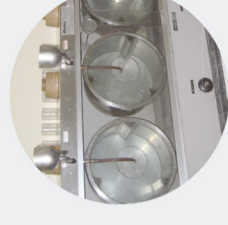
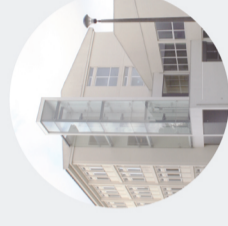
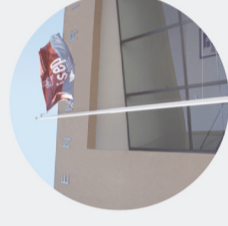




Implementação da plataforma GERE nos subsistemas de saneamento do centro de Exploração Minho Litoral AR

FRANCISCA CEPA VILA CHÃ

julho de 2021

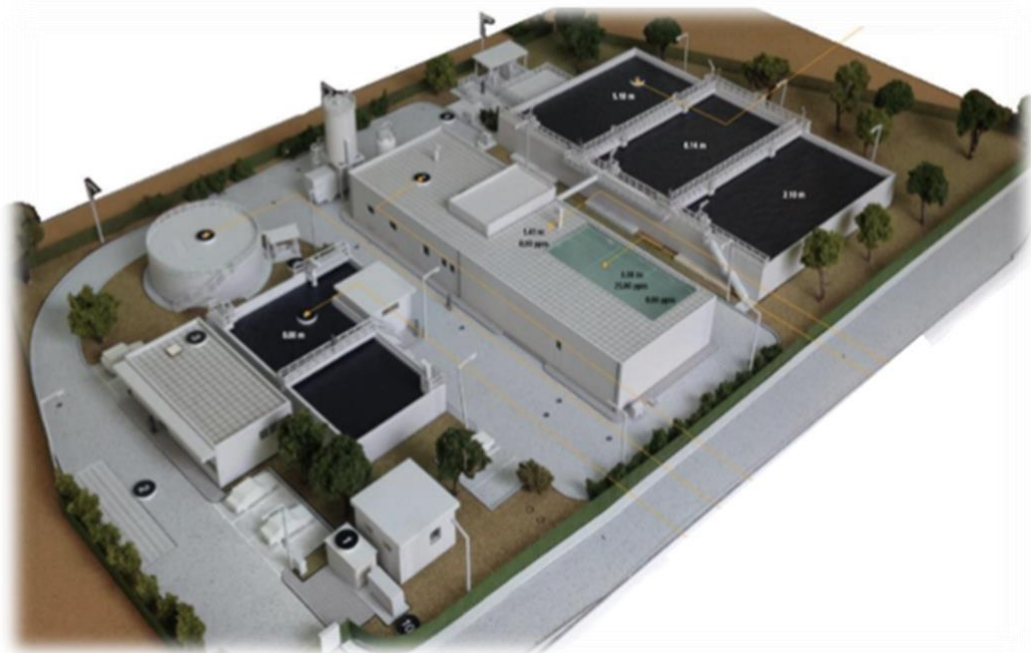


Implementação da plataforma GERE nos subsistemas de saneamento do centro de Exploração Minho Litoral AR

FRANCISCA CEPA VILA CHÁ
Julho de 2021



Implementação da plataforma GERE nos subsistemas de saneamento do centro de Exploração Minho Litoral AR



Francisca Cepa Vila Cha

1150363

23/07/2021

Disciplina: Dissertação/ Estágio

Mestrado: Engenharia Química- Qualidade

Orientadora da empresa: Eng^a Cristina Gonçalves

Orientadora ISEP: Eng^a Leonilde Morais

Agradecimento

Na realização desta dissertação contei com o apoio de muitas pessoas que permitiram que esta tese se concretizasse.

Em primeiro lugar quero agradecer as minhas orientadoras de estágio Eng^a Cristina Gonçalves e a Eng^a Leonilde Morais por se terem disponibilizado para me orientar ao longo desta dissertação, pela simpatia e pela disponibilidade demonstrada. Quero agradecer também ao Eng.º Filipe que mostrou sempre disponibilidade em ajudar-me e a responder a todas as dúvidas que surgiam durante o estágio.

Agradeço à empresa Águas do Norte, S.A que me proporcionaram as condições necessários para a realização deste estágio e a todos os trabalhadores que me acolheram muito bem.

Quero agradecer aos docentes do ISEP por me darem as bases pra conseguir realizar este projeto.

Ao meu pai e à minha mãe, que fizeram de mim a pessoa que sou hoje, que me proporcionaram a continuidade dos estudos até o mestrado, os meus eternos agradecimentos.

Agradeço também as minhas irmãs por estarem sempre presentes em todas as minhas vitórias e derrotas da minha vida e o seu apoio incondicional.

Ao meu namorado agradeço todo o seu carinho, dedicação, admiração e pela presença incansável com que me apoio ao longo do período de elaboração desta dissertação.

Por último, quero agradecer a todos os meus amigos que estiveram sempre presentes nesta etapa tão importante na minha vida. Obrigado aos bons convívios, conversas, gargalhadas e momentos que nunca vou esquecer.

Muito obrigado a todos!

Resumo

Após a utilização humana, a água apresenta as suas características naturais alteradas e com uma quantidade considerável de poluentes, seja pelo uso doméstico, comercial ou industrial, e a devolução desta água ao meio ambiente deve prever o seu devido tratamento a fim de evitar que seja prejudicado, bem como a saúde das pessoas.

Os problemas ambientais têm vindo a aumentar nos últimos anos, devido ao aumento demográfico e ao desenvolvimento da atividade industrial, sendo, portanto necessário que a água residual passe por uma estação de tratamento de águas residuais (ETAR) antes de ser rejeitada no meio ambiente.

O objetivo desta dissertação assenta na implementação da plataforma GERE nas ETAR e Estações Elevatórias (EE) de Esposende e Marinhas devido à necessidade de melhoria de todos os processos operacionais bem como a sua organização.

A ETAR de Esposende está localizada na freguesia de Gandra, em Esposende e encontra-se em funcionamento desde abril de 1991; a ETAR de Marinhas, situada na freguesia de Marinhas-Esposende, encontra-se em funcionamento desde junho de 2000. O esquema de tratamento biológico em ambas as instalações baseia-se num sistema de tratamento por lamas ativadas operando em regime de arejamento prolongado, em três reatores biológicos do tipo *Sequencing Batch Rector* (SBR).

Ao longo do estágio, foi necessário conhecer todo o processo de tratamento das duas ETAR, equipamentos, registos e tarefas realizadas pelos operadores. Foram também analisadas as árvores de localização das infraestruturas e comparadas com a informação recolhida no terreno. Após esta análise e revisão, criou-se e parametrizou-se as tarefas necessárias. Por fim, planearam-se as tarefas a serem elaboradas e registadas pelos operadores, definindo o intervalo de tempo e o dia em que devem ser realizadas para que as infraestruturas possam funcionar corretamente.

Após a conclusão do trabalho realizado, verificou-se que existem diversas vantagens na utilização desta plataforma em todas as instalações, sendo que uma das suas maiores vantagens é que todas as informações recolhidas são enviadas e registadas num único software, além do que o manuseio da plataforma é bastante simples.

A plataforma GERE é uma solução vantajosa para a gestão operacional dos processos de tratamento de águas residuais das infraestruturas pois possui todas as ferramentas necessárias a uma gestão organizada, controlada e eficiente intervindo diretamente no planeamento das operações para além de ser um *software* bastante seguro.

A plataforma ainda não tem todas as funcionalidades e parâmetros necessários para satisfazer as necessidades da gestão operacional e após acrescentar esses parâmetros é necessário que os operadores comecem a fazer todos os registos para que se possa posteriormente consultar os dados e os relatórios e assim utilizar unicamente esta plataforma.

Palavras-chaves: ETAR, Águas do Norte, S.A., Planeamento, GERE

Abstract

After human use, water has its natural characteristics altered and with a considerable amount of pollutants, whether by domestic, commercial or industrial use, and the return of this water to the environment must provide for its proper treatment in order to prevent it from being harmed, as well as people's health.

The environmental problems have been increasing over the years, due to the demographic increase and the development of industrial activity, therefore it is necessary that the wastewater goes through a WWTP (wastewater treatment plant) before being discarded into the environment.

The objective of this dissertation is based on the implementation of the GERE platform at the Esposende and Marine Pumping Stations, due to the need to improve all procedures as well as their organization.

The Esposende WWTP is located in the parish of Gandra, in Esposende and has been in operation since April 1991; the Marinhas WWTP, located in the parish of Marinhas-Esposende, has been in operation since June 2000. The biological treatment scheme in both facilities is based on an activated sludge treatment system operating in a prolonged aeration regime, in three biological reactors of the Sequencing Batch Rector (SBR) type.

During the internship, it was necessary to know the entire treatment process of the two WWTP, equipment, records and tasks performed by the operators. They were also analyzed as infrastructure location trees and compared with information collected in the field. After this analysis and review, it was created and parameterized as requirements. Finally, the execution was planned as tasks to be elaborated and registered by the operators, defining the time interval and the day in which they must be carried out so that the infrastructures can function correctly.

Upon completion of the work carried out, it was found that there are several advantages in using this platform in all installations, one of its greatest advantages being that all the information collected is stored and recorded in a single software, in addition to handling the platform it's pretty simple.

The GERE platform is an advantageous solution for the operational management of infrastructure wastewater treatment processes as it has all the necessary tools for an organized, controlled and efficient management, directly intervening in the control of operations, in addition to being a very safe software.

The platform still does not have all the necessary functions and parameters to meet the needs of operational management and after adding these parameters it is necessary for the operators to start making all the records so that the data and reports can be consulted later and thus use only this platform.

Keywords: WWTP, Águas do Norte S.A., Planning, GERE

Índice

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos	1
1.3. A Empresa- Grupo Águas de Portugal.....	2
1.3.1. Águas do Norte, S.A.....	4
1.4. Estrutura da dissertação	6
2. Tratamento de águas residuais	7
2.1. Evolução Histórica.....	7
2.2. Caraterização das águas residuais	9
2.3. Tratamento convencional das águas residuais	11
2.3.1. Ciclo Urbano	11
2.3.2. Etapas do tratamento das águas residuais	12
Fase Líquida.....	12
2.3.2.1. Tratamento preliminar	13
2.3.2.2. Tratamento primário	14
2.3.2.3. Tratamento secundário	14
2.3.2.4. Tratamento terciário	16
2.3.3. SBR- <i>Sequencing Batch Reactor</i>	17
2.3.3.1. Enchimento.....	18
2.3.3.2. Arejamento/Reação	18
2.3.3.3. Sedimentação.....	18
2.3.3.4. Descargas.....	18
3. Caraterização das infraestruturas Baixo Minho Litoral	19
3.1. ETAR de Esposende	19
3.1.1. Fase líquida	23
3.1.2. Fase Sólida	25
3.1.3. Desodorização.....	25
3.2. ETAR de Marinhas	26
3.2.1. Fase líquida	27
3.2.2. Fase sólida.....	29
3.3. Parâmetros analíticos	32
3.3.1. pH.....	32
3.3.2. Temperatura	32
3.3.3. Potencial redox.....	32
3.3.4. Condutividade Elétrica.....	33
3.3.5. Oxigénio dissolvido, OD.....	33
3.3.6. Carência Química de Oxigénio	33
3.3.7. Carência Bioquímica de oxigénio	33
3.3.8. Sólidos Totais.....	34
3.3.9. Azoto e Fósforo.....	34
3.4. Parâmetros processuais	35
3.4.1. Índice volumétrico de lamas	35
3.4.2. Idade das lamas	35
3.4.3. Razão CBO/CQO.....	36
3.4.4. Razão SSV/SST	36
3.4.5. Razão de recirculação	36

3.4.6. Razão alimento/microrganismo (A/M)	37
3.5. Legislação	37
4. Plataforma GERE.....	41
4.1. Definição.....	41
4.2. Ciclo de Utilização da plataforma GERE	43
4.3. Návía e GERE.....	45
5. Implementação da plataforma GERE:	47
5.1. Árvore Específica de Esposende e Marinhas	47
5.2. Equipamentos de Emergência.....	50
5.3. Reagentes	52
5.4. Bombas de elevação e Medidores de Caudal.....	53
5.5. Variáveis de Energia.....	55
5.6. Parametrização das Tarefas.....	56
5.7. Planeamento das tarefas.....	62
6. Conclusão e Trabalhos futuros	65
Bibliografia.....	67
Anexo A. Estrutura da árvore de localização	69
Anexo A.1. Criação de Variáveis	69
Anexo A.2. Revisão da árvore de localização.....	71
.....	71
Anexo A.3 Adição de Equipamentos de segurança	72
Anexo B. Controlo operacional das infraestruturas	73
Anexo B.1. Controlo operacional da ETAR de Esposende.....	73
Anexo B.2. Controlo operacional da ETAR de Marinhas.....	81
Anexo B.3. Controlo operacional das Estações Elevatórias	89

Índice de figuras

Figura 1-1- Valores do grupo Adp.	2
Figura 1-2- Mapa de Portugal continental onde estão situadas as várias empresas AdP.	3
Figura 1-3- Mapa dos municípios abrangidos pela Águas do Norte, S.A.	4
Figura 1-4- Estratégia proposta pela empresa Águas do Norte S.A.	5
Figura 2-1- Evolução do nível de cobertura do serviço de saneamento de águas residuais em Portugal entre 1994-2011.	8
Figura 2-2- Ciclo urbano das águas residuais.	11
Figura 2-3- Tanque SBR	17
Figura 2-4- Etapas de tratamento do lamas ativadas.	17
Figura 3-1- ETAR de Esposende.	20
Figura 3-2- Diagrama do processo de tratamento da ETAR de Esposende	22
Figura 3-3- Esquema de tratamento da fase gasosa/desodorização.	22
Figura 3-4- Equipamento de desarenamento e desgorduramento da ETAR de Esposende.	23
Figura 3-5- Decantador da ETAR de Esposende.	24
Figura 3-6- ETAR das Marinhas.	26
Figura 3-7- Esquema da unidade compacta.	27
Figura 3-8 Equipamento compacto.	28
Figura 3-9- Tanque de Equalização.	28
Figura 3-10- Tanque de água de serviço.	29
Figura 3-11- Espessador Gravítico.	30
Figura 3-12- Equipamento utilizado na desidratação de lamas- Centrifuga.	30
Figura 3-13- Sílo de lamas.	31
Figura 4-1- Árvore da plataforma GERE.	41
Figura 4-2- Ciclo do dia-a-dia de utilização da plataforma GERE.	43
Figura 4-3- Processos da gestão operacional.	44
Figura 4-4- Enquadramento do software GERE.	46
Figura 5-1- Principais nós da estação de tratamentos de Esposende.	47
Figura 5-2- Unidades standard correspondentes à etapa Pré-Tratamento da ETAR de Esposende.	49
Figura 5-3- Interface das variáveis da bomba de extração de gordura da ETAR de Esposende.	49
Figura 5-4 Interface do Armazenamento dos Reagentes na ETAR de Marinhas.	52
Figura 5-5- Interface do Armazenamento dos Reagentes na ETAR de Esposende.	52
Figura 5-6- Interface de ativação da variável Totalizador de horas de Funcionamento da bomba 2 Extração Gorduras da Sala OE.	54
Figura 5-7- Inteface de todas as variáveis do medidor de caudal de fossas Sépticas da ETAR de Esposende.	55

Figura 5-8- Interface da criação de tarefa de uma infraestrutura.	57
Figura-5-9- Interface das tarefas realizadas na ETAR de Esposende e Marinhas.....	58
Figura 5-10- interface da parametrização das variáveis do quadro elétrico em Esposende	59
Figura 5-11- Interface de controlo de stock de reagente.	61
Figura 5-12- Interface de planeamento de tarefas.	62
Figura 5-13- Data e hora em que se inicia a tarefa.	62
Figura 5-14- Escolha da equipa que assegura a tarefa.	63
Figura 5-15- Interface onde se define a periodicidade da tarefa.	63
Figura A-1- Interface da Criação da Variável totalizador de horas de funcionamento.	69
Figura A-2- Interface da criação da variável standard "Limpeza Geral".	70
Figura A-3- Folha de Excel para auxiliar a reorganização da Árvore específica.	71
Figura A-4- Equipamento de Emergência mais especificamente uma Bóia de Tratamento Primário.	72

Índice de tabelas

Tabela 2.1- Principais vantagens e desvantagens dos reatores do tipo SBR comparativamente aos sistemas convencionais.	19
Tabela 3.1- Limites de vários parâmetros para a descarga final das diferentes estações de tratamento de acordo com a zona pertencente nomeadamente com a zona sensível.	38
Tabela 3.2- Valores limite de emissão (VLE) dos parâmetros analíticos das águas residuais.(Decreto-Lei n.º 152/97).....	38
Tabela 3.3- Limites de controlo dos parâmetros determinados diariamente por operadores.....	39
Tabela 3.4- Limites de controlo dos parâmetros determinados semanalmente.	40
Tabela 4.1- Principais características da plataforma GERE.....	42
Tabela B.1- Controlo Operacional da ETAR de Esposende.....	73
Tabela B.2- Controlo Operacional da ETAR de Marinhas.....	81
Tabela B.3- Estações Elevatórias da SAR de Esposende.	89
Tabela B.4- Estações Elevatórias da SAR de Marinhas.	90
Tabela B.5- Controlo Operacional da EE de Fão.	91

Lista de abreviatura

AdP- Águas de Portugal
AR- Águas residuais
CBO₅ -Carência bioquímica de oxigénio
COT- Carbono orgânico total
CQO- Carência química de oxigénio
EE- Estação Elevatória
e.p- Equivalente populacional
EGF -Empresa Geral do Fomento
ERSAR- Entidade Reguladora dos Serviços de Água e de Resíduos
ETAR-Estação de Tratamento de Águas Residuais
GERE-Gestão de Exploração Rumo a Eficiência
IVL- Índice volumétrico de lamas
MS- Massa seca
OD- Oxigénio dissolvido
OE- Obra de entrada
PENSAAR-Plano Estratégico Nacional para o Sector de Abastecimento de Águas e Saneamento de Águas Residuais
PF- População flutuante
PR- População residente
SAR-Saneamento de águas residuais
SCADA- *Software* de supervisão e aquisição de dados
SST- Sólidos suspensos totais
SSV-Sólidos suspensos voláteis
STE- Sindicato Técnico Empresarial

1. Introdução

A água é um bem essencial que se deve preservar para garantir a sobrevivência das próximas gerações. Após a utilização humana no uso doméstico, comercial ou industrial, a água apresenta bastantes poluentes e a sua devolução para o meio ambiente não pode acontecer sem um tratamento. A responsabilidade de realizar os tratamentos adequados de forma a cumprir a legislação imposta é das estações de tratamento de águas residuais (ETAR).

Com os avanços tecnológicos no tratamento de águas residuais e com a crescente preocupação relativas a poluição e escassez da água, existe necessidade de melhorar o trabalho desenvolvido nas infraestruturas ao nível da gestão e ao nível de registos dos parâmetros fundamentais para que a ETAR funcione corretamente.

Nesse sentido foi criada uma plataforma informática, GERE, que incorpora todos os processos da ETAR e das estações elevatórias com o objetivo de melhorar a gestão global.

O objetivo principal da dissertação é a implementação da plataforma GERE nos subsistemas de saneamento de Esposende e Marinhas.

1.1. Enquadramento

A presente dissertação é realizada para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Química com a especialização no ramo de Qualidade do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

O estágio curricular foi entre março e julho de 2021, ou seja, teve uma duração de cerca de 5 meses e decorreu parcialmente nas instalações das ETAR de Esposende e Viana do Castelo. O horário laboral foi reduzido para só um ou dois dias por semana normalmente com início às 9:30 até às 13 horas devido à pandemia do Covid-19.

1.2. Objetivos

Como já referido, o principal objetivo deste trabalho consiste na implementação da plataforma GERE na ETAR de Esposende, na ETAR de Marinhas e nas suas respetivas estações elevatórias. A plataforma é bastante importante para a gestão das instalações porque permite agregar um conjunto de informação útil que gera indicadores de desempenho das infraestruturas de saneamento.

A dissertação teve também outros objetivos que foram:

- conhecer as etapas de tratamento da água residual;
- tomar conhecimento das tarefas, rotinas, registos desenvolvidos pelas equipas de exploração;
- facilitar a gestão das infraestruturas;
- conhecer e perceber a dinâmica da ferramenta.

1.3. A Empresa- Grupo Águas de Portugal

Portugal teve uma forte evolução ambiental nas últimas três décadas, tendo sido criado em 1993 o grupo Águas de Portugal (AdP) em parceria com os municípios. O grupo AdP desenvolve uma função importante no setor do ambiente em Portugal devido à sua atividade nos domínios de abastecimento de água e do saneamento de águas residuais.

Na Figura 1-1 são apresentados os grandes ideais de gestão da AdP, que assentam na equidade, sustentabilidade, equilíbrio e promoção do bem-estar.

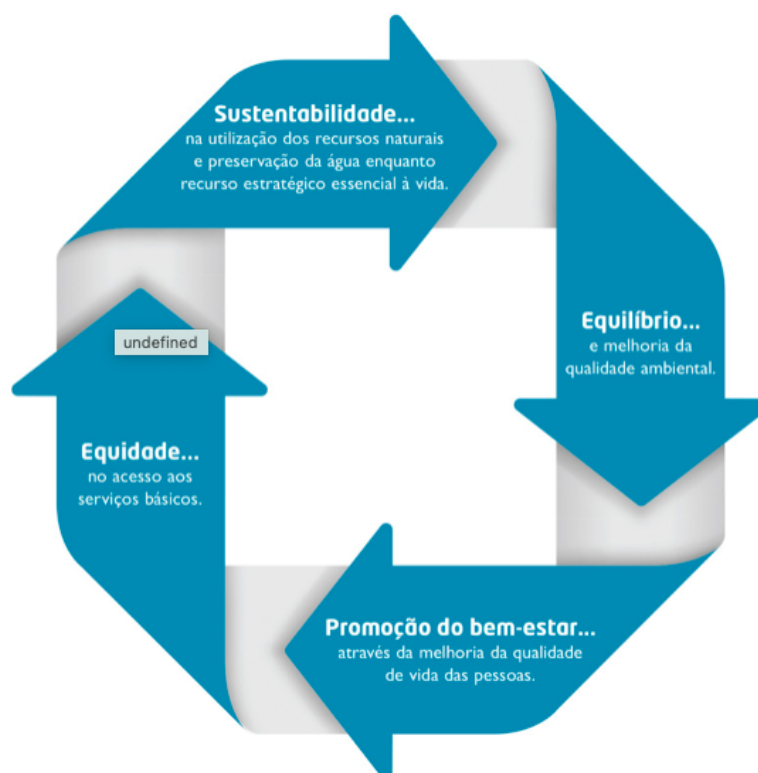


Figura 1-1-Valores do grupo Adp.

