

Instituto Politécnico do Porto Instituto Superior de Engenharia



Diagnóstico de funcionamento e otimização das ETARs do concelho da Póvoa de Varzim

Filipa Carneiro Marques da Silva

Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia
Química no ramo de Tecnologias de Proteção Ambiental

Orientadores

Doutora Sónia Figueiredo

Doutora Cristina Morais

Orientador externo

Engenheira Patrícia Silveira

2012

Agradecimentos

*À minha Mãe, por toda a força que sempre me deu enquanto esteve entre nós.
Ao meu Pai, simplesmente por ser a pessoa que é, e pelo apoio que sempre me deu em tudo.*

*Aos meus irmãos, André e Daniela, pela ajuda e paciência ao longo de todos estes anos.
A todos os meus amigos/as que sempre estiveram presentes, que sempre me apoiaram e que sempre têm uma palavra amiga para me animar nos momentos mais difíceis.*

À Engenheira Patrícia Silveira e aos restantes funcionários da divisão de saneamento básico do departamento de obras públicas da câmara municipal da Póvoa de Varzim, pelos conhecimentos que me transmitiram, pela compreensão e por todo o apoio prestado ao longo de todos os meses de estágio.

Às Doutoras Sónia Figueiredo e Cristina Morais pela dedicação, preocupação e todo o apoio ao longo de todo este tempo.

Ao departamento de Engenharia Química do Instituto Superior de Engenharia do Porto por proporcionar a realização desta tese e à câmara municipal da Póvoa de Varzim pela oportunidade de estagiar nas suas instalações.

Resumo

O tratamento das águas residuais é uma matéria de extrema importância para o município da Póvoa de Varzim, não só por uma questão de saúde pública e conservação do meio ambiente como também pela vertente turística deste concelho, que tem na sua orla costeira seis praias às quais foram atribuídas bandeiras azuis pela sua qualidade.

O concelho da Póvoa de Varzim engloba doze freguesias e possui quinze estações de tratamento de águas residuais (ETARs), sendo catorze delas compactas. O seu controlo é assegurado pela divisão de saneamento básico da câmara municipal da Póvoa de Varzim.

O objetivo deste trabalho foi o diagnóstico de funcionamento das ETARs do município tendo em vista a identificação dos problemas existentes e a sua resolução/otimização.

De forma a poder identificar o princípio de funcionamento e a presença de anomalias nas estações de tratamento, foram realizadas várias visitas a cada uma delas ao longo do período de estágio. A recolha de amostras para análises dos diferentes parâmetros foi feita por um funcionário e estas foram enviadas para o laboratório com parceria com a Câmara Municipal.

Após uma extensa recolha de informação no local e de um estudo exaustivo de toda a documentação associada a cada ETAR concluiu-se que apenas quatro delas apresentavam problemas revelantes.

As ETARs do parque industrial de Laúndos e do centro histórico de Rates apresentam caudais de admissão bastante elevados devido à descarga pontual de camiões cisterna o que faz com que o tratamento não seja eficaz. Como solução sugeriu-se a construção de um tanque de equalização em ambas as ETARs, com agitador e regulador de caudal, de forma a garantir, respetivamente, a mistura e uniformização das águas residuais domésticas e industriais e que apenas será bombeado o caudal adequado para tratamento.

As ETARs da Incondave e das Fontainhas apresentam sobretudo anomalias a nível do equipamento, o que leva a um mau desempenho da instalação. Aconselhou-se o conserto dos equipamentos danificados e uma inspeção mais frequente das instalações para que mal ocorra uma avaria, esta seja reparada o mais depressa possível.

O estágio na câmara municipal da Póvoa de Varzim (CMPV) teve a duração de 10 meses, entre Outubro e Julho de 2012 e foi realizado no âmbito da disciplina de dissertação/estágio do mestrado de tecnologias de proteção ambiental no Instituto Superior de Engenharia do Porto. Este estágio foi uma mais-valia para mim na medida em que pude consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo de todo o meu percurso académico e conhecer a realidade do mercado de trabalho.

Palavras-chave: águas residuais, ambiente, ETAR, poluição, tratamento.

Abstract

The wastewater treatment is a very important subject to the Póvoa de Varzim municipality, both by public health and environmental protection and touristic image issues. The county has six coastal beaches awarded along the years with blue flags for their quality.

The city of Póvoa de Varzim manages twelve parishes and fifteen wastewater treatment plants (WWTPs), fourteen of them being compact. They are monitored by the sanitation division of the county of Póvoa de Varzim and they have an extreme importance for all the people living there.

The main goal of this research was the analysis of the county WWTPs operation conditions in order to identify existing problems and their resolution / optimization.

Several visits were made to each of the WWTPs, over the months in order to be able to identify the operating principles and possible anomalies. Samples were collected by a WWTP employee and analyzed in a laboratory that cooperates with the municipality.

After an extensive search of information on site and an exhaustive study of all the documentation associated with each WWTP, it was concluded that only four of them had significant problems.

The WWTP in the industrial park of Laúndos and the historic center of Rates had very high intake flow due to timely discharge of tank trucks. This discharges turned the treatment ineffective and as a solution it is suggested the construction of an equalization tank at both WWTPs with stirrer and a flow regulator to ensure, respectively, uniform mixing of domestic and industrial wastewater and that only the suitable flow rate is pumped for treatment.

The WWTPs Incondave and Fontainhas anomalies were mainly in equipment which led to poor efficiency of the installation. It was advised the repairing of the damaged equipment and frequent inspection of the facilities for early identification of anomalies.

The internship at the city council of Póvoa de Varzim (CMPV) lasted 10 months, from October to July 2012 and was performed within the discipline dissertation/Internship Environmental Protection Technologies Master Degree in Instituto Superior de Engenharia do Porto. This internship was an advantage for me to consolidate the knowledge acquired throughout my academic career and to have a real understanding of the labor market reality.

Keywords: environment, pollution, treatment, waste water, WWTP.

Índice

1. Introdução	1
2. Caracterização do concelho da Póvoa de Varzim	3
3. Organigrama da Câmara Municipal da Póvoa de Varzim	9
3.1. Departamento de Obras Municipais	11
3.1.1. Divisão de Saneamento Básico.....	11
3.1.2. Divisão de transportes e equipamento mecânico	11
3.1.3. Divisão de estudos e projetos	12
3.1.4. Divisão de serviços gerais.....	12
3.1.5. Divisão de empreitadas.....	12
3.1.6. Divisão de ambiente e serviços urbanos	12
3.2. Departamento de Gestão Urbanística e Ambiente	13
3.3. Departamento de desenvolvimento local.....	13
3.4. Departamento de Administração e Finanças.....	13
4. Legislação aplicável à descarga de águas residuais urbanas no meio hídrico	15
5. Breve introdução ao tratamento de águas residuais.....	17
5.1. A água	18
5.2. Águas residuais.....	20
5.3. Tratamento de águas residuais	22
5.3.1. Pré-tratamento	22
5.3.1.1. <i>Gradagem</i>	23
5.3.1.2. <i>Desarenamento</i>	24
5.3.1.3. <i>Desengorduramento</i>	25
5.3.2. Tratamento Primário.....	25
5.3.3. Tratamento Secundário.....	27
5.3.3.1. <i>Lamas Ativadas</i>	27
5.3.3.2. <i>Lagoas arejadas</i>	29
5.3.3.3. <i>Leito Percolador</i>	30
5.3.3.4. <i>Discos biológicos</i>	31
5.3.3.5. <i>Digestão anaeróbia</i>	33
5.3.4. Tratamento Terciário	33
5.3.5. Destino final das lamas	34
6. Tipos de ETARs Compactas	35
6.1 ETAR compacta de decantador/ digestor com filtro biológico.....	37
6.2 ETAR compacta com tratamento por lamas ativadas com arejamento prolongado	37
6.3 ETAR compacta com tratamento por lamas ativadas com arejamento prolongado num reator do tipo SBR	38

6.4	ETAR compacta com leito percolador	39
6.5	ETAR compacta com biodiscos.....	39
7.	Diagnóstico de funcionamento e otimização das ETARs da CMPV.....	41
7.1	ETAR do Parque Industrial de Laúndos	43
7.1.1.	Descrição do funcionamento da ETAR de Laúndos	43
7.1.2.	ETAR de Laúndos: Anomalias registadas, possíveis causas e soluções de melhoria 46	
7.2.	ETAR da Incondave	47
7.2.1.	Descrição do funcionamento da ETAR da Incondave.....	47
7.2.2.	ETAR da Incondave: Anomalias registadas, possíveis causas e soluções de melhoria 49	
7.3.	ETAR Loteamento das Fontainhas	49
7.3.1.	Descrição do funcionamento da ETAR das Fontainhas	50
7.3.2.	ETAR das Fontainhas: Anomalias registadas, possíveis causas e soluções de melhoria 51	
7.4.	ETAR Centro histórico de Rates.....	51
7.4.1.	Descrição do funcionamento da ETAR do Centro Histórico de Rates	51
7.4.2.	ETAR do Centro Histórico de Rates: Anomalias registadas, possíveis causas e soluções de melhoria	52
8.	Conclusões e sugestões para trabalhos futuros	53
9.	Bibliografia	55
10.	Anexos	59
10.1	Anexo A	60

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Mapa das freguesias do concelho da Póvoa de Varzim (C.M. Póvoa de Varzim, 2007).....	4
Figura 2.2 - Brasão de Aguçadoura (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)	4
Figura 2.3 - Brasão de Amorim (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)	4
Figura 2.4 - Brasão de Argivai (C.M. Póvoa de Varzim, 2007).....	5
Figura 2.5 - Brasão de Aver-o-Mar (C.M. Póvoa de Varzim, 2007).....	5
Figura 2.6 - Brasão de Balasar (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)	5
Figura 2.7 - Brasão de Beiriz (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)	5
Figura 2.8 - Brasão de Estela (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)	6
Figura 2.9 - Brasão de Laúndos (C.M. Póvoa de Varzim, 2007).....	6
Figura 2.10 - Brasão de Navais (C.M. Póvoa de Varzim, 2007).....	6
Figura 2.11 - Brasão de Terroso (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)	6
Figura 2.12 - Brasão de S. Pedro de Rates (C.M. Póvoa de Varzim, 2007).....	7
Figura 2.13 - Brasão Póvoa de Varzim (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)	7
Figura 3.1 - Organigrama do Município da Póvoa de Varzim (adaptado de C.M. Póvoa de Varzim, 2007).....	10
Figura 5.1 - O ciclo da água (Perlman, 2011)	18
Figura 5.2 - Distribuição da água na terra (adaptado de Perlman, 2011).....	19
Figura 5.3 - Distribuição da água doce na terra (adaptado de Perlman, 2011)	19
Figura 5.4 - Diagrama de uma infraestrutura de gestão de água residual (adaptada de Metcalf e Eddy, 2003)	21
Figura 5.5 - Esquema representativo do tratamento de águas residuais (Costa e Fernandes, 2009).....	22
Figura 5.6 - Parafuso de Arquimedes (Sereco, 2007).....	23
Figura 5.7 - Sistema de gradagem de águas residuais (Montez, 2009)	24
Figura 5.8 - Desarenador (Padilha, 2007)	24
Figura 5.9 - Etapa de desengorduramento (Águas do Algarve, 2009)	25
Figura 5.10 - Decantador primário em processo de enchimento e decantador primário cheio, respetivamente (SIMRIA, 2012)	26
Figura 5.11 - Esquema representativo da limpeza de fundo de um decantador primário (Bioproject, 2012).....	26
Figura 5.12 - Esquema representativo dos processos biológicos mais usados (adaptado de Metcalf e Eddy, 2003)	27
Figura 5.13 - Esquema do processo de lamas ativadas (adaptado de Bright Hub, 2011).....	27
Figura 5.14 - Tanque de arejamento (SMEAS Maia, 2002)	28

Figura 5.15 - Vista geral de um decantador secundário (Veolia, 2007).....	28
Figura 5.16 - Lagoa arejada (Thomas Irwin, 2011)	29
Figura 5.17 - Leito Percolador (C.M. Angra do Heroísmo, 2009)	30
Figura 5.18 - Corte lateral de um leito percolador (adaptado de Nascimento et al., 2011)....	31
Figura 5.19 - Esquema do processo do leito percolador (adaptado de Nelson, 2008)	31
Figura 5.20 - Esquema do processo dos discos biológicos (González, 1996)	32
Figura 5.5.21 - Discos Biológicos (SSWN, 2012).....	32
Figura 6.1 - Esquema legendado de uma ETAR compacta de decantador/ digestor com filtro biológico (Ecodepur, 2012).....	37
Figura 6.2 - ETAR compacta com tratamento de lamas ativadas com por arejamento prolongado (Ecodepur, 2012)	37
Figura 7.1 - Esquema de funcionamento da ETAR de Laúndos (C.M. Póvoa de Varzim, 1997).....	43
Figura 7.4 - Gradagem da água residual à saída da estação	44
Figura 7.2 - Bombas responsáveis pela elevação das águas residuais da ETAR do parque industrial de Laúndos	44
Figura 7.3 - Gradagem da água residual à entrada da estação elevatória da ETAR do parque industrial de Laúndos	44
Figura 7.5 - Tanques Imhoff da ETAR do parque industrial de Laúndos.....	45
Figura 7.6 - Leito percolador da ETAR do parque industrial de Laúndos	45
Figura 7.7 - Tanque de decantação secundária da ETAR do parque industrial de Laúndos.	45
Figura 7.8 - Leitões secagem das lamas da ETAR do parque industrial de Laúndos	46
Figura 7.9 - Planta da ETAR da Incondave (C.M. Póvoa de Varzim, 2001)	47
Figura 7.10 - Compartimento correspondente ao leito percolador da ETAR da Incondave...48	
Figura 7.11 - Chaminé de entrada de ar para ventilação da ETAR da Incondave	48
Figura 7.12 - Espaço exterior da ETAR Loteamento das Fontainhas	49
Figura 7.13 - Esquema de funcionamento da ETAR das Fontainhas (C.M. Póvoa de Varzim, 2001).....	50
Figura 7.14 - Grade de limpeza manual da ETAR das Fontainhas	50
Figura 7.15 - Grelha de limpeza automática da ETAR do Centro Histórico de Rates	52

Índice de Tabelas

Tabela A.1 - Levantamento de informações relativas às ETARs geridas pela Câmara Municipal da Póvoa de Varzim

1. Introdução

Este estudo é de extrema importância uma vez que o bom funcionamento das ETARs, promove o tratamento eficaz das águas residuais de forma a tornarem-se aptas para serem descarregadas no meio hídrico, evitando a sua poluição e conseqüente degradação do meio hídrico recetor. Este trabalho teve como objetivo o diagnóstico de funcionamento e otimização das estações de tratamento de águas residuais (ETARs) do concelho da Póvoa de Varzim, que dispõe de catorze ETARs compactas e uma ETAR convencional, distribuídas pelas diversas freguesias, o que permitiu compreender o funcionamento das estações de tratamento de águas residuais e fazer um levantamento de todas as anomalias e necessidades das ETARs existentes.

