribuição de água: tubo de entrada em aço; Tubos de distribuição em PVC; bocais de pulverização largo ECOJET em PP. Encaixes, paredes divisórias, paredes divisórias, parede quebra-vento e janelas em fibra de vidro revestida a poliestireno (FRP). Separadores de gotas do tipo ondular em PVC, com três mudanças distintas de direção; plataformas interiores em FRP. Bacia da torre, estrutura, vigas de suporte do enchimento e separadores de gotas, e cobertura em betão.	Médio
Tipo de aerossolização	A velocidade do ar através dos separadores de gotas é de 2,8 m/s, inferior à velocidade máxima aceite para os separadores de gotas (4 m/s). Não se detetou a presença de gotas ou gotículas na corrente de ar expulsa para a atmosfera.	Baixo
Ponto de emissão de aerossóis. Imediações	À volta da torre existem equipamentos instalados em edifícios fechados e a céu aberto.	Baixo
Acesso ao interior da torre para limpeza, remoção e desinfeção de materiais	Fácil. Para a parte inferior da torre basta abrir as tampas de visita acessíveis existentes na cobertura da parte lateral da bacia (zona onde estão instaladas as linhas de aspiração das bombas). O acesso ao separador de gotas é feito diretamente pelas tampas da cobertura da torre. Para aceder aos distribuidores de água é necessário retirar os separadores de gotas. Existem escadas de acesso.	Baixo
Contaminação microbiológica	Não detetada.	Baixo
Tratamento da água	É feito o tratamento para prevenir o desenvolvimento de microrganismos por aplicação, em contínuo e de forma controlada de hipoclorito de sódio de modo a manter a concentração de cloro livre entre 0,5 e 2,0 mg/L Cl <sub>2</sub> , apoiada pela adição em contínuo de um biodispersante.	Baixo
Presença de biofilme	Sim, na estrutura.	Médio
Estado mecânico	Bom.	Baixo
Estado do enchimento, separadores de gotas e distribuidores	Bom.	Baixo
Temperatura da água da bacia da torre	21 a 24 °C	Médio

Tabela 4.7 - Fatores de risco e classificação do risco na Torre 7

Fatores de risco	Torre de arrefecimento 7	Classificação do risco
Tipologia, dimensão e antiguidade	Fluxo em contracorrente do tipo circulação de ar induzida. Dimensões da bacia da torre: 20,8X10,5X12,2 m. Idade: >20 anos	<b>Elevado</b>
Escoamento e estagnação da água	O escoamento da água é uniforme e bem distribuído. A bacia da torre é de reduzida capacidade, não havendo condições para estagnação. O fundo da bacia da torre tem inclinação em direção à saída.	Baixo
Composição dos materiais: rugosidade e corrosividade	Sistema de distribuição de efluente em aço. Encaixes, paredes divisórias e janelas em fibra de vidro revestida a poliestireno. (FRP). Separadores de gotas Hmoom do tipo onda em PVC, com eficiência de eliminação de gotas superior a 0,01%. Bacia da torre, paredes exteriores, estrutura e cobertura em betão. Suportes em PP e tirantes em aço inox.	<b>Médio</b>
Tipo de aerossolização	A velocidade do ar através dos separadores de gotas é de 3,7 m/s, inferior à velocidade máxima aceite para os separadores de gotas (4 m/s). Os separadores de gotas têm a eficiência de retenção superior a 0,01%. Não se detetou a presença de aerossóis na corrente de ar expulsa para a atmosfera.	Baixo
Ponto de emissão de aerossóis. Imediações	Num raio de mil metros centrado na torre apenas estão incluídas as instalações da indústria. Os operadores são obrigados a usar máscara FFP2.	<b>Médio</b>
Acesso ao interior da torre para limpeza, remoção e desinfeção de materiais	Fácil. Para a parte inferior da torre o acesso é direto. O acesso ao separador de gotas e distribuidor do efluente é feito diretamente pela cobertura da torre. Existem escadas de acesso à cobertura.	Baixo
Contaminação microbiológica	Não detetada.	Baixo
Tratamento da água	Não é possível.	<b>Médio</b>
Presença de biofilme	Sim, na estrutura e superfícies de enchimento.	<b>Médio</b>
Estado mecânico	Deficiente.	<b>Elevado</b>
Estado do enchimento, separadores de gotas e distribuidores	Sofrível.	<b>Médio</b>
Temperatura da água da bacia da torre	22-25 °C	<b>Médio</b>

Tabela 4.8 - Fatores de risco e classificação do risco na Torre 8

<b>Fatores de risco</b>	<b>Torre de arrefecimento 8</b>	<b>Classificação do risco</b>
Tipologia, dimensão e antiguidade	Fluxo em contracorrente do tipo circulação de ar induzida. Dimensões da bacia da torre: 20,8X10,5X12,2 m. Idade: >10 anos	<b>Médio</b>
Escoamento e estagnação da água	O escoamento da água é uniforme e bem distribuído. A bacia da torre é de reduzida capacidade, não havendo condições para estagnação. O fundo da bacia da torre tem inclinação em direção à saída.	Baixo
Composição dos materiais: rugosidade e corrosividade	Sistema de distribuição de efluente em aço. Encaixes, paredes divisórias e janelas em fibra de vidro revestida a poliestireno. (FRP). Separadores de gotas Hmoom do tipo onda em PVC, com eficiência de eliminação de gotas superior a 0,01%. Bacia da torre, paredes exteriores, estrutura e cobertura em betão. Suportes em PP e tirantes em aço inox.	Médio
Tipo de aerossolização	A velocidade do ar através dos separadores de gotas é de 3,7 m/s, inferior à velocidade máxima aceite para os separadores de gotas (4 m/s). Os separadores de gotas têm a eficiência de retenção superior a 0,01%. Não se detetou a presença de aerossóis na corrente de ar expulsa para a atmosfera.	Baixo
Ponto de emissão de aerossóis. Imediações	Num raio de mil metros centrado na torre apenas estão incluídas as instalações da indústria. Os operadores são obrigados a usar máscara FFP2.	<b>Médio</b>
Acesso ao interior da torre para limpeza, remoção e desinfeção de materiais	Fácil. Para a parte inferior da torre o acesso é direto. O acesso ao separador de gotas e distribuidor do efluente é feito diretamente pela cobertura da torre. Existem escadas de acesso à cobertura.	Baixo
Contaminação microbiológica	Detetada.	<b>Médio</b>
Tratamento da água	Não é possível.	<b>Médio</b>
Presença de biofilme	Sim, na estrutura e superfícies de enchimento.	<b>Médio</b>
Estado mecânico	Deficiente.	<b>Elevado</b>
Estado do enchimento, separadores de gotas e distribuidores	Sofrível.	<b>Médio</b>
Temperatura da água da bacia da torre	50 °C	<b>Médio</b>

Tabela 4.1 - Fatores de risco e classificação do risco na Torre 9

<b>Fatores de risco</b>	<b>Torre de arrefecimento 9</b>	<b>Classificação do risco</b>
Tipologia, dimensão e antiguidade	Fluxo em contracorrente do tipo circulação de ar induzida. Dimensões da bacia da torre: 20,8X10,5X12,2 m. Idade: <10 anos	Baixo
Escoamento e estagnação da água	O escoamento da água é uniforme e bem distribuído. A bacia da torre é de reduzida capacidade, não havendo condições para estagnação. O fundo da bacia da torre tem inclinação em direção à saída.	Baixo
Composição dos materiais: rugosidade e corrosividade	Sistema de distribuição de efluente em aço. Encaixes, paredes divisórias e janelas em fibra de vidro revestida a poliestireno. (FRP). Separadores de gotas Hmoom do tipo onda em PVC, com eficiência de eliminação de gotas superior a 0,01%. Bacia da torre, paredes exteriores, estrutura e cobertura em betão. Suportes em PP e tirantes em aço inox.	Médio
Tipo de aerossolização	A velocidade do ar através dos separadores de gotas é de 3,7 m/s, inferior à velocidade máxima aceite para os separadores de gotas (4 m/s). Os separadores de gotas têm a eficiência de retenção superior a 0,01%. Não se detetou a presença de aerossóis na corrente de ar expulsa para a atmosfera.	Baixo
Ponto de emissão de aerossóis. Imediações	Num raio de mil metros centrado na torre apenas estão incluídas as instalações da indústria. Os operadores são obrigados a usar máscara FFP2.	Médio
Acesso ao interior da torre para limpeza, remoção e desinfeção de materiais	Fácil. Para a parte inferior da torre o acesso é direto. O acesso ao separador de gotas e distribuidor do efluente é feito diretamente pela cobertura da torre. Existem escadas de acesso à cobertura.	Baixo
Contaminação microbiológica	Detetada	Médio
Tratamento da água	Não é possível.	Médio
Presença de biofilme	Sim, na estrutura e superfícies de enchimento.	Médio
Estado mecânico	Deficiente.	Elevado
Estado do enchimento, separadores de gotas e distribuidores	Sofrível.	Médio
Temperatura da água da bacia da torre	22-25 °C	Médio