Através das suas empresas, apresentadas na figura 1-2, que têm uma presença alargada no território de Portugal continental, o Grupo Águas de Portugal presta serviços direta ou indiretamente, em todo o território continental em atividades de abastecimento de água, no tratamento das águas residuais e também opera na área das energias renováveis. Para além dos serviços nacionais o grupo constitui uma empresa vocacionada para a participação no mercado dos sistemas municipais e nos mercados internacionais,

apoioando países como a Angola, Brasil, Cabo Verde e Moçambique, designada por AGUAPOR.

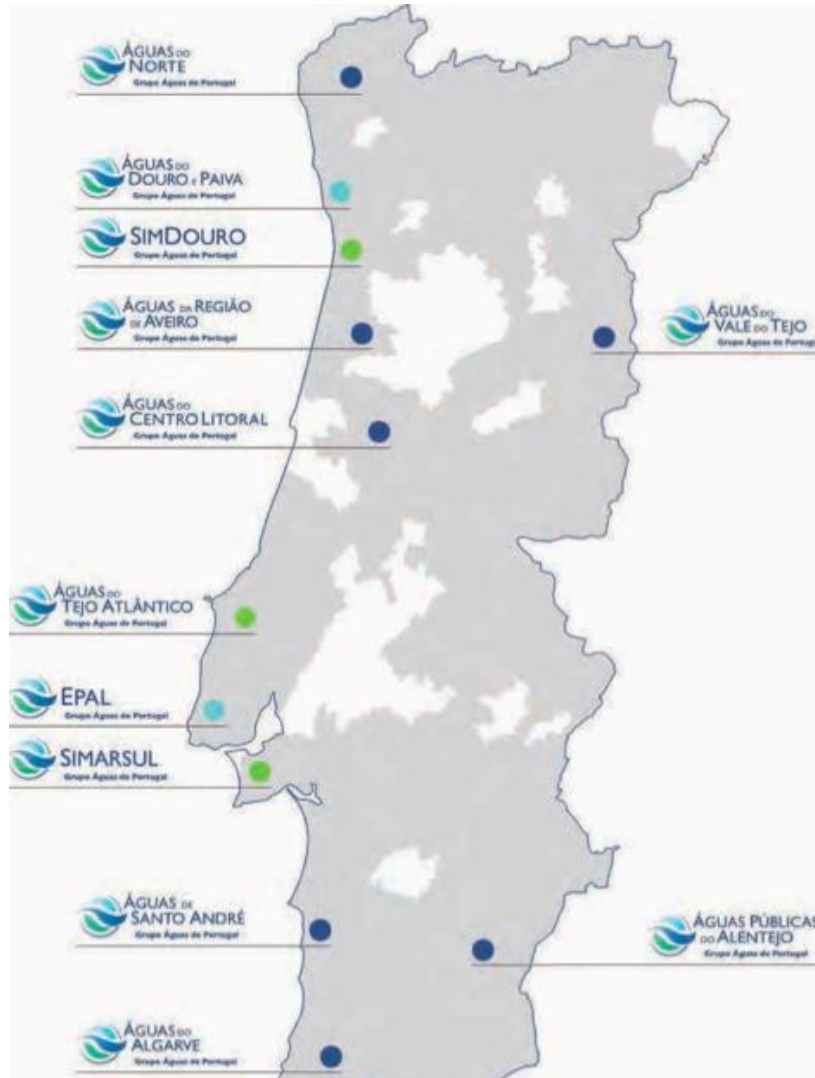


Figura 1-2-Mapa de Portugal continental onde estão situadas as várias empresas AdP.

Em termos de cobertura dos serviços a nível nacional, o Grupo AdP integrava, em 2017, doze entidades gestoras de abastecimento de água em 220 municípios, abrangendo 7,7 milhões de habitante, e de águas residuais em 222 municípios, representando cerca de 7,6 milhões de habitantes (Águas do Norte, 2019).

A ETAR de Esposende e de Marinhas são infraestruturas da empresa Águas do Norte, S.A.

A Águas do Norte, S.A. manteve durante o ano de 2019 a certificação do seu sistema de gestão e os referenciais da segurança e Responsabilidade Social, (NP EN ISO 9011:2015, NP EN ISO 14011:2015; OHSAS 18001:2007 e AS 8000:2014).

Tem como missão explorar e gerir o abastecimento de água e o saneamento das águas residuais do Norte de Portugal, assim como o sistema de águas da região noroeste com eficiência e sustentabilidade económica, ambiental e social, ajudando a melhoria da qualidade de vida do cidadão e o desenvolvimento sócio económico (Águas do Norte, 2019).

O futuro passa por ser uma empresa de referência nacional no setor da água em termos de qualidade do serviço prestado ao público e um parceiro ativo para o desenvolvimento da região onde se insere.



Figura 1-4- Estratégia proposta pela empresa Águas do Norte S.A.

A figura 1-4 apresenta a estratégia proposta pela empresa Águas do Norte S.A.. A empresa adotou uma estratégia de ecoeficiência económica, social e ambiental desenvolvendo e gerindo as funções operacionais com eficácia e eficiência, gerindo e controlando os processos e recursos de forma eficiente, marcando a diferença pelo aperfeiçoamento e inovação.

A empresa tem que estar próxima do cliente e apostar na melhoria da qualidade do serviço público. Por último, as necessidades e expectativas dos municípios devem ser cumpridas pela empresa (Águas do Norte, 2019).

1.4. Estrutura da dissertação

O documento está organizado em seis capítulos, encontrando-se estes subdivididos em diversos pontos com a finalidade de elucidar o melhor possível todo o trabalho desenvolvido.

No primeiro capítulo é feito um enquadramento, uma breve apresentação da empresa, Águas do Norte S.A., onde se salienta a sua história e onde se apresentam os objetivos desta dissertação.

O capítulo dois refere-se ao tratamento de águas residuais em geral, inicia-se pela evolução histórica do tratamento. De seguida aborda-se a caracterização da água residual e por fim é bastante importante falar de todas as etapas do tratamento.

O capítulo três contém conteúdos teóricos que suportaram o trabalho desenvolvido, bem como outros de extrema importância no âmbito deste projeto. Este capítulo contém a caracterização da ETAR de Esposende e de Marinhãs, os parâmetros analíticos e processuais e a respetiva legislação para que água possa ser enviada para o ambiente sem o prejudicar.

No quarto capítulo, Plataforma GERE, descrevem-se as características da plataforma, o modo a ser utilizada e as principais vantagens.

O capítulo cinco é referente à implementação da plataforma onde se reorganiza a árvore de localização, se adicionam tarefas e se trata do planeamento das mesmas.

No sexto capítulo apresentam-se as conclusões deste trabalho e ainda algumas sugestões para trabalhos futuros.

2. Tratamento de águas residuais

2.1. Evolução Histórica

Os primeiros sistemas de drenagem de águas residuais em meio urbano de que existe conhecimento datam de há mais de 5000 anos, mas os grandes desenvolvimentos surgiram nos primeiros anos do século XX, quando entraram em operação as primeiras estações de tratamento de águas residuais (ETAR).

Nos séculos XVIII e XIX, com a revolução industrial (1760-1840), deram-se importantes mudanças sociais, que levaram a um rápido crescimento das cidades industrializadas, tornando insuportável o aumento do volume de águas residuais domésticas. As primeiras soluções para este problema foram encaradas mais como de higiene do que de saúde pública, porque na altura não havia estudos microbiológicos da água, portanto desconhecia-se a existência de microrganismos patogénicos. Em 1865 e 1868, foram construídos canais para transportar as águas residuais (AR) aos rios mais próximos como do rio Tamisa (Monte, Santos, Barreiros, Albuquerque, 2016).

No final do século XIX diversos investigadores, como o britânico Frankland (1869), A. Muller, J. König (1886), Dunbar (1912), realizaram estudos para entenderem os mecanismos da autodepuração, concluindo que, a par de mecanismos físicos, como a sedimentação, também processos microbiológicos intervêm no processo de autodepuração. Com esses conhecimentos a primeira aplicação prática foi a construção de filtros intermitentes de areias no ano de 1888 que combinam a filtração e a depuração biológica, através de biofilmes desenvolvido na camada superficial dos filtros. Em 1907, foi construída uma ETAR de leitos percoladores em Standsorf, próximo de Berlim.

Os britânicos Edward Arden e William T. Lockett citaram o primeiro estudo embrionário sobre o processo de lamas ativadas, sendo que a primeira ETAR com este processo foi construída em 1920, em Sheffield (UK).

Uma das primeiras ETAR europeias criadas foi a ETAR de Praga construída entre 1901 e 1906 sendo que funcionou até ao ano de 1967 (Monte, Santos, Barreiros, Albuquerque, 2016).

Em Portugal, os primeiros elementos históricos que existem acerca desta temática são originários do século XV e revelam que o rei D. João II, em virtude da peste, ordenou a limpeza “nos canos”. Já durante os séculos XVI, XVII e XVIII, até ao terramoto de 1755, o crescimento populacional notável da capital aumentou os problemas relacionados com a ocorrência de grandes inundações e com as condições de higiene e limpeza da cidade.

A época que se seguiu ao terramoto de 1755, estabeleceu uma época de progresso na capital, marcada pela reconstrução da cidade e pela instituição do princípio da “canalização metódica”, cujos efeitos ainda hoje se fazem sentir nas zonas mais antigas da cidade, onde ainda persistem os coletores unitários distribuídos em malha, com ligação ao estuário do Tejo. Já na segunda metade do século XIX, Ressano Garcia em Lisboa em 1884, bem como Belgrand, em Paris, e Garcia Ferreira, em Barcelona, são autores de

planos de saneamento, inspirados nos princípios da corrente higienista de Edwin Chadwick, grande impulsionador da chamada de atenção para a necessidade de planeamento e construção de infraestruturas de drenagem urbana. Nos séculos precedentes, os resíduos sólidos e líquidos originários da atividade urbana ficavam depositados no interior da cidade, provocando tremendas epidemias, como a peste, que se espalhava através da água contaminada (Monte, Santos, Barreiros, Albuquerque, 2016).

A primeira ETAR construída em Portugal assistia uma população de 25 mil habitantes da cidade de Braga e tratava as águas residuais, drenadas por uma rede separativa. Esta ETAR iniciou o seu funcionamento em 1935 e o processo de tratamento adotado para esta instalação foi o de lamas ativadas a média carga, com um sistema de arejamento de ar comprimido aos reatores biológicos. Esta instalação manteve-se ativa só até aos anos 70 devido a desgastes dos equipamentos eletromecânicos e por insuficiência de tratamento de caudal que com o passar dos anos aumentou (Monte, Santos, Barreiros, Albuquerque, 2016).

Atualmente, a engenharia do tratamento de águas residuais conta já com numerosas ETAR em maiores cidades do país, mas também nas cidades com menores dimensões contribuindo para a recuperação da qualidade da água dos rios e praias do país. Como já foi referido anteriormente, a água residual tem aumentando ao longo dos anos sendo necessário desenvolver métodos e projetos de forma a colmatar as necessidades das populações.

O objetivo principal para o ano de 2020 seria servir cerca de 90% da população total do país com sistemas públicos de saneamento de águas residuais (SAR).

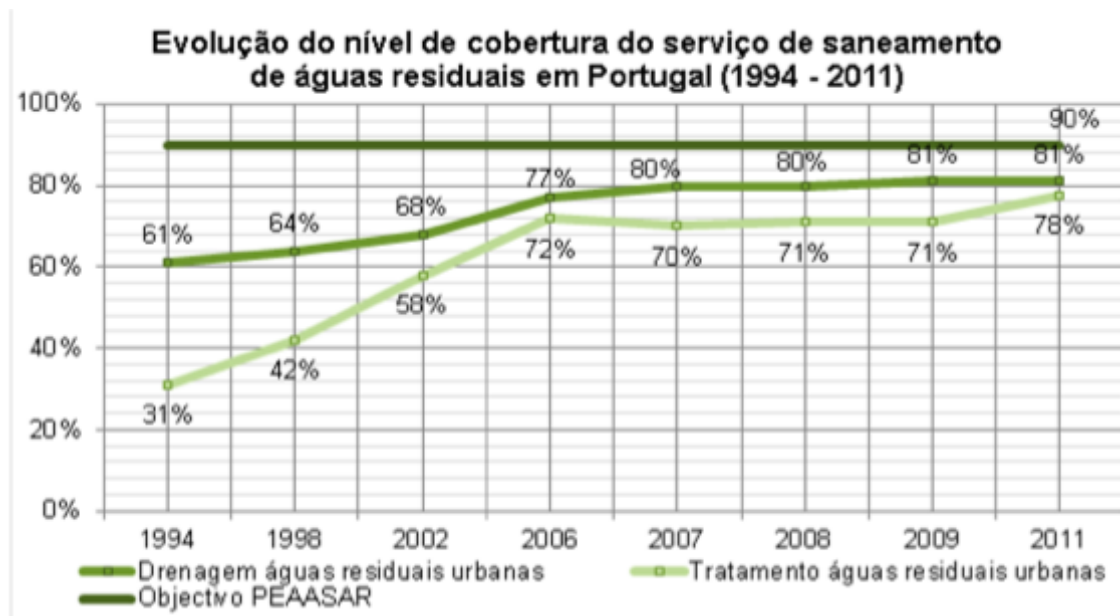


Figura 2-1- Evolução do nível de cobertura do serviço de saneamento de águas residuais em Portugal entre 1994-2011 (Águas do Norte, 2019).

Analisando a figura 2-1, entre 2007 e 2011 a cobertura dos serviços de SAR aumentou 8% no que se refere ao tratamento e 1% relativamente à recolha de águas residuais urbanas, atingindo níveis de cobertura de 78% e 81%, respetivamente (Águas do Norte, 2019).

Devido aos avanços tecnológicos e ao nível de operação nas ETAR e infraestruturas associadas, o aspeto que mais prejudica a eficácia do processo de tratamento de água é o tamanho reduzido da rede de saneamento. Esta rede não abrange a totalidade da população portuguesa, apenas 80% da mesma, havendo uma falha grave em zonas isoladas ou com acessos dificultados. É uma problemática que se tenta minimizar porque permite o tratamento necessário a toda a água residual e a sua devolução ao meio ambiente em condições que não põem em risco os seres vivos e o meio ambiente para toda as zonas de Portugal.

Atualmente sabe-se que o objetivo de 90% para o ano de 2020 foi atingido com bastante sucesso (Águas do Norte, 2019).

2.2. Caracterização das águas residuais

Água residual é toda a água descartada pelas atividades humanas. Após a utilização humana, a água apresenta as suas características naturais alteradas e com uma quantidade considerável de poluentes, seja pelo uso doméstico, comercial ou industrial, e a devolução desta água ao meio ambiente deve prever o seu devido tratamento a fim de evitar que seja prejudicado, bem como a saúde das pessoas (Pinheiro, 2015).

A falta de tratamento das águas residuais pode acarretar a queda da qualidade da água dos rios, o comprometimento da fauna e flora, da pesca, da navegação e da geração de energia (Nascimento, 2013).

As águas residuais podem ser classificadas em cinco tipos, de acordo com a sua origem:

Águas residuais domésticas: proveniente de instalações residenciais, do metabolismo humano e de atividades domésticas como banhos, cozinha e lavagens de pavimento domésticos entre outros;

Águas residuais industriais: águas residuais provenientes de instalações utilizadas para todo o tipo de comércio ou indústria, resultante de processos de fabricação;

Águas residuais urbanas: mistura de águas residuais domésticas com águas residuais, residuais indústrias e/ou água de escoamento pluvial, além de chuvas, regas, lavagem de pavimentos públicos;

Águas residuais de infiltração: águas residuais resultantes de infiltrações nos coletores de água nos terrenos;

Águas residuais turísticas: águas residuais que apresentam características sazonais, com menor ou maior carga poluente, provenientes de estabelecimentos hoteleiros ou complexos turísticos isolados (Pinheiro, 2015).

A matéria presente nas águas residuais, de origem doméstica ou industrial, pode ser orgânica ou inorgânica. A matéria orgânica é essencialmente constituída por carbono, hidrogénio e oxigénio, associada a compostos como os hidrocarbonetos, óleos, gorduras, proteínas entre outros. Por outro lado, a matéria inorgânica inclui todas as formas não orgânicas como compostos com base em enxofre (sulfuretos, sulfatos e sulfitos) assim como outras substâncias como óxidos, hidróxidos, carbonatos, etc (Monte, Santos, Barreiros, & Albuquerque, 2016).

As descargas de águas residuais urbanas provenientes de aglomerações com equivalente populacional (e.p.) inferior a 2000, efetuadas em águas doces e estuários, bem como as descargas provenientes de aglomerações como um e.p. inferior a 10 000, efetuadas em águas costeiras, deverão ser obrigatoriamente submetidas a um tratamento apropriado, ou seja, a um tratamento das águas residuais urbanas como um sistema de lagunagem e estações de tratamento de águas residuais compactas convencionais que permite o ajustamento do grau de tratamento face às características do meio recetor (Pinheiro, 2015).

Desta forma, o paradigma atual dos sistemas de tratamento de pequenos aglomerados reside em providenciar o mesmo nível de tratamento exigido aos sistemas de maiores dimensões, mas de uma forma viável e sustentável.

As águas residuais coletadas pelos municípios e comunidades devem ser devolvidas ao meio ambiente ou então reutilizadas, necessitando para isso de ser tratadas numa ETAR. O tratamento das Águas Residuais Urbanas em Portugal é regulado pela legislação portuguesa, Decreto-Lei nº152/97 de 19 de junho, que define o nível de tratamento exigido de acordo com a dimensão do aglomerado populacional e com o meio recetor da descarga da água residual tratada (zona sensível). As zonas sensíveis devem ser designadas sempre que existam aglomerações $\geq 10\ 000$ e.p. que rejeitem em: (Decreto-Lei n.º 152/97, 1997)

- massas de água eutróficas ou suscetíveis de se tornarem eutróficas se não forem tomadas medidas de proteção;
- massas de água destinadas à captação de água potável cujo teor em nitratos possa exceder 50 mg/L;
- zonas em que é necessário outro tratamento para além do secundário para cumprir as diretivas.

As águas residuais são igualmente caracterizadas pelo seu caudal e pela concentração de poluentes. Os caudais de águas residuais que chegam à ETAR dependem do fluxo a que são produzidos os efluentes. A concentração dos poluentes é muito dependente da origem residual. Geralmente, as águas residuais de origem doméstica possuem cargas poluentes muito inferiores às de origem industrial (Diário da República, 2017).

As características físicas, químicas e biológicas que caracterizam as águas residuais são:

- **Físicas:** cor, cheiro, temperatura, sólidos, turvação.
- **Químicas:** pH, potencial redox, alcalinidade, matéria orgânica (carência química de oxigénio, carbono orgânico total, carência bioquímica de oxigénio).
- **Biológicas:** coliformes totais e fecais, *estreptococos*, patogénicos específicos e vírus (Pinheiro, 2015).

Os principais parâmetros que caracterizam a composição de uma água residual possuem amplas variações nos seus valores.

2.3. Tratamento convencional das águas residuais

2.3.1. Ciclo Urbano

Os problemas ambientais têm vindo a aumentar nos últimos anos, devido ao aumento demográfico e pelo desenvolvimento da atividade industrial como já foi referido anteriormente. A sociedade produz grandes quantidades de resíduos sólidos, líquidos e gasosos promovendo perturbações sobre o meio ambiente mais concretamente na qualidade do solo, da água e do ar (Silva, 2015).

Uma das principais causas para a contaminação dos rios e mares é a rejeição para o meio ambiente de resíduos líquidos produzidos pelo homem, portanto é necessário que a água residual passe por diversas etapas e tratamentos antes de serem rejeitadas para o meio ambiente representado pela figura 2-2. (Silva, 2015).

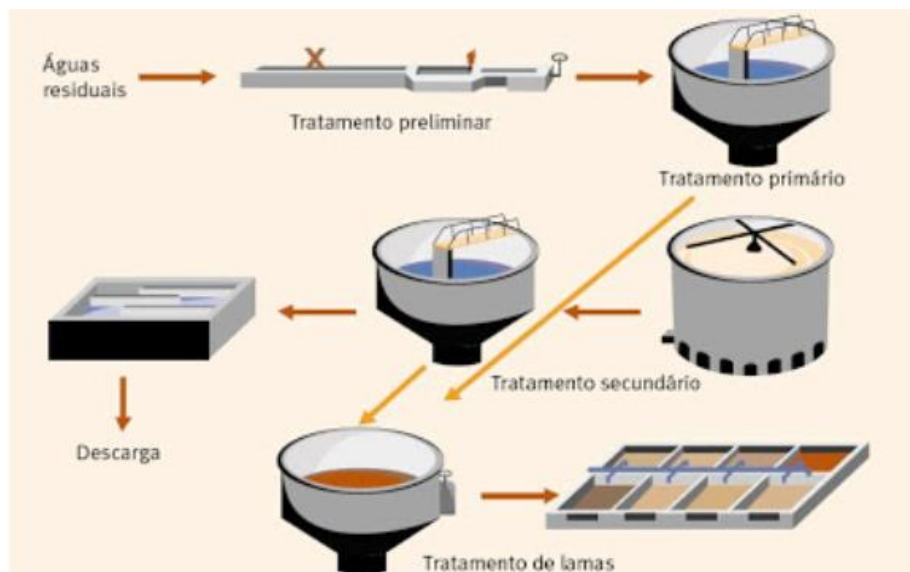


Figura 2-2-Ciclo urbano das águas residuais.

As águas residuais ou esgotos são canalizadas através de redes de coletores e transportadas até uma fábrica para serem tratadas e devolvidas ao meio hídrico em condições ambientalmente seguras. Esta fábrica chama-se estação de tratamento de águas residuais, ETAR. Existem diversas etapas sendo que a primeira é designada por gradagem que consiste em retirar os sólidos mais grosseiros que podem danificar os equipamentos existentes na ETAR. Seguindo-se a remoção de sólidos mais pequenos através de um processo de gradagem mais fina (Coelho, 2018).

A etapa seguinte, desarenamento e desengorduramento tem como principal objetivo remover areia e gorduras. As areias são removidas por sedimentação, ou seja, a densidade faz com que fiquem depositadas no fundo do tanque e são retiradas através de um sistema mecânico ou por bombagem e são encaminhadas para um contentor de resíduos. As gorduras são arrastadas até à superfícies através da introdução de bolhas de ar e removidas por um sistema de raspagem (Nascimento, 2013).