O trabalho de pesquisa documental foi bastante exaustivo na medida em que todos os documentos referentes às ETARs do concelho da Póvoa de Varzim foram analisados pormenorizadamente de forma a obter o maior número de informações pertinentes para se fazer uma avaliação do estado de funcionamento de cada uma delas. O intensivo trabalho de campo foi realizado de acordo com as datas agendadas com o funcionário responsável, de forma a serem identificados os principais problemas associados a cada uma delas.

Esta dissertação está dividida em várias partes interligadas entre si. Inicia-se por uma breve descrição das freguesias da Póvoa de Varzim de forma a identificar as principais atividades desenvolvidas em cada uma e quais os tipos de águas residuais mais frequentes em cada ETAR (capítulo 2). É também abordado o organigrama da câmara municipal da Póvoa de Varzim, nomeadamente o departamento de obras municipais cuja divisão de saneamento básico é responsável pela construção e manutenção das ETARs (capítulo 3) e a legislação que se encontra em vigor para as descargas de águas residuais urbanas (capítulo 4). A partir deste capítulo é então abordado o tema central deste trabalho, começando por uma breve introdução ao tratamento de águas residuais (capítulo 5), seguindo-se uma exposição do tipo de ETARs compactas presentes no mercado (capítulo 6). Posteriormente é feito o diagnóstico de funcionamento e a otimização das ETARs que apresentavam maiores problemas de funcionamento, ou seja, foi feito o levantamento exaustivo das características de cada uma das quatro ETARs, explicado o funcionamento, identificados os problemas e sugeridas soluções para cada uma delas (capítulo 7). Finalmente apresentam-se as conclusões (capítulo 8).

2. Caracterização do concelho da Póvoa de Varzim

O concelho da Póvoa de Varzim está localizado no litoral Norte do País e pertence ao distrito do Porto. Encontra-se situado entre os rios Cávado e Ave, ou, de uma forma mais abrangente, entre os rios Minho e Douro e está limitado a norte pelo concelho de Esposende, a nordeste por Barcelos, a leste por Vila Nova de Famalicão e a Sul por Vila do Conde. Como toda a extensão da costa Portuguesa, a Póvoa de Varzim é banhada pelo oceano Atlântico, tem uma área de 82,1 km² e é habitada por cerca de 61.276 pessoas (Censos, 2011). O concelho da Póvoa de Varzim está dividido em 12 freguesias como podemos verificar na figura 2.1.



Figura 2.1 - Mapa das freguesias do concelho da Póvoa de Varzim (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)

Os brasões referentes a cada uma das freguesias são apresentados nas figuras 2.2 a 2.13 (C.M. Póvoa de Varzim, 2007). A freguesia de Aguçadoura fica situada a 6 km do município da Póvoa de Varzim, em plena faixa litoral. A sua população ronda os 4.221 habitantes (Censos, 2011) e as principais atividades económicas são a horticultura, a pesca e o comércio.



Figura 2.2 - Brasão de Aguçadoura (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)



Figura 2.3 - Brasão de Amorim (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)

A freguesia de Amorim fica a 3 km da Póvoa de Varzim, contígua à zona norte da cidade. Esta freguesia em tempos pertenceu ao concelho de Barcelos, depois ao concelho de Vila do Conde e só em 1853 passou a pertencer ao concelho da Póvoa de Varzim. Amorim é habitada por 2.730 (Censos, 2011) pessoas sendo a agricultura e a indústria têxtil os principais meios de subsistência da população local.

A freguesia de Argivai fica localizada a 2,5 km da Póvoa de Varzim, na fronteira com Vila do Conde. Esta é a freguesia mais pequena do concelho e conta com 2.116 habitantes (Censos, 2011). As principais atividades económicas desta zona são o comércio, a agricultura e a construção civil.



Figura 2.4 - Brasão de Argivai
(C.M. Póvoa de Varzim, 2007)



Figura 2.5 - Brasão de Vila de A-Ver-o-Mar
(C.M. Póvoa de Varzim, 2007)

A freguesia de Aver-o-Mar situa-se a 2,5 km do centro da Póvoa de Varzim e é a mais densa e populosa freguesia do concelho. Hoje em dia, esta freguesia é considerada um prolongamento da cidade da Póvoa como consequência do alargamento urbanístico desta para a zona Norte. É habitada por 8.362 pessoas (Censos, 2011) e as principais atividades económicas são a agricultura, a pesca, a apanha do sargaço e a construção civil.

A freguesia de Balasar fica localizada a 12 km da Póvoa de Varzim, no extremo nascente do concelho. Até 1836 pertenceu ao concelho de Barcelos, passando nessa época para a Póvoa de Varzim. Em 1853, foi incluída no concelho de Vila Nova de Famalicão, mas dois anos mais tarde regressou ao da Póvoa. É conhecida por ser o berço de Alexandrina Maria da Costa, "Santinha de Balasar". Conta com 2.449 habitantes (Censos, 2011) e vive essencialmente da agricultura, da indústria têxtil e da construção civil.



Figura 2.6 - Brasão de Balasar
(C.M. Póvoa de Varzim, 2007)



Figura 2.7 - Brasão de Beiriz
(C.M. Póvoa de Varzim, 2007)

A freguesia de Beiriz situa-se 4 km a nascente da Póvoa de Varzim. Pertenceu a Barcelos, a Vila do Conde e só em 1853 se tornou freguesia da Póvoa. É conhecida pelos famosos tapetes de Beiriz, manufaturados em teares de madeira, com lãs cortadas, trabalhadas nos pontos que os tornaram famosos (ponto de beiriz, ponto estrela e o ponto zagal). É habitada por cerca de 3.746 habitantes (Censos, 2011) e vive essencialmente da agricultura, da construção civil e da indústria têxtil.

A freguesia da Estela está localizada no extremo noroeste do concelho, a cerca de 7 km do centro da cidade da Póvoa de Varzim. De forma a dinamizar a freguesia, foram construídos o campo de golfe da Estela, o parque de campismo do Rio Alto e duas unidades hoteleiras. Possui 2.224 habitantes (Censos, 2011) e as principais atividades económicas desta zona são a agricultura, a construção civil, a metalomecânica e o turismo.



Figura 2.8 - Brasão de Estela (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)



A freguesia de Laúndos fica situada a cerca de 7,5 km da cidade da Póvoa de Varzim e conta com 1.997 habitantes (Censos, 2011). É uma freguesia muito conhecida, principalmente por nela se situar a Igreja da Senhora da Saúde, destino de uma peregrinação anual. Tem como principais atividades económicas a agricultura, a construção civil, o artesanato (mantas, tapetes de farrapos) e transformação de mármore.

Figura 2.9 - Brasão de Laúndos (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)

A freguesia de Navais situa-se 5,6 km a norte da Póvoa de Varzim com 1.417 habitantes (Censos, 2011). A principal forma de subsistência dos seus habitantes é a agricultura.



Figura 2.10 - Brasão de Navais (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)



A freguesia de Terroso fica a 5 km da Póvoa de Varzim e estende-se desde a encosta do monte da cidade até à planície de S. Lourenço, a caminho de Navais. Tem 2.450 habitantes (Censos, 2011) e as principais atividades económicas são a agricultura, a pecuária, a construção civil e a transformação de mármore.

Figura 2.11 - Brasão de Terroso (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)

A freguesia de S. Pedro de Rates é a maior freguesia da Póvoa de Varzim. É de destacar nesta freguesia o seu passado histórico: a Igreja Românica (século XI-XIII), monumento nacional, símbolo da antiga autonomia administrativa de Rates; a antiga Câmara (século XVIII), edifício de excepcional beleza arquitetónica; conjunto de quatro capelas construídas ao longo dos séculos XVII e XVIII, sendo de salientar, pela sua imponente arquitetura barroca, a do Senhor da Praça, sita no centro cívico da povoação e parte principal de um bem conservado centro histórico por toda a Rua Direita. Tem uma população de 2.442 habitantes (Censos, 2011) e as principais atividades económicas são a agricultura, a indústria têxtil, a serração e transformação de madeiras, metalomecânica e a construção civil.



Figura 2.12 - Brasão de S. Pedro de Rates (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)



Figura 2.13 - Brasão Póvoa de Varzim (C.M. Póvoa de Varzim, 2007)

A Póvoa de Varzim é uma cidade de projeção nacional e internacional. Tem cerca de 27.122 habitantes (Censos, 2011) e o comércio é uma das atividades económicas mais significativas da cidade, para além do turismo, da pesca, da construção civil e das indústrias conserveira e cordoeira. Possui inúmeros pontos de interesse que atraem bastantes turistas para a cidade tais como, hotéis, Casino, restaurantes, discotecas e cafés com animada vida noturna, parques e pavilhões desportivos e a tourada. Dos locais mais característicos da Póvoa podemos destacar o largo das Dores, onde se situam serviços públicos de extrema importância como o hospital e o Palácio da Justiça, a rua da Junqueira onde se concentra o comércio local, o passeio alegre local privilegiado de reunião e convívio e a Praça do Almada onde se encontra o edifício dos Paços do Concelho.

Estas doze freguesias, dispersas e com variadas atividades industriais, são atualmente servidas por uma rede de saneamento público que inclui quinze ETARs, sendo a maioria ETARs compactas. Várias destas ETARs apresentam problemas de funcionamento, o que leva a uma redução da eficiência do tratamento. O diagnóstico desta situação apresenta-se no capítulo 7. A descrição da gestão dos serviços da CMPV apresenta-se no capítulo seguinte.

3. Organigrama da Câmara Municipal da Póvoa de Varzim

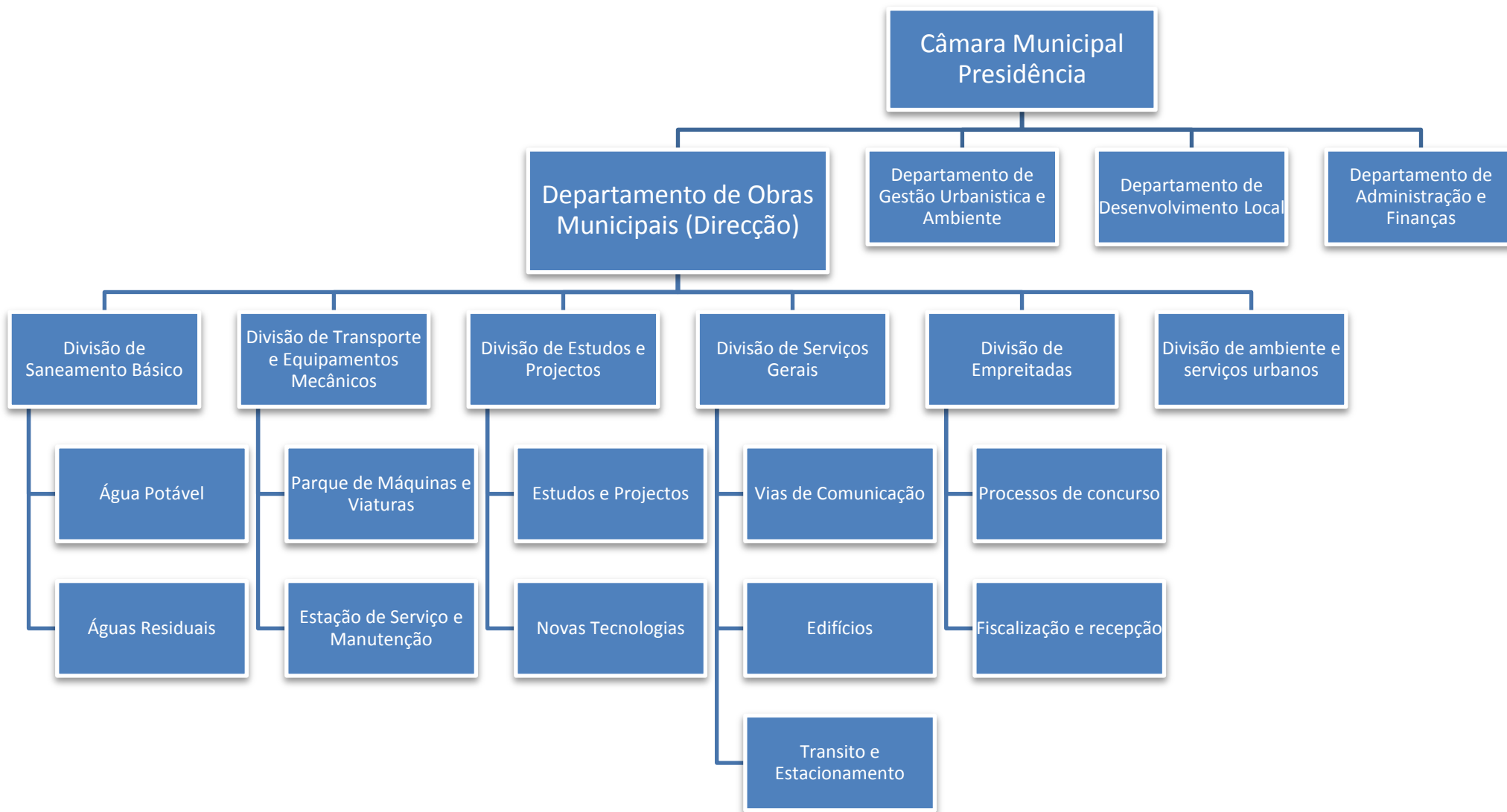


Figura 3.1 - Organigrama do Município da Póvoa de Varzim (adaptado de C.M. Póvoa de Varzim, 2007)

A gestão dos serviços da Câmara Municipal da Póvoa de Varzim é feita por vários departamentos, como se apresenta na figura 3.1. Esses departamentos são responsáveis por diversos sectores tais como o de obras municipais, o de gestão urbanística e ambiente, o de desenvolvimento local e o de administração e finanças. Posteriormente é possível observar pormenorizadamente as funções que competem a cada departamento (C.M. Póvoa de Varzim, 2007). O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito das tarefas atribuídas à divisão de saneamento básico (descrita na secção 3.1.1).

3.1. Departamento de Obras Municipais

Compete a este departamento zelar pela:

- ✓ manutenção dos sistemas de saneamento básico;
- ✓ conservação da rede viária, rural e urbana do município;
- ✓ manutenção do parque de viaturas e equipamento mecânico;
- ✓ elaboração de estudos e projetos de obras de urbanização e infra-estruturas (coordenando as funções desde a fase de licenciamento de projetos, passando pelo lançamento das respetivas empreitadas, sua fiscalização e encerramento);
- ✓ fiscalização das obras de urbanização necessárias à concretização de loteamento urbano licenciados pela câmara municipal.

O departamento de obras municipais por sua vez está dividido em 5 divisões.

