



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE / DEPARTMENT OF
ENGENHARIA MECÂNICA

Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR

Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre em / to
fulfill the Master's degree in Engenharia Mecânica

Especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de
Sistemas Térmicos

Autor / Author

João Nelson Vieira Carvalho

Orientador

Professor Doutor António Santos Simões

Supervisor na empresa Luságua Serviços Ambientais, S.A.

Engenheira Débora Rubina Santos

Coimbra, janeiro de 2024



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA

AGRADECIMENTOS

A realização deste estágio proporcionou-me a aquisição de um vasto leque de conhecimentos que pretendo usar no futuro na minha vida profissional e também a nível pessoal.

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais e irmã pela motivação e força que me deram não só neste ano letivo como também nos anteriores.

À entidade de acolhimento do estágio por me ter proporcionado uma fácil integração no grupo de trabalho e sempre dispostos a ajudar.

À minha supervisora na empresa, a Eng.^a Débora Santos, pela oportunidade e confiança disponibilizada e ao meu orientador docente o Eng.^o António Simões pela ajuda e tempo prestado.

Agradeço aos professores que se cruzaram nesta minha caminhada e que transmitiram o seu vasto conhecimento que possuía.

Aos meus amigos, que de alguma forma ajudaram a ultrapassar as várias dificuldades.

Como também agradeço a todos aqueles que contribuíram diretamente ou indiretamente para o sucesso do meu percurso.

RESUMO

Este relatório que apresento procura traduzir o fim de um percurso académico que começou na Licenciatura em Engenharia Mecânica e prosseguiu no Mestrado em Engenharia Mecânica mais concretamente Especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos. Descreve o estágio realizado na empresa Luságua Serviços Ambientais, S.A. na ETAR do Funchal.

Este relatório pretende resumir o estágio curricular que teve início em 10 de outubro e fim em 10 de junho (8 meses). Assim, foi possível aplicar e aprofundar os conhecimentos adquiridos na Licenciatura em Engenharia Mecânica e no Mestrado em Engenharia Mecânica.

No decorrer do estágio as áreas específicas em que estive envolvido no estudo da ETAR foram a revisão das OT's das manutenções dos equipamentos que compõem uma ETAR, realização/orientação de manutenções preventivas, corretivas e preditivas, realização de bases de dados, introdução dos equipamentos no software de manutenção utilizado pela empresa e realização de relatórios mensais. Houve também um acompanhamento de várias obras de melhoramento dos equipamentos existentes em estações elevatórias e em mini ETAR's.

Palavras-Chave: ETAR, equipamentos, manutenções, mestrado.

ABSTRACT

This report that I present is the end of an academic path that began with the Degree in Mechanical Engineering and later with the Master in Mechanical Engineering, more specifically Specialization in Design, Installation and Maintenance of Thermal Systems. Describes the internship at the company Luságua Serviços Ambientais, S.A. at Funchal's WWTP.

This report intends to summarize the curricular internship that started on October 10th and ended on June 10th (8 months). Thus, it was possible to apply and deepen the knowledge acquired in the Degree in Mechanical Engineering and in the Master in Mechanical Engineering.

During the internship, the specific areas in which I was involved in the study of the WWTP were the review of the maintenance WO's of the equipment that make up a WWTP, carrying out/orienting preventive, corrective and predictive maintenance, creating databases, introducing equipment in the maintenance software used by the company and monthly reports. There was also monitoring of various works to improve existing equipment in pumping stations and mini WWTP's.

Keywords: WWTP, equipment, maintenance, master.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	Tipos de Tratamento em uma etar	2
2.1	Tratamento Preliminar.....	2
2.2	Tratamento Primário.....	2
2.3	Tratamento Secundário.....	2
2.4	Tratamento Terciário	2
3	Empresa	3
3.1	Princípio de funcionamento da ETAR do Funchal (Tratamento Preliminar)	4
3.1.1	Filtragem dos gases nocivos.....	4
3.1.2	Gradagem	5
3.1.3	Desarenação	5
3.1.4	Desengorduramento	6
3.1.5	Tamisação.....	6
3.1.6	Bombagem para o emissário submarino	6
4	Obras e instalação de novos equipamentos.....	7
4.1	DIP Systeme	7
4.2	Estação elevatória do Areeiro	9
4.3	Estação elevatória dos Socorridos.....	10
5	Manutenções.....	12
5.1	Manutenção Preventiva	12
5.1.1	Ventiladores	12
5.1.2	Ar condicionado	12
5.1.3	Estações elevatórias.....	12
5.1.4	Comportas.....	13
5.1.5	Classificador de areias	13
5.1.6	Desarenador de areias	14
5.1.7	Bomba de areias.....	14
5.1.8	Grades mecânicas	14

Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR

5.1.9	Varetas de nível.....	14
5.1.10	Medidor de nível ultrassónico	14
5.1.11	Bomba de escorrências.....	14
5.1.12	Bombas submersíveis	14
5.1.13	Tubos e válvulas do emissário submarino	14
5.1.14	Parafusos transportadores	15
5.1.15	Boias	15
5.1.16	Revisão da manutenção preventiva	15
5.2	Manutenção Corretiva	15
5.2.1	Bombas DIP Systeme	16
5.2.2	Corrente da grade mecânica	17
5.2.3	Empanques.....	17
5.2.4	Rolamentos de Bombas.....	18
5.2.5	Correias do ventilador.....	18
5.2.6	Tamisador.....	18
5.3	Manutenção Preditiva	19
5.3.1	Termografia.....	20
5.3.2	Análise de som.....	21
5.3.3	Análise da vibração.....	22
5.3.4	Câmaras com inteligência artificial	23
5.4	Gestão da equipa e das ordens de trabalho.....	23
5.5	Redução de impactes ambientais	24
6	Aquatools Maintenance.....	26
6.1	Levantamento de equipamentos.....	26
6.1.1	Bomba submersível.....	26
6.1.2	Válvula de seccionamento	28
6.1.3	Grades.....	30
6.1.4	Ventilador.....	31
6.1.5	Tamisador.....	32
6.2	Planos de manutenção	33
7	Normas de manutenção	36

7.1	NP 4492 (Requisitos para a Prestação de Serviços de Manutenção)	36
7.2	IEC 61703 (Expressões matemáticas para confiabilidade, disponibilidade, capacidade de manutenção e termos de suporte de manutenção).....	37
7.3	NP EN 13306 (terminologia da manutenção)	38
7.4	NP EN 13269 (Instruções para a preparação de contratos de manutenção) 38	
7.5	NP EN 13460 (Documentação para a manutenção)	39
7.6	NP EN 15341 (Indicadores de desempenho da manutenção - KPI)	40
8	Relatórios da ETAR da Ponta do Sol.....	45
8.1	Caudais.....	45
8.2	Estações Elevatórias	46
8.3	Controlo analítico.....	47
8.4	Energia.....	49
8.5	Água	50
8.6	Produção de subprodutos	50
8.7	Manutenção Preventiva	51
8.8	Manutenção Corretiva	51
9	Melhorias.....	52
9.1	Depósito de gorduras.....	52
9.2	Tamisadores	52
9.3	Estações Elevatórias	53
10	Conclusões.....	54
11	Referências bibliográficas.....	55
12	Anexos.....	57
	Anexo I – Caraterísticas e manuais dos equipamentos.....	57
	Anexo II – OT’S Mensais de manutenção preventiva da ETAR do Funchal .	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 – Principais áreas de atuação da empresa Luságua.....	3
Figura 3.2 – Sistema de adsorção em carvão ativado.....	4
Figura 3.3 – Grade mecânica.....	5
Figura 3.4 – Tamisadores.....	6
Figura 4.1 – Legenda do sistema DIP.....	7
Figura 4.2 – Modos de funcionamento do impulsor.....	8
Figura 4.3 – Sistema DIP.....	9
Figura 4.4 – Sistema de bombagem da estação elevatória do Areeiro.....	10
Figura 4.5 – Novas bombas.....	10
Figura 4.6 – Comportas manuais.....	11
Figura 4.7 – Grade mecânica.....	11
Figura 4.8 – Bombas centrifugas.....	11
Figura 4.9 – Diversos equipamentos.....	11
Figura 5.1 – Limpeza dos impulsores de duas bombas de uma estação elevatória.....	13
Figura 5.2 – Bomba obstruída.....	16
Figura 5.3 – Bomba sem obstrução.....	16
Figura 5.4 – Corrente da grade mecânica com avaria.....	17
Figura 5.5 – Correias do ventilador.....	18
Figura 5.6 – Rachaduras da zona mais afastada do motor.....	19
Figura 5.7 – Rachaduras na zona próxima ao motor.....	19
Figura 5.8 – Análise termográfica nos quadros elétricos da ETAR do Funchal.....	21
Figura 5.9 – Sonómetro B&K 2270.....	22
Figura 6.1 – Identificação da bomba.....	27
Figura 6.2 – Tarefas da bomba.....	28
Figura 6.3 – Identificação da válvula de seccionamento.....	29
Figura 6.4 – Tarefas da válvula de seccionamento.....	29
Figura 6.5 – Identificação da grade.....	30
Figura 6.6 – Tarefas da grade.....	31
Figura 6.7 – Identificação do ventilador.....	32
Figura 6.8 – Identificação do tamisador.....	33

Figura 6.9 – Planos de manutenção.....	34
Figura 6.10 – Ordens de trabalho.....	34
Figura 6.11 – Veículos.....	35
Figura 7.1 - Fatores de influência e indicadores na manutenção.....	41
Figura 7.2 – MTBF.....	42
Figura 7.3 – MTTR.....	42
Figura 8.1 - Curva de evolução diária de caudal afluente à ETAR da Ponta do Sol em fevereiro 2022.....	46

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 7.1 – Cálculos dos indicadores de desempenho.....	44
Tabela 8.1 - Resultados estatísticos de caudal afluente à ETAR da Ponta do Sol...	46
Tabela 8.2 – Estimativa de caudal bombeado.....	47
Tabela 8.3 - Resultados das análises mensais da ETAR da Ponta do Sol.....	48
Tabela 8.4 - Eficiência de Remoção de Carga Poluente na ETAR da Ponta do Sol.....	49
Tabela 8.5 - Resultados Estatísticos de Consumo de Energia.....	49
Tabela 8.6 - Consumos de energia nas instalações em fevereiro 2022.....	50
Tabela 8.7 - Consumos de água nas instalações em fevereiro 2022.....	50
Tabela 8.8 - Estimativa de produção de resíduos na ETAR da Ponta do Sol.....	51

ABREVIATURAS

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

OT – Ordem de Trabalho

WWTP – Wastewater Treatment Plant

WO – Work Orders

Eng^a – Engenheira

SBR – Sequencing Batch Reactor

MBBR – Moving - Bed Biofilm Reactor

DIA – Declaração de Impacte Ambiental

TRH – Taxa de Recursos Hídricos

DRAP – Direção Regional de Agricultura e Pescas

DIP – Direct in Line Pumping

H₂S – Sulfureto de Hidrogénio

EIA – Estudo de Impacte Ambiental

NP – Norma Portuguesa

IEC – International Electrotechnical Commission

EN – European Norm

KPI – Key Performance Indicators

MTBF – Mean Time Between Failures

MTTR – Mean Time to Repair

CBO5 – Carência Bioquímica de Oxigénio em Cinco Dias

CQO – Carência Química de Oxigénio

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório foi realizado tendo em conta o trabalho desenvolvido na empresa Luságua Serviços Ambientais, S.A. na ETAR do Funchal, no âmbito da unidade curricular “Estágio” do Mestrado em Engenharia Mecânica na área de especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos, ministrada pelo Instituto Politécnico de Coimbra sob orientação do Professor António Simões e da supervisora na empresa a Eng^a. Débora Santos.

O estágio para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica foi uma boa oportunidade para consolidar os conhecimentos teóricos estudados quer na Licenciatura quer no primeiro ano curricular do Mestrado.

O tema do relatório é Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR, ou seja, os conteúdos vão se basear principalmente na área da manutenção dos equipamentos, seja manutenção preventiva, corretiva ou preditiva e substituição de equipamentos ou por deficiência dos mesmos ou de forma a melhorar a eficiência de bombagem e facilidade de tratamento das águas.

Uma estação de tratamento de águas residuais (ETAR) é considerada, na atualidade, como uma infraestrutura de extrema importância para a não poluição de múltiplos cursos de água para onde, diariamente, são canalizadas grandes cargas de diversos efluentes poluentes. Com o seu tratamento evitamos riscos para a saúde pública originados por bactérias e vírus causadores de doenças como por exemplo, cólera, febre tifoide e salmonelas, poluição de recursos hídricos regredindo a saúde pública e danificando a fauna e flora aquática e poluição do ambiente em geral devido aos odores desagradáveis e contaminação da água subterrânea e do solo.

2 TIPOS DE TRATAMENTO EM UMA ETAR

2.1 Tratamento Preliminar

É a primeira fase de tratamento em qualquer ETAR, e consiste na filtração e separação dos resíduos de maior dimensão, a partir de diversos equipamentos e processos tais como a remoção de gases nocivos, gradagem, desarenação, remoção de óleos e gorduras e tamisação.

Esta fase é a única existente na ETAR do Funchal e será mais detalhada de seguida.

2.2 Tratamento Primário

Este processo tem como base a utilização de decantadores, usando flotores com ajuda de ar dissolvido ou usando decantadores lamelares. É um tratamento conhecido por físico-químico por usar a ação da gravidade e por vezes químicos para ajudar na separação da água com os resíduos, assim é possível regular o ph e coagular e flocular para ajudar na decantação, também pode ser feita uma osmose inversa conseguindo um melhor tratamento das águas residuais. (Geonatura, s.d.)

2.3 Tratamento Secundário

Nesta fase ocorre um tratamento biológico designado de digestão anaeróbia, onde as bactérias digerem a matéria orgânica, depois através de uma decantação secundária é possível recolher as lamas consequentes da ação das bactérias.

Com este tratamento há a redução da maioria dos resíduos, da carência química de oxigénio (CQO) e da carência bioquímica de oxigénio (CBO5).

2.4 Tratamento Terciário

Esta é a fase final do tratamento e é realizada uma desinfeção e remoção de nutrientes, na qual pode ser realizada a remoção de excesso de fósforo ou azoto como também o uso de luz ultravioleta ou osmose inversa, dependendo do uso final de reaproveitamento do efluente, pois pode ser usado para combate a incêndios, rega e lavagens. Ter todos estes tipos de tratamento incluindo o terciário é o ideal, mas na realidade são poucas as ETAR que têm todos estes passos, muito devido aos custos inerentes destes tratamentos. (SimDouro, s.d.)