Por fim, para retirar os sólidos suspensos que não foram removidos nas etapas anteriores, a água residual passa para um decantador. Esses sólidos têm a densidade suficiente para sedimentar no fundo do decantador e, com ajuda de um sistema rotativo de raspagem, são removidos e encaminhados para a linha de tratamento de lamas.

Durante este processo podem ser libertados cheiros menos agradáveis e para neutralizar os odores tem que passar pela etapa desodorização (Assunção, 2013).

Após serem retirados os sólidos, a água residual está pronta para o tratamento biológico e tem como função eliminar a matéria orgânica. Este processo ocorre dentro do reator e são criadas condições ideais para o crescimento de microrganismos que utilizam a matéria orgânica presente na água residual como fonte de alimento para o seu desenvolvimento e reprodução.

Faz-se uma decantação secundária e a água residual está pronta a ser devolvida aos rios e ao mar em condições ambientalmente seguras sem comprometer a saúde pública e os ecossistemas.

Se as águas forem reutilizadas é necessário passarem por uma desinfecção por radiação ultravioleta (Lucas, 2012).

2.3.2. Etapas do tratamento das águas residuais

Fase Líquida

Uma ETAR é caracterizada por possuir diversas operações e processos de tratamento, englobando reações químicas ou biológicas, que permitem atingir os vários níveis de tratamento necessários para obter um efluente final de qualidade a partir de um afluente cujos parâmetros gerais são conhecidos (Pereira, 2010).

As estações de tratamento de águas residuais são infraestruturas onde se tratam as águas residuais de origem doméstica e industrial para poderem ser escoadas de forma mais segura para o mar ou o rio, com níveis de poluição aceitáveis para o meio ambiente.

O tipo do processo utilizado depende da natureza e características da água residual, dos objetivos de qualidade da água tratar, do meio recetor e da diluição disponível (Pereira, 2010).

No tratamento das águas residuais são utilizados vários métodos físicos, químicos e biológicos, que, combinados constituem as diferentes etapas de tratamento da fase líquida de uma ETAR: tratamento preliminar, secundário e terciário (Pereira, 2010).

2.3.2.1. Tratamento preliminar

No tratamento preliminar separam-se os sólidos mais grosseiros, como por exemplo panos, paus, madeiras flutuantes, por gradagem, as areias por desarenamento e as gorduras por desengorduramento e ainda, por vezes, faz-se a equalização de caudais e de carga poluente (Lucas, 2012).

A gradagem é a remoção de resíduos sólidos de maiores dimensões das águas residuais afluentes à ETAR. Esta separação de resíduos de maiores dimensões dá-se em grelhas e/ou tamisadores (Rodrigues, 2013).

O objetivo deste processo é:

1. proteger dispositivos de transporte e tratamento a jusante;
2. eliminar sólidos flutuantes de maiores dimensões;
3. melhorar a eficiência de tratamento do sistema, eliminando uma grande parcela de matéria orgânica inicialmente.

Na gradagem as grades podem ser de malha grossa ou malha fina, e podem ser constituídas por barras paralelas, rede ou por uma placa perfurada normalmente com aberturas de dimensões uniformes, que podem ser de forma circular ou retangular (Rodrigues, 2013).

O desarenamento tem como principal objetivo a remoção dos materiais mais pesados (metais, areias, carvão) permitindo a passagem de sólidos orgânicos. Este passo evita a deposição de areias nos canais e nas condutas, resguardando os equipamentos mecânicos do desgaste. Esta etapa é realizada em tanques.

As gorduras são removidas por emulsão e/ou por flotação. A flotação é uma operação utilizada para separar as partículas sólidas/líquidas a partir de uma fase líquida introduzindo bolhas de ar na fase líquida. Estas bolhas aderem ao material particulado fazendo que este suba até à superfície sendo de seguida removido (Rodrigues, 2013).

A água residual, depois do tratamento preliminar, está apta para passar às fases seguintes no processo de tratamento. No entanto, pode ser necessário a realização de um processo de equalização, geralmente aplicado quando se verificam grandes variações de caudais, composição ou de pH, sendo adequado quando se pretende uma neutralização prévia. Os dois mecanismos possíveis são simples armazenamento das AR durante um certo período e a homogeneização do líquido, por ação de agitação mecânica ou pneumática (Nascimento, 2013)(Valente, 2013).

Estes processos uniformizam as características do efluente e melhoram o desempenho do processo, permitindo o prolongamento da vida útil das estações de tratamento.

2.3.2.2. Tratamento primário

O tratamento primário é definido como o conjunto de operações e processos de tratamento que asseguram uma redução mínima de 20% da CBO₅ e de 50% das partículas sólidas em suspensão (SST) nas AR. O efluente é sujeito a processos físicos, sendo realizado normalmente por meio de sedimentação/decantação ou, mais raramente, através de flotação, podendo estas operações serem assistidas com recurso ao processo de coagulação química. Por decantação, no decantador primário, as partículas granulares e floculantes são removidas reduzindo assim os sólidos em suspensão. Os sólidos suspensos na água depositam-se no fundo do decantador, isto é, sedimentam, por ação da força gravítica, formando as lamas primárias, que por sua vez são raspadas do fundo do decantador e removidas. Os sólidos em suspensão são removidos por um braço giratório ou ponte raspadora que lentamente remove os resíduos à superfície e as lamas do fundo do decantador. Este tratamento permite assim, preparar o efluente para os processos de tratamento posteriores (Lucas, 2012).

2.3.2.3. Tratamento secundário

Relativamente ao tratamento secundário, são aplicados processos químicos, biológicos e físicos com o propósito de remover uma grande quantidade de matéria orgânica biodegradável, em suspensão ou em solução coloidal. Este tratamento tem como função a redução da carga orgânica (COT, CBO₅ e CQO) e em alguns casos, é também efetuada a remoção de nutrientes (Assunção, 2013).

Os tratamentos biológicos podem ser: aeróbios, anaeróbios e anóxicos, podendo ser combinados ou facultativos. Os processos aeróbios e anaeróbios ocorrem na presença e na ausência de oxigénio, respetivamente, e a desnitrificação, na qual ocorre a passagem de nitrato a azoto gasoso na ausência de oxigénio, é um processo anóxico. Para além disso, o processo envolvente pode ser de biomassa suspensa, em que os microrganismos responsáveis pela conversão da matéria orgânica estão suspensos no meio líquido ou de biomassa fixa, ou sistemas combinados. Nestes processos os microrganismos, principalmente as bactérias, devido ao seu reduzido tamanho, elevada área superficial e elevadas taxas de crescimento, convertem a matéria orgânica coloidal e os nutrientes da água residual em biomassa e dióxido de carbono entre outros gases (Valente, 2013).

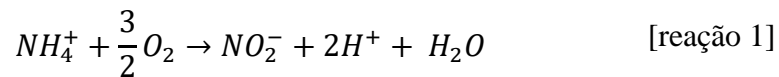
O tratamento por lamas ativadas é um processo em contínuo, que possui microrganismos capazes de metabolizar a matéria orgânica. O meio aeróbio é mantido muitas vezes por arejamento mecânico, garantido que o conteúdo do reator está completamente homogéneo e na presença de oxigénio. Após um período de permanência

no reator, o licor misto é encaminhado para o decantador secundário, onde ocorre a separação das lamas e do efluente líquido. As lamas que ficam depositadas no decantador são periodicamente recirculadas, para garantir a concentração de biomassa no reator, e quando em excesso, são encaminhadas para a linha de tratamento de lamas.

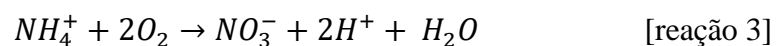
Esta recirculação tem em vista o aumento da concentração de microrganismos no tanque e conseqüentemente o aumento da degradação de matéria orgânica, otimizando deste modo, a eficiência do tratamento (Silva, 2015).

As estações de tratamento de águas residuais de biomassa suspensa podem apresentar várias configurações incluindo os tanques de arejamento convencionais, valas de oxidação e *Sequencing Batch Reactor* (Silva, 2015).

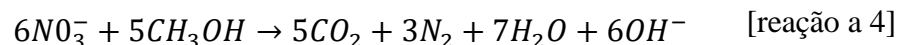
Nesta fase de tratamento de águas residuais também ocorre o processo de nitrificação/desnitrificação, ou seja, é um processo biológico responsável por eliminar o azoto através da sua conservação em nitratos (nitrificação) e da conversão dos nitratos em azoto gasoso-desnitrificação. Durante a nitrificação, o ião amónio (NH_4^+) é transformado em nitritos, NO_2^- , através das bactéria *Nitrosomonas* (reação 1), e os nitritos são transformando em nitratos, NO_3^- , através das bactéria *Nitrobacter* (reação 2) (Assunção, 2013).



A reação 3 representa o processo global de nitrificação:



Os nitratos são transformados em azoto gasoso, na ausência de oxigénio e na presença de uma fonte de carbono externa como por exemplo metanol, por ação de várias bactérias heterotrófica. A reação, apresenta o processo de nitrificação utilizando metanol como fonte de carbono (Rodrigues, 2013).



A nitrificação pode ocorrer juntamente com os processos de tratamento secundário ou separadamente em tanques de nitrificação com arejamento, em leitos percoladores ou em discos biológicos (Silva, 2015).

2.3.2.4. Tratamento terciário

Por fim, as águas residuais podem ser submetidas a um tratamento terciário como a desinfecção ultravioleta em canal, para inibir a reprodução de microrganismos, principalmente os patogénicos presentes no efluente tratado, ou outro, para remoção de sólidos em suspensão, nutrientes em excesso ou compostos tóxicos específicos.

Depois de passar por este tratamento, a água poderá ser usada na agricultura, na rega de campos de golfe, na rega de espaços verdes, na lavagem de pavimentos e ruas, entre outras utilizações (Rodrigues, 2013).

Fase sólida

As lamas resultantes do processo primário e secundário irão ser tratadas através dos seguintes processos: espessamento, digestão e desidratação (Rodrigues, 2013).

O principal objetivo do espessamento de lamas é a redução do volume das lamas podendo ser efetuado por processos gravíticos, por flotação com ar difuso ou mecanicamente (equipamentos eletromecânicos). A água proveniente do espessamento das lamas é reencaminhada para o início de tratamento da fase líquida (Assunção, 2013).

Para remover microrganismos patogénicos, odores e reduzir o potencial de putrefação é necessário que as lamas passem por estabilização que pode ser realizada através de alguns processos como a digestão anaeróbia, digestão aeróbia, esterilização química por adição de cal, esterilização térmica e compostagem (Assunção, 2013).

A digestão anaeróbia pode ser dividida em duas etapas: conversão de compostos orgânicos complexos como hidratos de carbono, proteínas ou gorduras em ácidos orgânicos (ácido acético e hidrogénio) e por fim a conversão do ácido acético e do hidrogénio em metano e dióxido de carbono (Valente, 2013).

As duas etapas mencionadas anteriormente englobam quatro fases:

1ª fase: hidrólise onde se processa a desintegração do material orgânico complexo que se encontra no estado sólido (rico em hidrocarbonetos, proteínas e gorduras) pela ação enzimática bacteriana que o transforma em açúcares simples, aminoácidos e ácidos gordos na forma líquida.

2ª fase: os produtos solúveis da hidrólise são adsorvidos e utilizados pelos microrganismos fermentativos no seu catabolismo, resultando a eliminação de ácidos orgânicos, álcoois, ácidos lácticos e compostos inorgânicos como por exemplo dióxido de carbono, hidrogénio, amónia e sulfureto de hidrogénio. Esta etapa é designada por acidogénese.

3ª fase: esta etapa é designada por acetogénese, resume-se á conversão de ácidos orgânicos voláteis em ácido acético, dióxido de carbono e hidrogénio pela ação de algumas bactérias fermentivas.

4ª fase: a última fase consiste na conversão de hidrogénio e ácido acético em metano ou dióxido de carbono com o auxílio das metanobactérias (Valente, 2013).

Na digestão anaeróbia, ocorre a mineralização biológica da matéria orgânica, na ausência de oxigénio. Uma das principais características é a produção de biogás que permite a geração de energia térmica e elétrica.

Na digestão aeróbia também ocorre a mineralização da matéria orgânica, mas na presença de oxigénio resultando dióxido de carbono e as lamas estabilizadas.

A esterilização química recorre à cal viva que provoca a estabilização/ desinfecção dos microrganismos presentes. Este processo é realizado através da elevação do pH (Rodrigues, 2013).

2.3.3. SBR-*Sequencing Batch Reactor*

Um sistema convencional básico de lamas ativadas é composto por um reator biológico, em que os microrganismos são mantidos em suspensão por via de um sistema de agitação ou arejamento de modo a garantir a sobrevivência dos microrganismos. O arejamento também provoca a agitação do licor misto, existindo contacto dos flocos com a matéria orgânica. Para além de um equipamento de arejamento, de agitação e um tanque, o sistema SBR é constituído por um decantador e um sistema de controlo automático (figura 2-3) (Coelho, 2018).



Figura 2-3- Tanque SBR

As etapas do tratamento de lamas ativadas, figura 2-4, são o enchimento, arejamento, sedimentação e descarga do efluente.



Figura 2-4- Etapas de tratamento do lamas ativadas.

2.3.3.1. Enchimento

A água residual é adicionada à biomassa já existente no tanque, o enchimento pode ser de três tipos conforme a sua aplicação. Normalmente o enchimento estático é usado durante a fase de arranque, quando não é necessário nitrificar ou desnitrificar e também durante os períodos de baixo caudal. Neste tipo de enchimento não existe qualquer tipo de arejamento quando o efluente entra no reator, uma vez que os arejadores e agitadores estão desligados nesta fase permitindo uma entrada mínima de energia, levando assim à acumulação de substrato dentro do reator.

O enchimento misto caracteriza-se por o arejamento se manter desligado e os agitadores estarem em funcionamento, portanto está presente uma condição anóxica desenvolvendo os processos de desnitrificação. Este tipo de enchimento também pode ocorrer sob condições anaeróbias.

No enchimento arejado, quer os arejadores quer os agitadores se encontram ligados, portanto as condições são aeróbias que mantêm baixo as concentrações de substrato sendo fundamental quando existe componentes biodegradáveis (Rodrigues, 2013).

2.3.3.2. Arejamento/Reação

A fase de arejamento é um processo de conversão biológica, controlada pelo ar inserido no sistema, realizada em mistura completa e pode apresentar uma alternância de condições aeróbias, anóxicas a anaeróbias, como já foi referido anteriormente. O acionamento e a ativação do sistema permite que se forneça condições adequadas para a nitrificação, desnitrificação e remoção de fósforo (Coelho, 2018).

2.3.3.3. Sedimentação

Após o arejamento, os arejadores e agitadores são desligados e inicia-se a fase de sedimentação onde se dá a separação sólido/líquido por decantação em condições de repouso, ou seja, a sedimentação da lamas e a saída do efluente.(Coelho, 2018)

Por fim, é retirado o efluente tratado com o auxílio de um tubo fixado num nível predeterminado com o fluxo regulado por uma válvula ou bomba, ou com uma comporta ajustável ou flutuante.

2.3.3.4. Descargas

Após a última fase, o efluente tratado é descarregado do reator pelo um tubo fixo ou uma comporta ajustável.

A extração de lamas consiste na remoção de lamas em excesso no reator; esta extração ocorre antes do início de um novo ciclo, podendo ocorrer numa fase de paragem ou em simultâneo com a fase de descarga de efluente (Rodrigues, 2013).

As principais vantagens e desvantagens dos reatores tipo SBR estão apresentadas na tabela 2.1.

Tabela 2.1-Principais vantagens e desvantagens dos reatores do tipo SBR comparativamente aos sistemas convencionais.

Vantagens	Desvantagens
Flexível no tratamento de uma água residual variável (carga e caudal) simplesmente ajustando o ciclo e combinação de arejamento/agitação.	É necessário um elevado nível de sofisticação nos sistemas de controlo.
Capacidade de ajustar a entrada de energia e o caudal fornecido.	
Evita gastos de energia desnecessários	Manutenção detalhada e frequente dos equipamentos automatizados.
Menor área de ocupação	
Opera em fluxo menos turbulento na fase de sedimentação.	
Inovador	

Em termos de custos de construção e manutenção este sistema não é competitivo, contudo, em controlo, inovação e qualidade de tratamento é bastante favorável.

A eficiência e o desempenho dos SBR é caracteristicamente comparável aos sistemas convencionais das lamas ativadas; dependendo do modo de operação, estes sistemas são bastante eficazes na remoção da Carência Bioquímica de oxigénio onde a eficácia de remoção se encontra entre 85% e 95% (Coelho, 2018).

3. Caraterização das infraestruturas Baixo Minho Litoral

3.1. ETAR de Esposende

A ETAR de Esposende, (figura 3-1), localiza-se na freguesia de Gandra em Esposende e encontra-se em funcionamento desde Abril de 1991, tendo sido ampliada no ano 2000, em virtude do crescimento da população no concelho. Até ao ano de 2007 a exploração esteve a cargo da Esposende Ambiente, tendo sido posteriormente transferida para a empresa Águas do Norte, designada por AdNorte.

Atualmente, está dimensionada para tratar cerca de 6 750 m³/d de águas residuais domésticas, tendo capacidade para servir uma população de cerca de 50 mil habitantes-

equivalentes. O subsistema de Esposende integra ainda um conjunto de interceptores, com uma extensão total de 37,9 km, que permitem encaminhar os efluentes dos aglomerados populacionais que drenam para a infraestrutura de tratamento. Esta ETAR permite tratar águas residuais e melhorar a qualidade das águas do rio Cávado e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população local (Coelho, 2013).



Figura 3-1-ETAR de Esposende.

A ETAR de Esposende por estar situada numa zona balnear, próximo da zona costeira tem associada uma população residente (PR) e uma população flutuante (PF) característica da época balnear (considerada entre o mês de julho e agosto), que naturalmente fazem variar o caudal médio e a carga orgânica típica do afluente que chega à ETAR para tratamento.

O caudal médio associado à população flutuante resulta da diferença do caudal médio registado e o caudal médio da população residente (Coelho, 2013).

Para determinar o caudal médio da população flutuante, da população equivalente, do fator de ponta e do caudal de ponta seguem-se as equações 1 a 4:

$$Q_{PF} = Q - Q_{PR} \quad \text{Eq.1}$$

$$Pe(\text{hab. eq}) = \frac{CBO_5 \times Q}{0,060 \times 10^3} \quad \text{Eq.2}$$

$$f_p = 1,5 + \frac{60}{\sqrt{Pop}} \quad \text{Eq.3}$$

$$Q_p = Q \times f_p$$

Eq.4

Em que:

- Q_{PF} é o caudal médio da população flutuante nos meses de julho e agosto (m^3/d);
- Q é o caudal médio registado (m^3/d);
- Q_{PR} é o caudal médio da população residente nos restantes meses do ano (m^3/d);
- Pe é a população equivalente;
- CBO_5 é a carência Bioquímica de Oxigénio ($mg O_2/L$);
- Pop é a população;
- f_p é o fator de ponta;
- Q_p é o caudal de ponta.

O dimensionamento da ETAR de Esposende, como esta se encontra muito próximo da zona costeira baseia-se, em termos hidráulicos e processuais, para o ano horizonte em época alta, e em três linhas de tratamento para o sistema de tratamento biológico. O esquema de tratamento biológico da presente instalação baseia-se num sistema de tratamento por lamas ativadas em regime de arejamento prolongado, concretizado em três reatores biológicos tipo SBR, com arejamento realizado através de difusores de bolha fina. O princípio de funcionamento deste sistema de arejamento consiste na introdução de bolhas finas na massa líquida (dando lugar a uma mistura do líquido e dos materiais em suspensão) por intermédio duma turbina de difusão gasosa que se encontra acoplada a uma turbina de mistura com efeito de turbulência.

Existem três fases principais de tratamento: líquida, sólida e gasosa. Como se pode confirmar pela figura 3-2, a fase sólida é constituída pelo tratamento das lamas procedentes da purga feita nos SBR. A fase líquida inicia-se pela etapa de receção do efluente e termina quando está apto para ser descarregado no meio hídrico ou ser reutilizada (Coelho, 2013).

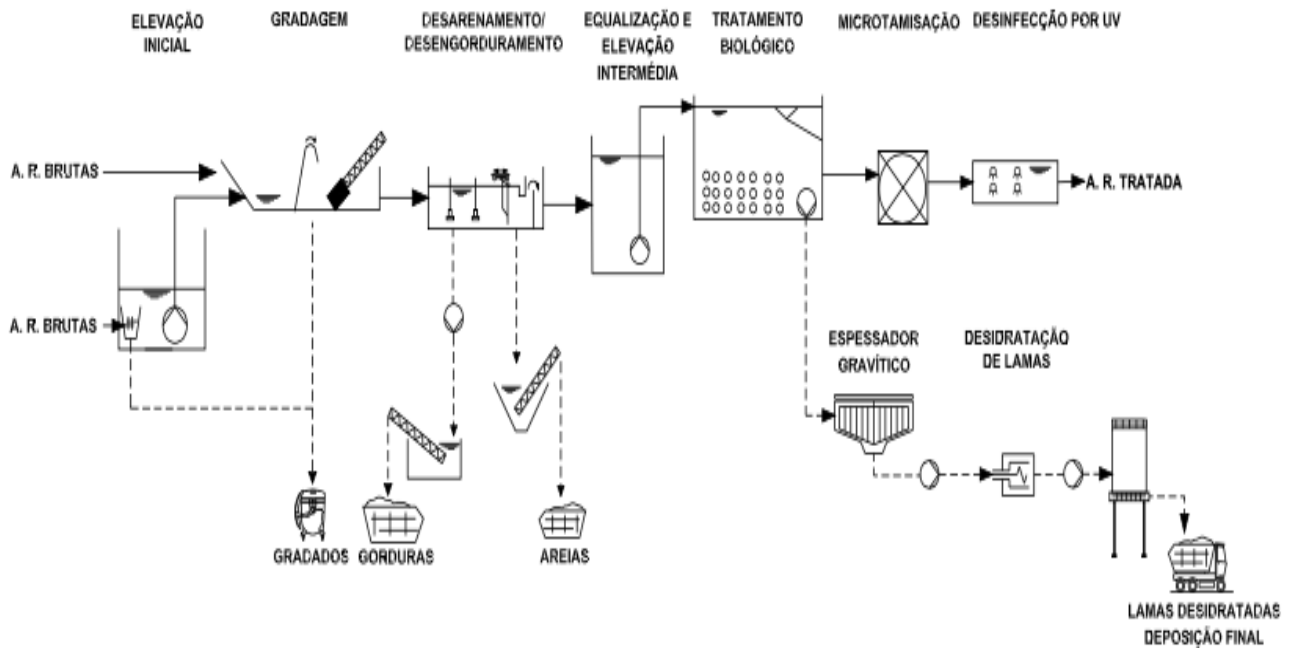


Figura 3-2- Diagrama do processo de tratamento da ETAR de Esposende

Na figura 3-3 está representado o esquema de tratamento da fase gasosa/ desodorização que envolve todas as etapas de funcionamento onde exista a libertação de odores para o meio ambiente.