3.1.1. Divisão de Saneamento Básico

Compete a esta divisão:

- ✓ colaborar com os devidos departamentos nos estudos destinados a promover a captação, adução e distribuição de água potável, bem como os estudos de drenagem de água pluvial e doméstica, tratamento e destino final.
- ✓ cuidar da manutenção dos sistemas de saneamento básico e o seu adequado funcionamento.

3.1.2. Divisão de transportes e equipamento mecânico

Compete a esta divisão a adequada coordenação na distribuição dos transportes e zelar pelo parque de viaturas e equipamentos mecânicos.

3.1.3. Divisão de estudos e projetos

Compete a esta divisão:

- ✓ elaborar estudos e projetos de obras de urbanização e infra-estruturas;
- ✓ acompanhar e apoiar a divisão de serviços gerais no planeamento de intervenções realizadas no âmbito da administração direta;
- ✓ colaborar com a divisão de empreitadas a nível de assistência técnica;
- ✓ promover o acompanhamento de projetos realizados no exterior;
- ✓ desenvolver e implementar novas tecnologias.

3.1.4. Divisão de serviços gerais

Esta divisão está encarregue das seguintes funções:

- ✓ zelar pela conservação da rede viária, rural e urbana do concelho da Póvoa de Varzim;
- ✓ assegurar todos os serviços de serralharia, eletricidade e outras competências manuais de modo a garantir o bom funcionamento dos serviços municipais;
- ✓ estudar e implantar a sinalização de trânsito.

3.1.5. Divisão de empreitadas

Compete a esta divisão:

- ✓ coordenar e centralizar as funções inerentes à organização dos processos de concurso e adjudicação de empreitadas;
- ✓ fiscalizar as obras de urbanização necessárias à concretização de loteamentos urbanos e as obras adjudicadas pela Câmara Municipal e sua receção;
- ✓ colaborar com a divisão de trabalhos e projetos nos estudos destinados a promover obras para empreitadas.

3.1.6. Divisão de ambiente e serviços urbanos

Compete a esta divisão:

- ✓ instalar, manter e dinamizar os parques, jardins e espaços verdes do município;
- ✓ estudar a informação relativa à higiene e salubridade;
- ✓ assegurar a limpeza das vias públicas, bem como a recolha, transporte e tratamento dos resíduos sólidos urbanos;

- ✓ gerir o canil municipal, em conjunto com os serviços médico veterinários efetuando a captura de animais vadios que coloquem em causa a segurança e saúde pública;
- ✓ gerir o cemitério municipal;
- ✓ manutenção dos equipamentos urbanos.

3.2. Departamento de Gestão Urbanística e Ambiente

Está encarregue de:

- ✓ elaborar planos urbanísticos;
- ✓ licenciar obras particulares e operações de loteamentos urbanos;
- ✓ conservar e dinamizar os parques, jardins e espaços verdes do município;
- ✓ garantir a recolha, transporte, tratamento e destino final dos resíduos sólidos urbanos;
- ✓ assegurar a limpeza da via e espaços públicos;
- ✓ gerir o cemitério municipal.

3.3. Departamento de desenvolvimento local

São funções inerentes a este departamento:

- ✓ preparar e programar as atividades municipais, no domínio sócio económico, colaborando com entidades públicas ou privadas no desenvolvimento de ações no âmbito da cultura, desporto, meio ambiente, saúde e segurança social;
- ✓ promover e fomentar o desenvolvimento de atividades socioeconómicas;
- ✓ estimular a construção de equipamentos sociais e exercer a sua gestão.

3.4. Departamento de Administração e Finanças

Tem como função:

- ✓ o apoio técnico administrativo às atividades desenvolvidas pelos órgãos e serviços do município;
- ✓ promover e elaborar os planos de atividades e orçamentos anuais;
- ✓ zelar pela arrecadação e receitas municipais;
- ✓ processamento e pagamento das despesas.

4. Legislação aplicável à descarga de águas residuais urbanas no meio hídrico

Neste capítulo será abordada a legislação a que estão sujeitas as descargas de águas residuais urbanas no meio hídrico e as condições em que estas devem ser feitas. A aplicação da legislação em vigor obriga a um maior controlo de todos os parâmetros que constam nesses diplomas. Este aspeto tem grande importância para a CMPV na medida em que, o município da Póvoa de Varzim, tendo uma zona balnear onde se incluem seis praias às quais foram atribuídas bandeiras azuis necessita de um controlo rigoroso de todas as descargas, uma vez que estas são feitas num ambiente aquático junto a costa.

A legislação aplicável à descarga de águas residuais urbanas que se encontra em vigor inclui os seguintes diplomas:

- ✓ Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos principais usos. Este decreto tem vindo a sofrer algumas alterações, contudo os valores dos limites de emissão impostos para a descarga de águas residuais, presentes no anexo XVIII, não sofreram qualquer alteração.

- ✓ Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho que fixa critérios para a recolha, tratamento e descarga das águas residuais urbanas no meio aquático com o objetivo de proteger as águas superficiais dos efeitos das descargas das águas residuais urbanas, que se integra no objetivo mais vasto da proteção do ambiente.

Este Decreto-Lei tem vindo a sofrer algumas retificações:

- ✓ O Decreto-Lei nº348/98 de 9 de Novembro veio alterar o quadro n.º2 do anexo I do Decreto-Lei n.º152/97 de 19 de Junho.

- ✓ O Decreto-Lei nº149/2004 de 22 de Junho que substituiu o anexo II do Decreto-Lei n.º152/97 de 19 de Junho pela lista de identificação de zonas sensíveis e menos sensíveis e o respetivo mapa constante no anexo ao respetivo diploma, que dele fazem parte integrante;

- ✓ O Decreto-Lei nº198/2008 de 8 de Outubro que revê o anexo II do Decreto-Lei n.º152/97 de 19 de Junho, na redação que lhe foi dada pelo Decreto-Lei nº149/2004, de 22 de Junho, passa a ter a redação constante do anexo ao presente decreto-lei, do qual faz parte integrante.

5. Breve introdução ao tratamento de águas residuais

5.1. A água

O recurso mais importante para a existência de vida na terra é a água. A sobrevivência da biosfera e de todos os seres vivos incluindo o ser humano, deve-se essencialmente à presença desta na terra (Mendes e Oliveira, 2004). A água constitui a mais importante parcela do organismo humano e é, conjuntamente com o ar, o seu principal “alimento”(Beleza et al., 2007).

Através da análise do ciclo da água (figura 5.1) conclui-se que a água da terra não é um recurso estático, está em constante movimento. Este ciclo descreve o movimento contínuo da água acima, abaixo e sobre a superfície da terra, em constante mudança entre os estados físicos, líquido, vapor e gelo (Perlman, 2011).



Figura 5.1 - O ciclo da água (Perlman, 2011)

Além do ciclo da água deve-se também dar importância à distribuição da água na Terra (figura 5.2), uma vez que a abundância de água doce é bastante reduzida.

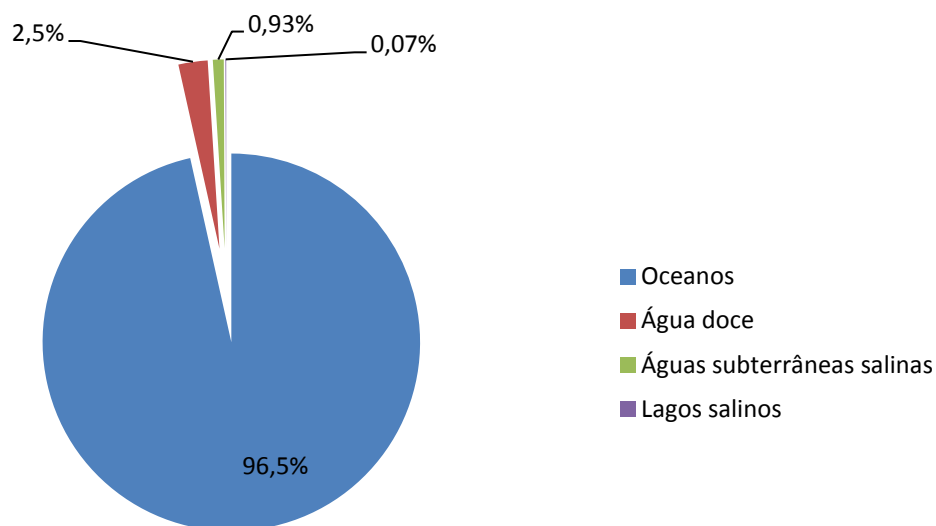


Figura 5.2 - Distribuição da água na terra (adaptado de Perlman, 2011)

De entre os 2,5% de água doce, pode-se saber ainda as percentagens das diferentes origens desta como podemos ver na figura 5.3.

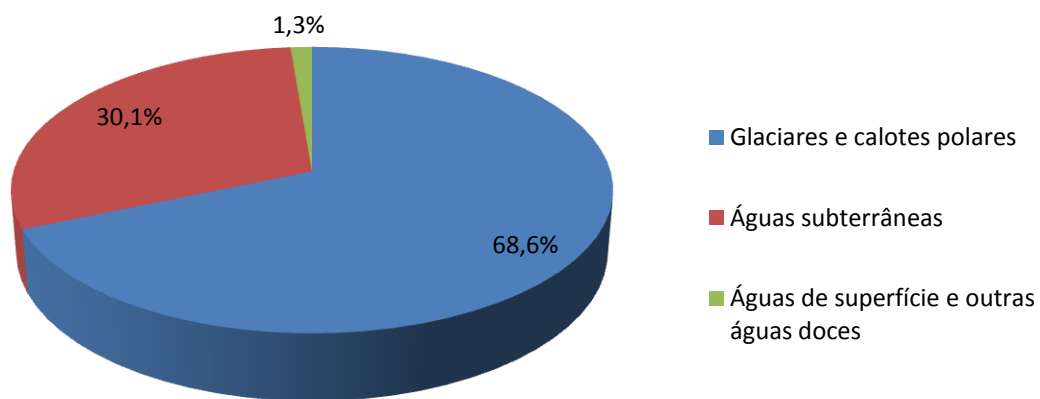


Figura 5.3 - Distribuição da água doce na terra (adaptado de Perlman, 2011)

É possível classificar a água consoante a sua utilização (Beleza et al., 2007):

- ✓ uso doméstico, de abastecimento público ou de consumo humano, quando esta é usada para satisfazer as necessidades de bebida, preparação de alimentos, limpeza corporal, lavagem de roupa e dos locais de habitação;
- ✓ uso comercial, quando os mares, rios e lagos são utilizados como via de comunicação;
- ✓ uso industrial, quando é utilizada para a produção de energia, como auxiliar de fabricação;
- ✓ agricultura e agro-pecuária, na rega e criação de animais;
- ✓ uso público como o combate a incêndios, a limpeza de ruas e a rega de jardins;
- ✓ uso para fins recreativos como a natação ou os desportos náuticos;
- ✓ suporte da vida aquícola, quando se destina à produção de peixes e outras espécies.

É frequente que sejam introduzidos poluentes após uso da água, logo se não for possível minimizar a sua introdução deve proceder-se ao tratamento da água em questão.

5.2. Águas residuais

Entende-se por águas residuais todo o tipo de águas usadas pela comunidade numa variedade de aplicações. As águas residuais podem ser definidas como uma combinação de resíduos líquidos e sólidos provenientes de residências, instituições, estabelecimentos comerciais e industriais em muitas situações recolhidas juntamente com águas pluviais.

De acordo com o Decreto-Lei nº152/97 as águas residuais podem ser de vários tipos: águas residuais domésticas que são águas residuais de serviços e de instalações residenciais, essencialmente provenientes do metabolismo humano e de atividades domésticas; águas residuais industriais que são águas residuais provenientes de qualquer tipo de atividade que não possam ser classificadas como águas residuais domésticas nem como águas pluviais; águas residuais urbanas que são a mistura das águas residuais domésticas ou a mistura destas com águas residuais industriais e ou com águas pluviais.

Quando estas águas residuais não tratadas se acumulam nas fossas sépticas, a decomposição da matéria orgânica produz gases com odor desagradável o que cria algum incómodo. Este tipo de águas tem numerosos microrganismos patogénicos que habitam o trato intestinal dos humanos e, contem nutrientes que podem estimular o crescimento de plantas aquáticas e pode ter componentes tóxicos, mutagénicos ou cancerígenos. Por esta razão, é essencial remover estes compostos, de forma a proteger a saúde pública.

Estas águas residuais devem ser tratadas para que possam ser depois descarregadas no meio hídrico sem risco para a saúde humana e para o meio ambiente (Metcalf e Eddy, 2003).

As águas residuais são conduzidas através de sistemas de drenagem até à estação de tratamento. Outros tipos de águas podem ser misturadas excepcionalmente com as águas residuais a circular no sistema de drenagem uma vez que pode haver infiltrações através de fissuras e ligações imperfeitas ou mesmo pelas caixas de visita (figura 5.4).

Também podem ocorrer infiltrações de águas subterrâneas e pluviais. Outros exemplos de infiltrações são as descargas que são feitas a partir de adegas e de fundação de esgotos que estão normalmente sujeitos a níveis freáticos elevados, resfriamento de água e esgotos de áreas pantanosas e nascentes (Sincero e Sincero, 2003).