3 EMPRESA

A Luságua Serviços Ambientais, S.A., começou a sua atividade em 1987, e hoje é uma referência nacional no setor de serviços ambientais, oferecendo uma completa gama de soluções e serviços, que integra toda a experiência e inovação acumulada ao longo dos anos e centraliza a oferta dos serviços ambientais do Grupo Aquapor.

No seu trajeto de crescimento, inovação e diferenciação da sua atividade, tentou implementar as melhores práticas de mercado para oferecer garantia de eficiência e eficácia nos contratos que executa.

Os principais setores de atuação são a gestão de sistemas de abastecimento de água e saneamento de águas residuais, gestão de serviços de resíduos sólidos e gestão de serviços na área da energia (Figura 3.1). (Luságua, s.d.)



Figura 3.1 – Principais áreas de atuação da empresa Luságua. (Luságua, s.d.)

Em Portugal, o Grupo Aquapor é responsável por 11 concessões de serviços de água e saneamento, cobrindo 27 municípios. Nos serviços a municípios e indústrias, o Grupo Aquapor detém a Luságua Serviços Ambientais, onde as suas atividades vão desde a consultoria e serviços de engenharia especializada até à gestão, como também à operação e manutenção de sistemas urbanos de água e instalações de tratamento.

Recentemente adquiriu o grupo francês SAUR, considerado o terceiro maior grupo a operar no sector da água em França, havendo um reforço de capacidades de todo o grupo nos vários setores de trabalho quer em Portugal como também no estrangeiro. (Aquapor, s.d.)

3.1 Princípio de funcionamento da ETAR do Funchal (Tratamento Preliminar)

- 1 – Filtragem dos gases nocivos;
- 2 – Gradagem;
- 3 – Desarenação;
- 4 – Remoção de óleos e gorduras;
- 5 – Tamisação;
- 6 – Bombagem para o emissário submarino.

3.1.1 Filtragem dos gases nocivos

Consiste na filtragem de gases perigosos, sendo o mais perigoso o H_2S (Sulfureto de Hidrogénio).

O sistema de desodorização utilizado na ETAR do Funchal é o de adsorção e é constituído por dois filtros de carvão ativado, dimensionados para um caudal de ar de 17 100 m^3/h , os filtros têm 3 metros de diâmetro, possuindo cada um 12.7 m^3 de carvão ativado.

Este sistema tem como princípio de funcionamento fazer passar o ar por um meio adsorvente, através da ajuda de um ventilador, no qual os compostos responsáveis pelos odores aderem, como é ilustrado na Figura 3.2. O meio adsorvente normalmente utilizado é o carvão ativado, como também este meio adsorvente pode ser embebido com hidróxido de sódio para a oxidação de substâncias odoríferas, sendo assim mais eficaz no tratamento. O carvão ativado funciona bem na adsorção de H_2S , de compostos orgânicos e de mercaptanos, sendo que ao longo do passar dos anos o carvão ativado perde as suas propriedades de adsorção, pelo que periodicamente deve-se proceder à sua regeneração. (Manteigas)

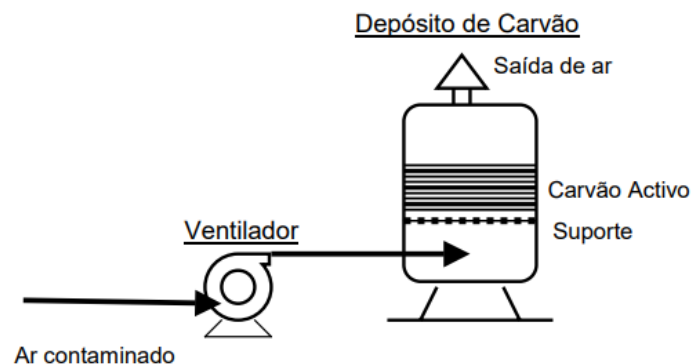


Figura 3.2 - Sistema de adsorção em carvão ativado. (Manteigas)

3.1.2 Gradagem

Este processo corresponde à remoção de resíduos sólidos flutuantes de maiores dimensões das águas residuais afluentes à ETAR, como também a proteção de dispositivos de transporte e tratamento a jusante. Composto por grelhas de diferentes dimensões e espaçamentos, montadas em um ou mais percursos, por onde circula a água residual, fazendo uma retenção dos sólidos de maiores dimensões, mas não estão apenas instaladas na ETAR, como também a montante da ETAR mais concretamente nas diversas estações elevatórias. A diferença das grades mecânicas presentes na ETAR e as grades manuais que estão presentes em algumas estações elevatórias é que as mecânicas têm acoplado um sistema de autolimpeza, sistema este composto por dentes de limpeza ligados a um motor elétrico através de uma corrente. Após a sua retenção, estes sólidos são recolhidos através de um sistema de parafusos sem fim ligados a motores elétricos e armazenados temporariamente em contentores, sendo encaminhados posteriormente para um destino final próprio.



Figura 3.3 – Grade mecânica

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

3.1.3 Desarenação

Este processo consiste na remoção dos materiais pesados como por exemplo metais de pequenas dimensões, areias, carvão, assim, permitindo a passagem de sólidos orgânicos. Este passo evita a deposição de principalmente areias nas condutas e canais a jusante, protegendo os equipamentos. Existem diversos equipamentos neste passo, em primeiro lugar é necessário fazer a raspagem de fundo do canal através de um raspador ligado a um motor elétrico, de seguida uma bomba faz a bombagem dos resíduos pesados, que na sua maioria é areia e alguma água residual para um

equipamento designado classificador que por fim separa a areia da água residual que foi necessária para a bombagem.

3.1.4 Desengorduramento

Neste processo ocorre a remoção de gorduras por emulsão, ou seja, uma mistura de dois líquidos imiscíveis (líquidos que não se misturam).

3.1.5 Tamisação

Neste processo o equipamento utilizado é o tamisador, que tem como função remover as partículas sólidas finas em suspensão na água residual, com a filtragem através de uma malha fina de aço, sendo a lavagem desta malha realizada automaticamente a partir de bicos injetores de lavagem. Após compactação, os resíduos serão descarregados em contentores, e enviados para o destino final adequado.



Figura 3.4 – Tamisadores

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

3.1.6 Bombagem para o emissário submarino

Por fim, quando a água residual tem uma menor quantidade de resíduos em suspensão é realizada bombagem da água residual para um emissário submarino, com ajuda de algumas bombas, descarregando a água residual a algumas centenas de metros da costa marítima.

4 OBRAS E INSTALAÇÃO DE NOVOS EQUIPAMENTOS

4.1 DIP Systeme

Acompanhei a instalação de um sistema de bombagem em linha (DIP - direct in line pumping) designado de DIP Systeme desenvolvido pela empresa francesa SIDE INDUSTRIE (Figuras 4.1 e 4.2).



Figura 4.1 – Legenda do sistema DIP. (Dibitec, s.d.)

Este sistema foi um projeto piloto na Ilha da Madeira, sendo o primeiro sistema deste género a ser instalado na Região Autónoma da Madeira. Foi instalado na estação elevatória do Lazareto, situada na cidade do Funchal, onde operava uma estação construída a mais de 20 anos que estava com necessidade de mais potência e que trabalhava através de um poço com uma bomba submersível. Os grandes fatores para ser esta a estação escolhida para ser a pioneira era a necessidade de limpar o poço e a bomba submersível pelo menos uma vez por mês, a falta de potência de bombagem e as reclamações das pessoas que habitam naquela zona devido ao mau cheiro, sendo esta a pior estação e se o sistema com um conceito novo funcionar, então, será um bom teste para no futuro instalar em outras estações elevatórias.

São inúmeras as vantagens do sistema de bombagem em linha, tais como a segurança, a limpeza a economia a adaptabilidade e a performance. O princípio de funcionamento do impulsor DIPCUT consiste em um vortex cónico num sentido de rotação e triturador no sentido inverso. Este sistema funciona com duas bombas em paralelo e ambas são bombas centrifugas (Figura 4.1).

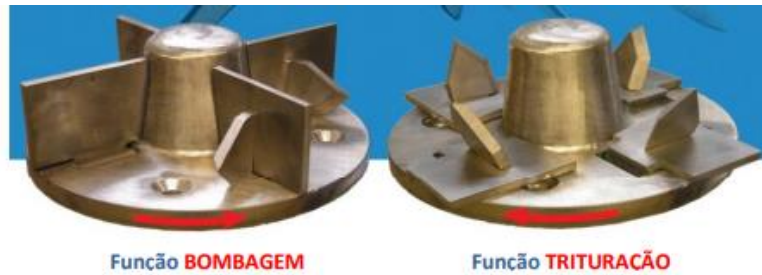


Figura 4.2 – Modos de funcionamento do impulsor. (Dibitec, s.d.)

Associado a um controlo inteligente, este impulsor muda automaticamente o sentido de rotação quando necessário, para triturar fibras e toalhetes, e depois evacuá-los. O DIPCUT é a combinação perfeita entre as vantagens do vortex aberto para a bombagem de areias, de gás, ou de sólidos grandes e a trituração das fibras, a turbulência gerada na aspiração permite a sucção de sólidos grandes e matérias difíceis de bombear. O DIPCUT permite economias pois quase não há entupimentos, e consome menos pois está associado a um variador de frequência que se ajusta ao caudal existente.

Contrariamente aos sistemas trituradores do tipo Grinder, que cortam e bombam em permanência, os impulsores DIPCUT não perdem o seu rendimento hidráulico durante a bombagem. Em posição de trituração, toda a potência do motor apenas é utilizada pelos 4 cortadores, otimizando a energia. Não havendo necessidade de sobredimensionar o motor. Como também, permite a monitorização e a análise do trabalho do impulsor DIPCUT à distância pelo serviço de supervisão OmniDIP. (Dibitec, s.d.)

Contribui para a eliminação de H_2S com a mistura líquido/gás (ar) pois contrariamente ao sistema tradicional com poço de retenção, o sistema DIP pode rejeitar na canalização uma mistura ar/água extremamente arejada que contribui obviamente para a eliminação dos efeitos do H_2S que é um gás extremamente tóxico, isto acontece com a mistura líquido/gás formada na conduta de aspiração. Este fenómeno pode evitar um tratamento adicional por injeção de ar comprimido ou por injeção de um produto químico, por exemplo.

O Sistema de Bombagem em Linha elimina os inconvenientes relacionados com poços húmidos, nomeadamente:

- Propagação de gases perigosos (H_2S);
- Emissão de odores desagradáveis;
- Acumulações de areias e gordura;
- Corrosão das partes das bombas em contacto com o efluente;
- Degradação de estruturas de construção civil;
- Sujidade acumulada nas boias de nível;

- Falta de segurança no acesso ao equipamento.

Além da válvula de seccionamento a montante das bombas foi instalada uma válvula de retenção e um caudalímetro ambos a jusante das bombas e uma pequena bomba submersível chamada normalmente de bomba de escorrências, esta bomba funciona em caso de emergência por haver algum derrame de fluido, por isso, encontra-se no fundo do poço e caso seja acionada enviará o fluido para a conduta de aspiração.



Figura 4.3 – Sistema DIP. (Dibitec, s.d.)

4.2 Estação elevatória do Areiro

Nesta estação elevatória a obra realizada consistiu em colocar duas novas bombas centrífugas da marca Flygt com maior potência do que as existentes, assim, conseguindo bombear a água residual para a ETAR do Funchal em menor tempo, portanto, reforçando a capacidade de bombagem já existente (Figuras 4.4 e 4.5). Também houve a aplicação de nova tubagem e acessórios, de forma a ter um bypass para uma nova estação elevatória, designada de estação elevatória dos socorridos, dependendo das necessidades o caudal será desviado para uma das duas estações. Como o percurso até a nova estação é muito menor do que para a ETAR, é uma escolha mais energeticamente eficiente, contudo, para a bombagem de maiores caudais é necessário ir para a ETAR onde tem maior capacidade de resposta de tratamento.



Figura 4.4 – Sistema de bombagem da estação elevatória do Areeiro

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)



Figura 4.5 – Novas bombas

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

4.3 Estação elevatória dos Socorridos

Esta é uma nova estação elevatória construída na extremidade oeste da cidade do Funchal para o tratamento das águas residuais das habitações e indústrias presentes na zona, que foi construída de forma a facilitar o percurso das águas residuais, sendo assim mais curto.

As obras consistiram em colocação de equipamentos tais como uma grade mecânica, várias comportas manuais, colocação de bombas centrífugas, respetivas tubagens e válvulas como também diversos outros equipamentos mecânicos e elétricos e canais de escoamento. (Figuras 4.6, 4.7, 4.8, 4.9)

Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR



Figura 4.6 – Comportas manuais

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A.
(ETAR do Funchal)

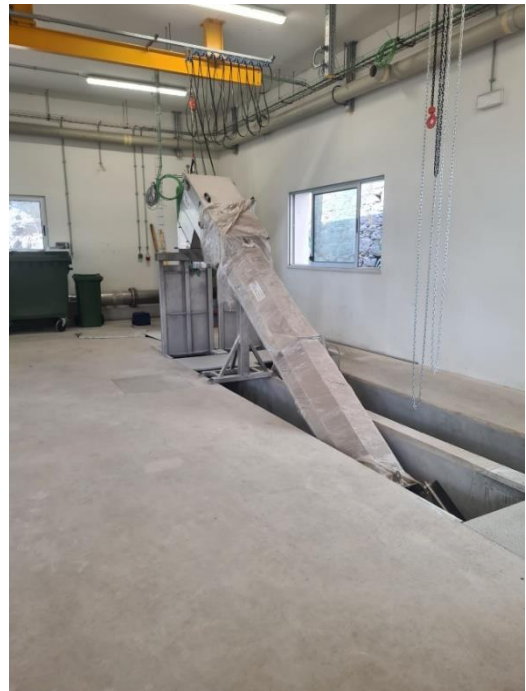


Figura 4.7 – Grade mecânica

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A.
(ETAR do Funchal)



Figura 4.8 – Bombas centrífugas

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A.
(ETAR do Funchal)



Figura 4.9 – Diversos equipamentos

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A.
(ETAR do Funchal)

5 MANUTENÇÕES

5.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é essencial na gestão de qualquer tipo de infraestrutura, contribuindo para o aumento do tempo de vida dos equipamentos, para a diminuição do tempo de inatividade indesejado e, naturalmente, para a redução de custos de manutenção a longo prazo.

Este tipo de manutenção tem como cerne a intervenção para prevenção de avarias futuras. Portanto, é um tipo de manutenção planeada, realizada ainda com o equipamento capaz de realizar a sua função, mas funcionado como forma de prevenção de falha do ativo.

Tipos de manutenção preventiva

De uma forma geral podemos dividir a manutenção preventiva em dois tipos principais:

Baseada no tempo (time-based), que consiste em revisões periódicas executadas em intervalos de tempo previamente definidos, independentemente da utilização dos ativos.