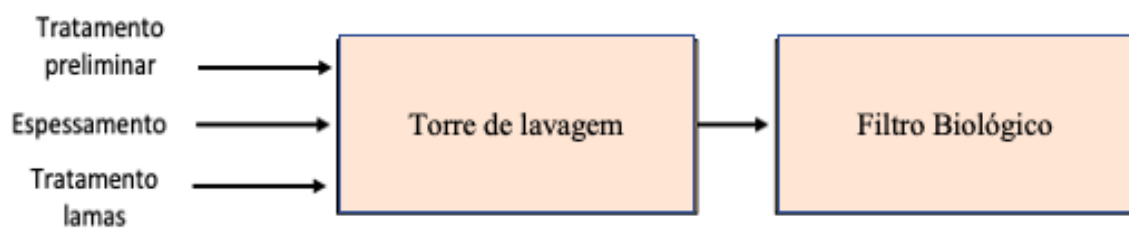


Figura 3-3-Esquema de tratamento da fase gasosa/desodorização.

3.1.1. Fase líquida

A câmara de chegada é onde se inicia o tratamento da fase líquida, todo o efluente bruto proveniente das condutas é elevado até aos canais de gradagem com o auxílio de três grupos de bombas centrífugas submersíveis.

A gradagem está incluída na etapa de tratamento preliminar e possui como principal objetivo a remoção máxima possível de sólidos grosseiros. Esta operação é realizada por sistemas manuais de limpeza, usualmente através de grades com um espaçamento entre 40 e 20 mm, pode ser também realizada através de sistemas mecânicos de tamisador stepscreen, com malha de 3 ou 6 mm. Depois da passagem do efluente por estes equipamentos, os gradados são transportados e armazenados em contentores de resíduos e as escorrências voltam ao início do processo (Coelho, 2013).

Segue-se o desarenamento/desengorduramento, onde se procede à remoção de areias e gorduras. Os resíduos produzidos nesta etapa (gradados, areias e gorduras) são enviados para aterro sanitário. Esta etapa diminui o desgaste, por abrasão, dos equipamentos mecânicos e a colmatagem das tubagens e dos órgãos seguintes de tratamento. Para além disso, a remoção de gorduras irá facilitar a remoção de poluentes no tratamento biológico.

O desarenamento/desengorduramento divide-se em duas linhas, (figura 3-4), com duas pontes raspadoras, responsáveis por elevar a mistura de água e gordura através de uma mistura de ar impedindo uma eventual obstrução pelos materiais sólidos ou fibrosos existentes no efluente. As areias que se encontram no fundo de cada tanque são lavadas e encaminhadas para um contentor terminado o tratamento preliminar (Coelho, 2013).



Figura 3-4- Equipamento de desarenamento e desengorduramento da ETAR de Esposende.

A equalização é referente à etapa de armazenar e/ou misturar as águas residuais que irá controlar a alimentação à etapa de tratamento secundário. A equalização é constituída por três células em que o efluente é arejado e agitado consoante as suas especificações. A esta etapa associa-se a estação elevatória intermédia, constituída por três grupos de bombagem, com a finalidade de bombear o efluente para os reatores biológicos.

O tratamento biológico é garantido por sistemas de lamas ativadas, devido à dimensão da ETAR e à sazonalidade existente na região, bem como à qualidade exigida no efluente tratado. Neste tratamento existem três reatores do tipo SBR operados em regime de arejamento prolongado, que eliminam a matéria orgânica carbonácea e de azoto, através da nitrificação e desnitrificação, onde ocorre a separação lama-líquido.

Cada reator é equipado com um sistema de oxigenação através de difusores de bolha fina, dois agitadores submersíveis, um decantador, um sistema de recolha de escumas flutuantes e recolha de lamas em excesso e uma bomba de extração de lamas em excesso.

Neste tratamento, é possível controlar o tempo de cada ciclo sendo que estes tipos de reator estão preparados para operar até nove passos (alimentação, agitação, arejamento, sedimentação, descarga, extração de lamas em excesso e pausa). Cada reator opera de forma independente, e é possível seleccionar a época em que se quer operar (baixa, alta e horizonte), que diferem pelo tempo de cada passo e reatores utilizados (Coelho, 2013).

A remoção de água tratada do reator é realizada através de um decantador, figura 3-5, o decantador baixa paralelamente ao nível da água até ao valor mínimo. Assim que o nível da água se aproxima da camada de lama interrompe-se o ciclo para evitar que os sólidos sejam retirados com o efluente.



Figura 3-5- Decantador da ETAR de Esposende.

Após a etapa de tratamento secundário o efluente pode ser descarregado no meio recetor ou, caso os níveis de qualidade exigidos sejam elevados, pode ser filtrado através de microtamizadores ou filtros de areia, para remoção de alguns sólidos residuais. Segue-se a etapa de desinfecção, em que a componente microbiológica é reduzida por ação de sistemas de tratamento por radiação ultravioleta ou por aplicação de um agente oxidante como o cloro (geralmente sob a forma de hipoclorito de sódio), sendo, por fim, o efluente descarregado no meio recetor. Uma pequena fração do efluente pode ainda ser reutilizado internamente para lavagens e rega, sendo previamente filtrado e desinfetado através de sistema de desinfecção por ultravioleta (Coelho, 2013).

3.1.2. Fase Sólida

O início do tratamento da fase sólido baseia-se na remoção de lamas em excesso através de uma bomba que depois de recolhidas são elevadas para dois espessadores gravíticos onde ocorre o espessamento gravítico das lamas biológicas para aumentar a concentração de sólidos, promovendo a sua sedimentação.

De seguida, a lama é encaminhada para uma sala de desidratação, na qual o efeito mecânico das duas centrífugas de alto rendimento e uma solução de polímero de desidratação levam à separação das lamas em duas fases: sobrenadante líquido e lama, obtendo-se no final uma concentração de matéria seca, MS, de cerca de 20%, que pode ser superior em sistemas de média carga.

Por fim, as lamas são encaminhadas para duas unidades de armazenamento cilíndricas, designadas de silos de armazenamento (Coelho, 2013). Após esta etapa as lamas são armazenadas temporariamente em silos ou em contentores. As lamas finais não se encontram geralmente higienizadas, sendo recolhidas, transportadas e enviadas para armazenamento temporário ou valorização por compostagem, antes de serem aplicadas em solos agrícolas. As lamas podem ainda ser depositadas em aterro sanitário (Coelho, 2013).

3.1.3. Desodorização

Na ETAR existem algumas etapas como o tratamento preliminar, espessamento e tratamento lamas, que provocam a libertação de compostos químicos responsáveis pelos maus odores, sendo que alguns desses odores são prejudiciais à saúde dos humanos. É, portanto, necessário eliminar estes compostos do ar, o que é efetuado nesta etapa gasosa (Coelho, 2013).

O ar contaminado é extraído com o auxílio de um sistema de ventilação (ventilador centrífugo), que promove igualmente a renovação do ar no interior dos edifícios. O ar que é extraído será enviado para um sistema de tratamento do ar, nomeado de sistema de desodorização onde se remove gás sulfídrico, metilmercaptanos e aminas, entre outros.

O ar contaminado pode ser tratado por via biológica, em biofiltros, mediante passagem prévia por torre de lavagem para humedecimento do ar, ou por via química, em torres de lavagem (*scrubbers*), recorrendo-se neste caso à utilização de reagentes químicos como o ácido sulfúrico, peróxido de hidrogénio e hidróxido de sódio. Esta ação é fundamental para garantir a qualidade do ar na atmosfera do local de trabalho de forma a garantir a segurança laboral dos colaboradores e diminuir a degradação da infraestrutura (Coelho, 2013).

3.2. ETAR de Marinhãs

A ETAR de Marinhãs (figura 3-6), situada em Esposende, encontra-se em funcionamento desde junho de 2000 e está dimensionada para servir uma população de cerca de 23 mil habitantes-equivalentes. Integram ainda o subsistema de Marinhãs um conjunto de interceptores, com uma extensão total de 26 quilómetros já construídos, os quais permitem encaminhar os efluentes dos aglomerados populacionais que drenam para esta infraestrutura de tratamento. O efluente final é escoado para a linha de água recetora, a ribeira de Peralta, que é uma das ribeiras que drenam para o oceano atlântico (Luságua, sem data).



Figura 3-6- ETAR das Marinhãs.

A infraestrutura foi reconstruída e entrou em operação em 2016 por parte da empresa. Só com esta intervenção foi possível melhorar a qualidade de águas na foz do rio Cávado bem como a qualidade de vida da população do concelho.

O tratamento das águas residuais da ETAR das Marinhas baseia-se num sistema de tratamento biológico por processo descontínuo SBR onde a decantação e arejamento ocorrem todos no mesmo tanque. Este sistema representa uma adaptação tecnológica do sistema de lamas ativadas com disposição conjunta das operações de oxidação biológica e decantação num órgão comum (Luságua, sem data).

3.2.1. Fase líquida

As águas residuais afluentes chegam através de um coletor gravítico. Esta fase é inicialmente composta por uma gradagem grossa mecânica (40 mm), onde a água residual deriva e é alimentada a duas unidades compactas de pré-tratamento onde ocorre as seguintes operações: gradagem fina (tamisador), remoção de areias, óleos e gorduras (Luságua, sem data).

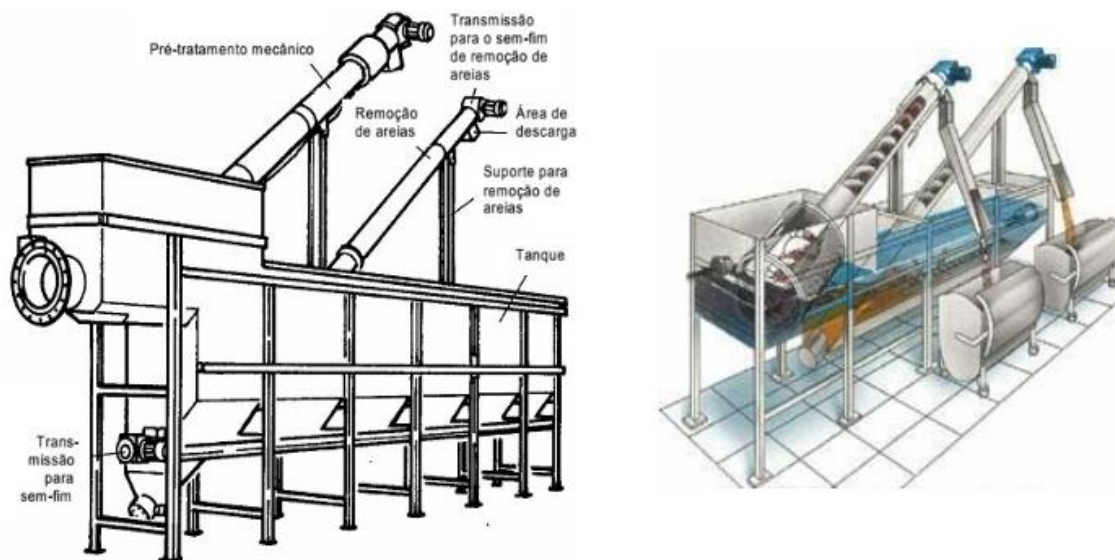


Figura 3-7- Esquema da unidade compacta.

A principal vantagem do equipamento da figura 3-7 e 3-8 quando comparada com soluções mais tradicionais é que é menos sensível a situações de baixos caudais afluentes, permitindo assim obter as elevadas eficiências deste tratamento, minimizando em simultâneo os impactos do seu funcionamento, designadamente em termos de produção de odores (Luságua, sem data).



Figura 3-8 Equipamento compacto.

Nestes equipamentos, as águas residuais entram no tamisador de malha fina que separa as matérias sólidas ou em suspensão como já foi referido anteriormente. Os resíduos compactados da unidade compacta são posteriormente transportados por intermédio de parafusos de transporte de areia e bombas de extração de gorduras e de escorrência de unidades compactas, para contentores.

Após o tratamento preliminar a água residual é elevada por intermédio de duas bombas centrífugas (mais duas) para o tanque de equalização, figura 3-9, ou para três reatores do tipo SBR operados paralelamente e independentemente (Luságua, sem data).



Figura 3-9- Tanque de Equalização.

O tanque da figura 3-9 é constituído por duas células e tem como objetivo o armazenamento, a mistura e a equalização de caudais e de cargas das águas provenientes do tratamento preliminar. Os tanques são constituídos por agitadores e boias de nível que transmitem a informação referente ao nível da água presente no tanque.

Os SBR operam em regime de arejamento prolongado, cada um dos quais equipado com oxigenação através de difusores de bolha fina, dois agitadores submersíveis, um decantador, ou seja, uma toma flutuante com fecho mecânico e braço articulado para descarga gravítica através de válvula modeladora, equipado com sistema flutuante de recolha de escumas e uma bomba de extração de lamas em excesso.

Nestes reatores ocorre a remoção da matéria orgânica carbonácea, do azoto, através do processo de nitrificação, pré-desnitrificação (desnitrificação a montante) e desnitrificação simultânea e ainda a separação lama-líquido.

O efluente do tratamento biológico é filtrado através de um microtamisador e desinfetado a jusante num canal onde o efluente filtrado é submetido à radiação UV. Após a operação de filtração/desinfecção, parte do efluente final é bombeado e adicionalmente filtrado e desinfetado num sistema compacto por UV em tubagem, para efeitos de reutilização na ETAR como por exemplo, rega de espaços verdes, água para lavagem de pavimentos e equipamentos (Luságua, sem data).

Na figura 3-10 está representado um tanque de água de serviço.



Figura 3-10-Tanque de água de serviço.

3.2.2. Fase sólida

A operação de tratamento da lama inicia-se com a remoção das lamas em excesso e o espessamento gravítico, figura 3-11, que tem como objetivo aumentar o teor de matéria seca na lama biológica. A elevação das lamas espessadas é feita por duas bombas de rotor excêntrico que funciona coincidindo com os períodos de funcionamento da centrífuga de desidratação.



Figura 3-11- Espessador Gravítico.

O espessador gravítico é alimentado a um caudal máximo de 50 m³/h e o funcionamento é automático e contínuo.

De seguida, ocorre a desidratação de lamas, que se realiza em centrífuga (figura 3-12).



Figura 3-12- Equipamento utilizado na desidratação de lamas- Centrífuga.

As escorrências da desidratação de lamas e as águas das lavagens feitas diariamente à centrífuga, são encaminhadas por gravidade para o circuito de escorrências, retornando ao início da ETAR.

As lamas são armazenadas em um silo, figura 3-13 com auxílio de um parafuso transportador e uma bomba, antes do envio ao destino final. O princípio da higienização química das lamas com cal viva consiste na adição da quantidade necessária deste reagente às lamas desidratadas para que o pH se eleve até 12,5 durante 12 a 24 horas e que se atinja durante o processo temperaturas superiores a 50 °C. Nestas condições de pH e temperatura elevados, é criado um ambiente desfavorável à sobrevivência dos microrganismos. A adição de cal é executada com uma bomba doseadora de polímero (Luságua, sem data).



Figura 3-13- Silo de lamas.

Em ambas as ETAR todos os equipamentos e operações são automáticos e controlados por um *software* de supervisão e aquisição de dados (SCADA), controla-se o funcionamento dos equipamentos, duração de cada e receber alarmes relacionados com a avaria de equipamentos e controlo de parâmetros.

3.3. Parâmetros analíticos

Existem diversos parâmetros analíticos que se devem controlar de acordo com o tipo de tratamento aplicado e devem ser analisados nas várias fases de tratamento. Alguns dos parâmetros que devem ser analisados e criticados são: pH, temperatura, condutividade, concentração de oxigénio dissolvido, CBO₅, CQO, sólidos e concentração de azoto e fósforo (Brito, 2010).

3.3.1. pH

A medição de pH avalia a concentração de iões H⁺ na água, traduzindo o seu carácter ácido, neutro ou básico.

O valor de pH varia de acordo com a origem da água residual; em águas residuais domésticas o valor do pH está próximo da neutralidade (Monte *et al.*, 2016).

Na etapa do processo biológico, o valor de pH deverá ser mantido entre 6 e 9 para que exista o crescimento de microrganismos, fundamental para este processo (Monte *et al.*, 2016).

O pH pode ser medido por métodos colorimétricos (utilizando soluções de indicadores ou por comparação visual com padrões coloridos de vidro ou de papel) ou por métodos eletroquímicos, como o método potenciométrico. Em qualquer dos casos, a medição do pH deve ser efetuada no próprio local da colheita e deve dar-se preferência ao método eletroquímico, pois este é independente da cor do meio, da turvação, das matérias coloidais e do potencial redox (Monte *et al.*, 2016).

3.3.2. Temperatura

A temperatura das águas residuais depende, em primeiro lugar, da localização geográfica e em segundo, da descarga de águas quentes nos coletores. A temperatura das águas residuais não coincide com a temperatura ambiente, não só devido à receção de águas quentes, mas também ao efeito isolante proporcionado pelo facto dos coletores se encontrarem enterrados (Monte *et al.*, 2016).

A temperatura é uma característica muito importante, pois influencia a velocidade dos processos bioquímicos que provoca a decomposição da matéria orgânica, diminuição da sobrevivência dos microrganismos patogénicos e aumento da toxicidade de alguns produtos químicos (Monte *et al.*, 2016).

3.3.3. Potencial redox

Algumas substâncias encontram-se presentes na água no seu estado oxidado ou na sua forma reduzida. Este parâmetro permite conhecer a reação de oxidação pela quantificação da atividade dos eletrões. No tratamento das águas residuais as reações

redox ocorrem na desinfecção por agentes oxidantes, como o cloro e o ozono, na precipitação de elementos dissolvidos por oxidação com ar ou oxigénio molecular e também na degradação bioquímica da matéria orgânica (Monte *et al.*, 2016).

3.3.4. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica representa a concentração total de substâncias ionizadas com capacidade de conduzir a corrente elétrica, ou seja, permite estimar o teor de minerais na água residual. A condutividade é diretamente proporcional ao número de iões presentes na água residual. Este parâmetro é muito interessante para ETAR próximas das zonas costeiras, uma vez que a sua medição possibilita perceber se existem infiltrações de água salobra no tratamento.

Este parâmetro pode ser medido diretamente no local onde o processo ocorre, através de medidores portáteis equipados de sondas que permitem uma leitura rápida e sem quase erros associados (Monte *et al.*, 2016).

3.3.5. Oxigénio dissolvido, OD

O oxigénio dissolvido, OD, representa o teor de moléculas de oxigénio dissolvidos na água. O oxigénio é responsável pelo crescimento dos organismos aeróbios responsáveis pela degradação da matéria orgânica e condiciona o processo de nitrificação e desnitrificação.

A concentração de OD na água constitui um indicador importante do seu estado de poluição: uma água não poluída apresenta elevada concentração de OD, enquanto uma água muito poluída, praticamente não contém OD, porque todo o OD que se dissolve nas águas residuais a partir da atmosfera é rapidamente consumido na oxidação bioquímica dos poluentes orgânicos biodegradáveis presentes na água (Monte *et al.*, 2016).

3.3.6. Carência Química de Oxigénio

A carência Química de Oxigénio (CQO) é um parâmetro de avaliação da matéria orgânica presente na água que traduz o oxigénio necessário para a oxidação química dessa matéria orgânica com um reagente oxidante forte como dicromato de potássio (Monte *et al.*, 2016).

3.3.7. Carência Bioquímica de oxigénio

A carência bioquímica de oxigénio, CBO_5 , define-se como a quantidade de oxigénio utilizado na oxidação bioquímica da matéria orgânica de uma água, durante um tempo determinado, geralmente 5 a 7 dias, a uma dada temperatura, normalmente 20 °C. Este parâmetro constitui uma avaliação indireta da matéria orgânica biodegradável presente

na água (hidratos de carbono, proteínas, gorduras), na medida em que o que é medido experimentalmente é o consumo de oxigénio, o qual é proporcional à quantidade de matéria orgânica que foi oxidada bioquimicamente (Monte *et al.*, 2016).

3.3.8. Sólidos Totais

Os sólidos suspensos provêm de fenómenos de erosão natural ou do arrastamento para a água de detritos orgânicos ou minerais. Estes sólidos podem formar uma camada superficial pouco permeável no solo, afetar os animais aquáticos, reduzir a atividade fotossintética e se os sedimentos forem orgânicos ainda reduz a quantidade de oxigénio dissolvido. Os sólidos podem afetar de forma muito negativa a qualidade da água e por isso revela-se um parâmetro essencial a determinar.

Na prática, consideram-se apenas dois tipos de sólidos: os sólidos suspensos totais (SST) e os sólidos dissolvidos (SDT). Os sólidos suspensos totais correspondem à matéria em suspensão presente em águas naturais, de processo ou residuais. Assim, para que possam ser quantificados, terão de ser retirados da amostra em estudo através de uma filtração com um filtro de fibra de vidro. Com efeito, os sólidos suspensos totais dizem respeito à fração de sólidos totais que ficou retida no filtro, enquanto os sólidos dissolvidos totais se relacionam com as substâncias de tamanho micrométrico que estão dissolvidas na água e que atravessam o filtro (Monte *et al.*, 2016).

3.3.9. Azoto e Fósforo

Quer o azoto quer o fósforo são nutrientes bastante importantes para o crescimento biológico.

O azoto apresenta-se nas águas residuais em quatro formas principais: azoto amoniacal, azoto orgânico como aminas e proteínas, nitratos e nitritos. Os dois processos principais para a remoção de azoto são a assimilação e a nitrificação-desnitrificação. Os microrganismos presentes no sistema de tratamento necessitam de azoto para a síntese celular que resulta da remoção de azoto.

A presença de teores elevados de compostos fosforados nas AR provém de compostos orgânicos proteicos e de detergentes, através dos fertilizantes transportados pelas águas infiltradas e pelas escorrências superficiais.

O fósforo apresenta-se na água sob a forma de fosfatos, polifosfatos e fosfatos orgânicos. Os microrganismos também utilizam o fósforo durante a síntese celular e para a função de transporte (Monte *et al.*, 2016).

3.4. Parâmetros processuais

Através da análise dos parâmetros processuais, ao longo do tratamento da água residual, é possível conhecer o estado de desempenho dos processos de tratamento implementados numa ETAR.

A seguir são descritos alguns dos parâmetros processuais importantes para o controlo operacional de um sistema de tratamento como o Índice Volumétrico de Lamas (IVL), a idade das lamas e as razões alimento/microrganismos (F/M), CBO/CQO, de recirculação e SSV/SST, como descritos de seguida (Brito, 2010).