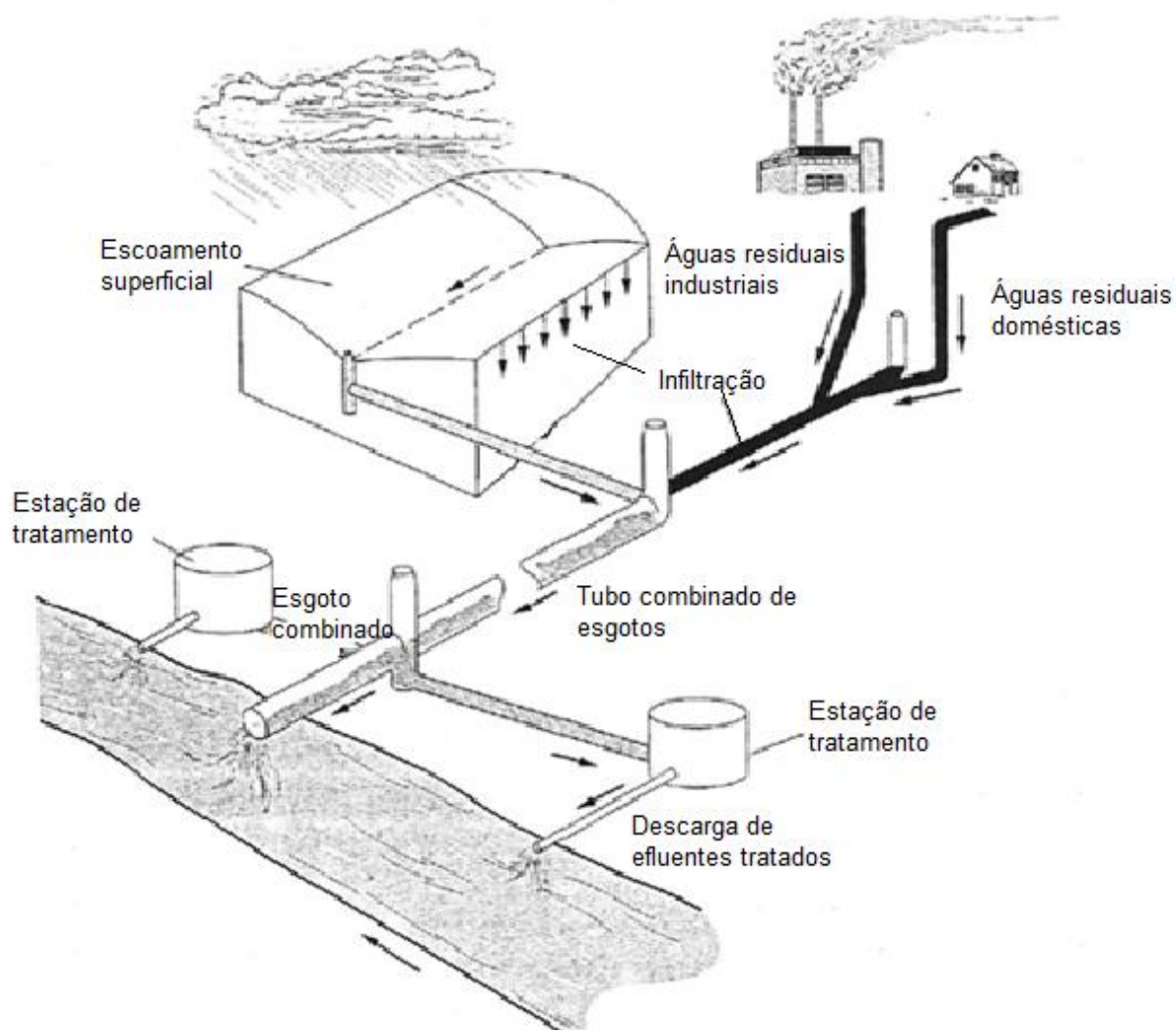


Figura 5.4 - Diagrama de uma infraestrutura de gestão de água residual (adaptada de Metcalf e Eddy, 2003)

Sendo muitas vezes necessária a reutilização de águas residuais, é imprescindível um tratamento adequado de forma a evitar problemas de saúde pública. A exposição a agentes infecciosos presentes em superfícies contaminadas, a ingestão acidental de água contaminada, o consumo de vegetais crus, a exposição a longo prazo a aerossóis contendo

microrganismos e a presença de compostos químicos prejudiciais à saúde humana são alguns exemplos desses problemas (Soares, 2008).

5.3. Tratamento de águas residuais

Depois de recolhidas, as águas residuais são encaminhadas para estações de tratamento de águas residuais (ETARs). O tratamento dessas águas é feito por etapas: o pré-tratamento, o tratamento primário, o tratamento secundário e em alguns casos o tratamento terciário (figura 5.5).

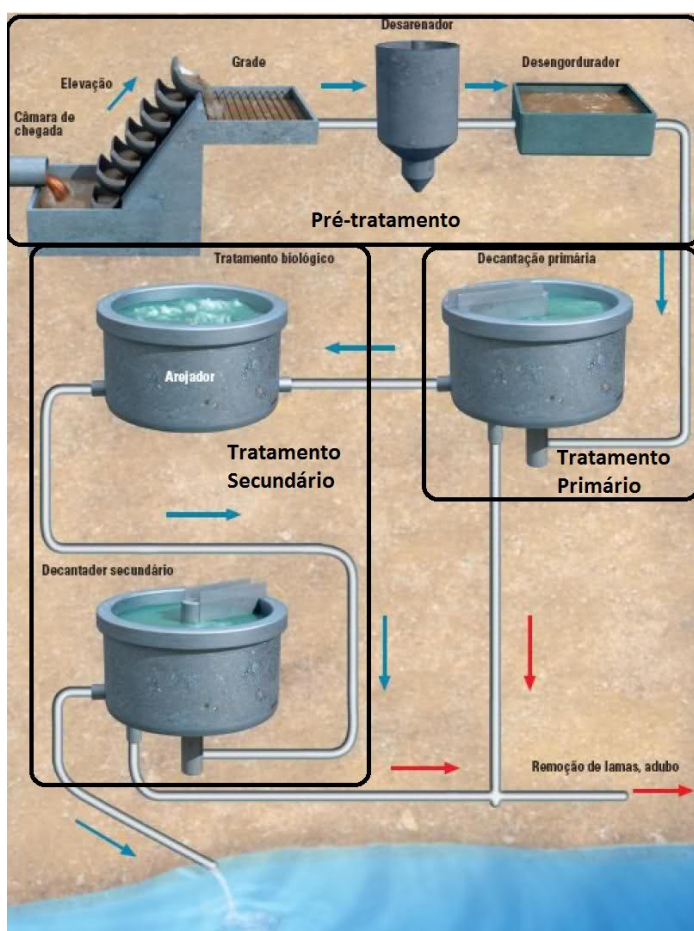


Figura 5.5 - Esquema representativo do tratamento de águas residuais (Costa e Fernandes, 2009)

5.3.1. Pré-tratamento

O pré-tratamento é um tratamento físico. Esta fase do tratamento consiste em retirar das águas residuais os materiais que possam vir a prejudicar o funcionamento das etapas seguintes do tratamento, nomeadamente sólidos grosseiros, areias e gorduras. Esta etapa envolve um conjunto de processos para que a remoção dos vários materiais seja eficaz. Estes processos são a gradagem, o desarenamento e o desengorduramento. No caso de

ETARs em que seja necessário fazer uma elevação das águas residuais até à zona de gradagem, utiliza-se frequentemente um parafuso de Arquimedes (figura 5.6).



Figura 5.6 - Parafuso de Arquimedes (Sereco, 2007)

5.3.1.1. Gradagem

O objetivo desta etapa é reter os sólidos grosseiros que têm dimensões maiores que o espaçamento entre as barras da grade (figura 5.7) tais como pedaços de madeira, plásticos, papéis, etc. Este processo vai permitir proteger os dispositivos de transporte dos efluentes tais como bombas e tubagens evitando o desgaste e bloqueamento destes. Estas grades são constituídas por barras de ferro ou aço paralelas, colocadas transversalmente no canal de chegada dos esgotos, perpendiculares ou inclinadas, dependendo do dispositivo de remoção do material retido. A limpeza destas grades tem de ser feita periodicamente por meio mecânico, manual ou automático. Todo o material retido e retirado das grades pode ser depositado em aterros sanitários, incinerado ou reencaminhado para reatores onde ocorre a decomposição anaeróbia, quando o material retido é predominantemente orgânico e biodegradável (Dezotti, 2008).



Figura 5.7 - Sistema de gradagem de águas residuais (Montez, 2009)

5.3.1.2. Desarenamento

Este processo é destinado a reter a areia e outros detritos inertes e pesados (de rápida sedimentação) que se encontram nos efluentes e que provêm de lavagens, enxurradas e infiltrações. Entre os detritos existentes nessas águas pode encontrar-se terra, partículas de metal, carvão, cascalho, escórias etc. Tal como na gradagem, o objetivo principal é proteger as bombas, válvulas e outros acessórios a jusante contra a abrasão, e evitar obstruções de canalizações etc.

Nos desarenadores (figura 5.8) ocorre a sedimentação discreta, por gravidade o que significa que a velocidade de decantação é constante (Dezotti, 2008). Na sedimentação discreta, as partículas que estão estáveis, mantêm a sua individualidade, ou seja não coalescem com outras partículas, assim as propriedades físicas das partículas (tamanho, forma e peso), não são alteradas durante o processo (exemplo: sedimentação de partículas de areia) (Ramalho, 1983).



Figura 5.8 - Desarenador (Padilha, 2007)

5.3.1.3. *Desengorduramento*

Esta etapa está presente apenas em alguns sistemas de tratamento e consiste em tanques de retenção de materiais flutuantes (figura 5.9) destinados à remoção de óleos e gorduras assim como outras substâncias com densidades inferiores à da água. Como estes compostos têm tendência a ser imiscíveis com a água e entre eles, torna-se fácil removê-los uma vez que estes têm tendência a flutuar na superfície da água, assim neste tipo de equipamento recorre-se geralmente à introdução de ar para facilitar a sua separação. Os esgotos domésticos possuem quantidades relativamente grandes de óleos e gorduras e outros materiais flutuantes principalmente vindos de resíduos das cozinhas.

Sendo assim, a remoção destes materiais torna-se então de extrema importância uma vez que vai evitar: obstruções dos coletores, aderência nos equipamentos das redes de esgotos, a acumulação de gorduras nas unidades de tratamento, a formação de espumas, a redução da eficiência da transferência de oxigénio nos tratamentos biológicos e o aspeto desagradável no corpo recetor (Dezotti, 2008).



Figura 5.9 - Etapa de desengorduramento (Águas do Algarve, 2009)

5.3.2. Tratamento Primário

Este tipo de tratamento é feito após o pré-tratamento começando nesta fase o tratamento das águas residuais propriamente dito, uma vez que estas águas contêm ainda uma elevada carga poluente. O tratamento primário é feito com o objetivo de remover os sólidos em suspensão que não tenham sido retidos por gradagem. Aqui ocorre a separação dos sólidos sedimentáveis da água através do processo de sedimentação. Este tipo de tratamento é praticamente físico e geralmente é realizado em decantadores primários (figura 5.10). Contudo, para que a sedimentação seja feita de modo mais rápido e mais eficaz podem ser adicionados agentes coagulantes e floculantes, para formar flocos de matéria poluente de maiores dimensões e conseqüentemente mais pesados para garantir que a decantação seja mais eficiente (Dezotti, 2008).



Figura 5.10 - Decantador primário em processo de enchimento e decantador primário cheio, respetivamente (SIMRIA, 2012)

Na sedimentação floculada a aglomeração de partículas é acompanhada por alterações na densidade destas e na velocidade de sedimentação. Este tipo de sedimentação ocorre nos decantadores primários (Ramalho, 1983). Após a sedimentação das partículas, estas ficam acumuladas no fundo do decantador e designam-se por lamas primárias. Estes decantadores podem apresentar uma remoção de lamas por pressão hidroestática, raspagem ou sucção (figura 5.11) e têm uma profundidade que varia entre 3 a 4 metros e um tempo de retenção de 2 a 3 horas (Dezotti, 2008).

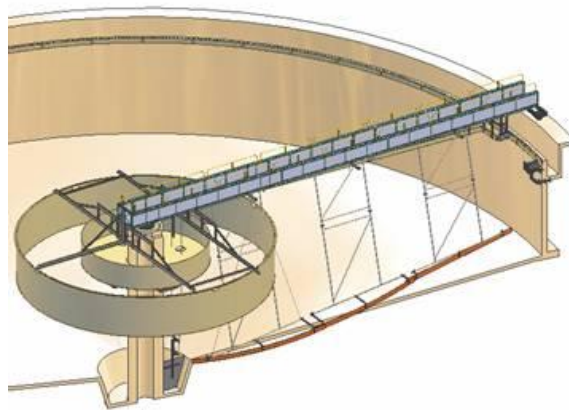


Figura 5.11 - Esquema representativo da limpeza de fundo de um decantador primário (Bioproject, 2012)

Neste tipo de decantadores ocorre a remoção de sólidos de cerca de 50 a 70%, e a conseqüente redução também de carência bioquímica de oxigénio (CBO_5) de 25 a 40%. Este tipo de tratamento é de extrema importância uma vez que leva a uma redução da carga orgânica sobre os órgãos seguintes o que vai permitir uma maior eficiência no tratamento secundário (Metcalf e Eddy, 2003).

5.3.3. Tratamento Secundário

O tratamento secundário, ou também conhecido por tratamento biológico de águas residuais, tem como objetivos principais, biodegradar compostos orgânicos dissolvidos e em suspensão assim como, transformar ou remover nutrientes como o azoto e o fósforo. No caso das águas residuais industriais como alguns dos compostos encontrados nas águas residuais são tóxicos para os microrganismos é necessário um pré tratamento na própria empresa antes do tratamento biológico ou, caso não exista, antes de ser descarregado.

No tratamento secundário das águas residuais existem diferentes tipos de processos de tratamento biológico (figura 5.12) (Metcalf e Eddy, 2003).

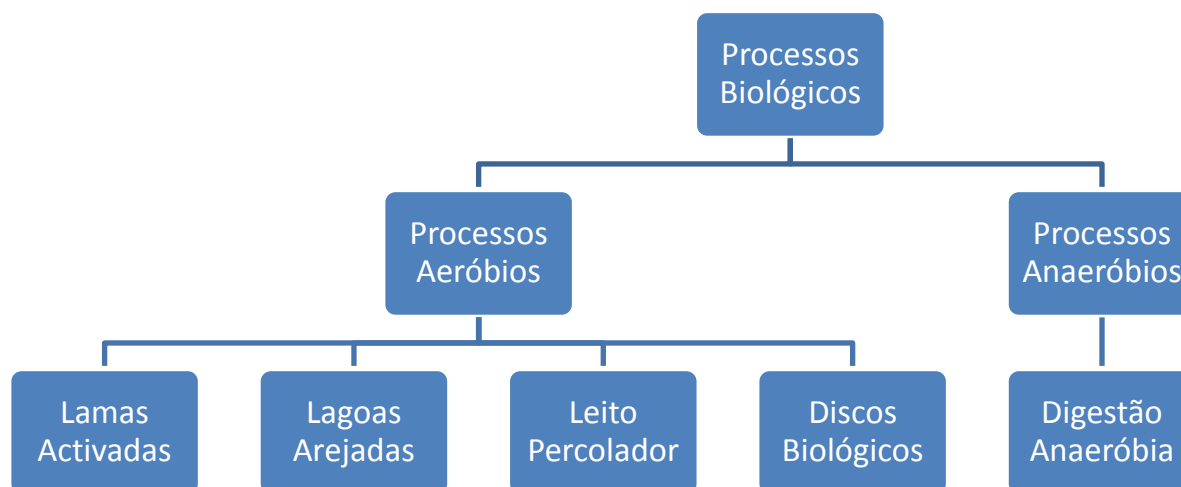


Figura 5.12 - Esquema representativo dos processos biológicos mais usados (adaptado de Metcalf e Eddy, 2003)

5.3.3.1 Lamas Activadas

Este processo envolve a presença de um conjunto de microrganismos capazes de estabilizar a água residual, em condições aeróbias, para que esta se torne apta a ser descarregada no meio hídrico. Após a decantação primária, a água residual é encaminhada para a unidade de tratamento, que neste caso é o tanque de arejamento e daí para um decantador secundário como se pode verificar na figura 5.13.



Figura 5.13 - Esquema do processo de lamas activadas (adaptado de Bright Hub, 2011)

No tanque de arejamento é feita a injeção de ar, com o auxílio de turbinas, bombas submersíveis com venturi ou com difusores colocados no fundo do tanque de arejamento, de forma a promover o arejamento e agitação da água para permitir o desenvolvimento dos microrganismos que vão degradar a matéria orgânica e conseqüentemente formar flocos biológicos (figura 5.14).