Tabela 4.20 - Fatores de risco e classificação do risco na Torre 10

Fatores de risco	Torre de arrefecimento 10	Classificação do risco
Tipologia, dimensão e antiguidade	Fluxo em contracorrente do tipo circulação de ar induzida. Dimensões da bacia da torre: 20,8X10,5X1,2 m. Idade: <10 anos	Baixo
Escoamento e estagnação da água	O escoamento da água é uniforme e bem distribuído. A bacia da torre é de reduzida capacidade, não havendo condições para estagnação. O fundo da bacia da torre tem inclinação em direção à saída.	Baixo
Composição dos materiais: rugosidade e corrosividade	Sistema de distribuição de água em PVC com aspersores de boca larga, tubagem em PVC. Encaixes, paredes divisórias e janelas em fibra de vidro reforçada a poliestireno. (FRP). Enchimento de lâminas onduladas em PVC formando blocos. Separadores de gotas do tipo tubular em PVC; Bacia da torre em betão; Carcaça da torre, plataformas: fibra de vidro reforçada a poliéster. Tubagem do circuito em aço inoxidável e permutadores e condensadores em aço inoxidável e cobre.	Médio
Tipo de aerossolização	A velocidade do ar através dos separadores de gotas é de 3,7 m/s, inferior à velocidade máxima aceite para os separadores de gotas (4 m/s). Os separadores de gotas têm a eficiência de retenção superior a 0,01%. Não se detetou a presença de aerossóis na corrente de ar expulsa para a atmosfera.	Baixo
Ponto de emissão de aerossóis. Imediações	À volta da torre existem equipamentos instalados em edifícios fechados e a céu aberto. A presença de operadores próximo desta torre é rara.	Baixo
Acesso ao interior da torre para limpeza, remoção e desinfeção de materiais	Fácil. Para a parte inferior da torre o acesso é direto. O acesso ao separador de gotas e distribuidor do efluente é feito diretamente pela cobertura da torre. Existem escadas de acesso à cobertura.	Baixo
Contaminação microbiológica	Não detetada	Baixo
Tratamento da água	Sim	Baixo
Presença de biofilme	Não	Baixo
Estado mecânico	Excelente.	Baixo
Estado do enchimento, separadores de gotas e distribuidores	Excelente.	Baixo
Temperatura da água da bacia da torre	22-25 °C	Médio

Os responsáveis das unidades industriais definiram medidas corretivas, em função dos fatores de risco identificados nas análises de risco realizadas. Essas medidas corretivas encontram-se, de uma forma resumida na Tabela 4.11.

Tabela 4.11 - Ações corretivas em função dos fatores de risco médio e elevados identificados

Fatores de risco	Ações corretivas apresentadas
Antiguidade - Idade da torre > 10 anos	Monitorizar e garantir a eficácia da desinfeção; Reforçar as limpezas da torre e da monitorização analítica.
Composição dos materiais - bacia da torre, estrutura e cobertura em betão	
Presença de biofilme	
Temperatura da água da bacia	
Imediações - proximidade de trabalhadores	Utilizar equipamento de proteção individual adequado

Relativamente às medidas de manutenção preventiva e respetiva periodicidade, na Tabela 4.12, apresenta-se a súmula das mesmas.

Tabela 4.12 - Medidas de manutenção preventiva

Item	Ação	Periodicidade
Revisão dos separadores de gotas, enchimento e conjunto de distribuição de água	Verificar o estado de limpeza e a operacionalidade destes componentes	Anual, ou quando necessário
Estado de limpeza da bacia da torre	Verificar o estado de limpeza e limpar se necessário	Semestral, ou quando necessário
Limpeza e desinfeção do circuito	Efetuar esta operação de acordo com o procedimento adequado	Anual, durante a paragem
Rever o equipamento de doseamento de produtos químicos e sistemas de controlo automático	Verificar estado e operacionalidade de bombas doseadoras e controladores	Trimestral
Verificação do medidor da concentração de cloro livre	Verificar o medidor por comparação com o valor obtido no aparelho de bancada	De acordo com as instruções do fabricante
Calibração do medidor de pH	Utilizar os padrões de pH	De acordo com as instruções do fabricante
Calibração do condutivímetro	Utilizar uma solução padrão adequada	De acordo com as instruções do fabricante
Verificação do programa de tratamento de água	Realizar o controlo físico-químico e microbiológico programado e comparar resultados com os requisitos de controlo	Quinzenal
Revisão do programa de tratamento de água e procedimentos	-	Anual

## 4.2. Planos de monitorização e resultados analíticos

Os planos de monitorização, apresentados pelas unidades industriais, foram definidos considerando os pontos críticos do sistema/equipamento identificados nas análises de risco realizadas pelas indústrias.

Relativamente aos pontos de amostragem, de um modo geral tiveram em conta os pontos críticos identificados, e foram os seguintes:

- Meio de enchimento (biofilme);
- Tanque de inferior da torre de arrefecimento (água e biofilme);
- Circuito de retorno (água).

Na Tabela 4.13 apresentam-se os parâmetros monitorizados e os respetivos métodos para a sua determinação e periodicidade, apresentados pelas unidades industriais.

Tabela 4.13 - Parâmetros de controlo de qualidade da água

Parâmetro	Método	Periodicidade
Condutividade	Eletrometria	Diário/Contínuo
Desinfetante	Espectrofotometria ou colorimetria	Contínuo
pH	Eletrometria	Contínuo
Alcalinidade total	Volumetria	Mensal
Cloretos	Volumetria	Mensal
Dureza total	Volumetria	Mensal
Cálcio	Volumetria	Mensal
Magnésio	Volumetria	Mensal
Número de concentração	Cálculo	Mensal
Ferro total	Espectrofotometria ou colorimetria	Mensal
Inibidor de corrosão	De acordo com o princípio ativo	Mensal
Temperatura	Termómetro de imersão de leitura direta	Mensal
Turvação	Nefelometria	Mensal
Sulfatos	Turbidimetria	Mensal
Índice de Langelier	Cálculo, base 60 °C	Mensal
Número de colónias a 36 °C	Norma ISO 6222	Mensal
<i>Legionella spp</i> <i>Legionella pneumophila</i>	Norma ISO 11731	Mensal

### 4.3. Medidas de manutenção corretivas

As medidas de manutenção corretivas, definidas pelos responsáveis das indústrias, a aplicar em função dos resultados analíticos, na generalidade, estão de acordo com o previsto na Parte B do Anexo I da Portaria n.º 25/2021 de 29 de janeiro, torres de arrefecimento e condensadores evaporativos, sistemas de arrefecimento de água de processo industrial, sistemas de arrefecimento de cogeração e humidificadores (alínea a) do n.º 1 do artigo 2.º da Lei n.º 52/2018, de 20 de agosto). Na Tabela 4.14 descrevem-se as ações corretivas em função dos resultados analíticos, relativamente a parâmetros físico-químicos definidos.

Tabela 4.14 - Ações corretivas em função dos resultados analíticos-parâmetros físico-químicos

Parâmetro	Valor de referência	Ação corretiva
Concentração do desinfetante	0,5 - 1 mg/L $Cl_2$ ou 2,0 - 5,0 $Br_2$	Rever e ajustar o sistema de dosagem do desinfetante. Verificar o medidor da concentração do desinfetante instalado em linha. Verificar se a bomba doseadora funciona corretamente. Verificar se existe produto no reservatório.
pH	7,5 - 8,2	Rever e ajustar o sistema de dosagem do ácido. Calibrar o medidor de pH instalado em linha. Verificar se a bomba doseadora funciona corretamente. Verificar se existe produto no reservatório.
Turvação	< 4 NTU	Determinar a causa do aumento de turvação e procurar eliminá-la. Aumentar a purga do circuito. Remover as partículas por filtração. Recomenda-se filtrar um caudal de água equivalente a um mínimo de 2 renovações da quantidade de água disponível no circuito.
Ferro total	< 1,0 mg/L Fe	Determinar a concentração de ferro na água de compensação. Rever o programa de tratamento químico da água do circuito ou da água de compensação.

Relativamente aos resultados analíticos de *Legionella spp* na Tabela 4.15 apresentam-se de forma resumida as medidas a adotar. Aquando da deteção da presença de *Legionella pneumophila*, e sendo que a mesma deve estar ausente, a sua presença será classificada como risco elevado, pelo que as medidas a implementar serão as mesmas que aquando de resultados analíticos de *Legionella spp* superiores a 10 000 UFC.