3.4.1. Índice volumétrico de lamas

O índice volumétrico de lamas (IVL), corresponde ao volume, mL, ocupado por 1 grama de lamas após 30 minutos de sedimentação, ou seja, quantifica o grau de sedimentação.

O método para a determinação deste parâmetro consiste na leitura do volume de uma amostra de lama de um reator biológico, sedimentada após 30 minutos num cone *Imhoff* e na concentração de SST presentes nessa amostra. O cálculo deste parâmetro é descrito pela equação 5 (Monte *et al.*, 2016):

$$\text{IVL} \left(\frac{\text{mL}}{\text{g}} \right) = \frac{\text{Volume de lama sedimentada} \left(\frac{\text{mL}}{\text{L}} \right) \times 1000 \left(\frac{\text{mg}}{\text{g}} \right)}{\text{Sólidos suspensos totais} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)} \quad \text{Eq.5}$$

A sedimentação da lamas é tanto melhor quanto menor for o valor do IVL até determinado valor; considera-se para um bom tratamento de lamas o IVL varia entre 50 (mg/L) e 200 (mg/L) valores acima deste limite são frequentemente associadas ao crescimento filamentoso (Monte *et al.*, 2016).

3.4.2. Idade das lamas

A idade das lamas é um parâmetro processual que representa o período de tempo médio de permanência dos microrganismos no interior do reator biológico, num sistema de lamas ativadas. Este parâmetro é determinado através da equação 6:

$$\text{Idade das lamas(dias)} = \frac{\text{SST}_a \times V}{Q_p \times \text{SST}_r} \quad \text{Eq.6}$$

Em que:

- SST_a é a concentração de sólidos suspensos totais numa amostra do reator biológico (mg/L);
- V é o volume do reator (m^3);
- Qp é o caudal de purga de lamas (m^3/dia);
- SST_r é a concentração de sólidos suspensos totais de uma amostra da recirculação (mg/L).

A idade das lamas está relacionada com a carga mássica e com a taxa de crescimento específico dos microrganismos. O controlo da idade das lamas pode ser realizado a partir da variação do caudal de purga de lamas. Quando a idade de lamas é baixa (inferior a 5 dias), indica que a taxa de crescimento dos microrganismos é alta. Por outro lado, quando a idade das lamas é alta (> 15 dias) significa que a taxa de crescimento dos microrganismos é baixa. A idade das lamas tem bastante influência na composição da microfauna do sistema de lamas ativadas (Monte *et al.*, 2016).

3.4.3. Razão CBO/CQO

Esta razão define a biodegradabilidade do efluente. Se a razão se encontrar a valores inferiores a 0,5 significa que a água residual contém compostos tóxicos. Normalmente o tratamento biológico torna-se simples quando a razão destes dois parâmetros é igual ou superior a 0,7 (Monte *et al.*, 2016).

3.4.4. Razão SSV/SST

A razão SSV/SST (%), é a razão entre quantidade de sólidos suspensos voláteis e os sólidos suspensos totais presentes na amostra de lamas em recirculação a um reator biológico, num sistema de lamas ativadas.

Este parâmetro processual mostra a fração volátil da quantidade total de sólidos suspensos presentes nas lamas, ou seja, a percentagem de sólidos de natureza orgânica em relação aos sólidos suspensos totais essenciais a uma operação eficiente de um sistema de lamas ativadas (Monte *et al.*, 2016).

3.4.5. Razão de recirculação

Define-se como a razão entre o caudal de recirculação (m^3/dia) e o caudal de entrada (m^3/dia) num sistema de lamas ativadas. A recirculação de lamas ao reator biológico tem como objetivo manter uma concentração suficiente de lamas ativadas durante o tratamento biológico. O caudal de recirculação é determinado por balanços de

massa ao decantador secundário ou por balanço de massa ao reator biológico (Monte *et al.*, 2016).

3.4.6. Razão alimento/microrganismo (A/M)

Esta razão alimento/microrganismos (A/M) expressa a relação entre a quantidade de substrato (CQO ou CBO₅) e a quantidade de microrganismos presentes no reator. Este parâmetro é determinado por:

$$\frac{A}{M} = \frac{Q_e \times CBO_5}{SST_a \times V} \quad \text{Eq.7}$$

Em que:

- Q_e corresponde ao caudal de efluente de entrada (m³/dia);
- CBO₅ é a carência bioquímica de oxigénio no efluente a tratar (mg/L);
- SST_a é a concentração de sólidos suspensos totais numa amostra do reator biológico (mg/L)
- V é o volume do reator (m³);

Se a razão A/M apresentar valores baixos (0,3 d⁻¹) a quantidade de substrato presente é reduzida e os microrganismos na presença de uma baixa quantidade de substratos metabolizam as suas próprias reservas celulares para produção de energia (respiração endógena). Com esta fase a eficiência do tratamento da água residual pode ser maior devido ao consumo de toda matéria orgânica (Monte *et al.*, 2016).

3.5. Legislação

As ETARs de Esposende e Marinhas devem cumprir todos os critérios estipulados na licença da empresa Águas do Norte.

O controlo analítico em laboratório é efetuado por técnicos com formações adequadas para a realização dessas atividades. Os parâmetros analíticos mais complexos da ETAR de Esposende e Marinhas são realizados no laboratório da ETAR-Viana do Castelo- Cidade, permitindo avaliar a eficiência e o estado de funcionamento de cada processo de tratamento (Diário da República, 2017).

Em relação às condições de descarga do efluente final, a ETAR segue os seguintes decretos-lei, DL n° 236/98 de 1 de Agosto e o DL n° 152/97 de 19 de Junho. O primeiro decreto-lei determina normas, critério e objetivos de qualidade para que os ecossistemas aquáticos sejam protegidos efetuando uma melhoria da qualidade da água de acordo com os seus principais usos, estabelece normas gerais para a descarga de águas residuais (Decreto-Lei n° 236/98, 1998).

O decreto-lei nº 152/97 de 19 de junho é referente à recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas no meio aquático. Na tabela 3.1, estão apresentados os requisitos para as descargas da estação de tratamento das águas residuais urbanas distinguindo as zonas sensíveis e zonas menos sensíveis (Decreto-Lei n.º 152/97, 1997).

Tabela 3.1-Limites de vários parâmetros para a descarga final das diferentes estações de tratamento de acordo com a zona pertencente nomeadamente com a zona sensível.

Classificação	Parâmetros	Valor limite de Emissão	Percentagem mínima de redução
Zona Sensível	pH ¹	6-9 unidades de pH	
	CBO ₅ ¹	25 (mg/L O ₂)	70-90
	CQO ¹	125 (mg/L O ₂)	75
	SST ¹	35 mg/L	90
	Fósforo Total ²	2 mg/L (10 000-100 000 e.p.) 1 mg/L (> 100 000 e.p.)	80
	Azoto Total ²	15 mg/L (10 000-100 000 e.p.) 10 mg/L (> 100 000 e.p.)	70-80

Em primeira instância, a ETAR devem cumprir a legislação apresentada, mas em casos específicos por exemplo as alterações hidráulicas que afetam a depuração e a sazonalidade, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), define os valores limite de Emissão exibidos na tabela 3.2.

Tabela 3.2- Valores limite de emissão (VLE) dos parâmetros analíticos das águas residuais.(Decreto-Lei n.º 152/97)

Parâmetros	Valor limite de Emissão
pH¹	6-9 unidades de pH
CBO₅¹	40 (mg/L O ₂)
CQO¹	150 (mg/L O ₂)
SST¹	60 mg/L
Fósforo Total²	10 mg/L
Azoto Total²	15 mg/L

¹ Anexo I do Decreto-lei nº 152/97, de 19 de julho;

² Anexo XVIII do Decreto-lei nº 236/98 de 1 de Agosto.

Todas as operações e etapas são controladas analiticamente, existem parâmetros que devem ser determinados diariamente (tabela 3.3) de forma a comprimir os limites estabelecidos.

Tabela 3.3-Limites de controlo dos parâmetros determinados diariamente por operadores.

Ponto de amostragem	Parâmetros	Limite mínimo	Limite máximo
Entrada	Temperatura	10 °C	35 °C
	Concentração oxigénio dissolvido	-	-
	Potencial redox	$-50 \frac{E_0}{mV}$	
Licor misto	Temperatura	10 °C	35 °C
	pH	6	9
	Concentração oxigénio dissolvido	$0,5 \frac{mg}{L}$	$2,5 \frac{mg}{L}$
	Concentração de amoníaco	$10 \frac{mg}{L}$	-
	Potencial Redox	$0 \frac{E_0}{mV}$	-
Saída	pH	6	9

Semanalmente são também controlados parâmetros em etapas mais determinantes do processo como a entrada e a saída na lama espessada e lama desidratada, entre outros. Na tabela 3.4, estão registados todos os parâmetros medidos e analisados, assim como todas as etapas e os seus limites correspondentes.

Tabela 3.4-Limites de controlo dos parâmetros determinados semanalmente.

Ponto de amostragem	Parâmetros	Limite mínimo	Limite máximo
Entrada	CQO	140 $\frac{mg}{L}$	1 500 $\frac{mg}{L}$
	CBO ₅	-	1 000 $\frac{mg}{L}$
	SST	-	1 000 $\frac{mg}{L}$
	SSV	-	750 $\frac{mg}{L}$
	Fósforo total	-	25 $\frac{mg}{L}$
	Azoto total	-	100 $\frac{mg}{L}$
Licor misto	SST	1 500 $\frac{mg}{L}$	5 000 $\frac{mg}{L}$
	SSV	1 200 $\frac{mg}{L}$	4 000 $\frac{mg}{L}$
Saída	CQO	-	100 $\frac{mg}{L}$
	CBO ₅	-	20 $\frac{mg}{L}$
	SST	4 000 $\frac{mg}{L}$	12 000 $\frac{mg}{L}$
	SSV	3 200 $\frac{mg}{L}$	10 000 $\frac{mg}{L}$
	Fósforo total	-	15 $\frac{mg}{L}$
	Azoto total	-	40 $\frac{mg}{L}$
	Nitratos	-	20 $\frac{mg}{L}$
Lama espessador	pH	6	10
	Matéria seca	1,8%	-
	Matéria Volátil	70%	-
Escorrência espessador	pH	6	10
	SST	15 000 $\frac{mg}{L}$	60 000 $\frac{mg}{L}$
Lama desidratada	pH	6	10
	Matéria seca	18 %	
	Matéria volátil	70 %	
Escorrência desidratação	SST		500 $\frac{mg}{L}$

4. Plataforma GERE

4.1. Definição

As estratégias atuais de gestão das empresas envolvem medidas com o objetivo de melhorar o meio ambiente evitando incumprimentos ambientais ou prejuízos para imagem da organização/empresa. O planeamento e a gestão ambiental são cada vez mais essenciais (Adnorte, 2021).

Relativamente ao tratamento de águas residuais, a água passa por várias etapas, processos e tratamentos, sendo, portanto, necessário e crucial que todos estes processos, documentação, parâmetros e variáveis estejam muito bem organizados (Adnorte, 2021). Neste contexto, a Águas do Norte, S.A pretende utilizar uma nova plataforma designada GERE (Gestão de Exploração Rumo à Eficiência). Na figura 4-1 apresenta-se a árvore da plataforma GERE.

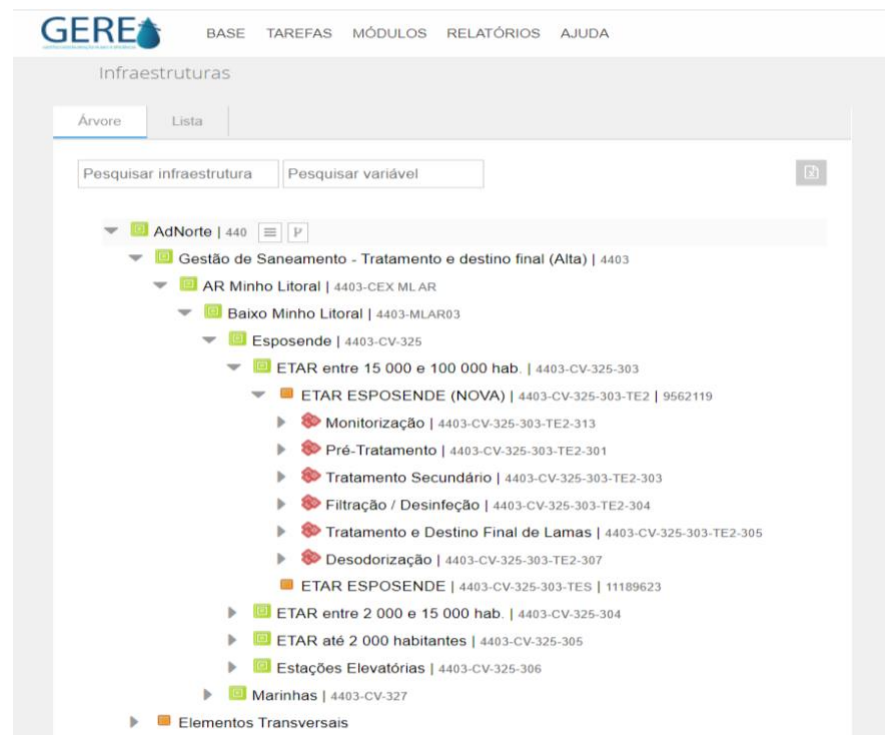


Figura 4-1- Árvore da plataforma GERE.

Esta plataforma consiste num *software* de gestão para instalações de tratamento de águas (ETA ou ETAR), constituído por vários nós, que possibilita o registo de toda a informação de todas as etapas e processos e permite a informatização integrada de todos os processos de exploração.

A Águas do Norte, S.A. possui uma grande quantidade de infraestruturas localizadas em todo o território português, sendo necessário despendere um tempo

considerável no acompanhamento direto de todos os processos de tratamento e da gestão de tarefas de operação sendo, por isso, esta nova plataforma, uma vantagem significativa para a gestão operacional. A GERE permite que a empresa beneficie de uma gestão operacional e ambiental. Todos os processos operacionais irão ser suportados globalmente por esta aplicação, passando assim, a GERE a ser o único depósito de dados e a única ferramenta de operação e gestão.

Esta plataforma tem por suporte uma árvore de localização em nó, figura 4-1, realizada hierarquicamente, cada nó apresenta uma entidade específica ao longo de todo o processo de tratamento de água residuais (Adnorte, 2021).

O nó agregador apresenta uma entidade global que agrupa várias entidades específicas. Por exemplo, ETAR acima de 15 000 a 100 000 habitantes: dentro desse nó existem vários nós específicos de várias etapas do processo de tratamento, permitindo assim uma total parametrização por parte do utilizador e conseqüentemente a adaptação à realidade de cada empresa, não sendo necessário a intervenção de entidades externas para adaptar a plataforma à realidade. Só depois da criação de toda a Árvore de Localização, com as etapas de tratamento existentes em cada infraestrutura, criação de equipamentos, reagentes e as respetivas variáveis é que é possível a utilização da plataforma.

A GERE apresenta um conjunto de características fundamentais para um bom funcionamento da ETAR (tabela 4.1).

Tabela 4.1-Principais características da plataforma GERE.

Caraterísticas da plataforma GERE
Possibilita o registo de dados
É um suporte a todas as operações
Permite automatização dos processos operacionais
Permite a definição de várias localizações associadas ao mesmo sistema de tratamento;
Possibilita a análise de dados
Permite consultas, relatórios e avaliação
É um software de comunicação entre os trabalhadores
É uma ferramenta de manuseio simples e rápido

Uma das principais vantagens da GERE é a capacidade de integração de dados de diferentes origens no dia-dia, particularmente em tempo real das operações; uma recolha manual de dados, tem muitas vezes um atraso entre a sua entrada no sistema e a sua análise posterior.

A plataforma permite reduzir significativamente a carga sobre os trabalhadores, eventualmente já sobrecarregados, permitindo libertá-los e direcioná-los para tarefas mais importantes. Outra vantagem desta plataforma é que pode ser utilizada por toda a equipa,

dos operadores aos gestores, pois é uma plataforma muito simples de entender através de dispositivos móveis. Todos os colaboradores no terreno georreferenciam e documentam todas as ações, tornando a informação disponível na plataforma no momento de registo, permitindo analisar dados ao longo do tempo.

Existe democratização da informação, ou seja, o acesso à informação e ao conhecimento é possível por indivíduo, equipa, departamento, de qualquer lugar e de acordo com as suas responsabilidades (Adnorte, 2021).

4.2. Ciclo de Utilização da plataforma GERE

A plataforma possibilita um trabalho coletivo da equipa que suportará todo o trabalho do dia-a-dia das ETARs e ETAs. A utilização da GERE engloba quatro fases principais, esquematizadas na figura 4-2:

1. Parametrização;
2. Planeamento;
3. Registo;
4. Consulta.

Todas estas fases são bastantes importantes para gestão de uma ETA e de uma ETAR.



Figura 4-2-Ciclo do dia-a-dia de utilização da plataforma GERE.

O responsável de exploração é responsável pela parametrização da plataforma, ou seja, define as variáveis das unidades específicas que são necessárias registar pelo operador, e define também o período de tempo do registo das mesmas variáveis.

Sinteticamente, a fase do planeamento consiste na elaboração de um calendário com as diferentes instalações e respetivas tarefas. O responsável por todo este

planeamento é também o engenheiro de exploração que irá agendar a realização de todas as tarefas, definindo a periodicidade das mesmas.

A fase de registo é fundamentalmente efetuada pelos operadores que estão em serviço, eles introduzem os dados disponíveis em tempo real. Esses dados são as tarefas planeadas pelo gestor para cada instalação.

O valor introduzido passa por diversas validações automáticas que poderá gerar notificações que serão apresentados ao responsável de exploração ou ao operador.

Por fim, passando todas as fases anteriores é possível a consulta de todos os registos efetuados, além disso permite o *download* de relatórios de exploração que podem ser estruturados.

Esta plataforma segura toda a informação de operação, tornando-se uma das ferramentas mais importante, completa e abrangente. Como foi referido anteriormente, esta plataforma irá ser utilizada por toda a equipa, da operação à gestão, contemplando três vertentes distintas: uma com funcionalidades manipuladas pelo responsável e outra com funcionalidade da responsabilidade dos operadores e outra dos técnicos de laboratório.

A primeira diz respeito à parametrização de processos, ao planeamento de tarefas e consulta e exportação dados; a funcionalidade da responsabilidade dos operadores e dos técnicos de laboratório remete para o registo, edição e consulta de dados (Adnorte, 2021).

Esta plataforma reúne todos os processos operacionais num único *software*, figura 4-3.



Figura 4-3-Processos da gestão operacional.

Na prática, a plataforma assegura uma diversidade de processos existentes na gestão operacional, figura 4-3, destacando-se gestão e planeamento de trabalho, tarefas e registos associados, alarmes e notificações, tratamento de ocorrências, relatórios e indicadores, plano analítico e amostragem, gestão de resíduos (recepção, *stocks* e

qualidade), gestão de energia, gestão de reagentes, gestão administrativa, manutenção e laboratório entre outros.

A plataforma deve estar permanentemente disponível pois o trabalho elaborado pelos operadores é maioritariamente no terreno. Esta ferramenta só funciona com ligação à internet, portanto é necessário que o local esteja ligado à rede interna da empresa, sendo necessário também um computador, dispositivos móveis como tablet e telemóvel por *browser* ou um sistema operativo *Android*, abandonando o registo manual de dados. Isto permite uma ligação mais próxima entre os operadores no terreno e os restantes trabalhadores da empresa que se encontrem noutras localizações (Adnorte, 2021).

4.3. Návía e GERE

Atualmente a Águas do Norte S.A, funciona com a plataforma Návía. Em relação a esta plataforma, a plataforma GERE apresenta bastantes semelhanças, por exemplo o seu acesso, simplicidade, o ciclo do dia-dia da utilização da plataforma, as principais características e vantagens.

As grandes diferenças entre as duas plataformas são as seguintes: GERE é uma plataforma mais segura porque funciona em ambiente virtualizado e de mobilidade, em regime de alta disponibilidade, com o mais recente sistema operativo, o que permitiu também melhorar o seu índice resiliência e cibersegurança; a árvore específica de cada estrutura é mais organizada; todas as informações reunidas são enviadas e registadas para um único software (figura 4-4); os códigos desta árvore coincidem sempre com os códigos SAP (*Systems Applications and Products*), códigos de numeração do inventário da empresa. O sistema implementado trará melhoria das capacidades, nomeadamente de operação remota, garantindo uma atuação mais precisa e com identificação prévia das ocorrências. O objetivo final é assegurar um maior controlo sobre eventuais ocorrências, diminuindo assim os tempos de resposta na resolução dos problemas (Adnorte, 2021).



Figura 4-4- Enquadramento do software GERE.

5. Implementação da plataforma GERE:

5.1. Árvore Específica de Esposende e Marinhas

Na fase inicial de implementação destas ETARs na GERE foi necessário o conhecimento de todo o seu processo de tratamento, equipamentos, registos e das tarefas realizadas pelos operadores.

O processo de implementação da nova plataforma fundamentou-se na informação recolhida no terreno, no acompanhamento de todas as etapas e parâmetros do tratamento, bem como das tarefas diárias dos trabalhadores. As árvores de Esposende e Marinhas são muito semelhantes; a grande diferença entre elas é que na de Marinhas existem apenas cinco unidades agregadoras, ou seja, não tem a unidade de desodorização uma vez que não existe essa etapa de tratamento na respetiva ETAR.

A figura 5-1 exhibe a árvore de localização referente ao subsistema de Esposende representando configurações específicas de cada etapa como infraestruturas e equipamentos. Os nós da estação de tratamento de Esposende foram criados sob a forma de uma árvore hierárquica de diferentes níveis, em que cada nó retrata uma entidade específica ao longo do processo.

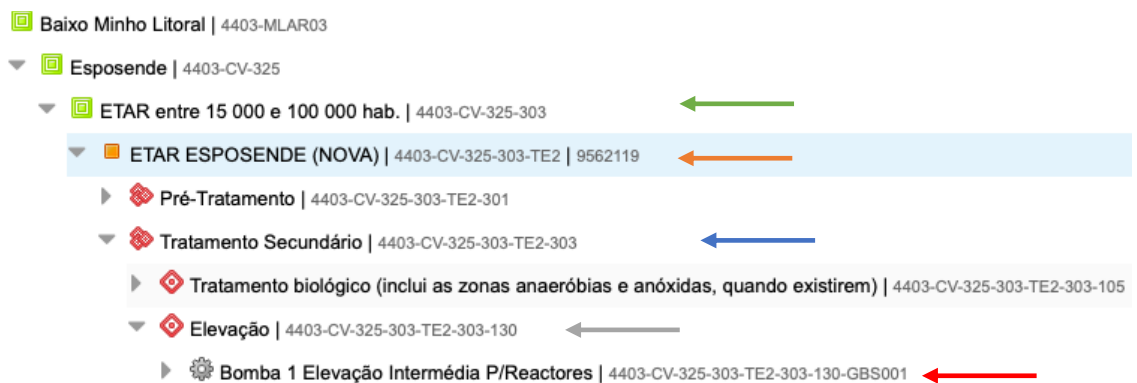


Figura 5-1-Principais nós da estação de tratamentos de Esposende.