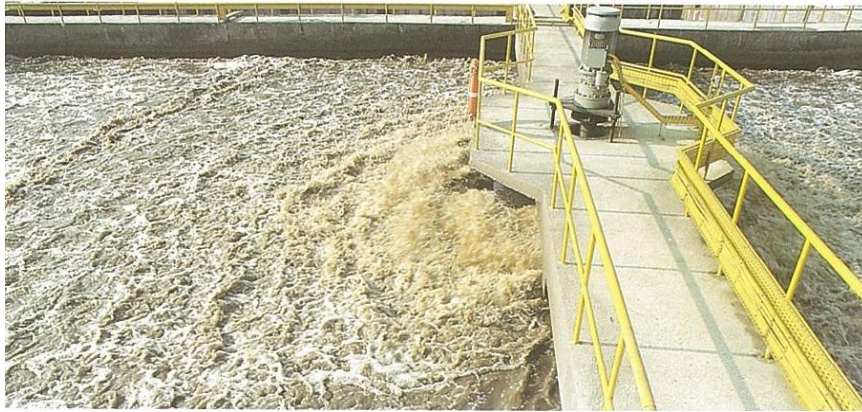


Figura 5.14 - Tanque de arejamento (SMEAS Maia, 2002)

Este processo é denominado lamas ativadas uma vez que as lamas são formadas por um conjunto de microrganismos ativos.

Esta mistura de água residual arejada e flocos biológicos segue para um decantador secundário (figura 5.15) onde ocorre a sedimentação por zonas, em que as partículas formam uma espécie de rede exibindo uma interface distinta com a parte líquida (Ramalho, 1983), e espessamento da lama permitindo a separação das lamas secundárias e da água clarificada. Parte das lamas secundárias é recirculada para o tanque de arejamento para que a concentração de microrganismos no reator biológico se mantenha constante e a outra parte, lamas em excesso, vai ser retirado do sistema e posteriormente tratada (Metcalf e Eddy, 2003).



Figura 5.15 - Vista geral de um decantador secundário (Veolia, 2007)

5.3.3.2. Lagoas arejadas

As lagoas arejadas (figura 5.16) são lagoas com profundidades que variam de 1 a 4 metros, nas quais a oxigenação das águas residuais é realizada por unidades de arejamento tais como turbinas ou difusores (Ramalho, 1983).



Figura 5.16 - Lagoa arejada (Thomas Irwin, 2011)

O processo de lagoas arejadas é praticamente idêntico ao processo de lamas ativadas, ou seja, as águas residuais após saírem do decantador primário, vão para as lagoas arejadas onde é introduzido oxigénio, de forma a permitir a degradação aeróbia da matéria orgânica presente pelos microrganismos. A principal diferença entre o processo de lagoas arejadas e o processo de lamas ativadas é que a remoção das lamas é feita apenas para controlar a quantidade de lamas no arejador, ou seja, não há recirculação das lamas.

Nas lagoas arejadas a concentração de sólidos depende do tipo de águas residuais que lá chegam e do tempo de retenção. A concentração de sólidos usualmente encontra-se entre os 80 e os 200 mg/ L, muito abaixo do que a concentração de sólidos pelo processo de lamas ativadas (2000-3000 mg/L).

As lagoas arejadas constituem geralmente uma etapa de um sistema de tratamento por lagunagem, que sucede às lagoas facultativas (mais profundas) onde ocorrem simultaneamente biodegradação aeróbia (à superfície) e anaeróbia (no fundo) e antecede às lagoas de maturação (de baixa profundidade) ou de leitos de macrófitas onde se dá a etapa de afinação (Metcalf e Eddy, 2003).

5.3.3.3. *Leito Percolador*

O tratamento biológico através de leitos percoladores consiste na existência de um leito altamente permeável, ao qual os microrganismos aderem e o líquido passa através desse filtro biológico. O meio filtrante normalmente é constituído por cascalho ou materiais plásticos cujo diâmetro varia entre 25 a 100 mm. A altura do meio filtrante varia de acordo com os objetivos de cada projeto, contudo normalmente varia entre 0,9 e 2,5 m. Os leitos percoladores são normalmente circulares (figura 5.17) e o líquido (água residual) é distribuído por cima do leito com o auxílio de um distribuidor rotativo.

O material orgânico presente nas águas residuais é degradado por uma população de microrganismos que aderiram ao meio filtrante. No exterior do biofilme, o material orgânico é degradado por microrganismos aeróbios. À medida que a matéria orgânica é degradada, a espessura do biofilme aumenta e o oxigénio dissolvido é consumido antes que possa penetrar em toda a profundidade da camada do biofilme, estabelecendo-se assim um ambiente anaeróbio nas camadas mais internas do biofilme.

Também a matéria orgânica é metabolizada antes de conseguir alcançar os microrganismos que se encontram nessas zonas internas do biofilme. Logo estes microrganismos ficam sem nenhuma fonte de carbono orgânico, entram numa fase endógena de crescimento e perdem a capacidade de aderência às paredes e desprendem-se do meio de suporte. O líquido por sua vez, ao passar pelo meio filtrante arrasta esta biomassa para fora do leito percolador, e começa a formar-se uma camada nova de biofilme. Nos leitos percoladores mais recentes, a espessura do biofilme é controlada de forma a manter uma camada uniforme (Metcalf e Eddy, 2003).



Figura 5.17 - Leito Percolador (C.M. Angra do Heroísmo, 2009)

Os leitos percoladores são construídos por um sistema de drenagem e recolha das águas residuais e de sólidos biológicos que se desprendam do meio filtrante. Este sistema de drenagem além de ser o ponto de recolha das águas residuais é também uma estrutura através do qual o ar pode circular (figura 5.18).

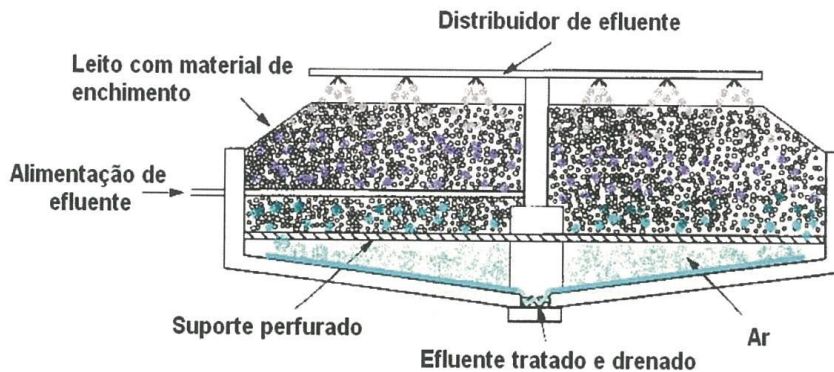


Figura 5.18 - Corte lateral de um leito percolador (adaptado de Nascimento et al., 2011)

O líquido e sólidos biológicos recolhidos por este sistema são então encaminhados para o decantador secundário onde se vai dar a sedimentação dos sólidos obtendo-se assim águas residuais tratadas. Por vezes parte da água residual tratada é descarregada nos cursos de água e outra parte é reciclada, voltando a entrar no leito percolador de forma a diluir as águas residuais à entrada e manter o meio húmido, no caso de caudais baixos de entrada (figura 5.19).

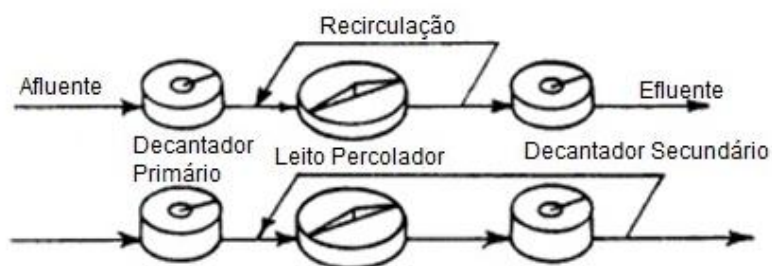


Figura 5.19 - Esquema do processo do leito percolador (adaptado de Nelson, 2008)

Como vantagens apresenta um fácil manuseamento, baixos custos de manutenção. Apresenta a desvantagem de não serem adequados a cargas orgânicas muito elevadas, pois provocariam a colmatação do filtro e problemas com odores (Soares, 2008).

5.3.3.4. Discos biológicos

O processo dos biodiscos ou discos biológicos consiste numa série de discos circulares de poliestireno ou cloreto de polivinilo muito próximos uns dos outros montados na

horizontal (figura 5.20) que vão sendo rodados lentamente para promover, alternadamente o contacto dos discos com as águas residuais para fornecimento de substrato e com a atmosfera para que haja fornecimento de oxigénio, promovendo desta forma a biodegradação aeróbia da matéria orgânica.

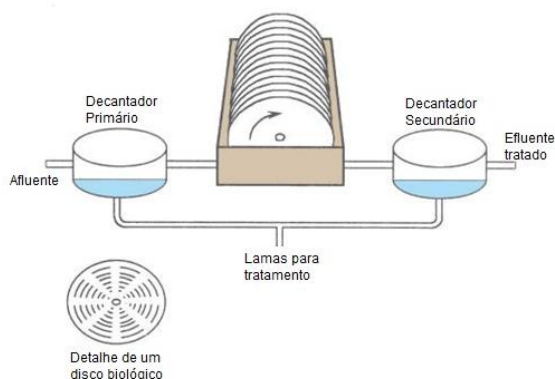


Figura 5.20 - Esquema do processo dos discos biológicos (González, 1996)

Na superfície dos discos os microrganismos começam a fixar-se, formando uma película designada por biofilme ou filme biológico que vai aumentando a sua espessura com o passar do tempo até que se desprende, tal como acontece com os leitos percoladores. Os organismos que se desprendem são mantidos em suspensão no meio líquido devido ao movimento dos discos (figura 5.21). Daqui as águas residuais e os sólidos em suspensão são encaminhados para o decantador secundário onde ocorre a sedimentação dos sólidos tornando a água residual mais límpida.

Este processo apresenta como vantagens ter uma exploração simples e com baixos custos de manutenção, ter uma menor área de decantação que no processo de lamas ativadas devido à produção de lamas que sedimentam rapidamente e ser bastante resistente às variações de características do efluente a tratar (caudal, concentração, etc). Esta vantagem é comum aos processos de biomassa fixa, por exemplo os leitos percoladores. Como desvantagem podemos apontar o facto da mecânica dos discos ser bastante exigente e os custos serem diretamente proporcionais ao caudal (Soares, 2008).



Figura 5.5.21 - Discos Biológicos (SSWN, 2012)

5.3.3.5. Digestão anaeróbia

O processo de digestão anaeróbia pretende estabilizar as lamas concentradas obtidas nos tratamentos primários e secundários. Na digestão anaeróbia a matéria orgânica é biodegradada em condições anaeróbias, ausência de oxigénio, originando uma variedade de produtos incluindo o metano e o dióxido de carbono. As lamas estabilizadas após o tratamento, têm um teor de matéria orgânica e de organismos patogénicos reduzidos (Metcalf e Eddy, 2003). Este processo apresenta como vantagens uma baixa produção de lamas e a produção de biogás que pode ser valorizado energeticamente. Este processo pode também ser utilizado para tratar efluentes industriais concentrados. Como desvantagens pode-se referir que este processo é mais lento do que a digestão aeróbia e é mais sensível a compostos tóxicos, o que leva a uma operação mais difícil (Soares, 2008).

5.3.4. Tratamento Terciário

O tratamento terciário é considerado um tratamento químico ou físico adicional, necessário para remover substâncias que estão suspensas ou dissolvidas que permaneceram após o tratamento primário e secundário. Estas substâncias podem ser orgânicas, sólidos suspensos ou até iões inorgânicos tais como o cálcio, o potássio, sulfato, nitrato, fosfato e um número cada vez maior de compostos orgânicos sintéticos.

Neste tipo de tratamento inclui-se a desinfecção (remoção de organismos patogénicos) e a remoção de nutrientes (Metcalf e Eddy, 2003).

As principais tecnologias aplicadas na desinfecção são a adição de cloro, o ozono e a radiação ultravioleta (Beleza et al., 2007). No entanto apenas os dois últimos são considerados adequados para a desinfecção de águas residuais devido aos subprodutos organoclorados que podem formar-se.

O ozono é produzido no próprio local utilizando a ação ionizante sobre o oxigénio de um campo elétrico criado por um potencial elevado. Industrialmente é obtido fazendo-se passar uma corrente de ar seco ou de oxigénio entre os elétrodos submetidos a uma diferença de potencial elevada e também pode ser produzido em geradores com radiação ultravioleta, menos eficientes, onde o oxigénio de uma corrente de ar é parcialmente convertido em ozono. As vantagens da utilização do ozono são que este tem excelentes propriedades como desinfetante, oxida completamente um elevado número de contaminantes orgânicos e produz menos subprodutos prejudiciais para a qualidade da água e para a saúde. Como principal desvantagem pode-se apontar o facto de ter um custo elevado associado à produção de ozono no local.

A aplicação da radiação ultravioleta é um mecanismo de destruição de microrganismos por alteração do seu ADN por dimerização da timina impedindo a sua replicação. A zona de

comprimentos de onda mais eficaz para este efeito está situada entre os 263nm e os 275 nm, sendo o valor de 265 nm o mais eficaz. As fontes emissoras da radiação ultravioleta são as lâmpadas de baixa pressão e baixa intensidade, as lâmpadas de baixa pressão e elevada intensidade e as lâmpadas de média pressão. Estas lâmpadas são colocadas num canal onde a água contacta com a radiação. Para que o processo seja eficiente o efluente deve ter uma concentração de sólidos muito baixa de forma a não interferir com a radiação emitida. Podem ser usados filtros de areia para ultrapassar estas limitações, sendo este o processo mais usado para desinfeção de águas residuais.

A remoção de nutrientes (azoto e fósforo) por via biológica pode ser conseguida através de algumas variantes dos processos aqui descritos, nomeadamente o processo de lamas ativadas.

5.3.5. Destino final das lamas

As lamas resultantes unicamente dos processos de separação sólido-líquido, como por exemplo da sedimentação e da floculação, são denominadas de lamas primárias e são constituídas maioritariamente por matéria orgânica no caso das águas residuais domésticas. Já as lamas resultantes dos processos biológicos do tratamento secundário são as lamas secundárias. As lamas resultantes da decantação primária e secundária não podem ser descarregadas sem tratamento no meio ambiente, uma vez que além de conterem matéria orgânica não estabilizada, que confere às lamas aspeto e cheiro desagradável, contêm concentrações elevadas de microrganismos patogénicos (Ramalho, 1983).

O processo de tratamento das lamas envolve o espessamento, redução do teor em água, estabilização ou digestão (aeróbia ou anaeróbia) e a desidratação destas.