Tabela 4.15 - Medidas a adotar em função dos resultados analíticos de *Legionella spp*

Classificação do risco	<i>Legionella</i> spp. (UFC/L)	Medidas
Muito baixo	Não detetada	Manter a aplicação do Plano.
Baixo	<1000	Manter a aplicação do Plano e reforçar a monitorização, aumentando a frequência de análise dos parâmetros físico-químicos. Verificar se estão de acordo com os limiares estabelecidos. Assegurar que o programa de tratamento de água está a funcionar corretamente. Ajustar, se necessário, o doseamento do desinfetante de modo a garantir os requisitos de controlo, de preferência mais próximo do valor máximo, e, se necessário e possível, a correção do pH e adotar as medidas corretivas apropriadas. Verificar se é necessário realizar uma desinfecção preventiva sem interromper o funcionamento da instalação. Colher nova amostra de água no prazo de 48 a 72 horas, (para avaliação preliminar que permita aferir da eficácia preliminar das medidas corretivas adotadas). Colher nova amostra decorridos 15 a 20 dias da intervenção para avaliação conclusiva da eficácia das medidas corretivas adotadas. Atuar em conformidade com a classificação de risco associada aos resultados analíticos obtidos.
Moderado	1000-10 000	Rever o programa de operação e manutenção a fim de estabelecer ações corretivas que diminuam a concentração de <i>Legionella</i> , ajustando, se necessário, o doseamento do desinfetante e a correção do pH e adotando outras medidas corretivas apropriadas. Adotar as medidas corretivas previstas no Plano, incluindo uma limpeza e desinfecção preventiva. Colher nova amostra de água no prazo de 48 a 72 horas, (para avaliação preliminar) que permita aferir da eficácia preliminar das medidas corretivas adotadas. Colher nova amostra decorridos 15 a 20 dias da intervenção para avaliação conclusiva da eficácia das medidas corretivas adotadas. Atuar em conformidade com a classificação de risco associada aos resultados analíticos obtidos. Rever o Plano, incluindo a avaliação do risco e as ações ou medidas preventivas
Elevado	≥10 000	Suspender o funcionamento do equipamento e proceder a uma avaliação do sistema. Adotar medidas corretivas previstas no Plano tais como: esvaziar o equipamento, limpar, desinfetar com possível recurso a choque químico e, se necessário, reforçar a dosagem de biocida, antes de retomar o funcionamento. Colher nova amostra no prazo de 48 a 72 horas para avaliação preliminar. Colher nova amostra decorridos 10 a 15 dias da intervenção para uma primeira avaliação da eficácia das medidas corretivas adotadas. Atuar em conformidade com a classificação de risco associada aos resultados analíticos obtidos. Colher nova amostra decorrido 1 mês da intervenção para avaliação conclusiva da eficácia das medidas corretivas adotadas. Atuar em conformidade com a classificação de risco associada aos resultados analíticos obtidos. Rever o Plano, incluindo a avaliação do risco e identificar novas ações corretivas.

## 4.4. Resultados e discussão

A caracterização da tipologia de risco definido na análise de risco, pelos responsáveis dos equipamentos estudados – torres de arrefecimento, encontra-se sintetizada na Figura 4.1.

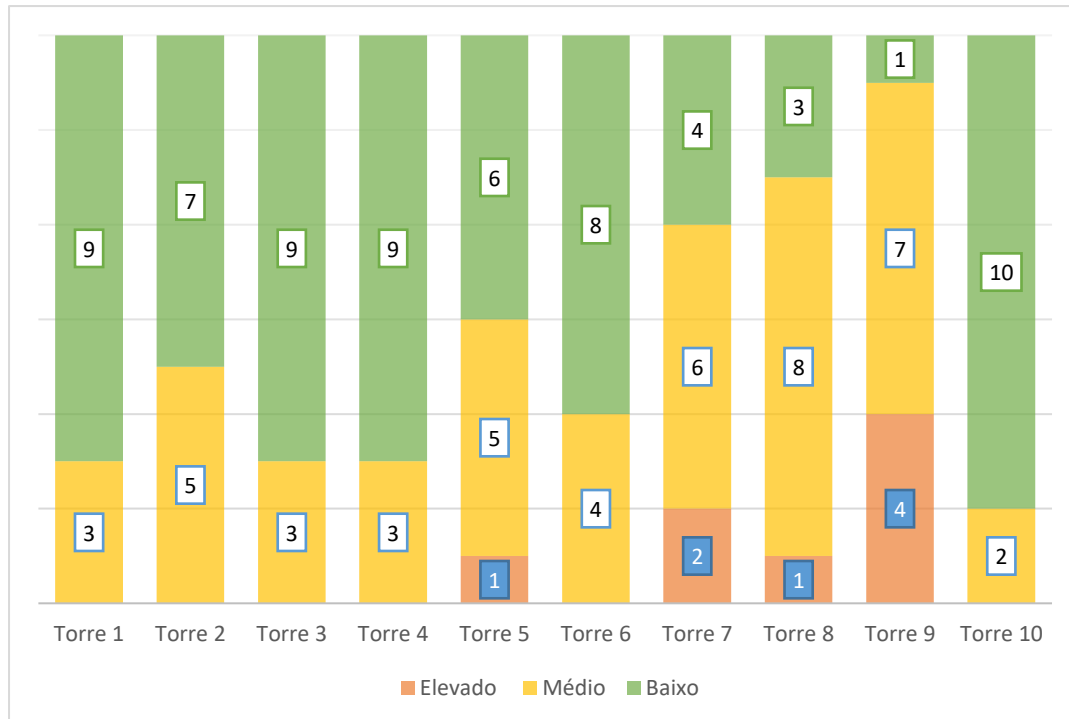


Figura 4.1 – Caracterização da tipologia de risco atribuídos a cada torre de arrefecimento (n=10)

O número de ocorrências associadas aos fatores de risco assinalados no universo das 10 torres foram as que se apresentam na Figura 4.2.

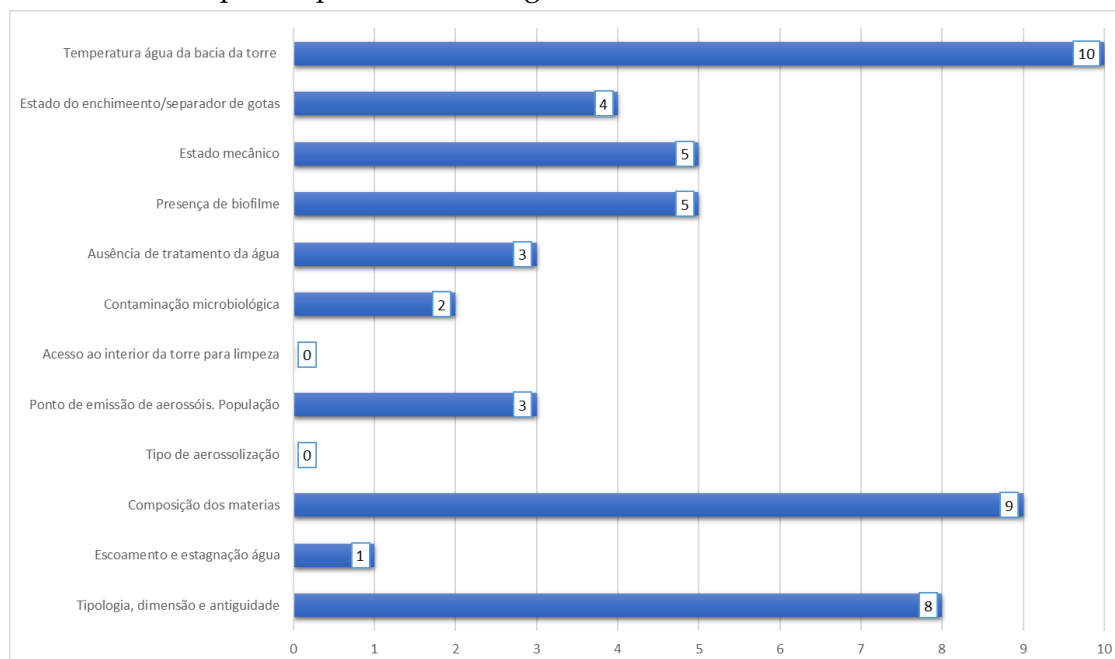



Figura 4.2 – Número de ocorrências associadas aos fatores de risco no universo das torres 1 a 10

Na Tabela 4.16 encontram-se resumidos os pontos críticos mais referidos nas análises de risco estudadas, e que os responsáveis das indústrias consideraram mais relevantes.

Tabela 4.16 - Pontos críticos mais assinalados na análise de risco

	<p>Os separadores de gotas acumulam sujidade com muita facilidade, particularmente biofilme, diminuindo a área de passagem do ar e aumentando a velocidade do ar e, conseqüentemente, o arrastamento de gotas de água.</p>
	<p>Sujidade nos pilares das torres, nos canais que recolhem os escorrimentos de água e a devolvem às bacias, e nas respetivas bacias. Presença de biofilme.</p>
	<p>Desenvolvimento de condições ótimas à proliferação da bactéria <i>Legionella</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- temperatura da água entre 21 e 50 °C;</li><li>- concentração de nutrientes;</li><li>- estagnação de água;</li><li>- incidência da luz solar.</li></ul>

Neste trabalho, tendo em conta os fatores de risco que podem contribuir para o desenvolvimento e proliferação da bactéria *Legionella*, optou-se por analisar os resultados de pH, cloro livre, ferro, temperatura, número de colónias a 36°C, *Legionella spp* e *Legionella pneumophila*.

Considerando que as obrigações legais que determinam os procedimentos técnicos para a realização do programa de monitorização e tratamento da qualidade da água foram apenas definidas pelo Despacho n.º 1547/2022, de 8 de fevereiro, e que quer os critérios quer a periodicidade só começaram a ser instituídos a partir dessa data, neste trabalho não iremos abordar estes aspetos considerando o referido despacho.