A figura 5-1 permite identificar os diferentes nós:

Nó agregador: representa a entidade global que reúne várias entidades específicas (seta a verde);

Instalação: corresponde a grandes e pequenas instalações (seta a laranja);

Unidade agregadora: unidade que apresenta as linhas/etapas do processo, agrupando as unidades standard (seta a azul);

Unidade standard: é dos níveis inferiores da estrutura da GERE e permite especificar os processos de tratamento (seta a cinzento). É no subnível desta unidade standard que irão estar localizados os equipamentos;

Equipamento: é neste nível que é permitida uma gestão do estado do equipamento, as horas de funcionamento, energia entre outros. É nesta unidade que são associadas as leituras das variáveis (seta a vermelho).

Devido à variedade de etapas que constituem a infraestrutura, para uma melhor organização da árvore resolveu-se dividir o processo em unidades agregadoras designadas por: Pré-tratamento, Tratamento Secundário, Filtração/Desinfecção, Tratamento e Destino Final de Lamas, e Desodorização (no caso da ETAR de Esposende, esta etapa é indispensável; na ETAR de Marinhas não é necessária, uma vez que a infraestrutura é rodeada de campos agrícolas). Por fim, existe ainda a unidade agregadora designada Monitorização.

A Monitorização é constituída pelos subníveis:

1. Instrumentação, automação e controlo
2. Caixa de primeiros socorros
3. Reagentes
4. Equipamentos de emergência
5. Amostragem
6. Higiene segurança -COVID 19. A adição desta medida é para garantir a desinfecção de paredes, chão, zonas de contacto direto (maçanetas, torneiras, botões, etc).

A unidade agregadora designada por Pré-Tratamento é constituída por vários subníveis (ou unidades standard) como o Tratamento Preliminar que inclui gradagem, desarenação e remoção de óleos e gorduras e todos os equipamentos referentes a essa etapa; outro subnível que integra o Pré-Tratamento é a Equalização e Homogeneização.

O nó, ou unidade agregadora, Tratamento Secundário contém a unidade standard Tratamento Biológico, enquanto a unidade agregadora Filtração/Desinfecção contém a Desinfecção por UV.

A etapa de Tratamento e Destino Final de Lamas contém o subnível Desidratação, que inclui a secagem em leitos e desidratação mecânica, e o subnível Armazenamento de lamas.

Por fim, a unidade agregadora referente à Desodorização (ETAR de Esposende) inclui um nó que contém os equipamentos utilizados no processo em que se usa o carvão ativado.

As restantes unidades standard de todas as etapas de tratamento são: Elevação, Produção, Distribuição, Instrumentação automação e controlo (medidores de caudais, medidores de nível, autómato entre outros), Sistemas de apoio geral (ar comprimido, água e movimentação de cargas), Sistema de segurança, Edifícios e terrenos (onde ocorre cada etapa) e por fim Transporte/drenagem (figura 5-2).












- ▼  Pré-Tratamento | 4403-CV-325-303-TE2-301
 - ▶  Tratamento preliminar (inclui gradagem, desarenação e remoção de óleos e gorduras) | 4403-CV-325-303-TE2-301-102
 - ▶  Equalização/Homogeneização | 4403-CV-325-303-TE2-301-104
 - ▶  Elevação | 4403-CV-325-303-TE2-301-130
 - ▶  Produção (geradores, painéis solares, etc.) | 4403-CV-325-303-TE2-301-501
 - ▶  Distribuição (quadros eléctricos, instalações eléctricas, postos de transformação) | 4403-CV-325-303-TE2-301-502
 - ▶  Instrumentação, automação e controlo (autómatos, sondas, telegestão, etc) | 4403-CV-325-303-TE2-301-600
 - ▶  Sistemas de apoio geral (água, ar comprimido, movimentação de cargas, etc.) | 4403-CV-325-303-TE2-301-700
 - ▶  Sistemas de segurança (incêndio, intrusão, etc.) | 4403-CV-325-303-TE2-301-800
 - ▶  Edificações e terrenos (utilização geral) | 4403-CV-325-303-TE2-301-900
 - ▶  Transporte/Drenagem | 4403-CV-325-303-TE2-301-910

Figura 5-2- Unidades standard correspondentes à etapa Pré-Tratamento da ETAR de Esposende.

A figura 5-3 revela a interface das variáveis associadas a um equipamento, neste caso a bomba de extração gorduras da ETAR de Esposende.



DESCRIÇÃO	PARÂMETRO	DOMÍNIO	TIPO	ÚLTIMO VALOR	+
Limpeza Geral	Operação	Executada/N...	Standard	N/D	
Eliminar pontos de corrosão	Manutenção	Executada/N...	Standard	N/D	
Testar dispositivos eléctricos ...	Manutenção	Funcioname...	Standard	N/D	
Verificar existência de ruído...	Manutenção	OK/Não OK/...	Standard	N/D	
Verificar existência de fugas...	Manutenção	Com fugas/S...	Standard	N/D	
Frequência (Impulsos/min)	Frequência	Numérico	Standard	N/D	I...
Regulação da Bomba (volu...	Volume	Numérico	Standard	N/D	m3
Posição Funcionamento	Adimensional	Numérico	Standard	N/D	
Caudal - Instantâneo (m3/h)	Caudal	Numérico	Standard	N/D	m3/h
Set-point (Concentração)	Concentraç...	Numérico	Standard	N/D	mg/L
Set-point (%)	Percentagem	Numérico	Standard	N/D	%
Posição Funcionamento (%)	Percentagem	Numérico	Standard	N/D	%
Variador de Frequência (%)	Percentagem	Numérico	Standard	N/D	%
Pressão de Compressão	Pressão	Numérico	Standard	N/D	Bar
Horas de Funcionamento (T...	Tempo	Numérico	Totalizador		1 359.02 h

Figura 5-3- Interface das variáveis da bomba de extração de gordura da ETAR de Esposende.

Para além destas variáveis existem variáveis relacionadas com energia, estado do tempo, caudais, limpeza, testes de funcionamento, entre outros. A criação destas variáveis facilita os operadores no registo de dados e a análise elaborada pelo gestor. No Anexo A.1 estão descritos todos os passos para a criação de novas variáveis.

Existem quatro tipos de variáveis sendo estas:

Variável standard - é a mais utilizada e permite a gestão de valores a registar diariamente, como estado de equipamento e energia.

Variável calculada - são valores que provêm do cálculo de valores registados noutras variáveis.

Variável Totalizador - são os valores que apresentam uma contabilização crescente, ou seja, o valor acumulado.

Variável Mensal- só permite adição de um registo por mês permitindo obter dados com periodicidade mensal.

Inicialmente foi necessário rever as árvores de localização das ETARs de Marinhas e de Esposende com o objetivo de obter árvores de localização que reflitam a realidade destas ETARs.

A árvore inicial teve que ser comparada com a informação recolhida no terreno, ou seja, foi necessário analisar todos as unidades e todos os níveis da árvore verificando se existiam equipamentos passíveis de eliminar ou, de adicionar, alterar a descrição dos equipamentos e/ou também mudar a localização dos mesmos.

Após os registos de todos os dados necessários foram criados e retirados nós de identificação, tanto da infraestruturas, como de todos os processos operacionais, para a ETAR de Esposende e para a ETAR das Marinhas.

Para realizar este reajuste das árvores todas as alterações necessárias foram enviadas para o responsável com o auxílio do Excel, localizado no Anexo A.2.

Foi também necessário a reestruturação das variáveis, o que passou por manter as que se enquadravam no processo de tratamento e pela criação das que eram necessárias.

Para além de implementar a plataforma GERE na ETAR é exigido implementar em todas as estações elevatórias das estações de tratamento de águas residuais.

5.2. Equipamentos de Emergência

No ambiente de trabalho é necessário tomar medidas que assegurem uma proteção contra todos os riscos através da utilização de equipamentos de proteção coletiva e proteção individual.

A Águas do Norte tem conhecimento dos riscos associados à execução de todas as atividades, tentando, portanto, evitar ou limitar todos os acidentes de trabalho com a utilização de equipamentos de proteção.

Os equipamentos de proteção coletiva e individual têm o propósito de proteger a saúde e a integridade física dos trabalhadores.

Os equipamentos de emergência presentes nas ETARs de Marinhas e Esposende são:

- extintores;
- caixa de primeiros socorros;
- boias, cordas e varas de salvamento;
- hidrantes e carretéis;
- mantas ignífugas;
- manga de vento;
- sinalização e iluminação de emergência;
- chuveiro de emergência e lava olhos;
- detetores automáticos de fumo;
- botoneira de alarme;
- central de emergência.

Foi necessário introduzir todos os equipamentos de emergência existentes nas ETARs de Esposende e Marinhas, de modo a garantir a segurança de todos os trabalhadores, foi, portanto, necessário andar pelo terreno para recolher informação e registar todos os equipamentos de emergência existentes nas duas infraestruturas. No anexo A.3., apresenta-se a forma como foi tratada a informação sobre todos os equipamentos de emergência.

A introdução dos equipamentos existentes nestas unidades e todas as variáveis associadas, permite garantir o correto funcionamento destes e que as intervenções de manutenção sejam realizadas na altura pretendida conforme as suas horas de operação registada.

Estes equipamentos são alvo de atualizações e importa garantir a atualização das rotinas na GERE por forma a se cumprir com o definido. É importante que cada infraestrutura tenha atualizado os equipamentos existentes e garantir o planeamento das rotinas para o cumprimento dos prazos definidos pela direção do sindicato técnico empresarial da segurança, qualidade e ambiente (STE).

Na plataforma está incorporado um nó que reúne dados e variáveis referentes à verificação da caixa de primeiros socorros. É obrigatório dispôr, em todas as ETARs, de um kit de primeiros socorros no edifício de exploração e na viatura de transporte. As variáveis que os operadores devem registar e controlar periodicamente são: as unidades existentes (betadine, soro fisiológico, compressas esterilizadas, pensos rápidos entre outros) e a respetiva validade.

5.3. Reagentes

Na árvore da estrutura da ETAR de Esposende e da ETAR das Marinhas, o reagente encontra-se localizado no nó de Monitorização. O armazenamento dos reagentes foi criado totalmente de novo. Esta unidade agregadora tem como propósito reunir todos os reagentes usados na ETAR das Marinhas e Esposende, figura 5-4 e figura 5-5, respetivamente.

Na ETAR das Marinhas existe os seguintes reagentes:

1. Hipoclorito de Sódio;
2. Flocua Ex 8423;
3. Carvão ativado.

DESCRÇÃO	PARÁMETRO	DOMÍNIO	TIPO	ÚLTIMO VALOR
Stock Reagentes (Volume) ...	Volume	Numérico	Standard	N/D L

Figura 5-4 Interface do Armazenamento dos Reagentes na ETAR de Marinhas.

Na de Esposende são necessários os seguintes reagentes:

1. Hipoclorito de Sódio;
2. Flocua Ex 8423;
3. Carvão ativado;
4. Anti-Espumante CM- Emulsão.

DESCRÇÃO	PARÁMETRO	DOMÍNIO	TIPO	ÚLTIMO VALOR
Stock Reagentes (Volume) ...	Volume	Numérico	Standard	N/D L

Figura 5-5- Interface do Armazenamento dos Reagentes na ETAR de Esposende.

Como se pode verificar pelas figuras 5-4 e 5-5, criou-se três depósitos para a estrutura de Marinhas e quatro depósitos a de Esposende.

A criação destes depósitos tem como principal objetivo assinalar os reagentes necessário, controlar os gastos, os movimentos, ou seja, gerir os stocks dos reagentes.

Em ambas as ETARs utilizaram-se um floculante, Flocua Ex 8423. Sendo caracterizados pela sua carga elétrica, aniónica ou catiónica, os floculantes formam pontes entre as partículas desestabilizadas e as cargas se neutralizando formando flocos. Um floculante aniónico atrai cargas positivas e o catiónico liga-se a cargas negativas. O uso de carvão ativado no tratamento da água é muito vantajoso visto que é um dos

melhores adsorventes. O carvão é muito poroso, portanto existe uma grande área de contacto onde adsorve as partículas orgânicas, produtos químicos e contaminantes diminuindo os odores. Utiliza-se o carvão ativado na etapa de desodorização.

O hipoclorito de sódio é utilizado na operação de desinfecção com o objetivo de destruir os microrganismos patogénicos do efluente. O hipoclorito de sódio é um bom desinfetante além disso o custo de aquisição é bastante baixo e de fácil utilização.

A emulsão define-se como um sistema heterogêneo de pelo menos dois líquidos imiscíveis. Para que a emulsão exista, é necessário um agente que una estas duas fases. Nestas duas infraestruturas utiliza-se Anti-Espumante CM-Emulsão. Este reagente também permite eliminar a espuma formada durante o processo quebrando as ligações tensioativas.

A variável que irá ser ativada para ser utilizada nas tarefas é o *Stock* de reagente que é uma variável standard, uma vez que esta informação não é proveniente de nenhuma plataforma, mas sim da observação dos operadores.

5.4. Bombas de elevação e Medidores de Caudal

É bastante importante que em todos os equipamentos implementados se registre as condições de funcionamento, para que, com a consulta dos dados registados se consiga concluir se o equipamento permanece com bom desempenho ou não.

Nos equipamentos como as bombas de elevação, bombas doseadoras, medidores de caudal, agitadores, centrífugas, arejadores, ventiladores, entre outros foi implementada a variável Totalizador devido à importância destes equipamentos no tratamento das águas residuais. A variável Totalizador foi empregue devido ao facto de que os valores são obtidos através do SCADA, que apenas monitoriza e envia o tempo total ou volume total de funcionamento do equipamento.

As variáveis totalizadoras de tempo de funcionamento de todas as bombas do nível de elevação de cada etapa das duas estruturas e de todas as elevatórias de Marinhas e Esposende tiveram que ser ativadas. Na figura 5-6 encontra-se a interface da ativação da variável de horas de funcionamento da bomba 2 de extração de Gorduras da sala Obra de entrada (OE) com o objetivo de ser utilizada na parametrização das tarefas.

GERE

Editar fonte de origem link

Variável Horas de Funcionamento (Totalizador) (LINK)

Fonte de origem

Unidade de medida h

Infraestrutura Bomba 2 Extração Gorduras Sala OE

Ativar dados link

Dados link

Variável ESPOSENDE - ETAR » B 2 GORDURAS_H_FUNC (M-1333.TFUNC)

Ativar importação link

Importação de dados

Periodicidade Hora

Horas HORAS +

09 | 00

Figura 5-6- Interface de ativação da variável Totalizador de horas de Funcionamento da bomba 2 Extração Gorduras da Sala OE.

Com a variável de tempo de funcionamento associada às bombas é perceptível, como já foi referido, o estado do equipamento, a possibilidade de obstrução, a durabilidade e a rentabilidade da bomba.

Na verdade, uma boa gestão de sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais urbanas e industriais passa por um adequado conhecimento do seu efetivo funcionamento, nomeadamente no que respeita aos caudais e volumes de água em pontos críticos dos sistemas, ou seja, os meios apropriados de medição de caudal e/ou volume são indispensáveis à gestão e à exploração adequada desses sistemas.

Os medidores de caudal permitem obter o caudal diário sendo imprescindíveis na quantificação dos consumos. Para além de medir o caudal instantâneo, os medidores de caudal devem medir o volume líquido escoado, função que é designada por contagem. Na figura 5-7 apresenta-se a interface de todas as variáveis de um exemplo de medidor de caudal da ETAR de Esposende onde se pode observar que se desbloqueou o volume totalizador Link.

ETAR ESPOSENDE (NOVA) » Medidor Caudal Fossas Sépticas Parte Trá

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO	DOMÍNIO	TIPO	ÚLTIMO VALOR	+
Limpeza Geral	Operação	Executada/N...	Standard	N/D	
Verificar Funcionamento Eq.	Operação	Ok/Alarme/M...	Standard	N/D	
Volume (Totalizador) (LINK)...	Volume	Numérico	Parcial direto	0.0 m3	
Volume (Totalizador) P. direta	Volume	Numérico	Parcial direto	N/D m3	
Volume (Totalizador)	Volume	Numérico	Totalizador	N/D m3	
Volume (Totalizador) P. diária	Volume	Numérico	Parcial diário	N/D m3	
Volume (Totalizador) (LINK)...	Volume	Numérico	Parcial diário	0.0 m3	
Volume (Totalizador) (LINK)	Volume	Numérico	Totalizador	987.0 m3	
Caudal - Instantâneo	Caudal	Numérico	Standard	N/D m3/d	
Caudal - Instantâneo (LINK)	Caudal	Numérico	Standard	N/D m3/d	

Figura 5-7-Interface de todas as variáveis do medidor de caudal de fossas Sépticas da ETAR de Esposende.

Ativou-se a variável de volume totalizador para todos medidores de caudal das duas estruturas (Esposende e Marinhas) e dos medidores de caudal das respetivas elevatórias.

Tal como nas bombas, as variáveis Totalizadoras dos medidores de caudal são desbloqueadas pois os dados também são provenientes do SCADA não sendo necessário que o operador faça a leitura no local.

5.5. Variáveis de Energia

As duas estruturas e as elevatórias têm bastantes variáveis de Energia que necessariamente têm que ser ativadas para serem controladas em tarefas.

As variáveis mais importantes são:

- **energia ativa vazio** – é a energia consumida fora do horário de ponta (22:00 h às 2:00 h e das 6:00 h às 8:00 h);
- **energia ativa super vazio** – é a energia consumida das 2:00 às 6:00 h;
- **energia ativa total** – é a energia total consumida;
- **energia ativa ponta** – é a energia consumida no horário de ponta, energia; ativa cheia (das 9:00h às 10:30h e das 18h às 20:30h);
- **energia ativa cheia** – energia consumida no restante horário.

O período das horas de Vazio é o período, no qual a energia tem um custo mais reduzido, o período das horas Cheias é aquele, no qual a energia tem um custo intermédio e o período das horas de Ponta é o que a energia tem um custo mais elevado.

Todas estas variáveis mencionadas acima totalizadoras e as mesmas variáveis *power* totalizadoras foram ativadas. A grande diferença entre as duas é que as *power* são leituras efetuadas por um serviço externo enquanto as variáveis totalizadoras são leituras feitas internamente na empresa.

Estas variáveis serão planeadas posteriormente com o objetivo de reduzir os custos económicos da ETAR.

5.6. Parametrização das Tarefas

Após as alterações à árvore de localização como a criação de variáveis, modificações e acréscimo de unidades agregadoras, seguiu-se a parametrização de todos os registos necessários. A parametrização de tarefas consiste na atribuição das variáveis definidas previamente a registar num determinado período de tempo.

Como há diferentes métodos de registo foi necessário fazer a parametrização individual de todos os métodos escolhidos desde o registo de energia, registo diário, depósito de reagentes, verificação de Segurança e Saúde no trabalho e recolha de amostra, entre outros.

A GERE possibilita a criação de rondas, registos de operações, registos de manutenção 1º nível, recolhas, verificação STE, limpezas e controlo de processo. Estes registos de operações são bastantes simples e repetitivos sendo realizadas pelos operadores das várias ETARs.

Durante a parametrização das tarefas na GERE foi sempre estudada a periodicidade de realização de todo o tipo de tarefas sem alterar drasticamente as rotinas. Portanto, criou-se um conjunto de registos de operação, garantido um excelente entendimento entre operadores e, de certa forma, o correto funcionamento da ETAR e das Estações Elevatórias. Na figura 5-8 expõe-se a interface da criação de uma tarefa.

Instalação ETAR ESPOSENDE (NOVA)

Categoria Registo Manutenção 1º Nível

Descrição Centrifuga (Q)

Descrição curta Centrifuga

Registo de unidades Todas as unidades em simultâneo

Tarefa mensal Não

Tolerância 48 Horas

Limite 72 Horas

Legenda Diária

Campos pré-preenchidos Não

Mostrar último valor Sim

Modo segurança Não

Registo em nós desativados Não

Equipas virtuais AR MI

Figura 5-8- Interface da criação de tarefa de uma infraestrutura.

A criação dos diferentes tipos de registo é separada em duas partes (figura 5-8); na primeira deve-se alterar a descrição para uma descrição adequada e a categoria em que se insere, e na segunda parte registam-se equipas virtuais, alarmes e valores limite.

Existem diferentes tipos de registo para que assim haja uma distinção entre todas as tarefas das instalações. Os tipos de registos são:

- **Registo Manutenção 1º nível** abrange afinações simples, lubrificação ou substituição de elementos consumíveis sem desmontagem do equipamento. Este tipo de operações pode ser executado no próprio local pelo operadores;
- **Ronda** é idêntico ao registo de operação só se usa de forma a distinguir tarefas;
- **Registo de Operação** refere-se a rotinas efetuadas pelos operadores;
- **Recolhas**- são alusivas aos parâmetros que devem ser analisados em laboratório;
- **Limpezas**- são limpezas gerais de equipamentos, salas e espaços interiores e exteriores;
- **Verificação STE** refere-se à verificação dos equipamentos de segurança e emergência coletivos e individuais;

Como se pode conferir pela figura 5-8, a segunda parte da criação de tarefas é exigido preencher o intervalo de tempo, a tolerância, o limite e as equipas virtuais; portanto, durante a parametrização das tarefas foi necessário ter várias considerações tais como:

- **Equipas virtuais-** é importante escolher uma equipa virtual responsável pela tarefa sendo posteriormente notificado.
- **Legenda-** é atribuída às tarefas previamente definidas pelo gestores.
- **Tolerância-** é o intervalo de tempo em que a tarefa deve ser executada ultrapassado este tempo de tolerância, a tarefa está atrasada;
- **Limite-** é o intervalo de tempo em que a tarefa tem que ser cumprida. Quando passa o tempo limite a tarefas será fechada como não executada, deixando de ser visualizada no painel pelo operador.

Na figura 5-9 estão expostas as diferentes tarefas para as ETARs de Esposende e Marinhas.