Baseada na utilização (usage-based) que consiste na utilização real dos ativos, como por exemplo a lubrificação de um equipamento ao fim de um total de horas de funcionamento estipulado. (Team, Infraspak, 2022)

Foi possível participar, entre outras, nas seguintes intervenções:

5.1.1 Ventiladores

A manutenção aos ventiladores presentes na ETAR consistiu em fazer a limpeza de toda a estrutura do ventilador, verificação do correto funcionamento do mesmo e também verificação do estado das correias.

5.1.2 Ar condicionado

No ar condicionado foi também como no caso dos ventiladores realizada a limpeza de toda a estrutura, limpeza da tubagem e limpeza dos filtros e verificação do correto funcionamento.

5.1.3 Estações elevatórias

Nas estações elevatórias foi realizada uma limpeza total do poço, limpeza das boias e verificação do seu estado, inspeção e limpeza da grade.

Quanto às bombas submersíveis ou não submersíveis procedeu-se a uma limpeza e verificação do seu estado e verificação da existência de ruídos, vibrações ou situações anormais (Figura 5.1). Em certas manutenções foi apurado a necessidade de substituição de rolamentos, empanques ou impulsores.

Os quadros elétricos foram verificados e limpos.



Figura 5.1 – Limpeza dos impulsores de duas bombas de uma estação elevatória

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

5.1.4 Comportas

Uma comporta é uma porta móvel que retém ou liberta a água de uma represa, barragem, dique ou canal.

Nas comportas foi realizada uma limpeza e verificação do estado, verificação dos apertos e verificação da posição do fuso.

5.1.5 Classificador de areias

O classificador de areias é um equipamento de pré-tratamento cuja principal função é separar areias e sedimentos pesados das águas residuais.

Quanto ao classificador de areias foi verificada a estanquidade de óleo no redutor, a limpeza do classificador, o aperto dos parafusos e o seu funcionamento geral.

5.1.6 Desarenador de areias

O objetivo de um desarenador ou caixa desarenadora é separar a areia da água.

No desarenador de areias realizou-se uma limpeza externa da caixa de engrenagens, verificação do correto funcionamento do desarenador e verificação do nível do óleo.

5.1.7 Bomba de areias

Na manutenção da bomba de areias procedeu-se à sua limpeza e verificação de ruídos e vibrações.

5.1.8 Grades mecânicas

Nas grades verificou-se o seu estado procurando possíveis ruídos, foram inspecionadas as correntes a sua tensão e também as rodas dentadas.

5.1.9 Varetas de nível

Quanto às varetas de nível realizou-se uma limpeza e verificação do seu funcionamento.

5.1.10 Medidor de nível ultrassónico

No medidor de nível ultrassónico realizou-se uma limpeza e verificação do seu funcionamento.

5.1.11 Bomba de escorrências

Na manutenção da bomba de escorrências procedeu-se à sua limpeza e verificação de ruídos e vibrações.

5.1.12 Bombas submersíveis

Na manutenção das bombas de submersíveis procedeu-se à sua limpeza e verificação de ruídos e vibrações.

5.1.13 Tubos e válvulas do emissário submarino

Realizou-se uma inspeção das tubagens e válvulas, verificando possíveis ruídos e se estavam a funcionar corretamente.

5.1.14 Parafusos transportadores

Verificou-se o desgaste do revestimento interno, o nível de ruído e temperatura do grupo motriz, o nível de óleo e fugas de lubrificante e realizou-se uma limpeza total do equipamento.

5.1.15 Boias

Realizou-se uma limpeza da estrutura das boias e também houve uma verificação dos cabos elétricos e do funcionamento geral.

5.1.16 Revisão da manutenção preventiva

Houve a necessidade de rever as manutenções preventivas realizadas na ETAR do Funchal, sendo que, os equipamentos são relativamente novos (instalados em 2021) poderia haver algum lapso na realização da agenda preventiva. Então, procedeu-se à revisão dos manuais de todas as máquinas presentes na ETAR a fim de encontrar alguma informação a completar ou informação desnecessária.

O que foi concluído é que estava quase tudo bem planeado de acordo com os manuais, contudo, havia a carência de algumas tarefas complementares de forma a ter uma melhor prevenção de avarias, o qual foi prontamente editado na base de dados das ordens de trabalho.

Também se realizou a revisão das manutenções preventivas em estações elevatórias, havendo algumas modificações quer seja por introdução de novos equipamentos e configurações novas ou por antiguidade e falta de revisão das manutenções.

5.2 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é realizada após a avaria de um ativo, tendo como função a restauração do ativo para voltar a realizar a sua função.

Esta manutenção é mais eficiente para equipamentos de baixa prioridade, portanto, equipamentos não vitais para a atual funcionalidade da empresa, ou então para equipamentos em que seja mais lucrativo substituir depois de falhar.

Se tiver de ser usada por equipamentos de grande prioridade, terá como consequência tempos de paragem elevados que contribuirão para paragem da linha de produção ou paragem de alguma função própria da empresa, podendo levar a despesas elevadas.

A regra dos 80/20 muito utilizada na gestão da manutenção diz que, apenas 20% do tempo que será gasto em manutenção deve ser utilizado em ações corretivas,

devido os restantes 80% ser geridos para manutenção preventiva. (Team, Infraspark, 2022)

5.2.1 Bombas DIP Systeme

Procedeu-se à desmontagem das bombas do sistema DIP Systeme (mencionado anteriormente) localizadas em uma estação elevatória devido à existência de ruídos no seu funcionamento e também ao pouco caudal bombeado pelas duas bombas não submersíveis. Na sua desmontagem foi necessário desligar as bombas no quadro elétrico como também fechar as duas válvulas de cunha, uma a montante e outra a jusante das bombas. Quando retiradas as bombas verificou-se que havia uma grande obstrução na zona do impulsor como igualmente na tubagem de compressão que depois de tudo limpo voltou-se a instalar as bombas, a abrir as válvulas de cunha e a ligar as bombas no quadro elétrico e voltaram a trabalhar corretamente. Esta obstrução era constituída por tecidos provavelmente originários de uma oficina mecânica a montante da estação elevatória, tecidos estes muito comuns na limpeza de óleos nas mãos dos mecânicos, que devido à sua grande dimensão não foi possível a trituração por parte dos dentes de corte das bombas. (Figuras 5.2 e 5.3)



Figura 5.2 – Bomba obstruída

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)



Figura 5.3 – Bomba sem obstrução

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

5.2.2 Corrente da grade mecânica

Deu-se uma avaria numa grade mecânica da ETAR porque um perno da corrente soltou-se fazendo parar o equipamento, como é possível observar na figura 5.4 a corrente ficou com muita folga e saiu da sua calha de trabalho, não ocorreu mais nenhum estrago porque o motor elétrico parou, pois, necessitou de fazer um esforço maior do que o habitual e como está programado para não trabalhar quando isso acontece, realizou uma paragem de emergência.

A reparação foi simples pois só necessitou de um perno novo, mas foi demorada devido ao pouco espaço de trabalho.

Houve a necessidade de utilizar o bypass existente para desviar o caudal para o troço secundário, garantindo mais facilidade de trabalho no troço onde está localizada a grade, como também utilizando a programação do quadro elétrico e conseqüentemente dos equipamentos, alterando tempos de trabalho e descanso dos mesmos, facilitando o tratamento das águas neste novo percurso de tratamento.



Figura 5.4 – Corrente da grade mecânica com avaria

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A.
(ETAR do Funchal)

5.2.3 Empanques

Houve a necessidade de trocar o empanque de algumas bombas devido à grande quantidade de água a sair pela zona do empanque.

5.2.4 Rolamentos de Bombas

Devido ao ruído e às folgas nos rolamentos foram substituídos de forma a haver um melhor funcionamento das bombas.

5.2.5 Correias do ventilador

Como as correias que fazem a transmissão do motor elétrico para o corpo do ventilador estavam em mau estado e a se desfazer, foi realizada a troca por umas correias iguais, sendo a sua montagem simples apenas fazendo mover o motor elétrico para o encaixe das correias e no fim ajustar com a tensão desejada (Figura 5.5).



Figura 5.5 – Correias do ventilador

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A.
(ETAR do Funchal)

5.2.6 Tamisador

Devido ao facto de haver algumas rachaduras no corpo do equipamento, foi necessário soldar as zonas afetadas. As zonas afetadas são as zonas onde existe contacto com as rodas guia, zonas essas que se nota fragilidade de reforço de material e de carência de uma melhor soldadura e melhor método de fabricação (figuras 5.6 e 5.7).



Figura 5.6 – Rachaduras da zona mais afastada do motor

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A.
(ETAR do Funchal)



Figura 5.7 – Rachaduras na zona próxima ao motor

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A.
(ETAR do Funchal)

5.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva refere-se aos procedimentos para realizar a manutenção preventiva e antecipada em todos os equipamentos físicos utilizados nas operações. Esta manutenção faz a monitorização contínua, com um foco maior na prevenção e previsão das falhas, estando a crescer nos últimos anos, sendo associada á indústria 4.0. Assim, conseguindo um maior controlo e por sua vez mais produtividade, corrigindo os erros mais rapidamente.

Entre os procedimentos estão as técnicas de análise não destrutivas, como análise de vibração, análise ultrassónica, raios-x, termografia e inspeção visual.

A manutenção preditiva tem como funções a redução de custos, prolongamento da vida útil dos equipamentos, maior disponibilidade operacional, aumento da eficiência de trabalho e sustentabilidade ambiental. (Totvs, 2021)

5.3.1 Termografia

Uma das técnicas que começou a ser adotada na ETAR foi a análise termográfica aos quadros elétricos, sendo que já era utilizada, mas anualmente e não oferecia segurança suficiente. Como alguns equipamentos necessitam de muita potência elétrica alguns cabos e equipamentos elétricos precisam de maior cuidado, sendo de facto notado um aquecimento crítico em um cabo, justificando ainda mais o emprego desta análise preditiva, portanto, a análise será realizada mensalmente (Figura 5.8).

Para além da análise aplicou-se juntamente uma limpeza mais aprofundada aos quadros elétricos que também eram limpos na manutenção preventiva mensal, assim conseguindo uma melhor refrigeração.

A termografia funciona medindo a quantidade de radiação infravermelha emitida por cada corpo em seu campo de análise por meio de um dispositivo ou sensor inteligente.

Quando a temperatura sobe acima de zero graus Celsius, a radiação é irradiada em tons mais quentes como vermelho, laranja e amarelo.

Também seria interessante colocar sensores de temperatura dentro dos quadros elétricos para ter noção das temperaturas de trabalho e saber se estão dentro do normal funcionamento dos vários componentes eletrónicos, poderia ser usado um sensor termopar pelo seu baixo custo e robustez.



Figura 5.8 – Análise termográfica nos quadros elétricos da ETAR do Funchal

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

5.3.2 Análise de som

Esta análise não existe atualmente, mas foi sugerida à empresa de modo a detetar ruídos e frequências indesejáveis na sala de comandos. Na sala de comandos, por vezes, quando a temperatura está um pouco elevada nota-se que os ventiladores de refrigeração dos quadros elétricos produzem ruídos que são um incómodo para quem se encontra na sala sendo um desconforto para quem se encontra no espaço e consequentemente a longo prazo poderá ser prejudicial à saúde das pessoas expostas.

Portanto, foi sugerida a compra de um sonómetro moderno e de qualidade com capacidade de ligação WiFi para fazer a monitorização dos barulhos e frequências, conseguindo gerar relatórios e gráficos através dos quais é possível

Um sonómetro é um dispositivo tipicamente portátil e projetado para medir níveis sonoros de maneira padronizada. Ele fornece medições objetivas e reproduzíveis dos níveis de pressão sonora e responde ao som de maneira semelhante ao ouvido humano. (Bruel & Kjaer, s.d.)

O modelo que é mais adequado é o B&K 2270 este sonómetro de classe 1 é de uma marca líder no mercado e é uma solução de medição completa. Funciona perfeitamente com aplicativos móveis e em computador, trazendo um nível novo de

eficiência e controlo, com este equipamento é possível fazer medições, análises e relatórios de ruído e vibração precisos (Figura 5.9).

Além do uso deste instrumento como um sonómetro, ele pode ser usado como um medidor de vibração básico adicionando um acelerómetro (ou acelerómetros). (Bruel & Kjaer, s.d.)



Figura 5.9 – Sonómetro B&K 2270. (Bruel & Kjaer, s.d.)

Trabalha com aplicações intuitivas no telemóvel ou computador transferindo os dados armazenados na rede. O software é simples de usar, os dados são rapidamente e facilmente transferidos para o telemóvel ou computador e são organizados de forma intuitiva, prontos para análise e geração de relatórios, usando ferramentas pré-configuradas e fáceis de usar.

O ouvido humano capta níveis de intensidade acústica compreendida entre 0 e 140 dB aproximadamente, mas em uma situação de escritório, que é o caso da sala de comandos, o aconselhado é ter um ambiente em que o nível de decibéis não ultrapasse os 60 dB, sendo que deverá ter uma média próxima dos 50 dB que é o valor do nível de uma conversação em tom normal. (Megaclima, s.d.)

5.3.3 Análise da vibração

Esta análise também foi sugerida para detetar falhas em equipamentos através da vibração de trabalho dos mesmos, para isso poderá ser utilizado o sonómetro escolhido anteriormente.

A análise de vibração consiste em medir a resposta de um sistema a diferentes frequências e analisar os padrões de vibração ou oscilação. Cada falha em um equipamento produz um padrão único de frequências, amplitudes e fases que podem ser identificados e diagnosticados. A análise de vibração pode ser usada para detetar desgaste em engrenagens, desalinhamento de eixos, problemas de lubrificação, entre outros.

Com essa técnica, é possível detetar problemas em estágios iniciais e programar a manutenção preventiva, evitando paragens não programadas e reduzindo custos de reparação. (Oliveira, 2021)

5.3.4 Câmaras com inteligência artificial

Neste ramo das águas residuais os problemas ocorrem com frequência devido principalmente aos diversos resíduos presentes e à necessidade de os equipamentos trabalharem muitas horas seguidas, por isso, algo a experimentar no futuro seria a utilização de câmaras com inteligência artificial de maneira a detetar problemas rapidamente.

Neste momento apenas a ETAR tem câmaras de vigilância ao longo de toda a estação, sendo que nenhuma estação elevatória possui alguma câmara. Portanto era algo novo a tentar na ETAR a ver se funcionava e se resultasse aplicar em estações elevatórias. Possivelmente as câmaras existentes já têm a capacidade de ter inteligência artificial sendo apenas necessário instalar um software e programar para as situações de trabalho dos equipamentos.