6. Tipos de ETARs Compactas

O concelho da Póvoa de Varzim possui uma ETAR convencional em Laúndos e catorze ETARs compactas, distribuídas pelas freguesias de Balasar, Estela e Rates. Estes dois tipos de ETARs têm os processos de tratamento idênticos e diferem apenas nas dimensões. As compactas são mais pequenas do que as convencionais, são pré-fabricadas e abrangem um número mais pequeno de população.

As ETARs que tratam caudais elevados de águas residuais urbanas (domésticas e industriais) são geralmente do tipo convencional. Para caudais reduzidos usam-se frequentemente ETARs compactas que são geralmente pré-fabricadas. Estas soluções, adotadas para o tratamento de águas residuais de pequenos e médios aglomerados populacionais são simples mas com elevado nível de tratamento e contam com diversos fabricantes. Apresentam as vantagens de serem bastante económicas, serem de rápida instalação e poderem ser instaladas sob o solo, tendo assim um impacto visual nulo (Nascimento et al., 2011).

Após o tratamento das águas residuais nas ETARs compactas estas devem estar em condições de serem descarregadas no meio hídrico, ou seja, cumprem os limites de descarga impostos pelo Decreto-Lei nº236/98 de 1 de Agosto. Contudo se se pretender descarregar este tipo de águas em meios hídricos mais sensíveis, terão de ser respeitados os limites mais restritos impostos pelo Decreto-Lei 152/97 de 19 de Junho, devendo-se remover não só mais matéria orgânica mas também mais nutrientes (azoto e fósforo) e eventualmente pode até ser necessária desinfecção, sendo que nem todas as ETARs compactas têm capacidade de o fazerem (Nascimento et al., 2011).

Existem diferentes tipos de ETARs compactas. De acordo com as pesquisas efetuadas em vários fornecedores, os tratamentos mais utilizados são por decantador/digestor com filtro biológico, por lamas ativadas com arejamento prolongado, por lamas ativadas com arejamento prolongado num reator do tipo “Sequencial Batch Reactor” (SBR), por leito percolador e com biodiscos. As ETARs geridas pela CMPV são ETARs com tratamento por lamas ativadas com arejamento prolongado ou com leito percolador e estão descritos no capítulo 7.

6.1 ETAR compacta de decantador/ digestor com filtro biológico

Este tipo de ETARs difere das fossas sépticas por possuir um compartimento com material inerte (pedra ou de natureza plástica), que serve de habitat à colónia de microrganismos aeróbios responsáveis pela degradação da matéria orgânica. O efluente é distribuído por difusores colocados sobre o leito de inertes e é posteriormente recolhido na base, após depuração (figura 6.1). A introdução deste filtro biológico permite uma taxa de redução de CBO_5 de 80%, o que proporciona uma melhoria significativa da qualidade do efluente final (Ecodepur, 2012)



Figura 6.1 - Esquema legendado de uma ETAR compacta de decantador/ digestor com filtro biológico (Ecodepur, 2012)

6.2 ETAR compacta com tratamento por lamas ativadas com arejamento prolongado

Este tipo de ETAR é dos mais utilizados no tratamento de águas residuais. Estas ETARs possuem dois compartimentos (figura 6.2). No primeiro ocorre o tratamento biológico por arejamento prolongado e no segundo a decantação e recirculação das lamas para o primeiro compartimento. Os dois compartimentos encontram-se fechados num único módulo, havendo a possibilidade de colocar ainda um sistema de gradagem, de lavagem manual ou mecânica, a montante da ETAR, de modo a impedir a passagem de sólidos mais grosseiros que contribuem para o entupimento do sistema de arejamento (Ecodepur, 2012).

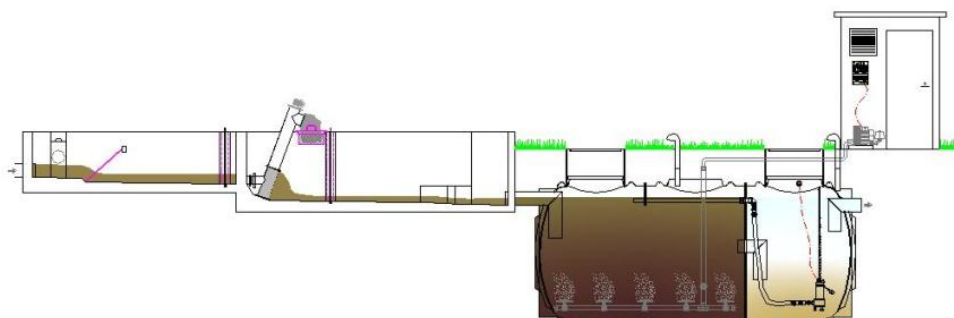


Figura 6.2 - ETAR compacta com tratamento de lamas ativadas com por arejamento prolongado (Ecodepur, 2012)

6.3 ETAR compacta com tratamento por lamas ativadas com arejamento prolongado num reator do tipo SBR

Este tipo de ETAR contém um único compartimento onde ocorrem os processos cíclicos de arejamento/ decantação, num reator do tipo SBR, tendo por isso um funcionamento descontínuo, em ciclos programados, entre o tanque biológico com arejamento e o decantador secundário, sempre que pare a oxigenação e/ou mistura completa, dando lugar à sedimentação dos sólidos (figura 6.3).

Esta alternância entre arejamento e não arejamento permite a remoção do azoto por nitrificação/desnitrificação, garantindo uma eficiência de descarga de acordo com a legislação em vigor. Como os ciclos são programados, podem ser controlados e ajustados à distância sempre que for necessário em situações de ocupação sazonal em que é fundamental fazer os ajustes dos tempos dos ciclos para melhorar a eficiência do tratamento (Ecodepur, 2012).

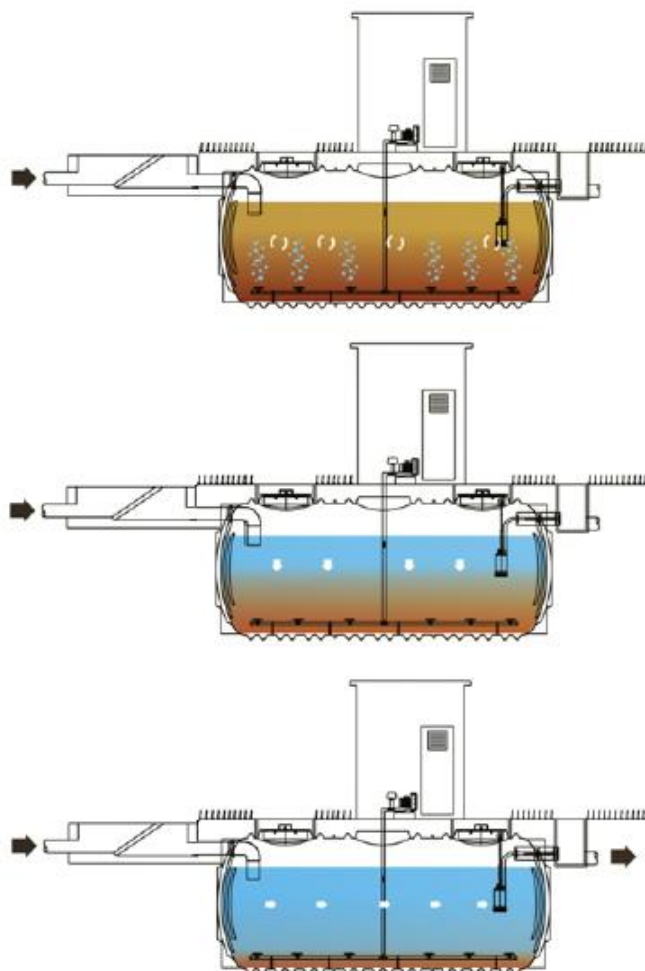


Figura 6.3 - ETAR compacta com tratamento por lamas ativadas com arejamento prolongado num reator do tipo SBR (Ecodepur, 2012)

6.4 ETAR compacta com leito percolador

O processo de tratamento de águas residuais por leito percolador em ETARs compactas (figura 6.4), é idêntico ao processo convencional. Para ETARs de pequenos aglomerados cujo tratamento seja efetuado por leitos percoladores, estes são denominados de baixa carga, uma vez que são projetados para responder a cargas hidráulicas e de CBO_5 relativamente baixas, sendo a eficiência de remoção de matéria orgânica entre 80 e 90%.

Os leitos percoladores de baixa carga dispõem de uma pequena estação de recirculação do efluente, destinada a assegurar a irrigação do leito durante as horas de menor caudal. Este procedimento torna-se necessário em pequenos aglomerados para assegurar a manutenção de condições de humidade necessárias ao desenvolvimento dos microrganismos (Ecodepur, 2012).

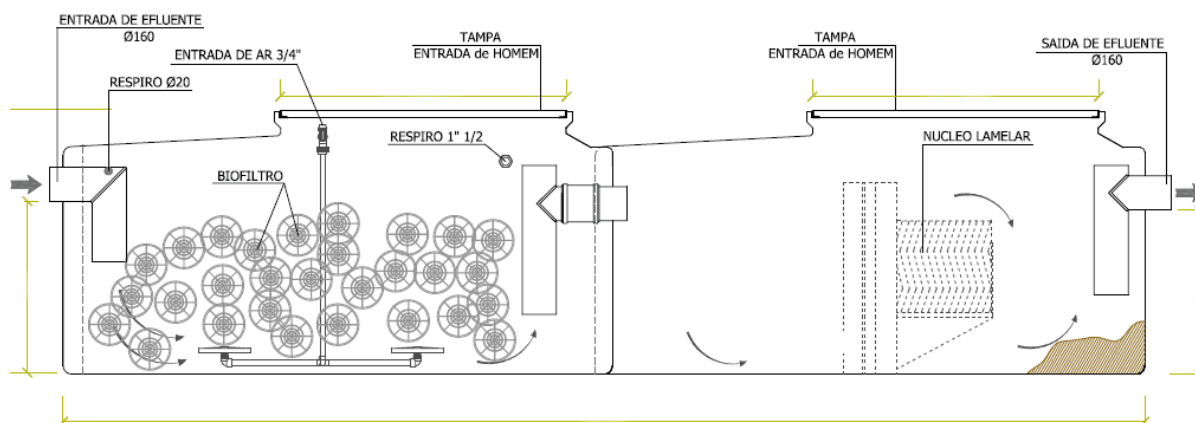


Figura 6.4 - ETAR compacta com tratamento por leito percolador (Ecodepur,2012)

6.5 ETAR compacta com biodiscos

À semelhança dos biodiscos utilizados no tratamento biológico das ETARs convencionais, uma unidade de biodiscos é constituída por uma série de discos dispostos diametralmente em torno de um eixo horizontal sobre o qual tem um movimento de rotação, e que estão parcialmente imersos na água residual e servem de habitat da biomassa (figura 6.5).

O tratamento por discos biológicos faz-se por degradação da matéria orgânica em condições aeróbias, processando-se de forma idêntica ao do tratamento por leito percolador. Estas estações são geralmente fabricadas para fazer face a uma população até 6000 habitantes, segundo dados de alguns fabricantes. As vantagens da utilização dos biodiscos são que o efluente final é de boa qualidade, há uma redução do volume de lamas produzidas e há um baixo consumo energético (Nascimento et al.,2011).



Figura 6.5 - ETAR compacta com tratamento por biodiscos (Nascimento et al.,2011).

7. Diagnóstico de funcionamento e otimização das ETARs da CMPV

Neste capítulo é feita a identificação de todas as ETARs do concelho da Póvoa de Varzim. Foi feito um levantamento de toda a informação presente no arquivo da divisão de saneamento básico da CMPV nomeadamente dos respetivos dados de projeto e resultados da caracterização dos efluentes brutos e tratados de cada uma das quinze ETARs presentes nas diferentes freguesias do concelho. De acordo com a informação cedida pela CMPV, 96% da cobertura de saneamento básico no concelho da Póvoa de Varzim é assegurada por uma ETAR convencional, catorze ETARs compactas e diversas fossas sépticas. Após passagem por estes equipamentos os efluentes são encaminhados para as águas do Noroeste, entidade responsável pelo tratamento final destes. A distribuição das águas de consumo é da responsabilidade da CMPV.

Estas informações e as visitas periódicas com o responsável serviram para conseguir identificar todos os problemas de cada uma das ETARs e quais as que apresentam mais fragilidades, logo as que necessitam de maior atenção da parte da CMPV. As ETARs estão distribuídas pelas freguesias da seguinte forma: na freguesia de Laúndos, a ETAR do Parque Industrial de Laúndos; na freguesia de Balasar, as ETARs da Incondave, Loteamento do Aligon, Lugar da Cruz e o Lugar da Fontela; na freguesia da Estela, as ETARs Loteamento DSMorais, Lugar do Outeiro e Lugar do Teso; e na freguesia de Rates, as ETARs da Avenida José António Sousa Ferreira, Caminho 1030, Centro Histórico, Habitações sociais, Loteamento das Fontainhas, Lugar das Lagoas e Ponte do Burrinho.

De acordo com o estudo exaustivo efetuado (consultar Anexo A) chegou-se à conclusão que as ETARs que apresentam mais problemas de funcionamento e por isso merecem uma maior atenção são as ETARs do Parque Industrial de Laúndos, da Incondave, do Centro Histórico de Rates e do Loteamento das Fontainhas- Estas tratam caudais de efluente doméstico mais elevado pois servem um maior número de habitantes em comparação com as restantes.

Quanto às restantes ETARs, pelas visitas que foram feitas, verificou-se que não apresentam anomalias de grande importância, uma vez que tratam caudais bastante reduzidos, o que se traduz num menor desgaste do equipamento e conseqüente bom funcionamento. Contudo, sugere-se que seja feita uma ou mais visitas semanais para que caso haja alguma avaria de equipamento, seja reparada o mais breve possível, evitando descargas de efluentes com valores fora dos limites permitidos por lei.

Nos subcapítulos seguintes é apresentado um breve resumo de cada uma das quatro ETARs com mais problemas de forma a perceber o princípio de funcionamento de cada uma delas, a analisar os resultados obtidos em análises efetuadas anteriormente, saber quais as principais fragilidades existentes e finalmente propor melhorias para uma maior eficácia de tratamento.

7.1 ETAR do Parque Industrial de Laúndos

A ETAR do parque industrial de Laúndos é a única ETAR convencional do concelho da Póvoa de Varzim. Fica situada no Lugar das Águas Férreas na freguesia de Laúndos. O início da exploração da ETAR foi em Março de 1999 e esta foi dimensionada para tratar essencialmente águas residuais do tipo doméstico para uma população de cerca de 3700 habitantes, com um caudal médio de 444 m³/dia e uma carga de 166,5 kg/ dia de CBO₅.

7.1.1. Descrição do funcionamento da ETAR de Laúndos

Na figura 7.1 apresenta-se o esquema de funcionamento da ETAR de Laúndos.