Os resultados analíticos (apresentados no Anexo I) são provenientes dos planos de monitorização das 10 torres de arrefecimento e referentes ao período de 2 anos, 2020 e 2021.

Na Tabela 4.17, apresentam-se os respetivos valores paramétricos de referência, considerados pelas responsáveis das indústrias, nos planos de monitorização da qualidade da água inerente às torres de arrefecimento.

Tabela 4.17 - Valores paramétricos de referência para a água de arrefecimento

Parâmetro	Unidades	Valores de referência
pH	Escala de pH	7,5 – 8,2
Cloro livre	mg/l Cl <sub>2</sub>	0,5 a 2,0
Ferro total	mg/l Fe	<1,0
Número de colónias a 36 °C	UFC/ml	<1,0 x 10 <sup>6</sup>
<i>Legionella spp.</i>	UFC/L	<10 <sup>2</sup>
<i>Legionella pneumophila</i>	UFC/L	0

Na Figura 4.3 apresentam-se, de forma cumulativa os valores de percentagem de cumprimento dos valores de referência dos paramétricos estudados nas 10 torres.

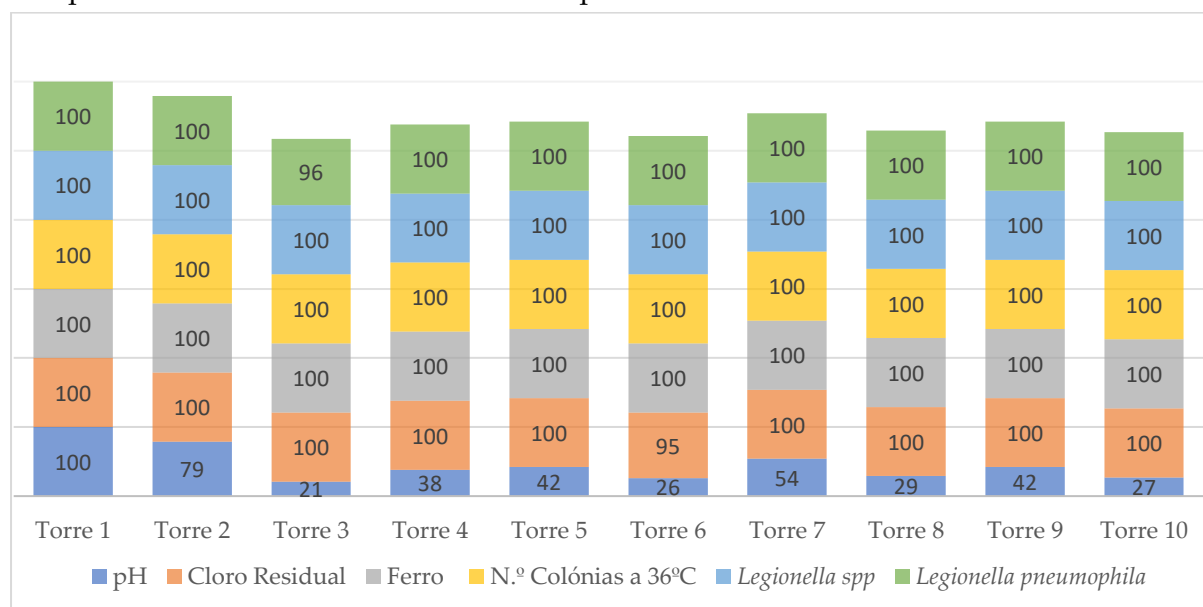


Figura 4.3 – Percentagem cumulativa de cumprimento dos valores de referência dos parâmetros estudados nas 10 torres

Pelo facto de os responsáveis das indústrias terem solicitado o anonimato das mesmas e a confidencialidade dos respetivos resultados, de modo a não serem associadas aos dados facultados, não foi possível realizar a georreferenciação dos equipamentos com vista à criação de um mapa de risco.

No que diz respeito às análises de risco, importa referir que de uma perspetiva de avaliação do risco em saúde pública, considera-se que a classificação do risco deveria ser revista nos fatores de risco que se assinalam na Tabela 4.18.

Tabela 4.18 - Classificação de risco numa perspetiva de saúde pública

Fatores de risco	Torre de arrefecimento	Classificação de risco - Indústrias	Classificação de risco – Saúde Pública
Ponto de emissão de aerossóis. Imediações	Proximidade de trabalhadores, população e/ou aglomerados populacionais.	Médio	Elevado
Contaminação microbiológica	Detetada	Médio	Elevado
Tratamento da água	Não é possível.	Médio	Elevado
Presença de biofilme	Sim	Médio	Elevado
Temperatura da água da bacia da torre	22-50 °C	Médio	Elevado

Considera-se que o risco de exposição a aerossóis eventualmente contaminados, quer de trabalhadores e/ou população em geral, é sempre elevado. Relativamente a fatores de risco considerados como possíveis indicadores da presença de *Legionella*, o risco também deverá ser considerado sempre como elevado.

Relativamente aos resultados analíticos, e no que se refere ao parâmetro pH registou-se uma média de 47,71% de incumprimentos do valor referência. A contribuir para este facto podem estar:

- a qualidade da água que abastece as torres de arrefecimento, que em todas elas é origem própria (furos) em que o único tratamento aplicado é uma desinfecção;
- a monitorização e adequação do tratamento em contínuo, com todas as falhas técnicas e dificuldade nos ajustes que isso pode acarretar;
- a manutenção a cargo de empresas de serviço externo, não envolvendo muitas vezes os próprios serviços de manutenção, revelou-se em alguns casos ineficaz.

Importa ainda referir que com estes desajustes de pH, e mais concretamente valores em situações de pH altos (pH>8) a eficiência da desinfecção fica comprometida, reduzindo a barreira sanitária e proporcionando condições para que a bactéria *Legionella* se desenvolva. Como se pode verificar na torre 3.

A desinfecção é mais eficaz a pH compreendidos entre 7,0-7,6, dada a predominância de HOCl, que tem maior poder desinfetante. Quando se trata de pH altos prevalece o ião ClO<sup>-</sup>, que tem menor poder desinfetante, o que conduz a perda na eficácia da desinfecção.

No que concerne ao resultado positivo de *Legionella pneumophila*, podem ter contribuído para esta ocorrência as condições climáticas propícias ao seu desenvolvimento, os desajustes de pH e eventual consequência da ineficácia da desinfecção.

A respectiva indústria implementou as medidas corretivas previstas e comunicou (como previsto na legislação) à autoridade de saúde, tendo os serviços de saúde pública realizado uma investigação ambiental, de modo a apurar se as medidas corretivas tinham sido as adequadas. Foram apresentados resultados analíticos que evidenciaram a ausência da bactéria *Legionella pneumophila* na torre em questão, o que revelou que as medidas adotadas foram eficazes.

## CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Com a realização deste trabalho concluiu-se que de um modo geral, os planos de prevenção e controlo da proliferação e disseminação da bactéria *Legionella* estão bem definidos, nomeadamente ao nível da análise de risco, das medidas de manutenção preventivas e corretivas contempladas e dos planos de monitorização, que refletem precisamente a eficácia dos respetivos planos. No entanto, necessitam de algumas melhorias do ponto de vista da proteção da saúde pública. Pelo que nas análises de risco, importa incluir mais dados sobre a população nas imediações das torres de arrefecimento (trabalhadores e/ou população em geral).

A maioria das empresas recorre a serviços externos, para consultadoria e/ou para elaboração dos planos e/ou acompanhamento da implementação dos mesmos. Se por um lado a experiência deste tipo de serviços revelou-se uma mais-valia, por outro leva à padronização das análises de risco e generalização das medidas de manutenção, não havendo uma adaptação mais adequada à situação.

Importa referir que urge conceber a plataforma prevista na Lei n.º 52/2018, de 20 de agosto, e que permitirá o registo e georreferenciação de equipamentos de risco elevado e o acesso dos profissionais de saúde pública a informação relevante no âmbito da avaliação e gestão do risco.

Face aos constrangimentos apresentados por parte de algumas empresas, relativamente à confidencialidade dos dados, não foi possível realizar a abordagem prevista, e que incluiria a georreferenciação e a incorporação de vários dados num sistema de informação geográfica (SIG). Os SIG permitem visualizar, analisar e interpretar dados para compreender relações, padrões e revelam conhecimentos profundos sobre dados, tal como padrões, relações e situações, ajudam os utilizadores a tomar decisões inteligentes (ESRI Portugal, 2022).

Uma vez que o controlo de *clusters* e/ou surtos de DL depende da rápida obtenção de dados descritivos epidemiológicos em confronto com a informação ambiental, de forma a identificar a fonte e implementar medidas céleres e eficazes, a disponibilização de mapas de risco recorrendo a SIG, será com certeza um contributo que permitirá uma resposta mais eficiente a todos os intervenientes.

Aquando da investigação epidemiológica do surto de DL em Vila Franca de Xira recorreu-se a SIG (Figura 5.1), e entidades como a Organização Mundial de Saúde (OMS) promovem a utilização dessa ferramenta.