Com o desenvolver destas tecnologias é de esperar que já exista alguma investigação em esta área e em poucos anos esteja no grande mercado. Seria uma ajuda imprescindível para detetar falhas rapidamente de forma a não haver, em último caso, descargas de emergência de água residual porque é impossível estar sempre informado dos problemas, principalmente nas várias estações elevatórias.

5.4 Gestão da equipa e das ordens de trabalho

A organização da equipa e das ordens de trabalho foram realizadas de forma a haver o melhor equilíbrio possível entre os funcionários da empresa e a dificuldade exercida nos diversos trabalhos necessários a executar.

Assim, utilizando a experiência da Engenheira orientadora como também dos funcionários da empresa foi possível desenvolver uma boa parceria procurando sempre o melhor desempenho nas operações a realizar.

Consegui desenvolver ainda mais as competências no software Excel, gerindo vários tipos de manutenções e arranjando forma de diferenciar cada uma, utilizando fórmulas simples e outras mais complexas juntamente com as opções disponíveis de

destacar e simplificar a leitura dos trabalhos, como por exemplo com a formatação condicional, criando alertas para facilitar na gestão ou com gráficos intuitivos.

5.5 Redução de impactes ambientais

A manutenção adequada de equipamentos, infraestruturas e sistemas tem o potencial de reduzir a geração de resíduos e evitar a degradação ambiental.

As diversas manutenções realizadas tanto de forma preventiva, corretiva ou preditiva foram ao encontro da redução dos impactes ambientais.

Existem várias maneiras pelas quais as intervenções de manutenção podem contribuir para a redução dos impactos ambientais e no qual incluem-se as manutenções mencionadas anteriormente. Algumas delas incluem:

- **Eficiência energética:** A manutenção regular de equipamentos e sistemas pode ajudar a otimizar o desempenho energético, garantindo que eles operem de maneira eficiente. Isso pode reduzir o consumo de energia e, conseqüentemente, as emissões de gases de efeito estufa.
- **Gestão de resíduos:** As intervenções de manutenção podem incluir práticas adequadas de gerenciamento de resíduos, como a reciclagem de materiais, o descarte correto de substâncias perigosas e a redução do desperdício. Isso minimiza a quantidade de resíduos que vão para aterros sanitários ou são descartados de maneira inadequada, evitando a contaminação do solo, da água e do ar.
- **Prolongamento da vida útil:** A manutenção preventiva e corretiva ajuda a prolongar a vida útil de equipamentos e infraestruturas, reduzindo a necessidade de substituição frequente. Isso diminui a procura por matérias-primas, energia e recursos naturais necessários para a fabricação de novos equipamentos, resultando em menor impacto ambiental.
- **Monitorização e controlo:** A implementação de sistemas de monitorização e controlo durante as intervenções de manutenção permite identificar e corrigir problemas de desempenho de forma rápida e eficiente. Isso ajuda a evitar derrames, emissões não controladas e outros incidentes que possam causar danos ao meio ambiente.

Além disso, é importante promover a conscientização e o treinamento adequado dos profissionais de manutenção, para que estejam cientes da importância da preservação ambiental e para que seja possível implementar as melhores práticas em suas atividades. A legislação ambiental também desempenha um papel fundamental ao estabelecer diretrizes e regulamentos para garantir que as intervenções de manutenção sejam realizadas de forma ambientalmente responsável.

Quanto ao controlo da qualidade da água do mar junto à zona de descarga da ETAR do Funchal sempre obteve valores nulos ou muito baixos de bactérias, sendo

Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR

realizadas análises mensais em seis pontos de amostragem, em várias praias e a 300 e 600 metros da costa. Por outro lado, também são realizadas filmagens subaquáticas ao emissário submarino com periodicidade de duas vezes em cada 5 anos, onde os resultados têm sido positivos, não havendo acumulação de resíduos na zona dos difusores nem na zona circundante.

6 AQUATOOLS MAINTENANCE

As principais funcionalidades deste software de manutenção utilizado pela empresa é a gestão de equipamentos, obtenção de fichas técnicas e documentos, gestão da manutenção preventiva e corretiva, planeamento e gestão de toda a documentação de frotas e infraestruturas com alertas automáticos, linha de produção e centro de custo, pedidos de manutenção, histórico completo de manutenção por equipamento, análises, relatórios e indicadores de manutenção, gestão de stocks com alertas e estatísticas para otimização da gestão de armazém, controlo dos registos de funcionamento e consumos de combustível bem como o controlo dos custos com manutenções da frota.

Com este software de gestão da manutenção, existe a oferta à empresa de eficiência e exatidão. Nos últimos anos, as pranchetas e folhas de cálculo deram lugar a software de gestão de manutenção informatizado, ou CMMS, tornando a gestão eficaz mais fácil do que nunca. O software de manutenção elimina as incertezas que podem impedir as organizações de alcançar os seus objetivos empresariais, permitindo decisões mais bem informadas. O software de gestão da manutenção acompanha continuamente os principais componentes da empresa, como indicadores-chave de desempenho, e organiza esses dados numa única interface.

Assim, permite ver o seu clima empresarial em tempo real, para que a empresa possa dar prioridade às coisas que mais importam.

O Aquatools tem como principais vantagens melhorar a eficiência e eficácia da manutenção, aumentar o tempo de atividade e disponibilidade dos ativos, redução do tempo de paragem e dos custos, processos de racionalização e padronização e acompanhamento, tendências e partilha de dados e insights detalhados.

6.1 Levantamento de equipamentos

No decorrer do estágio houve um levantamento e estudo de todos os equipamentos presentes na ETAR e nas estações elevatórias para posteriormente colocar no software Aquatools, pois, havia a necessidade de uma atualização dos diversos componentes devido a muitas mudanças de equipamentos nos últimos anos e meses, mas não serão abordados todos os equipamentos até porque muitos são idênticos, por isso, será feita uma abordagem geral dos principais equipamentos que foram registados no software. Desta forma, poderão ser criadas as ordens de trabalho a realizar com o tipo de manutenção pretendido.

6.1.1 Bomba submersível

Na ETAR do Funchal existem quatro bombas submersíveis de grande dimensão sendo a sua função bombear a água tratada para o emissário submarino, trabalhando ordenadamente uma de cada vez, quando o poço atinge uma determinada altura. Foi

Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR

o primeiro equipamento colocado no software devido à sua importância na estação, pois, se nenhuma bomba trabalhar, não há outra forma de enviar a água tratada para o emissário, sendo necessário parar a estação.

Estas bombas são da marca Grundfos, modelo S3.135.500.1800.6.72L.S.79. G.N.D.

Em primeiro lugar, foi realizada a leitura do manual técnico fornecido pelo fabricante, assim, conferindo as várias especificações e cuidados a ter com o equipamento.

Na interface do programa começa-se por identificar o equipamento, colocando o seu nome, a sua função, códigos, observações, etc (Figura 6.1).

Editar Equipamento

GERAL DOCUMENTOS TAREFAS INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Unidade Funcional * Elevação

Tipo de Equipamento * Bomba Submersível

Código * BSB001
(O código deve possuir de 6 a 10 caracteres, letras ou números em maiúsculo)

Nome * Bomba 2

Estado * Ativo

Código Alternativo Código Alternativo

Nº de Série Nº de Série

Equipa Equipa A

Observações Bomba 2

QR Code

Figura 6.1 – Identificação da bomba

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

De seguida, no separador das tarefas a realizar são ordenadas as tarefas de manutenção preventiva e a sua frequência de realização.

The screenshot shows a web application window titled 'Editar Equipamento'. It has four tabs: 'GERAL', 'DOCUMENTOS', 'TAREFAS', and 'INFORMAÇÕES ADICIONAIS'. The 'TAREFAS' tab is active. Under the heading 'Tarefas', there are two sections. The first section contains three fields: 'Descrição' with the value 'Verificar o estado e nível do Óleo, repor ou efectuar a troca se necessário', 'Frequência de Tarefa' with the value 'Semestral', and 'Estado' with a dropdown menu showing 'Ativo'. The second section, titled 'Informações Adicionais', contains two pairs of fields: 'Campo' (with values 'Quantidade de Lubrificante (Número Decimal)' and 'Obrigatório' (with value 'Não')) and another 'Campo' (with values 'Tipo de Lubrificante (Texto)' and 'Obrigatório' (with value 'Não')).

Figura 6.2 – Tarefas da bomba

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

As tarefas a realizar nas bombas são por exemplo a verificação de folgas e ruídos no seu funcionamento, inspeção visual da carcaça e impulsor, verificar o estado dos empanques, verificar os rolamentos e óleo lubrificante, etc (Figura 6.2).

E se necessário é possível adicionar informações que sejam relevantes quer na manutenção ou nas características do equipamento e documentos.

6.1.2 Válvula de seccionamento

Este equipamento encontra-se na ETAR e nas estações elevatórias e é denominado normalmente de comporta, é utilizado porque é necessário divergir o caudal entre equipamentos ou para fazer bypass de segurança para manutenção.

Na interface do programa começa-se por identificar o equipamento, colocando o seu nome, a sua função, códigos, observações, etc (Figura 6.3).

Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR

Editar Equipamento ×

GERAL DOCUMENTOS TAREFAS INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Unidade Funcional * Transporte/Drenagem

Tipo de Equipamento * Valvula Seccionamento Manual

Código * CPT000
(O código deve possuir de 6 a 10 caracteres, letras ou números em maiúsculo)

Nome * Comporta Manual

Estado * Ativo

Código Alternativo Código Alternativo

Nº de Série Nº de Série

Equipa Por favor seleccione

Observações Observações

Figura 6.3 – Identificação da válvula de seccionamento

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

No separador das tarefas são colocadas as tarefas habituais de manutenção preventiva juntamente com a sua frequência de realização. Algumas tarefas são inspeção visual e limpeza, manobras e verificação do correto funcionamento, aperto dos parafusos e lubrificação do fuso, etc (Figura 6.4).

Editar Equipamento ×

GERAL DOCUMENTOS TAREFAS INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Tarefas

Descrição * Substituir se necessário, juntas

Frequência de Tarefa * Anual

Estado * Ativo

Informações Adicionais

Descrição * Ensaiar estanquicidade

Frequência de Tarefa * Anual

Estado * Ativo

Figura 6.4 – Tarefas da válvula de seccionamento

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

6.1.3 Grades

As grades manuais e as mecânicas têm o objetivo de reter os resíduos de maior dimensão, ou seja, fazem o tratamento preliminar das águas residuais antes destas passarem para outros tipos de filtração. Este equipamento está presente nas estações elevatórias onde retêm os maiores resíduos, mas também na ETAR, onde essa filtração é complementada.

Na interface do programa começa-se por identificar o equipamento, colocando o seu nome, a sua função, códigos, observações, etc (Figura 6.5).

The image shows a web interface titled "Editar Equipamento" with a navigation bar containing "GERAL", "DOCUMENTOS", "TAREFAS", and "INFORMAÇÕES ADICIONAIS". The "GERAL" tab is active. The form contains the following fields:

- Unidade Funcional ***: Tratamento preliminar / Pré-Tratamento
- Tipo de Equipamento ***: Grade/Grelha Manual
- Código ***: GRD001 (with a note: "(O código deve possuir de 6 a 10 caracteres, letras ou números em maiúsculo)")
- Nome ***: Grade manual
- Estado ***: Ativo
- Código Alternativo**: Código Alternativo
- Nº de Série**: Nº de Série
- Equipa**: Por favor selecione
- Observações**: Grade manual

Figura 6.5 – Identificação da grade

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do

De seguida, no separador das tarefas a realizar são ordenadas as tarefas de manutenção preventiva e a sua frequência de realização.

As grades manuais não necessitam de muitos cuidados de manutenção, porque não têm motores nem peças moveis são simplesmente uma grelha, por isso, a sua manutenção consiste na limpeza e verificação dos espaçamentos se estão todos iguais.

No caso das grades mecânicas é preciso ter alguns cuidados como a verificação de folgas e ruídos no seu funcionamento, verificação da corrente, limpeza e verificação da temperatura do motor elétrico, verificação dos rolamentos, etc (Figura 6.6).

Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR

Descrição *	Inspeção e verificação, pintar e reabilitar se necessário
Frequência de Tarefa *	Anual
Estado *	Ativo
Informações Adicionais	

Descrição *	Limpeza e lavagem das grades e ancinhos
Frequência de Tarefa *	Mensal
Estado *	Ativo

Descrição *	Lavagem do canal de entrada com remoção de resíduos encrustados nas paredes
Frequência de Tarefa *	Mensal
Estado *	Ativo

+ Adicionar Tarefa

Figura 6.6 – Tarefas da grade

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

6.1.4 Ventilador

Um ventilador é um dispositivo que produz um fluxo de ar, neste caso usado para fornecer circulação de ar em um ambiente e que numa ETAR ou estação elevatória é imprescindível para haver um bom ambiente com o menor odor possível. Ele funciona através de um motor que gira as pás em alta velocidade, criando uma corrente de ar.

No separador geral do software é possível identificar o equipamento, colocando o seu nome, a sua função, códigos, observações, etc (Figura 6.7).

The image shows a web form titled 'Editar Equipamento' with a close button (x) in the top right corner. The form has four tabs: 'GERAL' (selected), 'DOCUMENTOS', 'TAREFAS', and 'INFORMAÇÕES ADICIONAIS'. The 'GERAL' tab contains the following fields:

- Unidade Funcional ***: Dropdown menu with 'Desodorização' selected.
- Tipo de Equipamento ***: Dropdown menu with 'Ventilador/Exaustor' selected.
- Código ***: Text input with 'VTD001'. Below it, a note in orange text says '(O código deve possuir de 6 a 10 caracteres, letras ou números em maiúsculo)'. There is a red asterisk next to the label.
- Nome ***: Text input with 'Ventilador insuflação'.
- Estado ***: Dropdown menu with 'Ativo' selected.
- Código Alternativo**: Text input with 'Código Alternativo'.
- Nº de Série**: Text input with 'Nº de Série'.
- Equipa**: Dropdown menu with 'Por favor selecione' selected.
- Observações**: Text area with 'Ventilador insuflação'.

Figura 6.7 – Identificação do ventilador

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

De seguida, no separador das tarefas a realizar são ordenadas as tarefas de manutenção preventiva e a sua frequência de realização. Algumas tarefas de manutenção preventiva são verificar danos nas pás, existência de oxidação, ruídos e folgas, fazer uma limpeza ao equipamento, etc.

6.1.5 Tamisador

Os tamisadores têm a função de reter os resíduos de menor dimensão por meio da passagem dos mesmos por uma malha ou peneira. Este equipamento está presente em algumas estações elevatórias e também na ETAR.

No separador geral do software é possível identificar o equipamento, colocando o seu nome, a sua função, códigos, observações, etc (Figura 6.8).