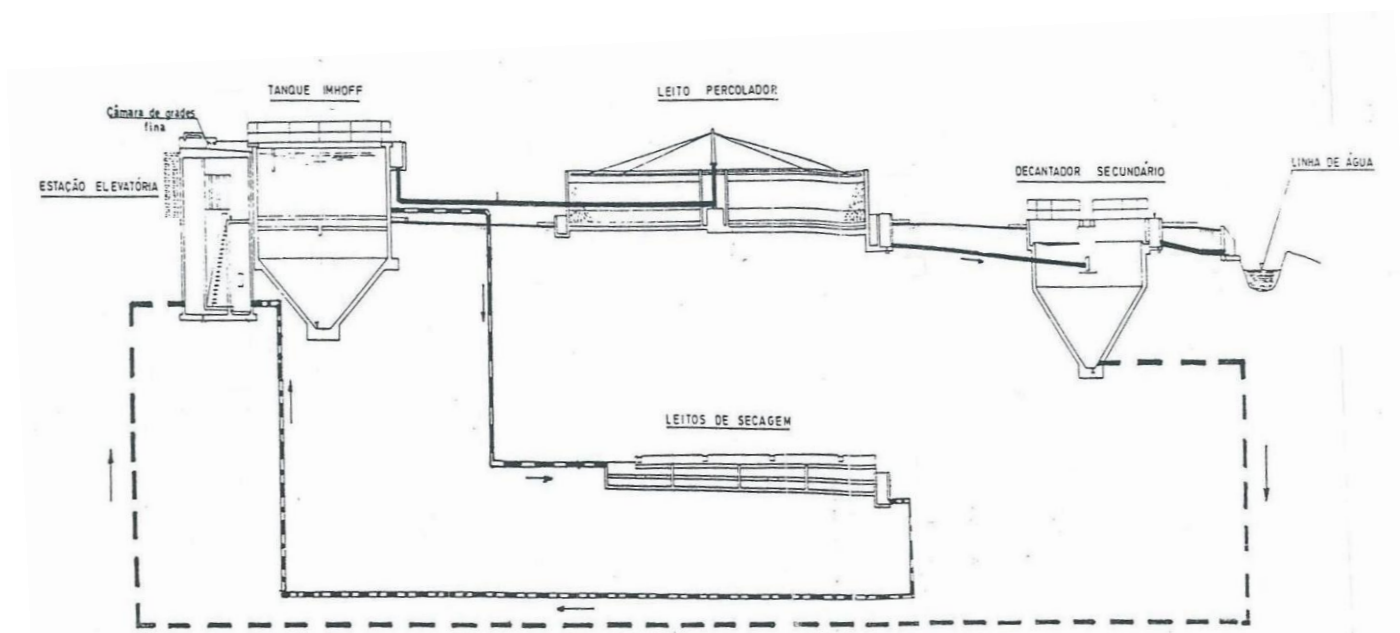


Figura 7.1 - Esquema de funcionamento da ETAR de Laúndos (C.M. Póvoa de Varzim, 1997)

Após a entrada da água residual bruta, esta é encaminhada para a estação elevatória presente na ETAR com o objetivo de elevar essa água até ao tanque Imhoff onde ocorre o tratamento primário, com o auxílio de 3 bombas (figura 7.2) que funcionam consoante os caudais que chegam à ETAR.



Figura 7.2 - Bombas responsáveis pela elevação das águas residuais da ETAR do parque industrial de Laúndos

A montante e a jusante das bombas, existem grades de limpeza manual pelas quais passa o efluente bruto (figuras 7.3 e 7.4), separando os sólidos mais grosseiros de forma a evitar danos nos equipamentos presentes a jusante, no processo de tratamento.



Figura 7.3 - Gradagem da água residual à entrada da estação elevatória da ETAR do parque industrial de Laúndos



Figura 7.4 - Gradagem da água residual à saída da estação elevatória da ETAR do parque industrial de Laúndos

À saída da estação elevatória, o efluente é encaminhado para o tanque Imhoff (figura 7.5) onde vai ocorrer o tratamento primário, ou seja, a decantação primária onde ocorre a sedimentação dos sólidos de maiores dimensões deixando assim a água com uma menor

quantidade de sólidos suspensos totais, criando as condições necessárias para enviar a água residual para o tratamento secundário.



Figura 7.5 - Tanques Imhoff da ETAR do parque industrial de Laúndos

O efluente, após passar pelo tanque Imhoff, segue para o tratamento secundário, ou seja, tratamento biológico (figura 7.6) que consiste num leito percolador no qual o efluente passa pelo biofiltro que decompõe a matéria orgânica presente.



Figura 7.6 - Leito percolador da ETAR do parque industrial de Laúndos

Na saída do tratamento biológico, o efluente é encaminhado para o decantador secundário (figura 7.7) para sedimentação dos sólidos obtendo assim um efluente límpido.



Figura 7.7 - Tanque de decantação secundária da ETAR do parque industrial de Laúndos

O efluente tratado já se encontra em condições de ser descarregado no meio hídrico. Essa descarga é feita na linha de água contígua ao parque industrial de Laúndos, na freguesia de Estela, concorrente da Ribeira da Ramalha, no município de Esposende.

As lamas resultantes, da decantação primária e da decantação secundária, são encaminhadas para os leitos de secagem, como se pode ver na figura 7.8, para que ocorra a desidratação das mesmas. Parte das lamas secundárias é reciclada para os decantadores primários, com o objetivo de descarregar menor quantidade de lama nos leitos de secagem e simultaneamente promover a sua digestão na parte inferior do tanque Imhoff.



Figura 7.8 - Leitos secagem das lamas da ETAR do parque industrial de Laúndos

7.1.2. ETAR de Laúndos: Anomalias registadas, possíveis causas e soluções de melhoria

Aquando das visitas realizadas e de acordo com o funcionário responsável pela ETAR, os camiões cisterna daquela zona fazem descargas, na própria ETAR, de águas residuais urbanas com um caudal superior à capacidade da ETAR, que mesmo tendo sido sobredimensionada, não tem capacidade para tratar um caudal tão elevado visto os pressupostos que levaram a sua criação terem sido alterados com a construção de unidades fabris e novos loteamentos de habitações. A solução que se propõe é a construção de um tanque de equalização com agitador e regulador de caudal para que, além de haver mistura e uniformização das águas residuais domésticas com as industriais, é bombeado apenas o caudal adequado para tratamento. O controlo do caudal de entrada da ETAR assegura que o tratamento vai ser mais eficaz.

As lamas resultantes quer da decantação primária quer da decantação secundária são encaminhadas, após desidratação nos leitos de secagem, para aterro. Esta não é uma boa opção uma vez que estas podem ser aproveitadas para diversos fins, nomeadamente na agricultura. O Decreto-Lei nº 276/2009 de 2 de Outubro, estabelece o regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas transpondo para a ordem jurídica interna a

Diretiva n.º86/278/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, de forma a evitar efeitos nocivos para o homem, para a água, para os solos, para a vegetação e para os animais, promovendo a sua correta utilização. Segundo este Decreto-Lei as lamas provenientes de estações de tratamento de águas residuais podem ser valorizadas através da sua utilização como fertilizante na agricultura.

Dos resultados das análises mensais efetuadas desde o ano de 2008 verificou-se que em determinadas alturas os valores de CBO₅, de CQO ultrapassam os limites de descarga permitidos. Os valores de CBO₅ e de CQO indicam que existe uma elevada carga orgânica na água residual, para a qual a ETAR não estaria dimensionada já que se previa o tratamento de efluentes industriais, com menores cargas orgânicas, situação que se espera regularizar através da construção de um tanque de equalização. Os valores de azoto total e de fósforo total respeitam os limites impostos para a descarga de águas residuais no meio hídrico.

7.2. ETAR da Incondave

A ETAR da Incondave é uma ETAR compacta, situada no lugar das Fontainhas na freguesia de Balasar. O início da exploração da ETAR ocorreu no ano de 2005 e foi dimensionada para tratar essencialmente águas residuais do tipo doméstico para uma população de cerca de 500 habitantes.

7.2.1. Descrição do funcionamento da ETAR da Incondave

A ETAR da Incondave é constituída por vários cilindros de eixo horizontal, construídos em poliéster reforçado com fibra de vidro. Possui três módulos (figura 7.9) e cada um deles possui um decantador primário/ digestor de lamas, um leito percolador de alta carga, uma estação elevatória e um decantador secundário.

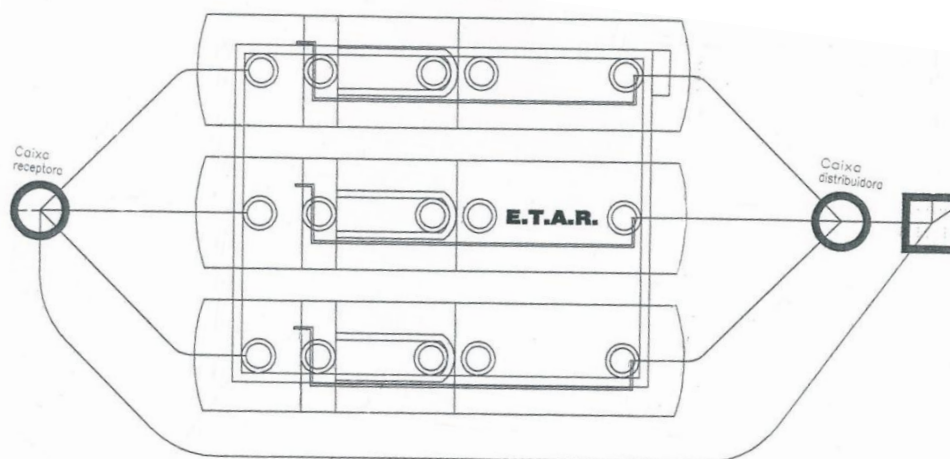


Figura 7.9 - Planta da ETAR da Incondave (C.M. Póvoa de Varzim, 2001)

O efluente entra no decantador primário e posteriormente no leito percolador, através de distribuidores que se encontram suspensos sobre o leito de enchimento (figura 7.10).



Figura 7.10 - Compartimento correspondente ao leito percolador da ETAR da Incondave

Na chaminé de entrada de ar deste órgão (figura 7.11) existe um ventilador que em conjunto com a bomba submersível, vai promover a ventilação forçada do filtro biológico por injeção de ar cuja entrada é feita através da estação elevatória, atravessando o filtro de forma ascendente. Essa ventilação visa introduzir oxigénio para favorecer o desenvolvimento dos microrganismos necessários à depuração biológica do afluente ao leito percolador.



Figura 7.11 - Chaminé de entrada de ar para ventilação da ETAR da Incondave

Após a passagem pelo leito percolador, o efluente é descarregado no coletor de fundo que faz ligação com a estação elevatória. Daqui, o efluente é elevado através de uma bomba, sendo o caudal repartido entre a alimentação ao decantador secundário e a recirculação para o decantador primário de forma a manter o leito sempre molhado. Do

decantador secundário, o efluente já tratado é descarregado para uma caixa que faz ligação com o meio recetor, uma linha de água na freguesia de Balasar concorrente com o rio Este.

As lamas resultantes da decantação secundária, são recirculadas para o decantador primário através de uma bomba submersível instalada na estação elevatória, devido à ligação existente entre os dois compartimentos, através de um orifício. As lamas acumuladas quer no decantador primário, quer no decantador secundário, são periodicamente recolhidas e encaminhadas para os leitos de secagem da estação de tratamento de águas residuais de Laúndos, onde ocorrerá a desidratação das mesmas.

7.2.2. ETAR da Incondave: Anomalias registadas, possíveis causas e soluções de melhoria

Os resultados das análises efetuadas mostram que os valores de CBO₅, CQO e de sólidos suspensos totais são elevados, ultrapassando assim os limites impostos pelo Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto. Nas visitas efetuadas à ETAR, o funcionário responsável deu-nos conhecimento de alguns problemas ao nível da manutenção/avarias associados essencialmente à baixa eficiência dos equipamentos lá presentes, bombas e arejadores. Esta é a principal causa para os valores das análises excederem os limites de descarga. A limpeza e o conserto destes equipamentos são essenciais para melhorar a eficiência do tratamento de forma a que seja possível cumprir os valores estabelecidos pelo Decreto-Lei. Aconselha-se também a introdução de um medidor de caudal, que a ETAR não possui, para que seja possível saber qual o caudal que está a ser tratado e se este é o adequado à ETAR em questão.

7.3. ETAR Loteamento das Fontainhas

A ETAR do loteamento das Fontainhas (figura 7.12) é uma estação de tratamento compacta que fica situada na freguesia de Rates, concelho da Póvoa de Varzim. O início da exploração desta ETAR foi em 2003 e está dimensionada para tratar essencialmente águas residuais do tipo doméstico para uma população de cerca de 500 habitantes, com um caudal médio de 69 m³/dia e uma carga de 30 kg/ dia de CBO₅ total.



Figura 7.12 - Espaço exterior da ETAR Loteamento das Fontainhas

7.3.1. Descrição do funcionamento da ETAR das Fontainhas

A figura 7.13 representa o esquema de funcionamento da ETAR compacta da marca BIOPAC, modelo BS500, do loteamento das Fontainhas e o equipamento que nela existe.

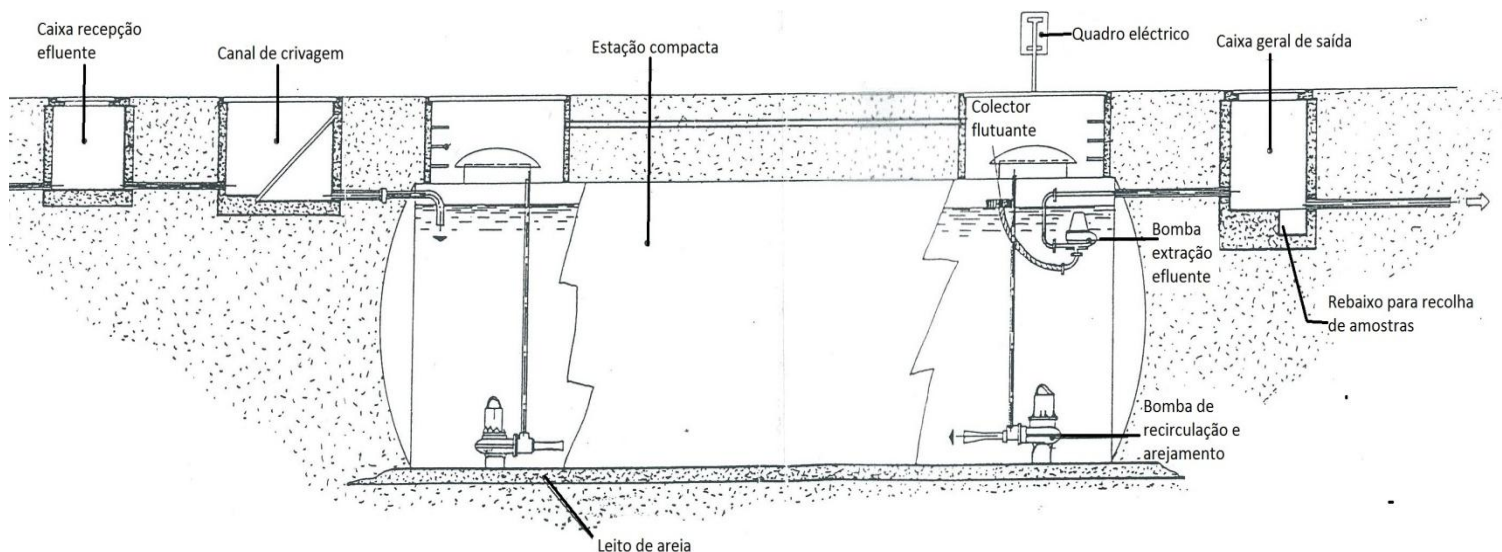


Figura 7.13 - Esquema de funcionamento da ETAR das Fontainhas (C.M. Póvoa de Varzim, 2001)

A água residual é recolhida numa caixa de receção e de seguida é bombeada para um compartimento onde existe uma grade de limpeza manual (figura 7.14), onde os sólidos mais grosseiros vão ficar retidos de forma a evitar a deterioração do equipamento a jusante.