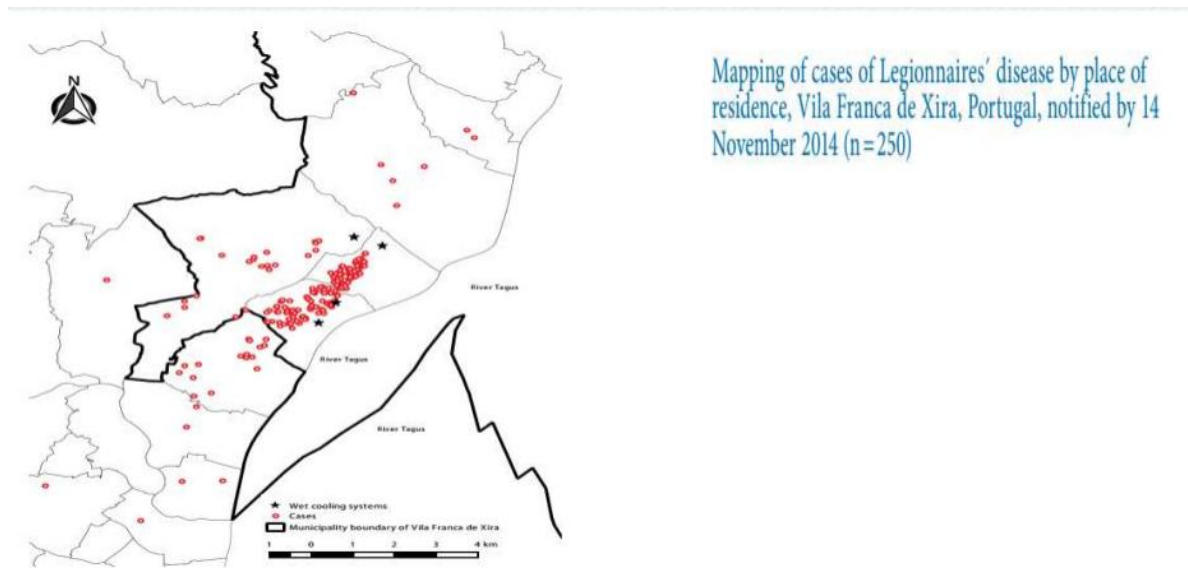


Figura 5.1 – Mapa de risco surto de DL em Vila Franca de Xira  
Fonte: Shivani, et al., 2014

Considerando que já existem ferramentas SIG concebidas pelas Câmaras Municipais (Figura 5.2) entre outras entidades, nomeadamente no âmbito do ordenamento do território, seria prodente que as mesmas agregassem dados relativos à população vulnerável, e se tornassem acessíveis aos serviços de saúde pública com vista ao apoio ao PVSDL.

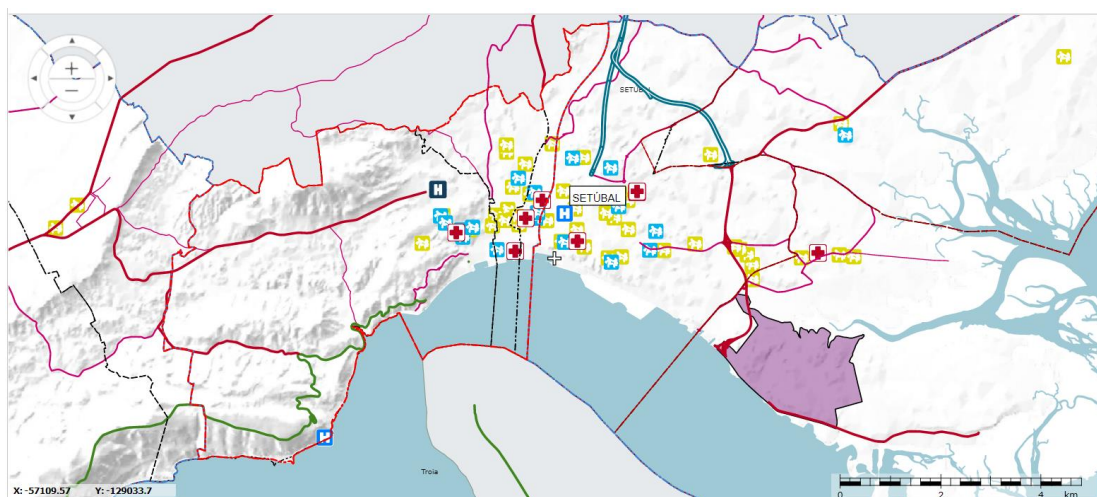


Figura 5.2 – Mapeamento de estabelecimentos de saúde, de educação, e zona industrial  
Fonte: Geoportal de Setúbal, Município de Setúbal, 2022

A libertação de aerossóis contaminados para o ar ambiente, a partir de uma torre de arrefecimento representam risco elevado para a população nas suas imediações, pois a pluma pode propagar-se por vários quilómetros. Uma avaliação epidemiológica e ambiental suportada por modelos que integrem dados meteorológicos, como temperatura registada, humidade relativa e informação sobre ventos dominantes (velocidade e direção), será certamente uma ferramenta que permitirá otimizar a resposta dos serviços de saúde pública quer ao nível da prevenção da doença e da promoção da saúde quer ao nível da resposta a situações de surto. A Figura 5.3 apresenta exemplos de modelação da deslocação da pluma de contaminação de uma torre de arrefecimento, num curto espaço de tempo (Ulleryd, et al., 2012).

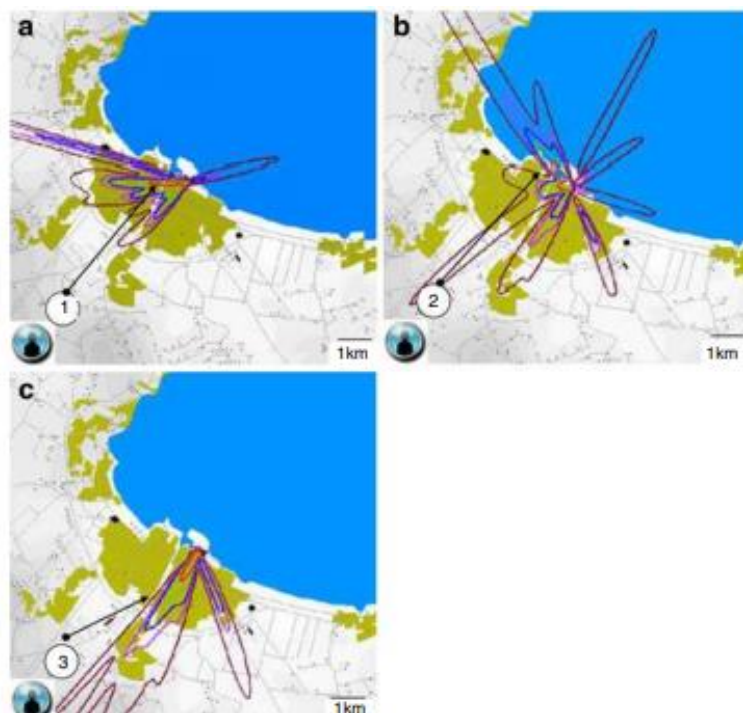


Figura 5.3 – Modelação da pluma de contaminação de uma torre de arrefecimento  
Fonte: Ulleryd, et al., 2012

Em diversos planos de adaptação às alterações climáticas é comum prever-se um aumento da temperatura média, uma maior incidência de picos de períodos de seca e de chuvas intensas, pelo que se considera que estes fatores podem potenciar as condições de desenvolvimento da bactéria *Legionella*.

Havendo obrigações legais definidas, importa, estabelecer parcerias e articulações que promovam canais de comunicação que envolvam todos os intervenientes, ajustar os sistemas de informação e comunicação às necessidades dos utilizadores e envolver todas partes interessadas. Só assim será garantido o fluxo da informação e o contributo para uma melhor saúde pública.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo, IP. - Doença dos Legionários, <https://www.arslvt.min-saude.pt/pages/299> acedido em: mar.13, 2022;

Barreiros C., “Procedimentos de prevenção de doença dos legionários - Torres de Arrefecimento e Condensadores Evaporativos”, Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo, IP. 2015;

Bartram, J., Chartier Y., Lee J., Surman-Lee K., Legionella and the prevention of legionellosis, World Health Organization, 2007;

Benoliel M., Fernando A., Diegues, Prevenção e Controlo de *Legionella* nos Sistemas de Água” Comissão Setorial para Água, Instituto Português da Qualidade

Borges A., Simões M., Martinez-Murcia A., Saavedra M. J., “Detection of *Legionella spp.* in Natural and Man-made Water Systems Using Standard Guidelines” Journal of Microbiology Research 2012;

Centers for Disease Control and Prevention <https://www.cdc.gov/legionella/about/causes-transmission.html> acedido em: mar.25, 2022

Chasqueira M., “Doença dos Legionários: Estudo da diversidade de isolados de Legionella obtidos em Portugal, 1987-2016”, Tese de doutoramento, Universidade Nova de Lisboa, 2017;

Circular Normativa nº 14/DA de 21/08/2009, da Direção Geral da Saúde- Programa de Vigilância Sanitária de Piscinas;