Editar Equipamento

GERAL DOCUMENTOS TAREFAS INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Unidade Funcional * Tratamento preliminar / Pré-Tratamento

Tipo de Equipamento * Tamisador

Código * TMD001
(O código deve possuir de 6 a 10 caracteres, letras ou números em maiúsculo)

Nome * Tamisador (Huber)

Estado * Ativo

Código Alternativo Código Alternativo

Nº de Série Nº de Série

Equipa Por favor seleccione

Observações Tamisador

QR Code

Figura 6.8 – Identificação do tamisador

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

De seguida, no separador das tarefas a realizar são ordenadas as tarefas de manutenção preventiva e a sua frequência de realização. Algumas tarefas de manutenção preventiva são inspeção visual do equipamento, verificação de ruídos, estado dos rolamentos, temperatura do motor, estado da corrente, etc.

6.2 Planos de manutenção

Depois de concluído o preenchimento dos equipamentos existentes é possível gerar planos de manutenção constituído por ordens de trabalho (OT).

Um plano de manutenção é um conjunto de procedimentos organizados de forma a garantir o bom funcionamento e prolongar a vida útil de equipamentos, máquinas, instalações e outros elementos que necessitem de cuidados e reparos periódicos.

Um plano de manutenção pode incluir diversas atividades, como a inspeção regular dos equipamentos, a troca de peças desgastadas, a lubrificação de componentes móveis, a limpeza de filtros e canais, a verificação de conexões elétricas, entre outras tarefas.

A realização periódica da manutenção pode ajudar a evitar falhas e problemas que podem interromper a operação de uma empresa ou organização, além de reduzir custos com reparos emergenciais e substituição prematura de equipamentos.

A seguinte figura mostra um exemplo de plano de manutenção para uma determinada semana onde é possível observar várias ordens de trabalho para serem efetuadas na ETAR e também em uma estação elevatória (Figura 6.9).

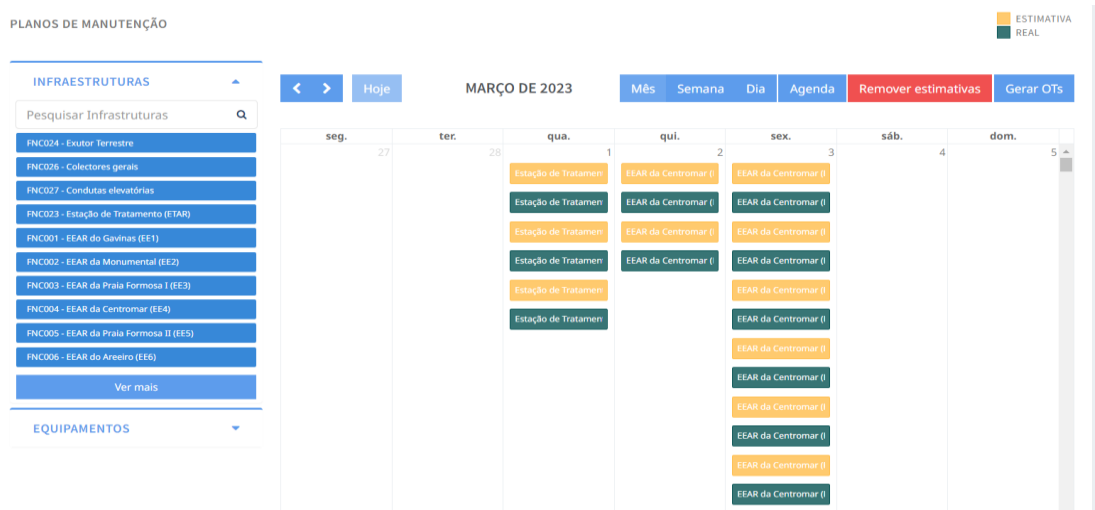


Figura 6.9 – Planos de manutenção

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

As ordens de trabalho ficam organizadas em planeadas, em execução, suspensas ou concluídas, assim, ficando mais organizadas e com melhor noção do que foi realizado e o que falta realizar (Figura 6.10).

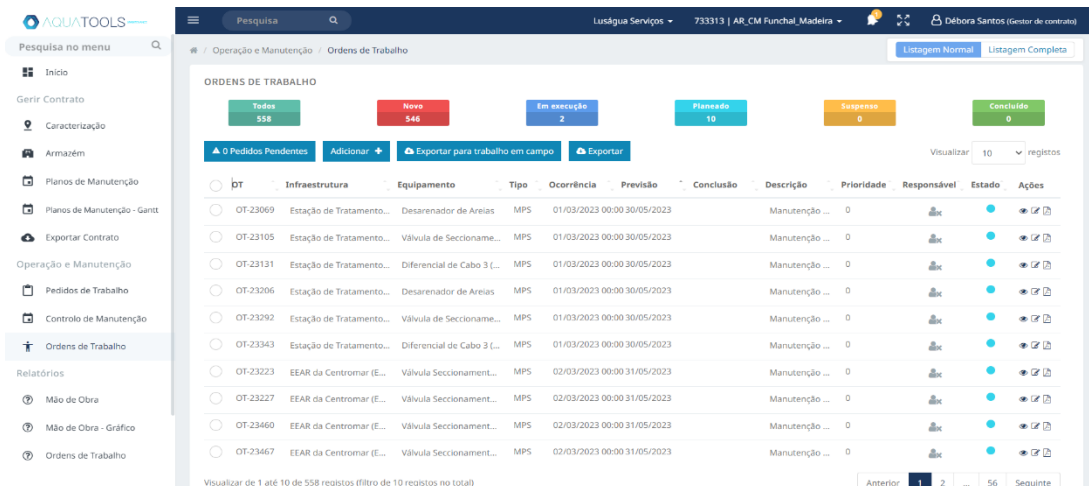


Figura 6.10 – Ordens de trabalho

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR

Os diversos equipamentos têm ordens de trabalho mensais, anuais e alguns semestrais sendo as anuais as mais rígidas, indo mais a fundo na análise dos diversos componentes, sempre seguindo os manuais do fabricante, fornecendo as informações detalhadas sobre a operação e manutenção.

Para ficar mais completo foi adicionado as viaturas da empresa possibilitando adicionar a viatura à ordem de trabalho respetiva como também os recursos humanos, presentes no separador RH, portanto, atribuindo as equipas necessárias a cada tarefa contribuindo para o conhecimento total do trabalho desempenhado (Figura 6.11).

Matricula	Categoria do Veículo	Afetação	Combustível	Marca	Estado	Ações
36-SA-56	Ligeiro Passageiros	Colaborador	Diesel	SEAT	Ativo	
62-SC-45	Ligeiro Mercadorias	Serviço	Diesel	MITSUBISHI	Ativo	
91-RQ-78	Ligeiro Mercadorias	Serviço	Diesel	PEUGEOT	Ativo	
AI-51-VV	Ligeiro Mercadorias	Serviço	Diesel	PEUGEOT	Ativo	
AI-58-VV	Ligeiro Mercadorias	Serviço	Diesel	PEUGEOT	Ativo	

Figura 6.11 – Veículos

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

Contudo, o software Aquatools não é fácil de trabalhar tornando-se confuso principalmente na geração de OT's, pois não ficam organizadas como esperado e que dificultam a perceção dos trabalhos a realizar. Por isso, é sugerido a adoção de outro software como por exemplo o Manwinwin que é dos principais utilizados em Portugal na área da manutenção e é conhecido pelo bom desempenho e organização.

7 NORMAS DE MANUTENÇÃO

Seguidamente serão referidas as principais normas portuguesas e europeias na área da manutenção.

Normas são regras, diretrizes ou critérios estabelecidos por organizações, governos ou comités técnicos para definir requisitos e garantir a qualidade, segurança, eficiência ou compatibilidade de produtos, serviços, processos ou sistemas.

As normas são criadas por meio de um processo técnico e de consulta, no qual especialistas, representantes da indústria e usuários finais trabalham em conjunto para estabelecer requisitos e padrões que devem ser seguidos.

As normas são importantes porque fornecem uma base comum para avaliar a qualidade e desempenho de produtos e serviços, bem como garantir a segurança e proteção do usuário final.

Elas também ajudam a promover a inovação e a competitividade, ao permitir que empresas e organizações atendam aos mesmos requisitos e padrões técnicos.

As normas podem ser voluntárias ou obrigatórias, dependendo da sua origem e finalidade.

7.1 NP 4492 (Requisitos para a Prestação de Serviços de Manutenção)

Os requisitos estabelecidos na norma atual especificam como os provedores de serviços de manutenção devem demonstrar sua capacidade de fornecer serviços consistentemente que satisfaçam os requisitos legais e regulamentares aplicáveis, bem como as solicitações do cliente.

Esta norma representa um papel importante no desempenho das empresas, pois permite através da certificação melhorar a organização, dinamizar equipas e ir ao encontro das solicitações dos clientes.

Qualquer tipo de empresa poderá utilizar esta norma, independentemente da sua dimensão ou área de serviço.

A Norma tem os seguintes objetivos:

- Definir os requisitos necessários para que os prestadores de serviços de manutenção disponibilizem aos seus clientes soluções que vão ao encontro das suas necessidades e objetivos, portanto, oferecendo uma garantia de bom comportamento mantendo o ativo operacional e fiável;
- Ser uma referência no que toca à certificação de prestadores de serviços de manutenção e assim, ter credibilidade através do controlo periódico com auditorias realizadas por uma entidade credenciada;

- Ajudar os prestadores de serviços de manutenção, garantido um meio que permita reconhecer os seus trabalhos, distinguindo-os dos seus concorrentes;
- Assegurar que a qualidade dos serviços de manutenção seja uma regra permanente e transparente para o comprador, fomentando o custo do ciclo de vida em vez do custo de aquisição.
- Incrementar o estabelecimento de um mecanismo de autorregulação do próprio mercado, oferecendo o aumento da competência e inovação;

Vantagens da implementação e certificação pela NP 4492:

- Aumento do desempenho da organização e do serviço prestado;
- Distinção no mercado, reconhecimento e diferenciação da concorrência;
- Hipótese de certificação e conseqüente melhoria da credibilidade e imagem da organização;
- Espaço para responder aos novos requisitos contratuais impostos por clientes e exigências de concursos públicos;
- Maior performance interna da aptidão técnica e do conhecimento dos conceitos da atividade de Manutenção;
- Padronização e melhoria dos processos da organização.

(IPQ, NP 4492 (Requisitos para a Prestação de Serviços de Manutenção) , 2010)

7.2 IEC 61703 (Expressões matemáticas para confiabilidade, disponibilidade, capacidade de manutenção e termos de suporte de manutenção)

Conjunto de expressões normalizadas de fiabilidade, disponibilidade e manutibilidade, utilizadas na avaliação do desempenho da função manutenção.

Este padrão é aplicável principalmente à confiabilidade de hardware, mas muitos termos e suas definições podem ser aplicados a itens que contêm software. A segunda edição anula e substitui a primeira edição publicada em 2001.

A nova edição inclui as seguintes alterações técnicas significativas em relação à edição anterior:

- Padrão feito o mais autocontido possível;
- Divisão de itens entre itens e sistemas individuais;

- Generalização dos conceitos de fiabilidade para sistemas constituídos por vários componentes como a introdução da intensidade de falha condicional (taxa de falha de Vesely);
 - Introdução dos modelos de transição de estado e markoviano;
 - Generalização da disponibilidade à disponibilidade de produção;
 - Introdução de curvas para ilustrar os vários conceitos.
- (IEC, 2016)

7.3 NP EN 13306 (terminologia da manutenção)

Norma portuguesa editada que especifica termos genéricos e definições para as áreas técnica, administrativa e de gestão da manutenção.

É um documento básico sobre a forma como se fala, se entende e se pode desenvolver a manutenção, pelo que deve ser referência obrigatória e estar acessível a qualquer participante neste sector.

Não se aplica aos termos usados para a manutenção de aplicações informáticas.

O objetivo desta Norma Europeia é definir os termos genéricos usados para todos os tipos de manutenção e gestão da manutenção.

Como parte do requisito do CEN/TC 319, era necessário produzir vocabulário genérico estruturado e abrangente contendo os principais termos e suas definições.

O papel da manutenção é essencial para a confiabilidade de um artigo, por isso, é preciso haver definições padrão que disponibilizará uma compreensão mais profunda sobre os termos usados.

De acordo com esta norma, constata-se que não se limita só às ações técnicas, como também faz referência a planeamentos e tratamento de documentos.

A norma IEC 60050-191 foi usada como base para a elaboração desta norma, contudo alguns termos foram modificados. Nem todos os termos especificados na IEC 60050-191 estão incluídos nesta Norma Europeia. (IPQ, NP EN 13306 (terminologia da manutenção), 2010)

7.4 NP EN 13269 (Instruções para a preparação de contratos de manutenção)

A procura por serviços de manutenção nacionais ou estrangeiros cresce junto com o desenvolvimento tecnológico e económico.

É fundamental que os contratos de manutenção sejam tratados de forma estruturada e criteriosa.

A Norma tem os seguintes objetivos:

- Facilitar o relacionamento entre o contratante e o fornecedor de serviços e criar entre as duas partes um modelo de importante para os serviços de manutenção;
- Ter um maior cuidado na elaboração dos contratos de manutenção para que os conflitos e alterações sejam minimizados;
- Delimitar os serviços de manutenção e identificar as alternativas para o seu fornecimento;
- Presenciar e aconselhar no desenho, organização e negociação de contratos de manutenção, bem como na criação de regras em caso de conflito;
- Reconhecer tipos de contratos de manutenção e aconselhar na atribuição de direitos e deveres entre as partes do contrato incluindo os riscos inerentes;
- Descomplicar as comparações entre contratos de manutenção. (IPQ, NP EN 13269 (Instruções para a preparação de contratos de manutenção), 2007)

A presente norma não tem como finalidade restringir ambas as partes em nenhum conteúdo, mas ser uma ferramenta disponível para elaborar um contrato de manutenção, em que os conteúdos poderão ser modificados e adaptados. De acordo com a área de trabalho envolvida poderá não ser possível utilizar todas as secções da norma, tendo os contratos de ser adaptados à área de trabalho em questão.

Devem ser respeitadas três etapas quando se utiliza esta Norma:

- 1 – O contratante tem de decidir quais os serviços de manutenção a ser executados internamente e quais serão contratados externamente, ou seja, esclarecer quais serviços serão comprados a um fornecedor e que têm de respeitar o contrato de manutenção.
- 2 – Após decidir qual serviços a ser contratados externamente é necessário nomear os fornecedores adequados para as tarefas de manutenção.
- 3 - Adaptar os contratos de acordo com as tarefas e fornecedores escolhidos, tendo como base a presente norma.

7.5 NP EN 13460 (Documentação para a manutenção)

A manutenção demanda uma quantidade de informação, de forma a incluir diferentes pontos da empresa, assim conseguindo obedecer aos objetivos propostos e atingindo os resultados pretendidos.