Figura 7.14 - Grade de limpeza manual da ETAR das Fontainhas

Após passagem pela grade, a água é enviada para a estação compacta propriamente dita onde é sujeita à injeção de oxigénio e à agitação que propicia um ambiente bastante favorável ao desenvolvimento de colónias microbianas do tipo aeróbio capazes de degradar a matéria orgânica.

7.3.2. ETAR das Fontainhas: Anomalias registadas, possíveis causas e soluções de melhoria

De acordo com os resultados das análises efetuadas no ano de 2011, a ETAR do Loteamento das Fontainhas não está a cumprir os limites de descarga impostos. Os valores de pH encontram-se dentro do previsto contudo os valores de CBO₅, CQO e SST estão acima do valor permitido. Esta situação deve-se à ocorrência de várias avarias ao nível dos equipamentos existentes na ETAR, de onde se destacam: três grupos de eletrobombas submersíveis (Grundfos AP.70.80.19.3), associados a três hidrojatores (tipo RNF 22) e uma eletrobomba submersível (Grundfos AP.51.65.07.3), associada a um coletor flutuante para recolha e extração do efluente tratado.

De acordo com o relatório de manutenção desta estação de tratamento feito em Março de 2012, os hidrojatores foram arranjados e estão em funcionamento, contudo a bomba responsável pela extração do efluente tratado não se encontrava montada pois foi retirada para ser reparada uma vez que não estava nas melhores condições. Recomenda-se que a reparação seja rapidamente concluída de forma a recuperar o funcionamento normal da instalação. Aconselha-se também a colocação de um medidor de caudal, uma vez que esta ETAR não possui, para que possa ser controlado o caudal de efluente admitido.

7.4. ETAR Centro histórico de Rates

A ETAR do Centro histórico é uma ETAR compacta e fica situada na freguesia de Rates no concelho da Póvoa de Varzim. Esta entrou em funcionamento no ano 2001 e foi dimensionada para tratar efluentes do tipo doméstico para uma população de cerca de 400 habitantes, com um caudal diário de 60 m³. A descarga da água residual tratada é feita na linha de água contígua à ETAR.

7.4.1. Descrição do funcionamento da ETAR do Centro Histórico de Rates

O tratamento preliminar nesta ETAR consiste na existência de uma grelha manual, seguida de uma grelha mecânica (figura 7.15), um desarenador e um medidor de caudal. Após passagem da água residual pelas grades, esta atravessa um desarenador onde ficam retidos os sólidos inertes de menores dimensões.



Figura 7.15 - Grelha de limpeza automática da ETAR do Centro Histórico de Rates

Daqui a água residual segue para o tanque de arejamento onde ocorre o tratamento secundário propriamente dito com injeção de oxigénio e agitação das lamas biológicas, semelhante ao descrito no item 7.3.

7.4.2. ETAR do Centro Histórico de Rates: Anomalias registadas, possíveis causas e soluções de melhoria

Os resultados das análises efetuadas no ano de 2011, revelam que os valores de CBO₅, CQO e SST estão acima dos valores limites de emissão.

As visitas realizadas a esta ETAR, revelam que os equipamentos utilizados, um compressor (Marca: Mapro internacional, Modelo: CL 10/21 S), oito difusores de membrana (Marca: Envicon) e uma bomba de recirculação submersível (Marca: Elias, Tipo: FP 80/40), não estão a funcionar com a eficiência pretendida devido a alguns problemas técnicos, o que leva a que o sucesso do tratamento não seja o pretendido. Aconselha-se a injeção de uma solução de limpeza dos difusores de forma a desobstruir todos os orifícios, a manutenção adequada do equipamento ou eventualmente a sua substituição. A inspeção do funcionamento da bomba e do compressor deve ser feita regularmente de forma a evitar em caso de avaria a descarga de água com os valores dos parâmetros superiores aos impostos por lei. Outro problema prende-se ao facto de haver descarga de camiões cisterna sem o devido controlo o que faz com que, o caudal de efluente seja muito superior aquele que pode ser tratado. Neste caso sugere-se a construção de um tanque de equalização com agitador e regulador de caudal para que apenas o caudal suportado pela ETAR seja admitido evitando assim uma baixa eficiência do tratamento.

8. Conclusões e sugestões para trabalhos futuros

O objetivo deste trabalho foi o diagnóstico de funcionamento e otimização das ETARs do concelho da Póvoa de Varzim. O tratamento das águas residuais neste município é de extrema importância não só por uma questão de saúde pública e conservação do meio ambiente como também pela vertente turística deste concelho, que tem na sua orla costeira seis praias às quais foram atribuídas bandeiras azuis pela sua qualidade.

Assim, foi feito um trabalho de campo bastante intensivo para se ficar a conhecer cada uma das ETARs. As visitas efetuadas a cada uma das quinze ETARs da CMPV foram sempre acompanhadas pelo funcionário responsável, o que permitiu de uma forma bastante elucidativa perceber todo o processo de funcionamento, conhecer todos os equipamentos presentes nas ETARs, fazer o registo das anomalias detetadas e identificar os principais problemas, para os quais foram apontadas soluções.

Reunindo os vários registos do trabalho de campo e após um estudo exaustivo de toda a documentação fornecida pela divisão de saneamento básico, tanto a nível de projetos de construção das ETARs do concelho, registo dos resultados das análises efetuadas, registo de todas as reparações feitas ao longo dos anos e equipamentos presentes, foram selecionadas aquelas que deveriam ser alvo de maior atenção. Este estudo focou-se apenas em quatro das quinze ETARs: a ETAR convencional do parque industrial de Laúndos e as ETARs compactas do centro histórico de Rates, das Fontainhas e da Incondave.

As ETARs do parque industrial de Laúndos e do centro histórico de Rates apresentavam caudais de admissão bastante elevados devido à descarga pontual de camiões cisterna o que fazia com que o tratamento não fosse eficaz. Como solução sugeriu-se a construção de um tanque de equalização em ambas as ETARs, com agitador e regulador de caudal, de forma a garantir, respectivamente, a mistura e uniformização das águas residuais domésticas e industriais e que apenas será bombeado o caudal adequado para tratamento. As ETARs da Incondave e das Fontainhas apresentavam sobretudo anomalias a nível do equipamento o que leva a um mau desempenho dos equipamentos. Aconselhou-se o conserto dos órgãos danificados e uma inspeção mais frequente das instalações para que mal ocorra uma avaria esta possa ser reparada o mais brevemente possível.

Num futuro próximo a CMPV pretende eliminar todas as ETARs compactas e fossas sépticas instalando uma rede de saneamento básico de forma a melhorar significativamente o tratamento dos efluentes domésticos, mantendo apenas a ETAR de Laúndos em funcionamento.

Sugere-se para trabalho futuro um alargamento deste estudo às estações elevatórias e respetivos poços de bombagem, no sentido de otimizar o funcionamento da rede de drenagem de águas residuais urbanas do concelho da Póvoa de Varzim.

9. Bibliografia

- Águas do Algarve. 2009. <http://www.aguasdoalgarve.pt> (acedido em 23 de Dezembro de 2011)
- Beleza, V. M., Santos, R., Pinto, M., 2007. *Piscinas- Tratamento de águas e utilização de energia*. Politeama- Fundação Instituto Politécnico do Porto. Porto
- BioProject- Equipamentos Ambientais. 2012. <http://www.bioproject.com.br>. (acedido em 28 de Dezembro de 2011)
- Bright Hub- The hub for bright minds. 2011. <http://www.brighthouse.com>. (acedido em 30 de Dezembro de 2011)
- C.M. Angra do Heroísmo. 2009. <http://www.cm-ah.pt>. (acedido em 8 de Janeiro de 2012)
- C.M. Póvoa de Varzim. 1997. *Memória descritiva do projeto da ETAR do parque industrial de Laúndos*.
- C.M. Póvoa de Varzim. 2001. *Memória descritiva do projeto da ETAR das Fontainhas*.
- C.M. Póvoa de Varzim. 2001. *Memória descritiva do projeto da ETAR da Incondave*.
- C.M. Póvoa de Varzim. *Portal Municipal Póvoa de Varzim*. 2007. <http://www.cm-pvarzim.pt/>. (acedido em 7 de Dezembro de 2011)
- Censos - Instituto Nacional de Estatística. 2011. <http://censos.ine.pt>. (acedido a 10 de Dezembro de 2012)
- Costa, I., Fernandes, S.. *Águas de Constância- O ciclo urbano da água no nosso concelho*. 2009. <http://aguasconstancia.blogspot.com>. (acedido em 23 de Dezembro de 2011)
- Decreto-Lei nº 152/97 de 19 de Junho. *Diário da República nº139/97 – I Série A*. Ministério do Ambiente. Lisboa
- Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de Agosto. *Diário da República nº176/98 – I Série A*. Ministério do Ambiente. Lisboa
- Decreto-Lei nº149/2004 de 22 de Junho. *Diário da República nº 145/2004 – I Série A*. Ministério do Ambiente. Lisboa
- Decreto-Lei nº276/2009 de 2 de Outubro. *Diário da República nº192/09 – I Série*. Ministério do Ambiente. Lisboa
- Decreto-Lei nº348/98 de 9 de Novembro. *Diário da República nº259/98 – I Série A*. Ministério do Ambiente. Lisboa
- O Decreto-Lei nº198/2008 de 8 de Outubro. *Diário da República nº195/2008 – I Série A*. Ministério do Ambiente. Lisboa
- Dezotti, M., 2008. *Processos e Técnicas para o Controle Ambiental de Efluentes Líquidos*. 1ª Edição, e-papers.
- Ecodepur- Tecnologias de proteção ambiental. 2012. www.ecodepur.pt (acedido a 20 de Setembro de 2012)
- González, J.F., 1996. *Wastewater treatment in the fishery industry*. FAO- Fisheries Technical Paper.

- Mendes, B., Oliveira, J. S., 2004. *Qualidade da água para consumo humano*. Lidel.
- Metcalf e Eddy, 2003. *Wastewater Engineering- Treatment and Reuse*. 4th Edition, McGraw-Hill.
- Montez, M.. *Engenharia e Ciências do Ambiente*. 2009. <http://ambienteeng.blogspot.com/2009/01/etar-passo-passo-tratamento-preliminar.html>. (acedido em 23 de Dezembro de 2011)
- Nascimento, C., Godinho, D., Coelho, F.. 2011. *ETARs compactas no tratamento de águas residuais de pequenos aglomerados*. Projecto final de licenciatura de Engenharia Civil. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Nelson, M. D., 2008. *Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants. Volume I – Management and Support System*. 6th Edition, McGraw- Hill.
- Padilha, E.. 2007. <http://www.flickr.com/photos/gepadi/2109061728/>. (acedido em 20 de Dezembro de 2011)
- Perlman, H.. *USGS- Science for a changing world*. 2011. <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycleportuguese.html>. (acedido em 19 de Dezembro de 2011)
- Ramalho, R. S., 1983. *Introduction to Wastewater Treatment Processes*. 2nd Edition, Academic Press. New York.
- Sereco-quality equipment manufacturer. 2007. <http://www.sereco.it>. (acedido em 23 de Dezembro de 2011)
- SIMRIA - Sistema multimunicipal de saneamento da ria de Aveiro. 2012. http://www.simria.pt/gca/popup_2.php?id=93. (acedido em 27 de Dezembro de 2011)
- Sincero, A. P., Sincero, G. A., 2003. *Physical- Chemical Treatment of Water and Wastewater*. IWA Publishing.
- SMEAS Maia., 2002. *Estação de tratamento de águas residuais*. Catálogo de ETAR
- Soares, E., 2008. *Biologia e Processos Biológicos*. Apontamentos de apoio. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- SSWM - Sustainable Sanitation and Water management. 2012. <http://www.sswm.info> (acedido em 8 de Janeiro de 2012)
- Thomas Irwin. *A Primer on Aerated Lagoons | Fundamentals & Applications*. 2011. <http://www.engineeringfundamentals.net/AeratedLagoonsNet/fundamentals.htm>. (acedido a 16 de Dezembro de 2011)
- Veolia - Águas de Valongo. 2007. <http://www.aguasdevalongo.net>. (acedido em 29 de Dezembro de 2011)

10. Anexos

10.1 Anexo A

Na Tabela A.1 apresenta-se o resumo do tipo de informação recolhida relativa às ETARs geridas pela Câmara Municipal da Póvoa de Varzim.

Tabela A.1 – Levantamento de informações relativas às ETARs geridas pela Câmara Municipal da Póvoa de Varzim

Freguesia	Identificação das ETARs	Tipo de ETAR	Tipo de tratamento	Visitas	Planta da ETAR	Controlo Analítico	Verificação de Equipamentos	Identificação de Avarias
Balasar	Incondave	compacta	DP + LP	√	√	√	√	√
	Loteamento Aligon	compacta	LA	√			√	
	Lugar da Cruz	compacta	LA	√		√	√	
	Lugar da Fontela	compacta	LA	√	√	√	√	
Estela	Loteamento DSMorais	compacta	LA	√			√	
	Lugar do Outeiro	compacta	LA	√	√	√	√	
	Lugar do Teso	compacta	LA	√	√		√	
Laúndos	Parque industrial de Laúndos	convencional	TI + LP	√	√	√	√	√
Rates	Av. José António Sousa Ferreira	compacta	LA	√			√	
	Caminho 1030	compacta	TI + LP	√		√	√	
	Centro histórico de Rates	compacta	LA	√	√	√	√	√
	Habitacões sociais	compacta	LA	√	√	√	√	
	Loteamento das Fontainhas	compacta	LA	√	√	√	√	√
	Lugar das Lagoas	compacta	LA	√			√	
	Ponte do Burrinho	compacta	LA	√	√	√	√	

DP – decantação primária; LA – lamas ativadas; LP – leito percolador; TI – decantação primária e digestão em tanque Imhoff.