Circular Normativa nº 6/DT de 22/04/2004, da Direção Geral da Saúde - Programa de Vigilância Epidemiológica Integrada da Doença dos Legionários: Investigação Epidemiológica;

Circular Normativa nº 5/DEP de 22/04/2004, da Direção Geral da Saúde - Programa de Vigilância Epidemiológica Integrada da Doença dos Legionários: Notificação Clínica e Laboratorial de Caso;

Declaração de Retificação n.º 7/2021, de 24 de fevereiro - Retifica a Portaria n.º 25/2021, de 29 de janeiro, que estabelece a classificação do risco e as medidas mínimas, em função da avaliação do risco de contaminação e disseminação da bactéria *Legionella*, no âmbito do programa de monitorização e tratamento da água;

Despacho nº 1547/2022, de 8 fevereiro - Determina os procedimentos técnicos para a realização do Programa de Monitorização e Tratamento da Qualidade da Água;

Despacho n.º 10285/2017, de 27 de novembro - Programa de Intervenção Operacional de Prevenção Ambiental de *Legionella* (PIOPAL);

Diegues, P., Workshop “Prevenção e Controlo de Legionella nos Sistemas de Água”, Direção Geral da Saúde, 2018;

Direção Geral da Saúde - Doença dos Legionários, <https://www.dgs.pt/doenca-dos-legionarios.aspx>, acessado em: fev.13, 2022;

ESRI Portugal - Sistemas e Informação Geográfica, <https://www.esri-portugal.pt/> acessado em: fev.20, 2022;

Esteves, A. e Pacheco, P (2011). Jacúzis e Banheiras de Hidromassagem - Manual das Boas Práticas para Controlo de Riscos. Departamento de Saúde Pública da ARSLVT, IP;

European Centre for Disease Prevention and Control <https://www.ecdc.europa.eu/en/legionnaires-disease> acessado em: mar 13, 2022;

European Centre for Disease Prevention and Control, European Technical Guidelines for the prevention, control and investigation of infections caused by *Legionella* species, 2019;

Gonçalves P., Lavado P., Bettencourt C., Simões M., " A doença dos legionários em Portugal, 2010-2013: resultados da vigilância laboratorial no âmbito do Programa de Vigilância Epidemiológica Integrada da Doença dos Legionários, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2014;

Geoportal de Setúbal - Município de Setúbal <https://sig.mun-setubal.pt/websigetubal/> acessado em: mar 06, 2022;

Kusnetsov J., Neuvonen L., Korpio T., Uldum S., Mentula S., Putus T., Minh N., Martimo, "Two Legionnaires´disease cases associated with industrial waste water treatment plants: a case report" BMC Infectious Diseases **10**:343, 2010

Lei n.º 40/2019, de 21 de junho - Atribui aos técnicos de saúde ambiental a competência para a colheita de amostras de água e de biofilmes em situações de *cluster* ou surto, procedendo à primeira alteração à Lei n.º 52/2018, de 20 de agosto;

Lei n.º 52/2018, de 20 de agosto - Estabelece o regime de prevenção e controlo da doença dos legionários e procede à quinta alteração ao Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto;

Lei n.º 81/2009, de 21 de agosto, preconiza um sistema de vigilância em saúde pública, que identifica situações de risco, recolhe, atualiza, analisa e divulga os dados relativos a doenças transmissíveis e outros riscos em saúde pública;

Madeira C., Barreiros C., “Procedimentos de prevenção de doença dos legionários - termoacumuladores”, Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo, IP. 2016;

Matos, A., Barreiros C., Pité-Madeira C., Noronha V., Dias C., Pacheco P., Ribeiro L, Programa de Vigilância Sanitária de Prevenção da Doença dos Legionários - Orientações. Departamento de Saúde Pública da ARSLVT, IP. Julho de 2018;

Norma n.º 024/2017, de 15 de novembro 2017, da Direção Geral da Saúde- Prevenção e Controlo Ambiental da bactéria *Legionella* em Unidades de Saúde;

Orientação n.º 021/2017, de 15 de novembro de 2017, da Direção Geral da Saúde - Doença dos Legionários: Vigilância e Investigação Epidemiológica;

Orientação n.º 020/2017 de 15/11/2017, da Direção Geral da Saúde - Diagnóstico laboratorial de Doença dos Legionários e pesquisa de *Legionella* em amostras ambientais;

Pité-Madeira, C., "Prevenção e Controlo da Legionela", Instituto Politécnico de Setúbal, 2018;

Portaria n.º 25/2021, de 29 de janeiro - Estabelece a classificação do risco e as medidas mínimas a serem adotadas pelos responsáveis dos equipamentos, redes e sistemas, previstos no artigo 2.º da Lei n.º 52/2018, de 20 de agosto;

Rakić A., Perić J., Foglar L., " Influence of temperature, chlorine residual and heavy metals on the presence of Legionella pneumophila in hot water distribution systems, *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 2012, Vol 19, No 3, 343-348;

Shivani T., Sousa Pinto C., Oliveira Serra L., Valente J., Machado J., Marques T., Carvalho L., Nunes B., Vasconcelos P., Legionnaire Disease Vila Franca -Portugal, 2014;

Ulleryd P., Hugosson A., Allestam G., Bernander S., Claesson B., Eilertz I., Hagaeus A., Hjorth M., Johansson A., Jong B., Lindqvist A., Nolskog P., Svensson N., Legionnaires' disease from a cooling tower in a community outbreak in Lidköping, Sweden epidemiological, environmental and microbiological investigation supported by meteorological modelling, *BMC Infectious Diseases* **12**:2-9, 2012;

Vaccaro L, Izquierdo F, Magnet A, Hurtado C, Salinas MA, Gomes TS, et al. (2016) First Case of Legionnaire's Disease Caused by Legionella anisa in Spain and the Limitations on the Diagnosis of Legionella non- pneumophila Infections. *PLoS ONE* 11(7): e0159726. doi: 10.1371/journal.pone.0159726, 2016

World Health Organization, Legionellose (who.int) <http://www.cdc.gov/legionella>, acessado em: fev.02, 2022.



## **ANEXOS**



**ANEXO I - RESULTADOS ANALITICOS  
POR TORRE DE ARREFECIMIENTO**

Anexo I.1 - Resultados analíticos torre 1 (2020-2021)

Data	pH	Cloro livre	Ferro	Temperatura	Nº Colónias a 36°C	<i>Legionella spp</i>	<i>Legionella pneumophila</i>
	Escala de pH	mg/l Cl <sub>2</sub>	mg/l Fe	°C	UFC/ml	UFC/L	UFC/L
jan/20	7,96	2,10	0,26	23,4	1,00E-01	0	0
fev/20	7,84	1,36	0,27	25,9	1,40E+01	0	0
mar/20	7,81	2,37	0,12	26,2	8,10E+01	0	0
abr/20	8,03	1,60	0,21	25,4	1,00E-01	0	0
mai/20	8,08	2,68	0,11	27,7	1,76E+02	0	0
jun/20	7,81	2,11	0,12	30,0	2,90E+03	0	0
jul/20	7,81	2,42	0,20	29,4	3,30E+03	0	0
ago/20	7,67	0,88	0,10	31,7	5,40E+02	0	0
set/20	7,65	3,12	0,13	27,2	6,80E+02	0	0
out/20	8,13	0,73	0,13	29,2	1,80E+04	0	0
nov/20	7,95	1,86	0,11	30,3	7,40E+02	0	0
dez/20	7,89	1,03	0,10	25,3	2,34E+02	0	0
jan/21	7,31	0,75	0,12	18,8	2,60E+01	0	0
fev/21	7,82	1,23	0,11	24,9	1,60E+01	0	0
mar/21	7,74	1,08	0,48	24,4	4,30E+02	0	0
abr/21	8,08	0,98	0,16	26,6	4,80E+02	0	0
mai/21	8,08	1,33	0,32	27,3	5,60E+02	0	0
jun/21	7,95	1,74	0,13	27,9	3,60E+01	0	0
jul/21	8,03	0,62	0,11	27,7	5,10E+03	0	0
ago/21	7,96	0,91	0,10	30,2	7,60E+01	0	0
set/21	7,93	0,79	0,11	31,0	3,60E+01	0	0
out/21	7,88	1,20	0,10	28,9	1,90E+03	0	0
nov/21	8,23	0,89	0,29	24,1	7,50E+01	0	0
dez/21	8,05	0,17	0,11	26,7	2,30E+03	0	0

Anexo I.2 - Resultados analíticos torre 2 (2020-2021)