Para atingir os objetivos da presente Norma, é preciso ter em conta as diversas estruturas organizacionais das empresas relativamente às suas funções e departamentos face às suas necessidades únicas (cultura, mercado, meios, recursos humanos, etc.). Como resultado, a forma como as informações são organizadas

altera de uma empresa para outra. Por esta razão, a Norma atual é dividida em duas partes: uma parte normativa e uma parte com anexos informativos.

A componente normativa refere-se à fase inicial do ciclo de vida de um bem sujeito a manutenção, designada por fase preparatória, esta fase refere-se à lista de documentos necessários à manutenção. Sendo esta Norma adaptável dependendo do acordo entre o utilizador e o fornecedor, faz com que seja possível eliminar ou substituir parcial ou totalmente o qualquer documento.

A presente Norma tem como objetivo e campo de aplicação:

- A documentação técnica que deverá ser apresentada com um bem, o mais tardar, antes de este ser colocado em serviço, assim facilitando e apoiando na sua manutenção;
- A informação/documentação a ser criada e organizada durante a fase operacional do bem, assim facilitando e apoiando na sua manutenção;

Tem como finalidade ser orientada aos projetistas, fabricantes, escritores técnicos e fornecedores de documentação;

Esta Norma poderá não ser adequada para a documentação da manutenção de software. (IPQ, NP EN 13460 (Documentação para a manutenção), 2009)

7.6 NP EN 15341 (Indicadores de desempenho da manutenção - KPI)

A presente norma especifica quais os indicadores de desempenho de manutenção a ser utilizados, para ajudar na gestão, para obtenção de um elevado grau de desempenho na manutenção e no uso competitivo de ativos imobilizados. Quase todos os indicadores poderão ser utilizados em todas as instalações industriais e serviços.

Estes indicadores deverão ser empregues para:

- Medir o estado;
- Estabelecer comparações;
- Diagnosticar (análise de pontos fortes e fracos);
- Identificar objetivos e definir metas a alcançar;
- Planear ações de melhoria;
- Medir continuamente os resultados das modificações ao longo do tempo.

Os indicadores de desempenho, também conhecidos como KPIs (Key Performance Indicators), são métricas que escolhemos para avaliar a desempenho de uma determinada ação.

A norma NP EN 15341, 2009 diz que o desempenho da manutenção depende de fatores, externos e internos. É conseguido pela implementação da manutenção corretiva, preventiva e de melhoria, usando mão-de-obra, informação, materiais, metodologias de organização, ferramentas e técnicas de execução (Figura 7.1). (IPQ, NP EN 15341 (Indicadores de desempenho da manutenção - KPI), 2009)

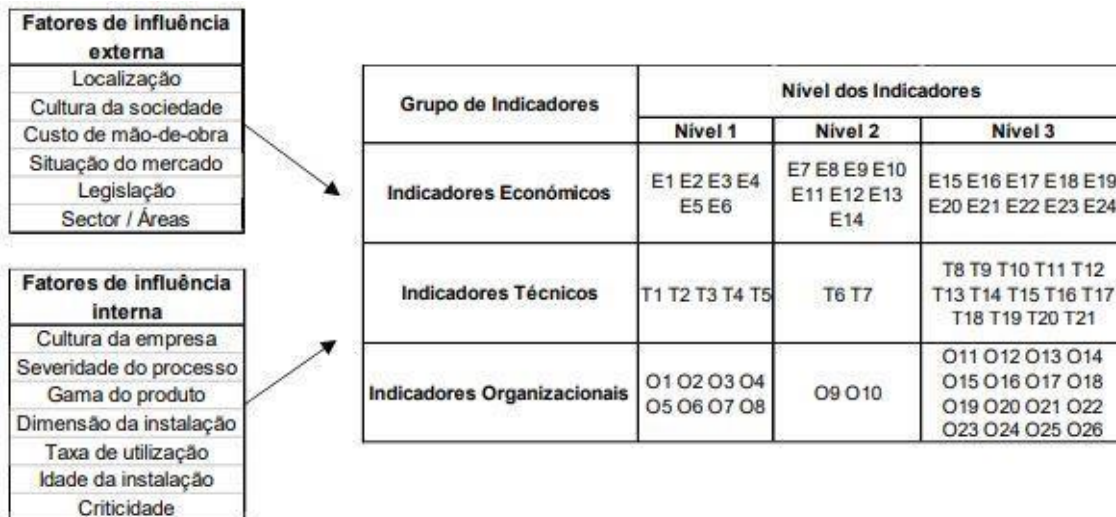


Figura 7.1 - Fatores de influência e indicadores na manutenção. (IPQ, NP EN 15341 (Indicadores de desempenho da manutenção - KPI), 2009)

Apesar de ter uma relação direta com os objetivos que a empresa está tentando alcançar, os KPIs não são objetivos. Um indicador de desempenho é uma métrica usada para quantificar a eficácia de uma atividade de manutenção específica.

Os indicadores de desempenho são muito importantes para quem faz a gestão da manutenção, conseguindo analisar o trabalho e equipamentos de forma precisa e com garantia do trabalho que está a ser executado.

Para gestão da manutenção, um dos indicadores mais importantes é o MTBF, ou tempo médio entre falhas. É utilizado para medir o total de tempo que um equipamento reparável funciona bem entre falhas para assim perceber se o equipamento é confiável.

Após determinar o tempo médio entre uma falha e outra, conseguimos determinar com que frequência devemos realizar as atividades de manutenção preventiva. Quanto maior o MTBF, melhor porque o equipamento durará mais antes de falhar, logo terá uma frequência menor de falhas (Figura 7.2).



Figura 7.2 – MTBF. (Lameirinhas, s.d.)

Outro indicador importante é o MTTR, refere-se à facilidade com que um equipamento é reparado para que ele possa retomar as suas funções após paragem devido à falha de um equipamento, portanto o MTTR refere-se ao tempo médio de reparação (Figura 7.3).

O MTTR é o oposto do MTBF, porque quanto menor o MTTR melhor.

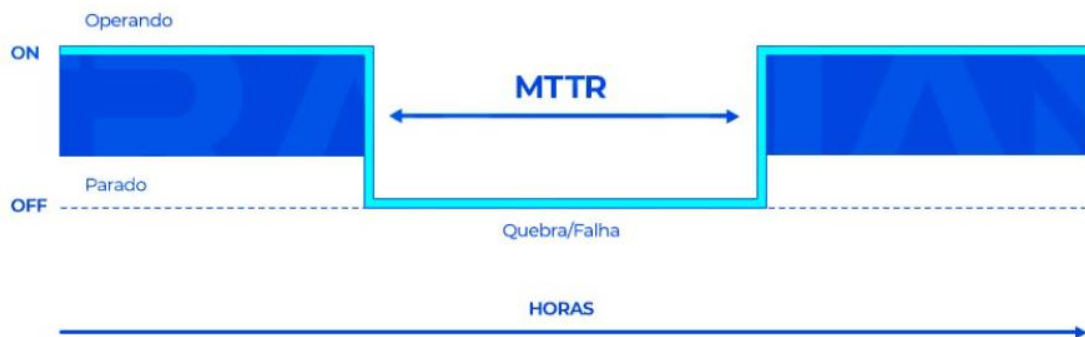


Figura 7.3 - MTTR. (Lameirinhas, s.d.)

Com os cálculos do MTBF e o MTTR é possível calcular a disponibilidade que é a capacidade de um equipamento estar em condições de executar o seu trabalho em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado.

De seguida serão apresentados os indicadores de desempenho selecionados para utilização na ETAR. Foram utilizados dois dos principais indicadores de manutenção técnicos, sendo eles o tempo médio entre falhas, ou Mean Time Between Failures (MTBF), e o tempo médio para reparações, ou Mean Time To Repair (MTTR), calculados através das equações (1) e (2).

$$MTBF = \frac{\text{Tempo Total de Funcionamento}}{\text{Número Total de Avarias}} \quad (1)$$

$$MTTR = \frac{\text{Tempo Total de Reparações}}{\text{Número Total de Avarias}} \quad (2)$$

Depois do cálculo dos indicadores (1) e (2), é possível fazer o cálculo da disponibilidade do equipamento (3), que indica a percentagem de tempo em que cada equipamento está disponível para operar. Utilizando a seguinte equação: (Lameirinhas, s.d.)

$$\text{Disponibilidade} = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} * 100 \quad (3)$$

Estas equações foram aplicadas às quatro grades mecânicas presentes na ETAR designadas de GM01, GM02, MG03 e GM04, com um intervalo de tempo de 2 anos, ou seja, desde 2021 até ao início do ano de 2023.

Os cálculos iniciaram-se pela aquisição das horas totais de funcionamento dos equipamentos, presentes na ficha do equipamento no software Aquatools, às quais se subtraiu as horas registadas no início do ano de 2021, obtendo assim o tempo total que cada equipamento esteve operacional dentro do período desejado.

Seguidamente, realizou-se um levantamento de todas as OT's de manutenção corretiva no intervalo de tempo desejado, nas quais se verificou o tempo de cada reparação, obtendo assim o tempo total de reparações como também o número total de avarias durante os 2 anos.

Na seguinte tabela temos os valores das horas totais de funcionamento e de reparação bem como o número de avarias. Com estes valores, utilizou-se as equações (1) e (2), obtendo-se assim os valores do Tempo Médio entre Falhas (MTBF) e do Tempo Médio para Reparações (MTTR), que serão utilizados no cálculo da disponibilidade (3) (Tabela 7.1).

Tabela 7.1 – Cálculos dos indicadores de desempenho

	GM01	GM02	GM03	GM04
T.T.Funcionamento [h]	3072.17	1315.34	1378.90	1803.04
T.T Reparacões [h]	2	1.5	3	3
Nº Avarias [h]	2	2	4	3
MTBF [h]	1536.09	657.67	344.73	601.01
MTTR [h]	1	0.75	0.75	1
Disponibilidade [%]	99.93	99.89	99.78	99.83

Os valores elevados de disponibilidade justificam-se com o facto de o estudo ter sido efetuado em equipamentos vitais para a empresa, pois são essenciais para o tratamento das águas residuais, logo foram reparados o mais rápido possível.

8 RELATÓRIOS DA ETAR DA PONTA DO SOL

A ETAR da Ponta do Sol é uma estação de pequenas dimensões situada no concelho da Ponta do Sol na zona oeste da ilha e quem está a explorar é a Luságua. Portanto, na necessidade de fazer relatórios mensais de esta estação realizou-se os mesmos de modo à empresa estar mais próxima do funcionamento da estação e dos equipamentos conseguindo responder mais prontamente a algum obstáculo ou mau funcionamento de algum sistema.

Nestes relatórios apresentam-se as tarefas desenvolvidas durante a fase de exploração tendo como objetivo a otimização dos processos unitários que constituem o sistema de tratamento:

- Controlo analítico, com análise mensal ao afluente e efluente da ETAR da Ponta do Sol;
- Controlo processual, com operação contínua das instalações afetas;
- Manutenção preventiva em todas as instalações;
- Recolha e encaminhamento dos subprodutos;

Apresentam-se os resultados das análises efetuadas, bem como as ações desenvolvidas ao longo do período em análise, ao nível da manutenção e conservação dos diferentes órgãos de tratamento, equipamento eletromecânico e instalações de apoio.

Estes resultados dizem respeito ao mês de fevereiro de 2022.

8.1 Caudais

Na seguinte tabela correspondente aos caudais do mês de fevereiro de 2022 é possível observar o caudal médio mensal, o caudal médio diário, o caudal máximo diário e o caudal mínimo diário (Tabela 8.1).

Tabela 8.1 - Resultados estatísticos de caudal afluente à ETAR da Ponta do Sol

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

ETAR DA PONTA DO SOL			
CAUDAL MENSAL AFLUENTE (m ³ /mês)	CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m ³ /dia)	CAUDAL MÁXIMO DIÁRIO (m ³ / dia)	CAUDAL MÍNIMO DIÁRIO (m ³ / dia)
17.887,27	638,83	1 143,23	92,19

Ao analisar a evolução diária de caudal afluente, comparando com o valor médio diário, resultou o seguinte gráfico (Figura 8.1):

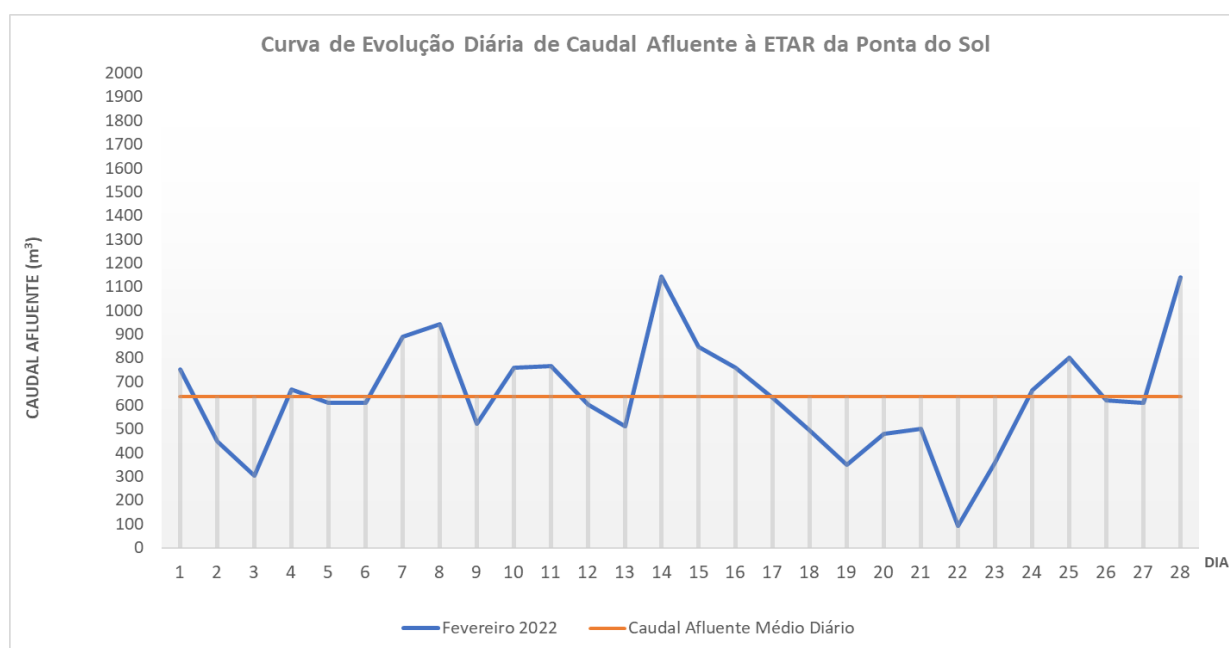


Figura 8.1 - Curva de evolução diária de caudal afluente à ETAR da Ponta do Sol em fevereiro 2022

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

8.2 Estações Elevatórias

Durante o mês de fevereiro de 2022 verificou-se, através dos registos diários de horas de funcionamento dos grupos eletrobombas das Estações Elevatórias de

Águas Residuais (EEAR) e da cubicagem destes. O resultado estimado de caudal bombeado apresenta-se na tabela seguinte (Tabela 8.2):

Tabela 8.2 – Estimativa de caudal bombeado

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

Estação Elevatória de Águas Residuais	Estimativa de Caudal Bombeado (m³/mês)	Estimativa de Caudal Bombeado (m³/dia)
EEAR Praia	111	3,96
EEAR Hotel	2.063,10	73,68
EEAR Lugar de Baixo	294,89	10,53

8.3 Controlo analítico

Foram realizadas as análises laboratoriais mensais ao afluente e efluente da ETAR da Ponta do Sol. Para tal recorreu-se ao laboratório da ETAR de Ossela, da Luságua (Tabela 8.3).