☰	MODELO	CATEGORIA	AUTOR	DATA	+
<input type="checkbox"/>	Centrifuga (Q)	Registo Manutenção ... Registo standard	Francisca ...	18/Jun/2021	EDITAR COPIAR APAGAR
<input type="checkbox"/>	Depósito de Reagentes (S)	Ronda Registo standard	Francisca ...	25/Jun/2021	EDITAR COPIAR APAGAR
<input type="checkbox"/>	Gerador (Q)	Registo Manutenção ... Registo standard	Francisca ...	25/Jun/2021	EDITAR COPIAR APAGAR
<input type="checkbox"/>	Limpezas gerais	Limpezas Registo standard	Francisca ...	29/Jun/2021	EDITAR COPIAR APAGAR
<input type="checkbox"/>	Registo de Energia (S)	Registo Operação Registo standard	Francisca ...	25/Jun/2021	EDITAR COPIAR APAGAR
<input type="checkbox"/>	Registo Diário	Registo Operação Registo standard	Francisca ...	25/Jun/2021	EDITAR COPIAR APAGAR

Figura-5-9- Interface das tarefas realizadas na ETAR de Esposende e Marinhas.

Criou-se duas tarefas na categoria de registo de operação, o registo diário com o tempo de funcionamento dos equipamentos como as bombas, medidores de caudal de todas as fases do processo de tratamento das águas residuais e o registo de energia com o objetivo de registar a energia dispendida na instalação. Na figura 5-10, que corresponde à interface da parametrização das variáveis do quadro elétrico em Esposende, percebe-se que estão disponíveis todas as variáveis em cada nó que foram ativadas anteriormente facilitando a sua agregação nas diferentes tarefas. Nesta interface é possível definir o conjunto de variáveis que se deve agrupar em cada uma destas tarefas, tendo em consideração a periodicidade pretendida e a semelhança entre as suas características. A divisão das rondas/tarefas é feita pelo Gestor.

ETAR ESPOSENDE (NOVA) » Tratamento Secundario » Distribuição (quadro

- ▼ ETAR ESPOSENDE (NOVA)
 - ▶ Monitorização
 - ▶ Pré-Tratamento
 - ▼ Tratamento Secundário
 - ▶ Tratamento biológico (inclui as zonas anaeróbias e anóxicas, quando existirem)
 - ▶ Elevação
 - ▶ Instrumentação, automação e controlo (autómatos, sondas, telegestão, etc)
 - ▶ Sistemas de apoio geral (água, ar comprimido, movimentação de cargas, etc.)
 - ▶ Produção (geradores, painéis solares, etc.)
 - ▼ Distribuição (quadros eléctricos, instalações eléctricas, postos de transformação)
 - ▶ Transformador Edifício PT
 - ▼ QGBT Edifício PT
 - ▶ QGBT
 - ▶ QE Parcial Sala Quadros OE
 - ▶ Filtração / Desinfeção
 - ▶ Tratamento e Destino Final de Lamas

Variáveis

DESCRIÇÃO	<input type="checkbox"/> REGISTO DE ENERGIA (
Energia Ativa Total (POWER) kWh	<input checked="" type="checkbox"/> 0 DEPENDÊNCIAS	Contagem
Energia Ativa Cheias (POWER) ...	<input checked="" type="checkbox"/> 0 DEPENDÊNCIAS	Contagem
Energia Ativa Vazio (LINK) kWh	<input type="checkbox"/>	Contagem
Energia Ativa Ponta (POWER) k...	<input checked="" type="checkbox"/> 0 DEPENDÊNCIAS	Contagem
Energia Ativa Ponta kWh	<input checked="" type="checkbox"/> 0 DEPENDÊNCIAS	Contagem
Energia Ativa Cheias kWh	<input checked="" type="checkbox"/> 0 DEPENDÊNCIAS	Contagem
Energia Ativa Super Vazio kWh	<input checked="" type="checkbox"/> 0 DEPENDÊNCIAS	Contagem
Energia Ativa Vazio kWh	<input checked="" type="checkbox"/> 0 DEPENDÊNCIAS	Contagem
Energia Ativa Super Vazio (PO...	<input checked="" type="checkbox"/> 0 DEPENDÊNCIAS	Contagem
Energia Ativa Total kWh	<input checked="" type="checkbox"/> 0 DEPENDÊNCIAS	Contagem

Figura 5-10- interface da parametrização das variáveis do quadro eléctrico em Esposende

No registo de energia da ETAR de Esposende e Marinhas é exigido ao operador o registo de energia total, cheia, vazio, ponta e super vazio.

Adicionou-se uma ronda de depósito de reagentes para registar os stocks dos reagentes existentes nas instalações, controlando a entrada e a saída dos produtos e auxiliando a realização de ordens de compras.

Por fim, criou-se duas tarefas categorizadas de registo de manutenção de 1º nível para as centrifugas (Lubrificação) e gerador (controlar a percentagem de nível de gasóleo, testar o funcionamento e horas de funcionamento total) que auxilia a parte energética no caso de avaria na alimentação da eletricidade.

A segurança dos trabalhadores é extremamente importante, portanto é necessário controlar todos os equipamentos de emergência e as malas de primeiros socorro e com esse propósito criaram-se duas rotas: equipamentos de emergência onde o operador tem que verificar todos esses equipamentos e também verificar a mala de primeiros Socorros. Estas tarefas relacionadas com a segurança e saúde no trabalho é registada através de uma rota, uma vez que existem muitos equipamentos de emergência para que a ETAR seja segura, por isso é uma tarefa bastante exaustiva para os operadores. Para além disso contam com outras tarefas diárias e/ou semanais e a rota permite que a tarefa esteja aberta durante todo o mês, ao contrário da ronda que fecha terminado o tempo limite imposto. A rota permite aos operadores não terem que realizar toda a tarefa num dia, mas sim durante todo o mês, ou seja, pode ser cumprida um pouco em cada dia. Nos anexos B.1 e B.2 apresentam-se detalhadamente todas as tarefas impostas às EE.

No caso das Estações Elevatórias existe também a criação de registos Standard, sendo a sua parametrização idêntica à parametrização das ETARs. As inúmeras estações elevatórias de Esposende e Marinhas podem ser classificadas de grande dimensão, normalmente construídas mais recentemente, e as de pequenas dimensões.

A elevatória de grandes dimensões tem ao seu dispôr um sistema automático de controlo, um gerador de energia utilizado em casos de emergência, um sistema de gradagem e tamisagem e também um grupo de várias bombas para que os efluentes sejam bombados até a ETAR. As elevatórias de grandes dimensões da ETAR de Esposende são: EE Fão, EE Pedreiras, EE Apúlia e EE Quinta da Barca e as elevatórias do saneamento de águas residuais das Marinhas são EE de Cepães, Pereira e Barros.

Já as elevatórias de menores dimensões são compostas apenas por um poço, um grupo de bombagem e um sistema de controlo de nível de funcionamento.

Criou-se os registos tendo sempre em conta quando o operador tem de registar as variáveis. Após se definir os registos apenas se selecionam as variáveis que se pretende. A parametrização das variáveis e o planeamento das tarefas que integram as EE foram efetuadas nos mesmos moldes que na ETAR de Esposende, mantendo, assim, a categoria e a periodicidade do mesmo tipo de tarefas. No anexo B.3 apresenta-se detalhadamente todas as tarefas impostas às EE.

Para além das duas infraestruturas e as suas respetivas estações elevatórias também se atualizou a árvore e planeou-se as tarefas da ETAR de Forjães e Guilheta que pertencem ao subsistema de Marinhas. Neste caso a reorganização é mais simples e de menores dimensões do que as restantes porque o processo biológico corresponde a um sistema convencional de lamas ativadas e futuramente serão desativadas e substituídas por estações elevatórias que irão encaminhar o efluente para a ETAR de Marinhas.

Como demonstrado, a parametrização é uma tarefa bastante simples e fácil de se alterar devido a possuir as variáveis bem divididas nos diferentes registos, o que torna simples para o gestor selecionar os parâmetros pretendidos para cada tarefa. Com uma boa parametrização, as diferentes tarefas de registos dos operadores também ficam facilitadas, sendo que se alguma variável estiver mal colocada é fácil a deteção do erro por parte dos operadores, informando o gestor para que a situação seja alterada.

Os depósitos de reagentes foram parametrizados de modo a controlar os *stocks*, ou seja, permitindo ao gestor melhorar a gestão de reagentes, controlando as suas movimentações. Após os reagentes serem parametrizados, começa-se por gerir os *stocks* como se pode notar pela figura 5-11 que representa o controlo de *stocks*:

Geral

Data 2021-06-30 19 : 47

Observações

Origem do reagente

Reagente [SELECIONAR](#)

Depósito [SELECIONAR](#)

Stock atual

Lotes com stock

Figura 5-11- Interface de controlo de stock de reagente.

O controlo de *stock* baseia-se em observar os *stocks* presentes nas infraestruturas por exemplo em relação ao hipoclorito de sódio, Anti-espumante e Flocua EX 8420 regista-se o volume em L, e no carvão ativado é registada a massa em kg.

Para além da funcionalidade da figura 5-11, a GERE permite o registo de reagentes associados a árvore de localização, consulta dos movimentos, dos stocks atuais, diários e mensais, criação alarme de todos os reagentes existentes, a realização de ordens de compra e as receções de encomendas.

5.7. Planeamento das tarefas

Posteriormente à criação das tarefas de operação, realizou-se o seu planeamento, definindo o intervalo de tempo e o dia em que devem ser realizadas, segundo a sua necessidade. A figura 5-12 refere-se ao menu de planeamento de tarefas apresentando um calendário que possibilita agendar as diferentes tarefas anteriormente definidas numa determinada infraestrutura (ETAR ou Estações Elevatórias).

	S 12	T 13	Q 14	Q 15	S 16	S 17	D 18	S 19	T 20	Q 21	Q 22	S 23	S 24	D 25	S 26	T 27	Q 28	Q 29	S 30	S 31	D 01	S 02	T 03	Q 04
ETAR ESPOSENDE (NOVA)																								
Controlo Processo (0)																								
Limpezas (1)																								
Limpezas gerais			09														09							
Manutenção preventiva sistemática (0)																								
Recolhas (14)																								
Registo Manutenção 1º Nível (2)																								
Centrifuga (Q)		09															09							
Gerador (Q)			08														08							
Registo Operação (2)																								
Registo de Energia (S)			09							09							09					09		09
Registo Diário	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09

Figura 5-12- Interface de planeamento de tarefas.

Como se pode conferir pela figura 5-12, ao abrir o ícone da instalação aparecem todas as tarefas criadas na parametrização. A própria plataforma agrupa as tarefas por categorias, facilitando o seu planeamento. Em cada tarefa é planeado a hora, a equipa e a periodicidade de execução bem como os dias da semana em que é necessário a sua realização.

Para criar o planeamento é necessário clicar no campo do dia em que se pretende iniciar a tarefa. O planeamento impõe um horário, figura 5-13, considerando-se adequado todas as tarefas iniciarem às 9:00h porque coincide com o início laboral dos operadores.

23/Jun/2021 - Criar tarefa

Tarefa
Equipas
Frequência

Modelo

Registo Diário

Data

2021-06-23 09 : 00 ▾

Tempo estimado

00 : 00 hh:mm

Figura 5-13- Data e hora em que se inicia a tarefa.

Na figura 5-14, é imposto também a escolha de uma equipa que assegura o cumprimento da tarefa no horário exigido. Todas as tarefas da ETAR de Esposende e de Marinhas e as suas elevatórias são responsabilidade dos respetivos operadores.



23/Jun/2021 - Criar tarefa

Tarefa Equipas Frequência

AR ML - NEx Baixo Minho Litoral AR ML - Op Esposende e Marinhas

Figura 5-14- Escolha da equipa que assegura a tarefa.

Quanto à periodicidade, esta varia conforme a tarefa, podendo a periodicidade ser diária, semanal, mensal e anual. Na figura 5-15 está apresentada a interface onde se define a periodicidade da tarefa: neste caso a periodicidade é diária e é realizada a cada 1 dia.



Periodicidade Diária

A cada 1 dias

Sazonalidade Janeiro a Dezembro

Data de fim

Feriados Realizar

Figura 5-15- Interface onde se define a periodicidade da tarefa.

Em termos de planeamento, o registo diário, como o nome indica, foi desenvolvido de forma diária para os sete dias da semana. O registo de energia tem dois planeamentos: semanal e mensal. O registo semanal acontece em todas as quartas-feiras

da semana já o registo mensal acontece sempre no 1º dia do mês. A adição deste registo mensal tem como objetivo controlar eficazmente os gastos de energia mensais sendo estes registos exigidos; o objetivo do registo semanal é conhecer as pequenas variações de energia.

As limpezas gerais de salas, equipamentos e zonas exteriores é exigida que ocorra de quinze em quinze dias e é elaborada pelos operadores de cada infraestrutura.

Em relação aos registos de manutenção de 1º nível, estabeleceu-se um registo quinzenal às terças-feiras e quartas-feiras, para a centrífuga e gerador, respetivamente.

O controlo de stock é exigido que se realize sempre no dia de faturação dos reagentes e a sua periodicidade é mensal. Para além dessa exigência adicionou-se outro planeamento para que se possa controlar ainda mais os stocks que acontecerá sempre no 1º dia de cada mês.

O planeamento da rota de verificação das malas de primeiros Socorros e a rota dos equipamentos é realizado da mesma forma que o planeamento das tarefas anteriores. A periodicidade de ambas as rotas (verificação da mala de primeiros Socorros e verificação dos equipamentos de emergência) é trimestral e ocorre sempre no dia 10 desses meses. Foram criadas estas rotas para a infraestrutura de Esposende, Marinhas, Forjães e Guilheta. No anexo B esta apresentado detalhadamente todas as tarefas com a respetiva periodicidade e seu responsável.

Após a parametrização e o planeamento de tarefas os dados são registados através do painel do operador onde estão listados todas as tarefas e registo que deverão realizar naquele dia.

Depois do registo de dados efetuados pelo operador e gestor, a GERE permite a consulta das variáveis individualmente, a consulta dos registos anteriores e permite também a consulta dos registos em forma de relatório. Nas consultas seleciona-se a infraestrutura/instalação com as variáveis que se deseja e o período de tempo pretendido.

As vantagens de se poder extrair e consultar relatórios são que todo o registo está exposto num único documento, possibilitando ao responsável uma maior facilidade em utilizar e analisar os dados das infraestruturas.

6. Conclusão e Trabalhos futuros

O objetivo do trabalho desenvolvido foi a implementação da plataforma GERE nas Estações de Tratamento de águas residuais (ETAR) e Estações Elevatórias (EE) de Esposende e Marinhas devido à necessidade de melhoria de todos os processos operacionais bem como a sua organização. A GERE é uma plataforma segura porque funciona em ambiente virtualizado e de mobilidade, em regime de alta disponibilidade, com o mais recente sistema operativo, o que permitiu também melhorar o seu índice de resiliência e cibersegurança.

Após a conclusão deste trabalho, as ETARs e EEs de Esposende e Marinhas irão usufruir das vantagens da utilização desta plataforma, explorando as suas potencialidades e aplicando-a em concreto a estas infraestruturas. Uma das maiores vantagens da plataforma é que todas as informações recolhidas são enviadas e registadas num único software, permitindo o registo e a análise em tempo real que garante uma atuação mais precisa e com identificação prévia das ocorrências. É um abandono total do registo manual de dados, os registos de todas as tarefas ficam instantaneamente disponíveis permitindo um acesso rápidos de todas as informações e é uma enorme vantagem em ter esta ferramenta informática porque a empresa usufrui de várias infraestruturas geograficamente dispersas onde é necessário que haja uma forte comunicação.

A principal desvantagem desta ferramenta é que só funciona com a internet, o que não se torna um grande problema uma vez que a empresa tem uma rede interna o que permite que os computadores, *Tablet* e/ou telemóveis estejam ligados a essa rede.

A plataforma permite uma grande aproximação entre os trabalhadores. A nível de gestão, a plataforma é bastante completa porque permite criar variáveis que possam ser utilizadas na parametrização e planeamento de tarefas e no controlo de stock de reagentes. A nível de registo elaborados por os operadores, a GERE mostrou-se bastante simples e uniforme.

Ao longo do estágio, foi necessário conhecer todo o processo de tratamento de águas residuais, equipamentos, tarefas e registos realizados pelos operadores. As árvores de localização das infraestruturas foram comparadas com a informação recolhida no terreno, ou seja, foi necessário analisá-las verificando se existiam equipamentos a adicionar e /ou a eliminar. Após a revisão das árvores parametrizou-se e planeou-se as tarefas elaboradas e registadas pelos operadores necessárias para que as infraestruturas funcionem corretamente. É sempre necessário ter em atenção o papel do operador ao realizar o planeamento de tarefas devido a sua sobrecarga e também á disposição geográficas das ETARs e Estações Elevatórias.

Em suma, a GERE é uma solução vantajosa para a gestão operacional dos processos de tratamento de água residuais das infraestruturas pois possui todas as ferramentas necessária a uma gestão organizada, controlada e eficiente intervindo diretamente no planeamento das operações para além de ser um *software* bastante seguro.

Após estes meses, a plataforma ainda não tem todas as funcionalidades e parâmetros necessários para satisfazer as necessidades da gestão operacional, portanto como trabalho futuro é necessário a parametrização e planeamentos das recolhas das amostras em diferentes etapas dos processos bem como a criação/adição de variáveis correspondentes aos parâmetros analíticos essenciais a analisar. Futuramente é necessário criar vários depósitos designados de contentores de gorduras, contentor de gradados e contentor de areias sendo fundamental controlar os seus níveis.

Para finalizar, é essencial que os operadores comecem a fazer todos os registos nesta nova plataforma para que se possa posteriormente consultar os dados e os relatórios e assim utilizar a 100% esta plataforma.

Bibliografia

Adnorte. (2021). *Plataforma GERE*.

Águas do Norte. (2019). Relatório de gestão e contas do ano 2019.

Assunção, P. C. C. (2013). Controlo Analítico da ETAR de Serzedo e Avaliação do Desempenho da Instalação [Universidade do Minho]. [http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/35369/1/Paula Cristina Cunha Assunção.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/35369/1/Paula%20Cristina%20Cunha%20Assunção.pdf)

Brito, A. F. (2010). Caracterização Qualitativa e Quantitativa dos Efluentes Industriais Existentes no Sistema de Drenagem das Estações de Tratamento de Águas Residuais de Campo e Ermesinde: Vol. FACULDADE. Faculdade de Engenharia do Porto.

Coelho, B.E.F. (2018). Plataforma integrada de gestão operacional NAVIA no Centro Exploração Minho Litoral-adaptação à realidade atual Orientadores [Universidade do Minho]. [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/59265/1/Dissertação - Bruno Eduardo F Coelho.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/59265/1/Dissertação%20-%20Bruno%20Eduardo%20F%20Coelho.pdf)

Coelho, F. (2013). *Elaboração dos Estudos e Projectos das ETAR e ETL de Esposende Projecto Base ETAR de Esposende*.

Decreto-Lei n.º 152/97. (1997). Ministério do Ambiente. *Diário Da República, I-Série A*, 4775–4780. <https://dre.pt/application/conteudo/365343>

Decreto-Lei no 236/98. (1998). Diários da República - Portaria 236/98, de 1 de agosto. Diário Da República - 1 Série-A, No 176, 3676–3722. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/430457/details/maximized>

Diário da República. (2017). *Decreto-Lei N.º235*.

Valente, J.L.S. (2013). Estudo e Monitorização do Processo da Fase Sólida da ETAR Norte. Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Leiria, Tese de Mestrado

Lucas, C. S. (2012). MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE Projeto de um sistema de tratamento e valorização dos efluentes líquidos da Bioportdiesel.

Luságua. (n.d.). MANUAL DE OPERAÇÃO E Manutenção ETAR de marinhas.

- Monte, H. M., Santos, M. T., Barreiros, A. M., & Albuquerque, A. (2016). Tratamento de Águas Residuais - Operações e Processos de Tratamento Físico e Químico. www.ersar.pt
- Pereira, D. (2010). Avaliação da eco-eficiência de quatro estações de tratamento de águas residuais da Águas do Minho e Lima, SA. In Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente da Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia do Porto.
- Pinheiro, C. M. (2015). Projeto de uma ETAR para a freguesia de Canelas, Penafiel. Instituto Superior de Engenharia do Porto, Tese de Mestrado.
- Rodrigues, A. T. (2013). Implementação de um sistema de Controlo e gestão operacional em sistemas de saneamento através de uma plataforma agregador de processos (NAVIA). [Universidade do Minho]. <http://hdl.handle.net/1822/35337>
- Silva, A. L. F. da. (2015). Estudo comparativo de sistemas de espessamento de lammas de ETAR. Instituto Politécnico de Viana Do Castelo.
- Nascimento, S. F.N (2013). Avaliação da toxicidade de um efluente Municipal como uma contribuição para a validação de um ensaio alternativo ao teste letal com peixe. In Avaliação da toxicidade de um efluente Municipal como uma contribuição para a validação de um ensaio alternativo ao teste letal com peixes. (Vol. 53, Issue 9). Universidade de Coimbra, Tese de Mestrado

Anexo A. Estrutura da árvore de localização

Anexo A.1. Criação de Variáveis

A criação de variáveis seguiu o modelo usado na GERE, explícito na figura A.1.

DESCRIÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA			
	h <input checked="" type="checkbox"/>			

Alarmes

ALARME TIPO	LIMITE SUPERIOR (H)	LIMITE INFERIOR (H)	VARIAÇÃO DIÁRIA	VARIAÇÃO DIÁRIA
<input type="checkbox"/> Valor de alerta	> <input type="text"/>	< <input type="text"/>	> <input type="text"/>	< <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Valor crítico	> <input type="text"/>	< <input type="text"/>	> <input type="text"/>	< <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Valor paramétrico <input type="checkbox"/>	> <input type="text"/>	< <input type="text"/>	> <input type="text"/>	< <input type="text"/>

Período de estabilização

Valores limite

Máximo h

Mínimo h

Figura A-1- Interface da Criação da Variável totalizador de horas de funcionamento.

Para a criação de todas as variáveis, foi necessário escolher diante uma lista a descrição da variável correspondendo à unidade de medida. Através da interface apresentada na figura A.1 é possível a criação de alarmes sendo definida individualmente para cada situação limites superiores, limites inferiores e variação diária. No caso destas infraestruturas não foram estabelecidos valores de alerta podendo ser posteriormente definidos.

Quando se trata de uma variável Standard em que não tem unidades de medida como por exemplo a variável designada limpeza geral ou teste de funcionamento do equipamento, a criação segue a interface apresentada na figura A.2.

DESCRIÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA
	Nenhuma <input checked="" type="checkbox"/>

Alarmes

ALARME TIPO	VALORES EM ALARME
<input type="checkbox"/> Valor de alerta	<input type="checkbox"/> Executada <input type="checkbox"/> Não executada <input type="checkbox"/> Não Aplicável
<input type="checkbox"/> Valor crítico	<input type="checkbox"/> Executada <input type="checkbox"/> Não executada <input type="checkbox"/> Não Aplicável
<input checked="" type="checkbox"/> Valor paramétrico	<input type="checkbox"/> Executada <input type="checkbox"/> Não executada <input type="checkbox"/> Não Aplicável

Período de estabilização Horas

Figura A-2- Interface da criação da variável standard "Limpeza Geral".

Verifica-se que não existe nenhuma unidade de medida e o registo centra-se em executado, não executado e não aplicável.

Anexo A.2. Revisão da árvore de localização

A revisão das árvores de localização de Marinhas e Esposende teve o objetivo de obter uma árvore de localizações que reflita a realidade da ETAR. Depois de revistos todos os nós e níveis da árvore, com auxílio de uma folha de Excel apresentada na figura A.3 anotou-se os equipamentos em falta, equipamentos a eliminar, mudança de localização e também alteração da descrição do equipamento atual, para que fosse posteriormente alterado.

Equipamento Atual - Alteração de Descrição		
Descrição Eq.	Localização Nível 8	Nova descrição
Bomba Recirculação Torre Filtro Carvão	4403-CV-325-303-TE2-307-130-BCF001	Bomba recirculação de Torre bio-filtro
Bomba Centrífuga 1 água de serviço Edifício	4403-CV-327-303-TMA-304-130-GEB001	Bomba 1 água de serviço
Bomba Centrífuga 2 água de serviço Edifício	4403-CV-327-303-TMA-304-130-GEB002	Bomba 2 água de serviço
Novo Equipamento ou Equipamento em falta		
Descrição Eq.	Nº Inventário	Localização Nível 7
Hidroinjeter 1		4403-CV-327-35-TGU-300-105
Hidroinjeter 2		4403-CV-327-35-TGU-300-105
Hidroinjeter 3		4403-CV-327-35-TGU-300-105
Hidroinjeter 4		4403-CV-327-35-TGU-300-105
Medidor de Caudal de Admissão		4403-CV-327-305-TGU-300-502
EE Bomba 1		4403-CV-327-304-TFO-303-130
EE Bomba 2		4403-CV-327-304-TFO-303-130
Novo Equipamento ou Equipamento em falta		
Descrição Eq.	Nº Inventário	Localização Nível 7
ETAR Esposende Nova-Aflente Bruto		
ETAR Esposende Nova-Licor Misto-Linha 1		
ETAR Esposende Nova-Licor Misto-Linha 2		
ETAR Esposende Nova-Licor Misto-Linha 3		
ETAR Esposende Nova-Efluente Tratado		
Equipamento para Eliminar		
Nº Equipamento	Descrição Eq.	
4403-CV-325-306-EAC 9544030	EE 40 (RUA DO AÇUDE)	
4403CV-325-306-ECA 9646054	EE 30 (CALDEIRÃO)	

Figura A-3- Folha de Excel para auxiliar a reorganização da Árvore específica.

Anexo A.3 Adição de Equipamentos de segurança

Existe uma localização genérica “Elementos Transversais” onde se encontram parametrizados todos os aspetos dessas mesmas verificações. Nesta localização estão contemplados os equipamentos e elementos a verificar aquando das verificações periódicas, portanto copiou-se esses elementos transversais para as duas estações de tratamentos, adicionou-se todos os equipamentos de emergências e todas as caixas de 1º socorros que ainda não estavam caracterizados nas infraestruturas e dessa forma manter as parametrizações devidamente atualizadas, como se pode verificar pelas figura A.4.

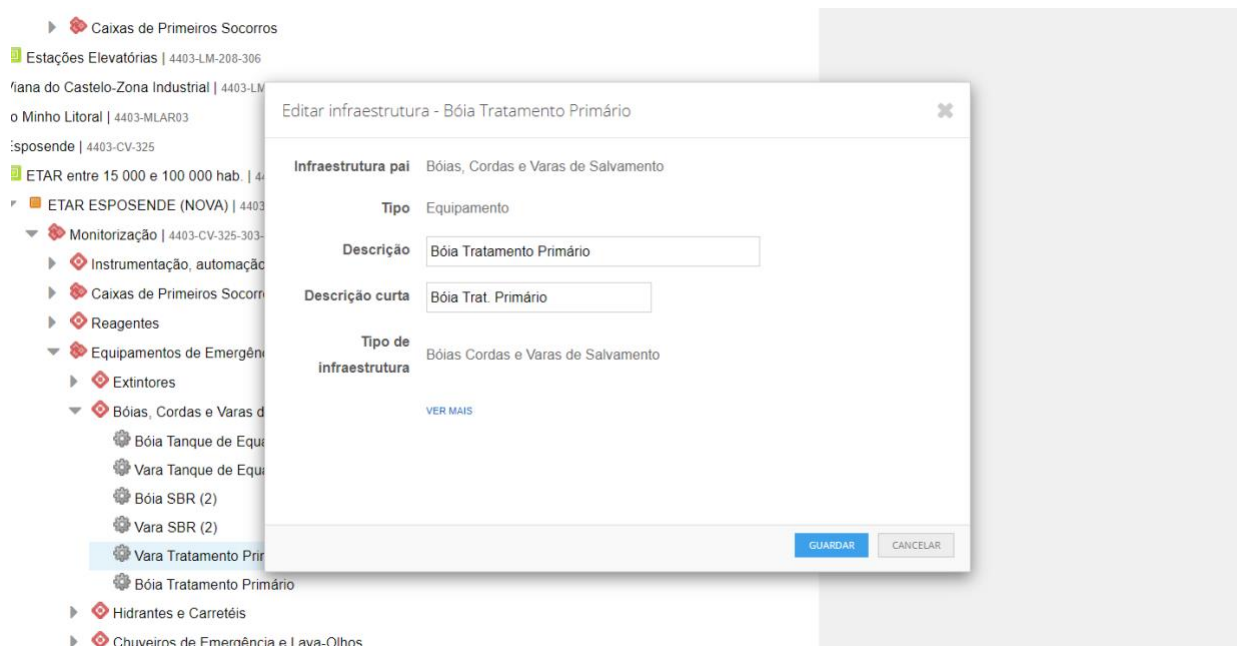


Figura A-4- Equipamento de Emergência mais especificamente uma Bóia de Tratamento Primário.

Para adicionar mais algum equipamento é bastante simples basta copiar um equipamento de emergência que já exista, por exemplo bóia de tratamento primário e editar o seu nome para Vara de tratamento primário.

Anexo B. Controlo operacional das infraestruturas

Anexo B.1. Controlo operacional da ETAR de Esposende

Na tabela B-1 expõe-se todo o controlo operacional da ETAR de Esposende por etapas, apresentando o responsável pelo controlo, o limite de controlo, a unidade de medida, a localização, a periodicidade das tarefas e por fim o equipamento que é controlado.

Tabela B.1-Controlo Operacional da ETAR de Esposende.

Etapa	Localização	Descrição	Equipamento	Periodicidade	Limite de controlo	Unidade de medida	Responsável
Tratamento preliminar	Estação elevatória inicial	Tempo de funcionamento	Bomba 1 Elevação inicial	Diário	-	h	Operador
			Bomba 2 Elevação inicial	Diário	-	h	Operador
			Bomba 3 Elevação inicial	Diário	-	h	Operador
	Desarenamento/ Desengorduramento	Tempo de funcionamento	Bomba extração gorduras sala O.E 1	Diário	-	h	Operador
			Bomba extração gorduras sala O.E 2	Diário	-	h	Operador
			Compressor 1 Ar desengorduramento/ desarenamento	Diário	-	h	Operador

Tratamento preliminar	Desarenamento/ Desengorduramento		Compressor 1 Ar desengorduramento/ desarenamento	Diário	-	h	Operador
		Nível	Contentor de gorduras	Diário	75	%	Operador
			Contentor de areias	Diário	75	%	Operador
		Caudal	Medidor de Caudal fossas séptica	Diário	-	m^3	Operador
			Medidor de Caudal de escorrências	Diário	-	m^3	Operador
	Equalização	Nível	Tanque de Equalização	Diário	90	%	Operador
		Caudal	Medidor Caudal Bypass	Diário	-	m^3	Operador
		Ocorrência de Bypass	Tanque de Equalização	Diário	Sim/Não	-	Operador
	Estação elevatória intermédia	Tempo de funcionamento	Bomba 1 elevação intermédia	Diário	-	h	Operador

Tratamento preliminar	Estação elevatória intermédia	Tempo de funcionamento	Bomba 2 elevação intermédia	Diário	-	h	Operador
			Bomba 3 elevação intermédia	Diário	-	h	Operador
			Medidor de caudal Saída EE inter	Diário		m^3	Operador
Tratamento Biológico	Reator biológico SBR	Tempo de funcionamento	Bomba extração lamas reator biológico 1	Diário	-	h	Operador
			Bomba extração lamas reator biológico 2	Diário	-	h	Operador
			Bomba extração lamas reator biológico 3	Diário	-	h	Operador
		Caudal	Medidor de caudal	Diário		m^3	Operador
	Sala de compressores	Tempo de funcionamento	Compressor 1 Ar sala soprores	Diário	-	h	Operador

Tratamento Biológico	Sala de compressores	Tempo de funcionamento	Compressor 1 Ar sala sopradores	Diário	-	h	Operador
		Tempo de funcionamento	Compressor 1 Ar sala sopradores	Diário	-	h	Operador
Tratamento Terciário	Desinfecção	Tempo de funcionamento	Desinfecção UV Saída da etar	Diário	-	h	Operador
	Caudal	Medir Caudal	MC água de serviço	Diário	-	m ³	Operador
Tratamento e Destino Final de Lamas	Desidratação mecânica	Tempo de funcionamento	Bomba 1 doseadora polímero	Diário	-	h	Operador
		Tempo de funcionamento	Bomba 2 doseadora polímero	Diário	-	h	Operador
		Tempo de funcionamento	Bomba 3 doseadora polímero	Diário	-	h	Operador
		Tempo de funcionamento	Bomba 1 Lamas desidratação	Diário	-	h	Operador

Tratamento e Destino Final de Lamas	Desidratação mecânica	Tempo de funcionamento	Bomba 2 Lamas desidratação	Diário	-	h	Operador
		Tempo de funcionamento	Bomba 3 Lamas desidratação	Diário	-	h	Operador
		Caudal	MC Admissão Espessadores	Diário	-	m^3	Operador
			MC Admissão centrífuga 1	Diário	-	m^3	Operador
			MC Admissão centrífuga 2	Diário	-	m^3	Operador
			MC Polímero centrífuga 1	Diário	-	m^3	Operador
	MC Polímero centrífuga 2		Diário	-	m^3	Operador	
	Sala de Desidratação	Manutenção 1º nível- Lubrificação	Centrifuga 1	Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
		Manutenção 1º nível- Lubrificação	Centrifuga 2	Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Silo	Tempo de funcionamento	Bomba EE Lamas desidratadas Silo 1	Diário	-	h	Operador

Tratamento e Destino Final de Lamas	Silo	Tempo de funcionamento	Bomba EE Lamas desidratadas Silo 1	Diário	-	h	Operador
		Nível	Silo 1	Diário	90	%	Operador
		Nível	Silo 2	Diário	90	%	
Geral	-	Estado de tempo	-	Diário	Sol/chuva	-	Operador
	-	Medidor de caudal	Água de rede	Diário	-	m ³	Operador
	Quadro elétrico	Energia	Vazio, ponta, cheia, super vazio, super cheia e total	Semanal	-	kWh	Operador
	-	Equipamentos HST (Higiene e Segurança no Trabalho)	Mala 1º Socorros	Trimestral	-		Operador
	Equipamento de emergência		Trimestral	-		Operador	

Geral	Edifício PT	Tempo de funcionamento	Gerador	Diário	-	h	Operador
		Testar funcionamento		Quinzenal	OK/ Não OK	-	Operador
		Combustível		Quinzenal	-	%	Operador
Tarefas Genéricas	Exterior	Limpeza	Arruamentos	Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Sala dos quadros elétricos	Limpeza	Limpeza da sala	Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Sala dos Reagentes	Limpeza		Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Sala dos compressores	Limpeza		Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Sala de desidratação	Limpeza		Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador

Tarefas Genéricas	Obra de Entrada	Limpeza	Limpeza OE	Mensal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Limpeza de boias nível	Limpeza	Limpeza de boias	Mensal	Executada/ Não executada	-	Operador
	-	Limpeza/ funcionamento dos equipamentos	Inspeção/limpeza	Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Sala de reagente	Controlo de Stock	Controlo de stock Hipoclorito de Sódio	Mensal	-	L	Operador
			Controlo de stock Anti-Espumante CM-Emulsão	Mensal	-	L	Operador
			Controlo de stock Flocua Ex 8423	Mensal	-	L	Operador
			Controlo de stock Carvão Ativado	Mensal	-	Sacos	Operador

Anexo B.2. Controlo operacional da ETAR de Marinhãs

Na tabela B-2 expõe-se todo o controlo operacional da ETAR de Marinhãs por etapas, apresentando o responsável pelo controlo, o limite de controlo, a unidade de medida, a localização, a periodicidade das tarefas e por fim o equipamento que é controlado.

Tabela B.2-Controlo Operacional da ETAR de Marinhãs.

Etapa	Localização	Descrição	Equipamento	Periodicidade	Limite de controlo	Unidade de medida	Responsável
Tratamento preliminar	Estação elevatória inicial	Tempo de funcionamento	Bomba 1 Elevação inicial	Diário	-	h	Operador
			Bomba 2 Elevação inicial	Diário	-	h	Operador
			Bomba 3 Elevação inicial	Diário	-	h	Operador
	Desarenamento/ Desengorduramento	Tempo de funcionamento	Bomba Elevação gorduras unidade compacta 1	Diário	-	h	Operador
			Bomba Elevação gorduras unidade compacta 2	Diário	-	h	Operador
			Compressor 1 Ar unidade compacta	Diário	-	h	Operador
			Compressor 1 Ar unidade compacta	Diário	-	h	Operador

Tratamento preliminar	Desarenamento/ Desengorduramento	Nível	Contentor de gorduras	Diário	75	%	Operador
			Contentor de areias	Diário	75	%	Operador
		Caudal	Medidor de Caudal fossas séptica	Diário	-	m^3	Operador
			Medidor de Caudal de escorrências	Diário	-	m^3	Operador
	Equalização	Nível	Tanque de Equalização	Diário	90	%	Operador
		Caudal	Medidor Caudal Bypass	Diário	-	m^3	Operador
		Ocorrência de Bypass	Tanque de Equalização	Diário	Sim/Não	-	Operador
	Estação elevatória intermédia	Tempo de funcionamento	Bomba 1 elevação Tanque de Equalização	Diário	-	h	Operador
			Bomba 2 elevação Tanque de equalização	Diário	-	h	Operador

Tratamento preliminar	Estação elevatória intermédia	Tempo de funcionamento	Bomba 3 elevação Tanque de equalização	Diário	-	h	Operador
			Medidor de caudal Saída EE inter	Diário		m^3	Operador
Tratamento Biológico	Reator biológico SBR	Tempo de funcionamento	Bomba extração lamas reator biológico 1	Diário	-	h	Operador
			Bomba extração lamas reator biológico 2	Diário	-	h	Operador
			Bomba extração lamas reator biológico 3	Diário	-	h	Operador
		Caudal	Medidor de caudal	Diário		m^3	Operador
	Sala de compressores	Tempo de funcionamento	Compressor 1 Ar sala soproresores	Diário	-	h	Operador

Tratamento Biológico	Sala de compressores	Tempo de funcionamento	Compressor 2 Ar sala sopradores	Diário	-	h	Operador
		Tempo de funcionamento	Compressor 3 Ar sala sopradores	Diário	-	h	Operador
Tratamento Terciário	Desinfeção	Tempo de funcionamento	Desinfeção UV Saída da ETAR	Diário	-	h	Operador
	Caudal	Medir Caudal	MC água de serviço	Diário	-	m ³	Operador
Tratamento e Destino Final de Lamas	Desidratação mecânica	Tempo de funcionamento	Bomba 1 doseadora polímero	Diário	-	h	Operador
		Tempo de funcionamento	Bomba 2 doseadora polímero	Diário	-	h	Operador
		Tempo de funcionamento	Bomba 3 doseadora polímero	Diário	-	h	Operador
		Tempo de funcionamento	Bomba 1 Lamas espessadas	Diário	-	h	Operador

Tratamento e Destino Final de Lamas	Desidratação mecânica	Tempo de funcionamento	Bomba 2 Lamas espessadas	Diário	-	h	Operador
		Tempo de funcionamento	Bomba doseadora Cal Sala Desidratação	Diário	-	h	Operador
		Caudal	MC Admissão Espessadores lamas	Diário	-	m^3	Operador
			MC Admissão centrífuga	Diário	-	m^3	Operador
			MC Polímero Sala de desidratação	Diário	-	m^3	Operador
	Sala de Desidratação	Manutenção 1º nível- Lubrificação	Centrifuga 1	Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Silo	Nível	Silo 1	Diário	90	%	Operador

Geral	-	Estado de tempo	-	Diário	Sol/chuva	-	Operador
	-	Medidor de caudal	Água de rede	Diário	-	m^3	Operador
	Quadro elétrico	Energia	Vazio, ponta, cheia, super vazio, super cheia e total	Semanal	-	kWh	Operador
	-	Equipamentos HST (Higiene e Segurança no Trabalho)	Mala 1º Socorros	Trimestral	-		Operador
			Equipamento de emergência	Trimestral	-		Operador
	Edifício PT	Tempo de funcionamento	Gerador	Diário	-	h	Operador

Geral	Edifício PT	Testar funcionamento	Gerador	Quinzenal	OK/ Não OK	-	Operador
		Combustível		Quinzenal	-	%	Operador
Tarefas Genéricas	Exterior	Limpeza	Arruamentos	Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Sala dos quadros elétricos	Limpeza	Limpeza da sala	Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Sala dos Reagentes	Limpeza		Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Sala dos compressores	Limpeza		Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Sala de desidratação	Limpeza		Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Obra de Entrada	Limpeza		Limpeza OE	Quinzenal	Executada/ Não executada	-

Tarefas Genéricas	Limpeza de boias nível	Limpeza	Limpeza de boias	Mensal	Executada/ Não executada	-	Operador
	-	Limpeza/ funcionamento dos equipamentos	Inspeção/limpeza	Quinzenal	Executada/ Não executada	-	Operador
	Sala de reagente	Controlo de Stock	Controlo de stock Hipoclorito de Sódio	Mensal	-	L	Operador
			Controlo de stock Anti-Espumante CM-Emulsão	Mensal	-	L	Operador
			Controlo de stock Flocua Ex 8423	Mensal	-	L	Operador
			Controlo de stock Carvão Ativado	Mensal	-	Sacos	Operador

Anexo B.3. Controlo operacional das Estações Elevatórias

Existem bastantes estações elevatórias no saneamento de águas residuais (SAR) de Esposende e Marinhas. Na tabela B-3 e B-4 estão listadas todas as estações elevatórias das duas infraestruturas.

Tabela B.3- Estações Elevatórias da SAR de Esposende.

SAR	Freguesia	Estações Elevatórias
Esposende	Apúlia e Fão	EE 34 Cedovém
	Apúlia e Fão	EE 39 Av. Colónia-Pirâmide
	Apúlia e Fão	EE 41 Criaz
	Apúlia e Fão	EE 35 Praia da Couve
	Apúlia e Fão	EE 36 Largo 1º de Maio
	Apúlia e Fão	EE 11APU01 Apúloa
	Apúlia e Fão	EE 28 Lírios
	Apúlia e Fão	EE 11FAO02 Pedreiras
	Apúlia e Fão	EE 29 Cemitério
	Apúlia e Fão	EE 11FAO01Fão
	Esposende, Marinhas, Gandra	EE 26 Fontela
	Esposende, Marinhas, Gandra	EE 11QTB01 Quinta da barca
	Esposende, Marinhas, Gandra	EE 11GEM01 Gemeses
	Esposende, Marinhas, Gandra	EE18 Lagoa
	Esposende, Marinhas, Gandra	EE 17 Marginal
	Palmeira de Faro e curvos	EE 11 CURV01

Tabela B.4-Estações Elevatórias da SAR de Marinhas.

Marinhas	Esposende, Marinhas, Gandra	EE 11 MAR01 Cepães
	Esposende, Marinhas, Gandra	EE 11MAR02 Cepães Norte
	Esposende, Marinhas, Gandra	EE 11MAR03 Travessa da praia
	Esposende, Marinhas, Gandra	EE 11 BEL01 Mar
	Esposende, Marinhas, Gandra	EE 11 Borreiro
	Esposende, Marinhas, Gandra	EE 11 BEL02 Barros
	Esposende, Marinhas, Gandra	EE 11 BEL 04 Caniço
	Esposende, Marinhas, Gandra	EE 11 BEL 05 Santo Amaro
	Antas	EE 11 ANT04 Monte
	Antas	EE 11ANT05 Pereira
	Antas	EE04 Antas
	Forjães	EE 02 Barrouco
	Forjães	EE 04 STA Marinha

Em seguida na tabela B.5 apresenta-se as tarefas, a periodicidade e o responsável das tarefas da EE11 FAO01- Fão.

Tabela B.5- Controlo Operacional da EE de Fão.

Descrição da Tarefa	Equipamento	Periodicidade	Limite de Controlo	Unidade de Media	Responsável
Horas de funcionamento	Bomba elevação 1	Diário	-	h	Operador
	Bomba elevação 2	Diário	-	h	Operador
	Bomba elevação 3	Diário	-	h	Operador
	Gerador	Diário	-	h	Operador
Nível de Gasóleo	Gerador	Diário	-	%	Operador
Medidor de Caudal	MC Piso -1	Diário	-	m^3	Operador
	MC Água de Rede	Diário	-	m^3	Operador
Energia total	Quadro elétrico	Semanal	-	kWh	Operador
Limpeza	Poço e Cesto	Mensal		Executado/Não executado	Operador
Limpeza	Tamisador	Mensal		Executado/Não executado	Operador

As parametrizações de tarefas das EE são semelhantes entre si dependendo da dimensão da estrutura. Uma das principais diferenças das tarefas entre as EE de apúlia, Fão, Lage, Pedreiras, Quinta da barca, Pereira, Barros, Cepães e as restantes é o controlo referente ao gerador. Em relação á energia existe elevatórias que controlam a energia vazio, ponta, cheia para além da energia total.

A EE de Apúlia, Quinta da barca e Fão têm ambos, o cesto e o tamisador, a EE de Cepães e Pereira possuem o cesto e a EE de Barros desfruta de tamisador que devem ser limpos, ao contrário das restantes EE que não possuem nem cesto nem tamisador.