Data	pH	Cloro livre	Ferro	Temperatura	Nº Colónias a 36°C	Legionella spp	Legionella pneumophila
	Escala de pH	mg/l Cl2	mg/l Fe	°C	UFC/ml	UFC/L	UFC/L
jan/20	8,05	3,71	0,24	30,4	7,90E+01	0	0
fev/20	8,07	2,68	0,23	27,6	1,00E-01	0	0
mar/20	8,11	2,78	<0,05	25,7	6,10E+01	0	0
abr/20	8,15	2,44	0,12	23,3	1,00E-01	0	0
mai/20	8,21	4,82	0,13	22,6	3,90E+01	0	0
jun/20	8,09	3,96	0,12	32,0	2,80E+03	0	0
jul/20	8,10	3,12	0,17	29,2	2,10E+02	0	0
ago/20	8,01	2,10	0,86	29,2	4,60E+02	0	0
set/20	8,15	1,56	0,18	29,4	2,80E+02	0	0
out/20	8,39	1,38	0,15	29,6	4,20E+02	0	0
nov/20	8,08	0,96	0,15	29,8	2,66E+02	0	0
dez/20	8,11	0,85	0,09	25,0	1,00E-01	0	0
jan/21	8,31	1,06	0,12	16,8	1,00E-01	0	0
fev/21	8,13	1,19	0,21	24,5	2,40E+01	0	0
mar/21	8,02	1,20	0,21	24,3	9,00E+01	0	0
abr/21	8,16	0,99	0,17	26,9	3,00E+01	0	0
mai/21	7,95	0,87	0,15	27,1	2,70E+02	0	0
jun/21	7,97	0,98	0,1	26,6	7,70E+03	0	0
jul/21	8,21	1,04	0,11	21,2	5,50E+03	0	0
ago/21	7,98	1,23	0,13	28,7	4,70E+03	0	0
set/21	8,22	1,04	0,18	31,3	8,00E+01	0	0
out/21	8,10	0,99	<0,05	31,4	3,60E+02	0	0
nov/21	8,10	1,40	0,26	26,8	6,30E+01	0	0
dez/21	8,19	0,79	0,27	29,7	1,60E+03	0	0

Anexo I.3 - Resultados analíticos torre 3 (2020-2021)

Data	pH	Cloro livre	Ferro	Temperatura	Nº Colónias a 36°C	<i>Legionella spp</i>	<i>Legionella pneumophila</i>
	Escala de pH	mg/l Cl <sub>2</sub>	mg/l Fe	°C	UFC/ml	UFC/L	UFC/L
jan/20	8,28	1,67	0,27	18,0	1,00E-01	0	0
fev/20	8,02	1,04	0,52	20,7	1,00E-01	0	0
mar/20	8,24	0,59	<0,05	20,8	1,00E-01	0	0
abr/20	8,25	0,97	0,16	20,4	3,80E+01	0	0
mai/20	8,37	1,11	0,20	22,8	1,00E-01	0	0
jun/20	8,15	0,85	0,20	25,2	7,50E+02	0	0
jul/20	8,30	0,63	0,22	25,3	1,70E+02	0	0
ago/20	8,24	1,17	0,11	25,2	4,30E+03	0	0
set/20	8,38	0,99	0,25	26,4	8,60E+02	0	0
out/20	8,45	0,92	0,17	24,6	4,90E+02	0	0
nov/20	8,29	1,15	0,31	24,1	6,50E+01	0	0
dez/20	8,26	0,94	0,13	21,1	3,80E+01	0	0
jan/21	8,26	1,89	0,15	18,3	1,00E-01	0	0
fev/21	8,12	2,67	0,18	20,0	4,00E+00	0	0
mar/21	8,12	1,84	0,28	20,3	1,00E-01	0	0
abr/21	8,30	1,76	0,22	21,3	5,80E+03	0	0
mai/21	8,22	4,35	0,28	22,7	2,15E+02	0	0
jun/21	8,23	2,74	0,19	22,8	2,50E+04	0	0
jul/21	8,50	2,18	0,80	22,8	5,30E+03	0	0
ago/21	8,17	1,53	0,10	25,7	1,00E+03	0	0
set/21	8,22	1,29	0,27	25,8	8,90E+01	0	0
out/21	8,50	0,84	0,17	27,5	2,00E+02	0	0
nov/21	8,47	1,02	0,20	19,7	6,30E+01	0	0
dez/21	8,20	1,01	0,45	21,9	2,82E+02	0	50

Anexo I.4 - Resultados analíticos torre 4 (2020-2021)

Data	pH	Cloro livre	Ferro	Temperatura	Nº Colónias a 36°C	<i>Legionella spp</i>	<i>Legionella pneumophila</i>
	Escala de pH	mg/l Cl <sub>2</sub>	mg/l Fe	°C	UFC/ml	UFC/L	UFC/L
jan/20	8,46	0,93	0,15	17,3	1,00E-01	0	0
fev/20	8,47	0,84	<0,05	20,5	6,00E+00	0	0
mar/20	8,68	1,22	0,08	19,3	1,00E-01	0	0
abr/20	8,55	1,03	<0,05	17,1	1,00E-01	0	0
mai/20	8,80	2,46	0,13	22,6	1,00E-01	0	0
jun/20	8,55	0,95	<0,05	25,6	5,20E+04	0	0
jul/20	8,72	1,86	0,13	27,0	1,09E+02	0	0
ago/20	8,58	1,18	<0,05	25,0	4,50E+02	0	0
set/20	8,73	0,93	0,08	25,0	6,30E+02	0	0
out/20	8,64	0,86	<0,05	24,0	1,10E+01	0	0
nov/20	8,56	1,17	0,12	22,2	1,70E+02	0	0
dez/20	8,51	0,98	0,29	18,9	1,50E+01	0	0
jan/21	8,70	1,06	<0,05	13,2	1,00E-01	0	0
fev/21	8,58	1,31	<0,05	18,3	5,00E+00	0	0
mar/21	8,14	1,03	0,05	20,7	1,00E-01	0	0
abr/21	8,05	1,22	0,08	20,2	9,00E+00	0	0
mai/21	7,97	0,83	0,06	21,3	2,80E+01	0	0
jun/21	8,02	0,92	<0,05	21,1	1,00E-01	0	0
jul/21	8,01	1,15	<0,05	22,0	3,00E+00	0	0
ago/21	7,91	0,97	0,08	23,0	1,00E-01	0	0
set/21	8,04	1,19	<0,05	24,4	1,00E-01	0	0
out/21	7,94	0,96	0,14	24,2	2,00E+01	0	0
nov/21	8,05	1,00	0,15	19,9	2,10E+01	0	0
dez/21	7,95	0,95	0,05	25,3	1,00E-01	0	0

Anexo I.5 - Resultados analíticos torre 5 (2020-2021)

Data	pH	Cloro livre	Ferro	Temperatura	Nº Colónias a 36°C	<i>Legionella spp</i>	<i>Legionella pneumophila</i>
	Escala de pH	mg/l Cl <sub>2</sub>	mg/l Fe	°C	UFC/ml	UFC/L	UFC/L
jan/20	8,71	0,96	0,17	8,50E+01	22,9	0	0
fev/20	8,85	0,72	0,39	9,60E+02	21,3	0	0
mar/20	8,85	0,96	0,11	1,50E+01	20,4	0	0
abr/20	8,72	1,07	0,11	3,40E+02	22,6	0	0
mai/20	8,72	1,58	0,09	1,60E+02	22,5	0	0
jun/20	8,63	0,63	1,70	1,80E+04	25,1	0	0
jul/20	8,64	1,23	0,23	1,10E+04	27,0	0	0
ago/20	8,61	1,15	0,15	6,30E+04	28,0	0	0
set/20	8,43	4,30	0,07	8,00E+01	22,9	0	0
out/20	8,45	1,76	0,15	1,20E+04	25,6	0	0
nov/20	8,55	0,79	0,12	2,80E+03	23,2	0	0
dez/20	8,62	0,99	0,26	8,90E+03	23,3	0	0
jan/21	8,54	0,93	0,18	1,80E+01	21,6	0	0
fev/21	8,66	0,82	0,06	1,50E+03	20,9	0	0
mar/21	8,59	0,76	0,09	1,20E+01	21,6	0	0
abr/21	8,03	0,90	0,12	6,80E+02	21,5	0	0
mai/21	7,96	0,88	0,13	6,60E+02	19,7	0	0
jun/21	7,75	0,84	0,12	2,20E+03	21,5	0	0
jul/21	7,93	0,84	0,10	1,30E+03	22,1	0	0
ago/21	7,86	1,00	<0,05	2,00E+03	22,3	0	0
set/21	7,91	1,02	0,13	5,60E+03	22,6	0	0
out/21	7,83	1,10	0,12	1,07E+02	25,4	0	0
nov/21	8,09	0,92	<0,05	4,40E+02	21,3	0	0
dez/21	7,82	1,07	0,25	4,50E+01	19,3	0	0

Anexo I.6 - Resultados analíticos torre 6 (2020-2021)