O CQO é um parâmetro crucial nas questões de tratamento e sanitização da água, representando a quantidade de oxigénio útil para despoluir uma água proveniente de cidades ou grandes residências urbanas, de pântanos, de esgoto ou de piscinas públicas. Essas informações devem ser usadas para melhorar a monitorização do desempenho da purificação da água.

Este critério crucial fornece uma perceção instantânea da eficácia do tratamento e purificação da água. O CQO serve de parâmetro para estabelecer tarifas e aprovar uma instalação para lançar suas águas no ambiente natural.

O oxigénio que foi dissolvido na água é usado por materiais orgânicos à medida que se degradam. Se forem muitos, podem causar uma ingestão excessiva de oxigénio e causar a asfixia nos organismos aquáticos, necessitando de uma ação posterior para purificar as águas residuais. O grau de poluição exprime-se então como carência bioquímica de oxigénio em 5 dias (CBO5) e carência química de oxigénio (CQO). O CBO5 mede a quantidade de oxigénio consumida ao longo de cinco dias a 20°C por microrganismos aquáticos vivos.

O CQO inclui todos os recursos suscetíveis de consumir oxigénio na água, como sais minerais e compostos orgânicos. (Air Liquide, s.d.)

Em geral, o CQO representa a totalidade dos materiais oxidáveis, enquanto o CBO5 representa uma parte dos materiais orgânicos biodegradáveis. A diferença entre CQO e CBO5 indica que há pouco ou nenhum material orgânico biodegradável.

A média da razão CBO5/CQO à entrada é de 0,40 o que indica que o afluente é maioritariamente esgoto doméstico.

O que corresponde a uma população equivalente de 1.192 habitantes equivalentes.

O termo habitante equivalente é o mais utilizado, mundialmente, para descrever o tamanho das estações de tratamento de esgoto, principalmente as de modelo compactas. É utilizado para determinar a população equivalente a uma determinada carga industrial.

Tabela 8.3 - Resultados das análises mensais da ETAR da Ponta do Sol

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

PARÂMETROS ANALÍTICOS MENSAS	AFLUENTE	EFLUENTE
pH Esc. Sorensen	6,10	6,50
CBO5 (mg/L)	112,00	44,00
CQO (mg/L)	279,00	133,00
SST (mg/L)	106,00	31,00
O&G (mg/L)	1,58	13,20
Azoto Total (mg/L)	30,70	28,90
Fósforo Total	4,03	3,76

Apresentam-se, na tabela seguinte os resultados de eficiência de remoção dos contaminantes analisados no afluente e efluente da ETAR da Ponta do Sol (Tabela 8.4).

Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR

Tabela 8.4 - Eficiência de remoção de carga poluente na ETAR da Ponta do Sol

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

PARÂMETROS ANALÍTICOS	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO
CBO5	60,71%
CQO	52,33%
SST	70,75%
O&G	25,39%
Azoto Total	5,86%
Fósforo Total	6,70%

8.4 Energia

Através do registo diário do consumo de energia na ETAR da Ponta do Sol, verificou-se um consumo total de energia de 493,00 kWh no mês de fevereiro, ou seja, um valor médio diário de 17,61 kWh, e consumo específico mensal médio de 0,03 kWh/m³ que se apresentam na tabela seguinte (Tabela 8.5):

Tabela 8.5 - Resultados estatísticos de consumo de energia

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

ETAR DA PONTA DO SOL				
CONSUMO ENERGIA TOTAL (kWh/mês)	CONSUMO ENERGIA MÉDIO DIÁRIO (kWh/dia)	CONSUMO ENERGIA MÁXIMO DIÁRIO (kWh/dia)	CONSUMO ENERGIA MÍNIMO DIÁRIO (kWh/dia)	CONSUMO ESPECÍFICO MÉDIO DIÁRIO (kWh/m)
493,00	17,61	35,00	7,00	0,03

Apresenta-se, na tabela seguinte, os consumos de energia, decorrentes da exploração (Tabela 8.6):

Tabela 8.6 - Consumos de energia nas instalações em fevereiro 2022

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

Instalações	Consumo de Energia Elétrica Total (kWh/mês)	Consumo de Energia Elétrica Média Diária (kWh/dia)
EEAR DA PRAIA	N/A	N/A
EEAR DO HOTEL	730,00	26,07
EEAR DO LUGAR DE BAIXO	120,00	4,29

8.5 Água

Através do registo diário do consumo de água na ETAR da Ponta do Sol determinaram-se os valores estatísticos de consumo, que se apresentam na tabela seguinte (Tabela 8.7):

Tabela 8.7 - Consumos de água nas instalações em fevereiro 2022

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

CONSUMO TOTAL DE ÁGUA (m ³ /mês)	CONSUMO ÁGUA MÉDIO DIÁRIO (m ³ /dia)
65,00	2,32

8.6 Produção de subprodutos

Através do registo diário da produção de resíduos na ETAR da Ponta do Sol, cujo valores estimados por tipo de resíduo apresentam-se na tabela seguinte (Tabela 8.8):

Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR

Tabela 8.8 - Estimativa de produção de resíduos na ETAR da Ponta do Sol

Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. (ETAR do Funchal)

PRODUÇÃO DE GRADADOS (kg/mês)	PRODUÇÃO DE AREIAS (kg/dia)
560,00	54,29

8.7 Manutenção Preventiva

No mês de fevereiro foram realizadas as ações de manutenção preventiva mensal em todas as instalações, de acordo com o Plano de Manutenção Preventiva.

8.8 Manutenção Corretiva

Nada a assinalar. (Luságua Serviços Ambientais, 2022)

9 MELHORIAS

A ETAR do Funchal apresenta alguns problemas, que devem ser solucionados o mais rápido possível uma vez que acarreta trabalhos monótonos para os funcionários e com custos para a empresa.

9.1 Depósito de gorduras

Um dos problemas é o grande depósito de gorduras superficiais formando uma espécie de crosta com cerca de 15 cm, localizado na zona do desarenador, zona esta que tem um raspador no fundo que faz a raspagem das areias para um poço denominado poço das areias. Estas gorduras são limpas normalmente semanalmente ou de 15 em 15 dias dependendo da altura da crosta, o que acarreta trabalhos demorados e que sujam o pavimento.

Uma solução para este problema seria a colocação de um raspador de superfície que faria a raspagem das gorduras para uma determinada zona e posteriormente a sua retirada por meio de uma bomba, algo que é utilizado em outras ETAR'S.

9.2 Tamisadores

Os tamisadores presentes na ETAR, que têm aproximadamente 2 anos, não são os mais adequados para o caudal existente nem para a quantidade de resíduos que operam porque transbordam água residual com muita frequência mesmo com um sistema de lavagem automático quase constante, algo que não se passava com os antigos tamisadores com cerca de trinta anos de trabalho. Portanto, quando transbordam, alguns resíduos, vão para o poço e de seguida são bombados pelo emissário submarino levando à contaminação do oceano, mas como existe uma acumulação prolongada poderá haver a necessidade de limpeza do poço. Também existe corrosão na malha dos equipamentos e já houve necessidade de fazer soldaduras no equipamento mostrando que o seu material, que neste caso é aço inoxidável, não é de grande qualidade ou deveria ter um tratamento superficial porque uma ETAR é um ambiente muito agressivo pelas horas de trabalho e pelos gases existentes.

A solução é a colocação de tamisadores adequados ao serviço com um tipo de malha mais favorável ao serviço, com garantias de maior robustez do equipamento e com um funcionamento mais aprimorado por exemplo com menor velocidade de trabalho facilitando a limpeza do jato de limpeza automático, para isso seria aconselhado falar com os administradores e gerentes da empresa Luságua para ter conhecimento de quais as marcas e modelos deste equipamento que têm obtido melhores resultados nas várias ETAR'S presentes no país e se possível fazer uma comparação com alguma ETAR com características semelhantes à do Funchal,

porque quando foram comprados os atuais tamisadores não ocorreu a discussão com a Luságua, que é uma empresa com várias concessões de ETAR'S em Portugal.

9.3 Estações Elevatórias

Em algumas estações elevatórias existe a necessidade de troca de bombas por outras com maior poder de bombagem e/ou aumento de volume dos poços, mas como são várias as instalações, este procedimento tem ocorrido devagar apostando primeiro nas estações mais críticas.

Algumas estações necessitam de uma reparação mais aprofundada de maneira a deixar de ter odores indesejados na via pública apostando por exemplo no DIP System, mencionado anteriormente, este sistema foi instalado em uma estação mais necessitada pois situa-se em uma zona com passagem regular de pessoas, com uma paragem de autocarros próxima e com uma entrada para um lar de idosos, sendo o problema dos odores resolvido e as manutenções preventivas facilitadas.

10 CONCLUSÕES

A realização do estágio curricular possibilitou-me a consolidação dos conhecimentos adquiridos durante a Licenciatura e o Mestrado. No decorrer dos vários meses de estágio foi possível acompanhar várias manutenções a diferentes equipamentos como também gerir e organizar as tarefas necessárias, fazer identificação e caracterização dos equipamentos para posterior codificação no software de manutenção da empresa, alterar as metodologias de manutenção utilizadas para ir de encontro ao manual de fabricante. Permitiu-me ainda apresentar propostas de melhoria ao nível de engenharia, organização e gestão da manutenção.

Este estágio teve um balanço positivo, onde foi possível aprofundar os conceitos adquiridos na formação académica, permitiu ganhar capacidades de trabalho em equipa e liderança, bem como aprofundar conhecimentos na área da gestão da manutenção.

O espírito de equipa foi muito importante na minha integração e desenvolvimento na empresa.

Fiquei a conhecer a dificuldade de estar responsável por uma grande infraestrutura vital para o bem-estar, segurança e higiene da população, onde um mínimo erro pode levar a grandes perturbações na prestação de um serviço público, assim aprendendo a lidar com adversidades, aumentando a independência e saindo da zona de conforto.

Um aspeto importante foi acompanhar as várias estações elevatórias distribuídas pela cidade e perceber que cada uma tinha as suas características próprias, onde havia diferentes formas de fazer a mesma função, como também acompanhar obras de requalificação e melhoramento de várias estações elevatórias e assim perceber melhor todo o funcionamento dos sistemas. Na ETAR demonstrei os meus pontos de vista nas novas atividades a desenvolver, nas melhorias realizadas e também nas melhorias futuras, pois a estação apesar de ter sido remodelada há pouco tempo, ainda existe a necessidade de melhorar alguns processos e renovar alguns equipamentos.

No futuro seria interessante a empresa substituir o software Aquatools por exemplo pelo Manwinwin, de forma a usufruir de novas funcionalidades móveis do mesmo, obter mais informação detalhada de forma imediata, bem como reduzir o consumo de papel.

O estágio foi imprescindível para o desenvolvimento de capacidades a nível profissional e pessoal. De uma forma geral os objetivos propostos para o estágio foram alcançados, mas ainda há muito a aprender nesta área de tratamento de águas residuais onde é preciso sempre caminhar no sentido de otimizar processos e desenvolver práticas cada vez mais ecológicas.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Air Liquide*. (s.d.). Obtido de <https://pt.airliquide.com/solucoes/tratamento-aguas/o-que-e-cqo-tratamento-de-aguas-residuais>
- Aquapor*. (s.d.). Obtido de www.aquaporservicos.pt
- Bruel & Kjaer*. (s.d.). Obtido de <https://www.bksv.com/pt/instruments/handheld/sound-level-meters/2270-series/type-2270-s>
- Bruel & Kjaer*. (s.d.). Obtido de <https://www.bksv.com/pt/knowledge/blog/sound/what-is-a-sound-level-meter>
- Dibitec*. (s.d.). Obtido de <https://www.dibitec.pt/sistema-de-bombagem-em-linha-2/>
- Geonatura*. (s.d.). Obtido de <https://www.geonatura.pt/blog/saiba-mais-sobre-o-tratamento-de-aguas-nas-etars-4490/>
- IEC. (agosto de 2016). IEC 61703 (Expressões matemáticas para confiabilidade, disponibilidade, capacidade de manutenção e termos de suporte de manutenção).
- IPQ. (janeiro de 2007). NP EN 13269 (Instruções para a preparação de contratos de manutenção).
- IPQ. (outubro de 2009). NP EN 13460 (Documentação para a manutenção).
- IPQ. (novembro de 2009). NP EN 15341 (Indicadores de desempenho da manutenção - KPI).
- IPQ. (maio de 2010). NP 4492 (Requisitos para a Prestação de Serviços de Manutenção).
- IPQ. (agosto de 2010). NP EN 13306 (terminologia da manutenção).
- Lameirinhas, G. (s.d.). *Tractian*. Obtido de <https://traction.com/blog/indicadores-de-manutencao>
- Luságua*. (s.d.). Obtido de <https://www.lusagua.pt/>
- Luságua Serviços Ambientais, S. (2022). *Relatório mensal de fevereiro da ETAR da Ponta do Sol*. Funchal.
- Manteigas, M. (s.d.). Controlo de Odores em Estações de Tratamento de Águas Residuais Tecnologias e Exemplos de Aplicação.
- Megaclima*. (s.d.). Obtido de <https://www.megaclima.pt/tabela-de-decibeis/>
- Oliveira, G. (23 de setembro de 2021). Deteções de falhas mecânicas em máquinas rotativas através da técnica de análise de vibração.
- SimDouro*. (s.d.). Obtido de <https://www.simdouro.pt/dados.php?ref=tratamento-aguas-residuais>
- Team, I. (9 de dezembro de 2022). *Infraspeak*. Obtido de <https://blog.infraspeak.com/pt-pt/manutencao-preventiva/>

Team, I. (6 de fevereiro de 2022). *Infraspeak*. Obtido de <https://blog.infraspeak.com/pt-pt/manutencao-corretiva/>

Totvs, E. (15 de março de 2021). *Totvs*. Obtido de <https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/manutencao-preditiva/>

12 ANEXOS

Anexo I – Características e manuais dos equipamentos



[1] Potentiometer

Potentiometer setting

Information Due to the ratio of the reduction gearing, the complete resistance range/stroke is not always covered. Therefore, external adjustment (setting potentiometer) must be provided.