Data	pH	Cloro livre	Ferro	Temperatura	Nº Colónias a 36°C	<i>Legionella spp</i>	<i>Legionella pneumophila</i>
	Escala de pH	mg/l Cl <sub>2</sub>	mg/l Fe	°C	UFC/ml	UFC/L	UFC/L
jan/20	8,40	1,88	<0,2	23,6	7,20E+01	0	0
fev/20	8,37	1,93	<0,2	28,5	8,40E+02	0	0
mar/20	8,49	1,97	<0,2	24,4	2,20E+01	0	0
abr/20	8,54	1,96	<0,2	32,8	1,20E+03	0	0
out/20	8,35	1,97	0,16	35,0	5,50E+04	0	0
nov/20	8,39	2,08	0,6	31,2	1,10E+03	0	0
dez/20	8,46	2,38	<0,2	32,3	2,30E+04	0	0
jan/21	8,74	1,89	0,3	34,6	9,30E+03	0	0
fev/21	8,65	4,06	0,15	29,3	1,60E+03	0	0
mar/21	8,64	0,98	<0,2	18,9	1,50E+04	0	0
abr/21	8,81	1,97	0,2	25,7	2,50E+02	0	0
mai/21	8,50	2,15	0,4	27,7	1,40E+03	0	0
jun/21	8,39	1,63	<0,2	27,8	5,50E+02	0	0
jul/21	8,08	1,49	<0,2	28,7	5,10E+04	0	0
ago/21	8,11	1,98	0,19	27,9	7,90E+03	0	0
set/21	7,95	1,56	<0,2	29,5	1,20E+05	0	0
out/21	7,98	1,98	0,3	27,5	4,40E+03	0	0
nov/21	8,11	1,70	0,2	30,6	2,30E+04	0	0
dez/21	5,86	0	0,6	33,7	6,60E+04	0	0

Anexo I.7 - Resultados analíticos torre 7 (2020-2021)

Data	pH	Cloro livre	Ferro	Temperatura	Nº Colónias a 36°C	<i>Legionella spp</i>	<i>Legionella pneumophila</i>
	Escala de pH	mg/l Cl <sub>2</sub>	mg/l Fe	°C	UFC/ml	UFC/L	UFC/L
jan/20	8,60	2,83	0,18	21,7	1,52E+02	0	0
fev/20	8,53	2,96	<0,05	22,6	4,50E+03	0	0
mar/20	8,61	2,59	<0,05	25,1	2,82E+02	0	0
abr/20	8,68	2,80	0,05	22,6	2,00E+01	0	0
mai/20	8,66	2,86	<0,05	28,0	1,20E+04	0	0
jun/20	8,39	2,70	0,07	27,0	4,80E+03	0	0
jul/20	8,44	2,48	0,21	25,2	3,90E+01	0	0
ago/20	8,35	2,45	<0,05	26,5	1,22E+02	0	0
set/20	8,17	2,67	0,17	27,1	2,70E+04	0	0
out/20	8,33	2,83	0,09	25,4	2,36E+02	0	0
nov/20	8,37	2,83	0,14	25,4	1,30E+03	0	0
dez/20	8,35	0,96	0,09	24,4	2,20E+03	0	0
jan/21	8,43	1,62	0,06	21,1	3,00E+03	0	0
fev/21	8,40	1,65	0,07	22,7	2,70E+03	0	0
mar/21	8,46	1,95	0,09	25,5	1,00E-01	0	0
abr/21	7,83	2,66	0,11	24,2	6,30E+03	0	0
mai/21	8,05	1,57	0,11	25,5	2,50E+02	0	0
jun/21	8,06	2,00	<0,05	25,3	8,70E+02	0	0
jul/21	8,08	2,03	0,16	24,3	1,30E+04	0	0
ago/21	8,08	1,68	0,08	28,8	1,30E+04	0	0
set/21	8,05	2,67	0,24	23,7	2,22E+02	0	0
out/21	7,77	2,56	<0,05	23,4	1,00E+04	0	0
nov/21	-	2,33	-	23,5	4,40E+02	0	0
dez/21	8,08	1,94	0,19	25,4	3,30E+03	0	0

Anexo I.8 - Resultados analíticos torre 8 (2020-2021)

Data	pH	Cloro livre	Ferro	Temperatura	Nº Colónias a 36°C	<i>Legionella spp</i>	<i>Legionella pneumophila</i>
	Escala de pH	mg/l Cl <sub>2</sub>	mg/l Fe	°C	UFC/ml	UFC/L	UFC/L
abr/20	8,01	0,97	0,14	21,5	1,40E+04	0	0
mai/20	8,50	1,70	0,11	23,2	5,00E+03	0	0
jun/20	8,35	1,05	<0,05	21,4	9,30E+02	0	0
jul/20	8,35	1,31	0,06	24,1	-	0	0
ago/20	8,38	0,77	0,14	22,5	2,90E+04	0	0
set/20	8,45	1,88	0,12	23,5	-	0	0
out/20	8,36	1,15	0,17	20,0	2,38E+02	0	0
nov/20	8,50	1,07	0,13	19,9	-	0	0
dez/20	8,09	0,73	0,06	21,5	2,30E+04	0	0
jan/21	7,93	1,01	0,10	20,4	-	0	0
fev/21	7,91	1,02	0,09	22,5	4,70E+03	0	0
mar/21	8,42	0,81	0,10	29,9	-	0	0
abr/21	7,91	0,75	0,06	23,9	4,90E+04	0	0
mai/21	-	1,12	-	22,3	2,10E+04	0	0
jun/21	-	1,06	-	23,3	5,90E+01	0	0
jul/21	7,81	0,90	0,09	21,8	-	0	0
ago/21	8,01	0,95	<0,05	19,8	1,03E+02	0	0
set/21	7,89	1,06	0,08	20,7	-	0	0
out/21	7,99	0,95	0,15	19,7	1,00E-01	0	0
nov/21	7,89	0,96	0,11	18,7	-	0	0
dez/21	7,93	0,84	<0,05	20,3	1,00E-01	0	0

Anexo I.9 - Resultados analíticos torre 9 (2020-2021)

Data	pH	Cloro livre	Ferro	Temperatura	Nº Colónias a 36°C	<i>Legionella spp</i>	<i>Legionella pneumophila</i>
	Escala de pH	mg/l Cl <sub>2</sub>	mg/l Fe	°C	UFC/ml	UFC/L	UFC/L
jan/20	8,24	0,95	0,43	19,8	1,00E-01	0	0
fev/20	8,25	0,86	0,42	22,8	4,10E+01	0	0
mar/20	8,36	1,03	0,07	21,6	1,26E+02	0	0
abr/20	8,26	1,02	0,21	20,7	2,20E+02	0	0
mai/20	8,38	1,31	0,24	22,5	1,68E+02	0	0
jun/20	8,01	0,92	0,10	24,4	2,70E+04	0	0
jul/20	8,29	1,89	0,32	25,2	1,00E+04	0	0
ago/20	8,01	1,75	0,10	26,3	1,30E+04	0	0
set/20	8,18	1,69	0,24	24,6	1,40E+03	0	0
out/20	8,40	0,94	0,22	23,2	3,20E+03	0	0
nov/20	8,21	0,96	0,17	22,8	7,70E+03	0	0
dez/20	8,21	1,07	<0,05	21,3	2,24E+02	0	0
jan/21	8,26	1,09	0,25	20,6	3,60E+01	0	0
fev/21	8,14	1,11	0,27	20,3	3,10E+01	0	0
mar/21	7,87	0,82	0,40	20,8	1,10E+02	0	0
abr/21	8,29	2,24	0,37	20,7	6,90E+02	0	0
mai/21	8,16	2,15	0,69	21,4	2,90E+04	0	0
jun/21	8,28	2,1	0,29	21,0	9,30E+01	0	0
jul/21	8,42	2,83	0,40	21,5	2,70E+04	0	0
ago/21	8,22	2,53	0,48	24,7	5,30E+04	0	0
set/21	8,23	2,86	0,50	24,4	5,00E+02	0	0
out/21	8,55	1,05	0,31	21,1	8,00E+03	0	0
nov/21	8,33	1,38	0,44	21,3	2,73E+02	0	0
dez/21	8,15	1,24	0,44	20,9	2,90E+02	0	0

Anexo I.10 - Resultados analíticos torre 10 (2020-2021)

Data	pH	Cloro livre	Ferro	Temperatura	Nº Colónias a 36°C	<i>Legionella spp</i>	<i>Legionella pneumophila</i>
	Escala de pH	mg/l Cl <sub>2</sub>	mg/l Fe	°C	UFC/ml	UFC/L	UFC/L
jun/20	8,40	3,20	0,07	-	26,9	0	0
jul/20	8,38	1,65	0,08	-	29,2	0	0
ago/20	8,35	0,38	<0,05	5,50E+03	26,6	0	0
set/20	8,13	4,28	0,06	-	24,2	0	0
nov/20	8,32	4,38	0,06	-	31,1	0	0
dez/20	8,29	3,61	0,08	1,00E-01	29,7	0	0
jan/21	8,32	1,28	0,09	-	30,2	0	0
fev/21	8,2	0,05	0,27	1,60E+01	35,1	0	0
mar/21	8,24	0,62	0,15	-	31,5	0	0
abr/21	8,23	0,02	<0,05	1,00E-01	28,1	0	0
mai/21	8,20	2,47	0,06	-	26,8	0	0
jun/21	8,19	2,74	<0,05	-	30,5	0	0
jul/21	8,25	2,37	0,04	-	27,1	0	0
ago/21	8,27	0,71	<0,05	6,50E+02	26,4	0	0
set/21	8,23	0,28	0,06	-	25,8	0	0





<2022>

Sónia Cristina Redondo Caeiro

PREVENÇÃO E CONTROLO DA DOENÇA DOS LEGIONÁRIOS  
TORRES DE ARRIFICAMENTO