1. Move valve to end position CLOSED.
2. Turn potentiometer [1] clockwise to the stop.
 - End position CLOSED corresponds to 0 %
 - End position OPEN corresponds to 100 %
3. Turn potentiometer [1] slightly in opposite direction.
4. Perform fine-tuning of the zero point at external setting potentiometer (for remote indication).

Electronic position transmitter RWG

— Option —

The electronic position transmitter RWG records the valve position. On the basis of the actual position value measured by the potentiometer (travel sensor), it generates a current signal between 0 – 20 mA or 4 – 20 mA.

Technical data

Table 13: RWG 4020

Data	3-wire or 4-wire system	2-wire system
Output current I_s	0 – 20 mA, 4 – 20 mA	4 – 20 mA
Power supply U_V ¹⁾	24 V DC (18 – 32 V)	14 V DC + (I x R _B), max. 30 V
Max. current consumption	24 mA at 20 mA output current	20 mA
Max. load R _B	600 Ω	(U _V – 14 V)/20 mA
Impact of power supply	0.1 %/V	0.1 %/V
Load influence	0.1 %/(0 – 600 Ω)	0.1 %/100 Ω
Temperature impact	< 0.3 %/K	
Ambient temperature ²⁾	–60 °C to +80 °C	
Transmitter potentiometer	5 kΩ	

1) Power supply possible via: AC, AM controls or external power supply
 2) Depending on temperature range of the actuator: Refer to name plate

S pumps, ranges 72-74-78

S2, S3, S4, ST
55-520 kW

Installation and operating instructions



SL1 and SLV pumps

1.1 - 11 kW, 50 Hz

Installation and operating instructions



Installation and operating instructions in other languages for 50 Hz

net.grundfos.com/qri/i/96771279

4. Identificación

4.1 Placa de características

La placa de características contiene los datos de funcionamiento y las homologaciones correspondientes a la bomba. La placa de características se encuentra instalada en el lateral de la carcasa del motor, junto a la entrada de cable.

Coloque la placa de características adicional suministrada con la bomba en el extremo del cable del compartimento de control.

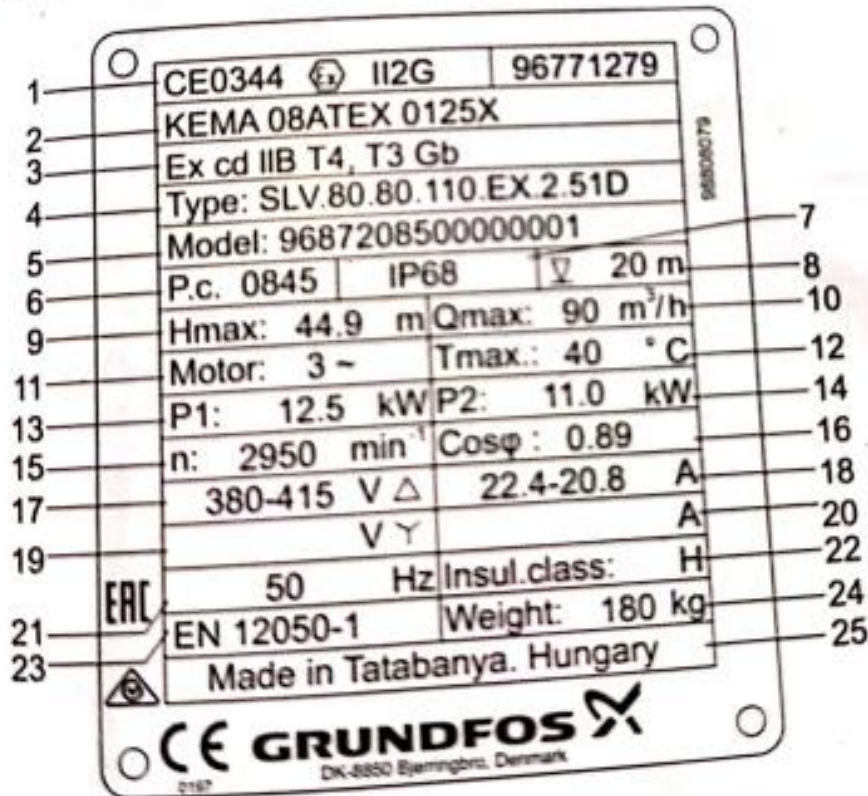


Fig. 3 Placa de características

TM04 3297 0716



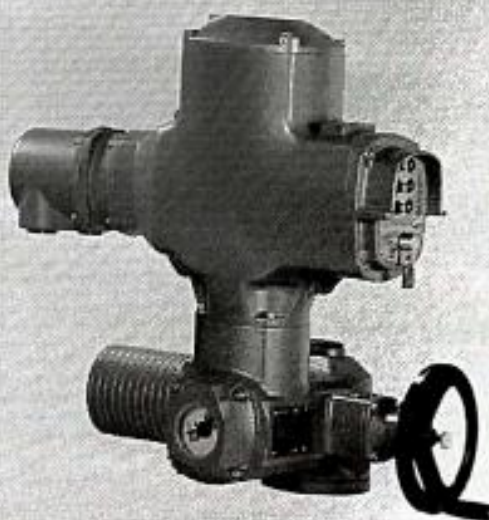
Multi-turn actuators

SAEx 07.2 – SAEx 16.2

SAREx 07.2 – SAREx 16.2

with actuator controls

AUMA MATIC AMExC 01.1



CRE, CRIE, CRNE, SPKE, MTRE, CME MGE 71-160

Safety instructions and other important information



Installation and operating instructions



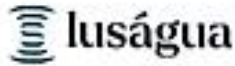
CRE, CRIE, CRNE, SPKE, MTRE, CME
<http://net.grundfos.com/qri/v98358864>



MGE
<http://net.grundfos.com/qri/i96246988>



Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR



MANUTENÇÃO PREVENTIVA - ETAR FUNCHAL (ZONA 3)

CLIENTE: Luságua - ETAR DO FUNCHAL
 Períod.: MENSAL

Ch
 2023

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 3
EQUIPAM.: COMPORTAS (CP61-11)		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Inspeção visual e limpeza geral do equipamento	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificação dos apertos	<input type="checkbox"/>	_____

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 2
EQUIPAM.: CLASSIFICADOR DE AREIAS		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Verificar se não há fugas de óleo no redutor	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar se a saída está livre de resíduos sólidos	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar o aperto dos parafusos	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza geral do equipamento	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza e verificação do correto funcionamento da botoneira	<input type="checkbox"/>	_____

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 1
EQUIPAM.: DESARENADOR DE AREIAS		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Verificar o nível de óleo	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza externa da caixa de engrenagens	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza e verificação do correto funcionamento da botoneira	<input type="checkbox"/>	_____

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 1
EQUIPAM.: BOMBA DE AREIAS		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Verificação da existência de ruído e vibrações	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza e verificação de funcionamento das válvulas	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza e verificação do correto funcionamento da botoneira	<input type="checkbox"/>	_____

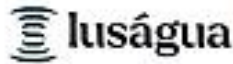
Observações:

Data:

Duração:

O(s) Operador(es):

O Responsável:



MANUTENÇÃO PREVENTIVA - ETAR FUNCHAL (ZONA 4)

CLIENTE:	Luságua - ETAR DO FUNCHAL	<i>21</i>
Período:	MENSAL	2023

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 4
EQUIPAM.: PARAFUSOS TRANSPORTADORES (PT81 A PT84)		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Verificar o desgaste do revestimento interno	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar o nível de ruído e temperatura do grupo motriz	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar a cor do indicador de temperatura termossensível	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza geral do equipamento (parafuso, motor e redutor)	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza e verificação do correto funcionamento da botoneira	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar o nível do óleo	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar a existência de fugas de lubrificante	<input type="checkbox"/>	_____

Observações:

Data:

Duração:

O(s) Operador(es):

O Responsável:

Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR



MANUTENÇÃO PREVENTIVA - ETAR FUNCHAL (ZONA 5)

CLIENTE: Luságua - ETAR DO FUNCHAL
 Period.: MENSAL

OK
 2023

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 11
EQUIPAM.: VARETAS DE NÍVEL		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Limpar os eléctrodos	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar fixação	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpar barra de suporte das varetas (VN01, VN02, VN03, VN04)	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar o correto funcionamento do equipamento (testar alarme)	<input type="checkbox"/>	_____

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 9
EQUIPAM.: MEDIDOR DE NÍVEL ULTRASSÓNICO		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Limpar sonda	<input type="checkbox"/>	_____

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 3
EQUIPAM.: DIFERENCIAS DE CABO		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Limpeza geral do equipamento	<input type="checkbox"/>	_____

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 1
EQUIPAM.: BOMBA DE ESCORRÊNCIAS		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Inspeção e limpeza geral	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza e verificação do correto funcionamento da botoneira	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificação da existência de ruído e vibrações	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza e verificação de funcionamento das válvulas e boias	<input type="checkbox"/>	_____

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 6
EQUIPAM.: TUBOS E VÁLVULAS EMISSÁRIO		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Inspeção da tubagem e válvulas, limpeza de estruturas, remoção de teias de aranha	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza e verificação do correto funcionamento da botoneira	<input type="checkbox"/>	_____
• Realizar ensaio funcional	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificação da existência de ruído e vibrações na abertura e fecho	<input type="checkbox"/>	_____



MANUTENÇÃO PREVENTIVA - ETAR FUNCHAL (ZONA 6)

CLIENTE: Luságua - ETAR DO FUNCHAL
 Period.: MENSAL

dy
 2023

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 7
EQUIPAM.: PARAFUSOS TRANSPORTADORES (PT05 A PT07)		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Verificar o desgaste do revestimento interno	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar o nível de ruído e temperatura do grupo matriz	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar a cor do indicador de temperatura termossensível	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar o fecho correto das tampas de lubrificante	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza geral do equipamento (parafuso, motor e redutor)	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza e verificação do correto funcionamento da botoneira	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar o nível do óleo	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar a existência de fugas de lubrificante	<input type="checkbox"/>	_____

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 1
EQUIPAM.: GRUPO HIDROPRESSOR		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Manter o equipamento limpo e seco	<input type="checkbox"/>	_____
• Manter as alhetas de refrigeração do motor e as pás de ventilação limpas	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza externa do depósito	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar a pressão de pré-carga (sem água no depósito), de forma a detetar fugas	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza e verificação de funcionamento das válvulas e bolas associadas a este equipamento	<input type="checkbox"/>	_____

Observações:

Data:

Duração:

O(s) Operador(es):

O Responsável:

Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR



MANUTENÇÃO PREVENTIVA - ETAR FUNCHAL (ZONA 7)

CLIENTE: Luságua - ETAR DO FUNCHAL
 Períod.: MENSAL

[Handwritten Signature]
 2023

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 7
EQUIPAM.: QUADRO ELÉTRICO		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Verificar o estado geral de conservação e funcionamento	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza geral do quadro	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza dos filtros	<input type="checkbox"/>	_____

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 1
EQUIPAM.: GERADOR DE EMERGÊNCIA		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Inspeção e limpeza geral da estrutura	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar a existência de ruído e vibrações, em funcionamento	<input type="checkbox"/>	_____

Observações:

Quadro Entrada - QUADRO 0.1	<input type="checkbox"/>	_____
Quadro AVAC (Sala de Comando)	<input type="checkbox"/>	_____
Quadro Balneários (Antigos) - QUADRO 1.2	<input type="checkbox"/>	_____
Quadro Desenfumagem (Sala de Comando)	<input type="checkbox"/>	_____
Quadro Oficina (Novos Balneários) QUADRO 1.1	<input type="checkbox"/>	_____
Quadro Laboratório (Sala de Visitas)	<input type="checkbox"/>	_____
Quadro Gerador - QUADRO 0.2	<input type="checkbox"/>	_____

Data:

Duração:

O(s) Operador(es):

O Responsável:



MANUTENÇÃO PREVENTIVA - ETAR FUNCHAL (ZONA 8)		
CLIENTE:	Luságua - ETAR DO FUNCHAL	<i>OLP</i>
Period.:	MENSAL	2023

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 2
EQUIPAM.: VENTILADORES DE INSUFLAÇÃO		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Limpeza de toda a estrutura do ventilador	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza e verificação do correto funcionamento da botoneira	<input type="checkbox"/>	_____

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 2
EQUIPAM.: VENTILADORES CENTRÍFUGOS		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Limpeza de toda a estrutura do ventilador	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificação do estado das correias	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza e verificação do correto funcionamento da botoneira	<input type="checkbox"/>	_____

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 4
EQUIPAM.: AR CONDICIONADO		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Limpeza de toda a estrutura de ar condicionado	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza dos filtros (com água contra corrente e sem produtos químicos)	<input type="checkbox"/>	_____

DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 3
EQUIPAM.: AR NOVO		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Limpeza da estrutura externa do ventiladores	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza das tubagens de ar novo (azuis)	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza do filtro (a seco) e verificação do estado de conservação	<input type="checkbox"/>	_____

Observações:


Data:

Duração:

O(s) Operador(es):

O Responsável:

Manutenção de Equipamentos do Âmbito de uma ETAR

	MANUTENÇÃO PREVENTIVA - ETAR FUNCHAL (TAMISADOR 2)	
	CLIENTE: Luságua - ETAR DO FUNCHAL Período: MENSAL	06 2023
DADOS DO EQUIPAMENTO		QUANT. 1
EQUIPAM.: TAMISADORES (THER)		DURAÇÃO:
Verificação / Inspeção		√ = Efectuado ; X = Não aplicável
• Limpeza externa do equipamento	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar fugas de óleo no redutor	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar a eficiência do sistema de lavagem	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar se o comando local da eletroválvula está fechado	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza da zona da corrente e escova de lubrificação	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar aperto dos parafusos	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza externa do grupo motriz (motor/redutor)	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza e verificação do correto funcionamento da botoneira	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar o cartucho de óleo	<input type="checkbox"/>	_____
• Bombear massa lubrificante nas rodas de suporte	<input type="checkbox"/>	_____
• Verificar se as rodas de suporte estão em contacto com o tambor	<input type="checkbox"/>	_____
• Limpeza da caixa antecedente ao Tamisador	<input type="checkbox"/>	_____
Observações:		

Data:

Duração:

O(s) Operador(es):

O Responsável: