

IPV - ESTGV |



Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu

Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu



[Aos meus pais, aos meus avós e ao Carlos.]

RESUMO

O presente relatório surge da realização de um Estágio Curricular realizado na empresa Huf Portuguesa Lda., localizada na Zona Industrial da Adiça – Tondela, no âmbito do Mestrado de Tecnologias Ambientais da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu.

Pretendeu-se com o presente estágio encontrar vias para diagnosticar o tratamento de águas residuais e, inerentemente, reduzir a sua produção.

Na indústria foram definidos os pontos críticos para a gestão da água, estudando as operações consumidoras água e produtoras de água residual. Realizou-se depois uma caracterização quantitativa e qualitativa das águas/águas residuais das operações supracitadas.

Para verificar quais os parâmetros mais importantes a analisar, as imposições legais e as análises anteriores realizadas na indústria foram estudadas.

A Câmara Municipal de Tondela exige valores máximos admissíveis para descarga no coletor municipal, iguais aos que por Decreto-Lei n.º 236/98 são utilizados para descarga direta em meio hídrico, tais como para os fenóis, óleos e gorduras, fósforo total e metais (cádmio, níquel, crómio, chumbo e cobre). Apenas adotou valores de descarga diferentes do decreto-lei supracitado em três parâmetros: Sólidos Suspensos Totais (SST), Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO₅) e na Carência Química de Oxigénio (CQO), dando assim alguma tolerância de descarga à empresa para o coletor municipal.

Para os parâmetros da qualidade selecionados foram definidos os métodos analíticos adequados para a sua análise em laboratório realizou-se o restante trabalho laboratorial e de preparação da monitorização/amostragem na indústria.

Os resultados das análises foram tratados e analisados, dando a conhecer a eficiência do sistema de tratamento de águas residuais da Huf Portuguesa.

O sistema de tratamento é relativamente eficaz na remoção de SST, CBO₅ e CQO, no entanto para outros parâmetros como o fósforo, a sua eficácia é praticamente nula.

Foi com estes resultados, que se propôs algumas ações de melhoria. A implantação de um sistema de membranas por ultrafiltração pode ser decisiva para a reutilização de água para usos menos exigentes, como lavagens, tanto de peças como de pavimentos. Promovendo desta forma a poupança de água e a diminuição da carga poluente que chegaria ao coletor municipal.

ABSTRACT

This report arises from the accomplishment of a Curricular Internship held at the company Huf Portuguesa Lda., located in the Industrial Zone of Adiça - Tondela, under the Master of Environmental Technologies of the Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu.

The aim of this stage was to find ways to diagnose wastewater treatment and, consequently, reduce its production.

In the industry, the critical points for water management were defined, studying water consuming and wastewater producing operations. A quantitative and qualitative characterization of the water / wastewater from the above operations was then performed.

To verify which parameters were the most important, the legal impositions were analyzed and previous analyzes performed in the industry were studied.

Tondela City Council requires maximum permissible values for discharge to the municipal collector, equal to those which by Decree-Law N.º 236/98 are used for direct discharge in water, such as for phenols, oils and fats, total phosphorus and metals (cadmium, nickel, chromium, lead and copper). It only adopted discharge values different from the above decree in three parameters: Total Suspended Solids (TSS), Biochemical Oxygen Demand (BOD₅) and Chemical Oxygen Demand (COD), thus giving the company some discharge tolerance to the municipal collector.

For the selected quality parameters, the appropriate analytical methods were defined for their analysis in the laboratory. The remaining laboratory work and the preparation of monitoring / sampling in the industry were performed.

The results of the analyzes were treated and analyzed, making known the efficiency of the Huf Portuguesa wastewater treatment system.

The treatment system is relatively effective in removing TSS, BOD₅ and COD, however for other parameters such as phosphorus, its effectiveness is virtually nil.

It was with these results that some improvement actions were proposed. The implantation of an ultrafiltration membrane system can be decisive for the reuse of water for less demanding uses, such as washing parts of compounds for cars and the floor of factory. Thus promoting the saving of water and the reduction of the pollutant load that would reach the municipal collector.

PALAVRAS CHAVE

Mestrado
Monitorização
ETARI
Setor Automóvel
ARI

KEY WORDS

Master Degree
Monitorization
IWWTP
Automotive Industry
IWW

AGRADECIMENTOS

À ESTGV pelas instalações que disponibilizou, de forma geral a todos os docentes que me acompanharam no meu percurso académico; agradeço especialmente ao meu orientador neste trabalho ao Professor Doutor Pedro Baila Antunes e à Professora Doutora Isabel Brás pelo seu apoio e profissionalismo.

À Huf Portuguesa, Lda. por toda a ajuda disponibilizada, desde a contratação do laboratório para ajudar na análise de certos parâmetros, ao transporte de equipamento para a ESTGV. Também aqui tive colegas de trabalho espetaculares, desde o coordenador de Estágio António Ferreira, ao Carlos Marques, ao José Carlos, à Dona Lurdes por toda a paciência e ajuda, durante os seis meses e meio de estágio, entre muitos outros colaboradores que sempre facultaram toda a ajuda que podiam.

Ao Eng.º Pedro Silva do Departamento de Ambiente, que foi incansável, e a quem recorri e que prontamente se disponibilizou a ajudar-me nas análises laboratoriais, e interpretação de dados.

Em especial aos meus Pais e Avós, por tudo aquilo que sou hoje e pelo seu esforço e dedicação para a minha educação, apesar das dificuldades. Por todo o apoio que sempre me deram e que sei que me vão continuar a dar, estou-lhes eternamente agradecida.

Por último, mas indubitavelmente em primeiro no meu coração, agradeço ao Carlos Pina, o meu namorado, o meu melhor amigo, sem o apoio do qual e em numerosas circunstâncias me seria impossível fazer este trabalho.

A todos, obrigada!

ÍNDICE GERAL

1. Introdução.....	1
1.1. Plano de Trabalhos.....	2
1.2. Organização do Trabalho.....	3
Parte I – Contextualização Teórica.....	5
2. Indústria Automóvel.....	7
2.1. Caracterização do Processo Produtivo.....	7
2.1.1. Injeção.....	8
2.1.2. Acabamento.....	8
2.1.3. Montagem.....	8
3. Gestão da Água no Setor Automóvel.....	9
3.1. Principais Operações Consumidoras de Água.....	9
3.2. Características das Águas Residuais Produzidas.....	10
3.3. Sistemas de Tratamento de Águas Residuais.....	11
3.3.1. Tratamento Primário.....	12
3.3.2. Tratamento Secundário.....	12
3.3.3. Tratamento Terciário e Avançados.....	13
3.4. Certificação, Legislação, Licenciamentos e Normas Aplicáveis.....	15
4. Programação e Planeamento da Monitorização.....	17
4.1. Programação da Monitorização.....	17
4.2. Planeamento da Amostragem e Análise.....	18
5. Amostragem.....	21
5.1. Metodologias de Amostragem de Águas Residuais Industriais.....	22
5.1.1. Tipos de Amostragem.....	22
5.1.2. Técnicas de Amostragem.....	23
5.2. Equipamentos na Amostragem e Estação de Monitorização.....	24
5.2.1. Amostrador Automático.....	24
5.2.2. Sondas de Análise <i>In Situ</i>	25
5.2.3. Estação de Monitorização.....	26
5.3. Preparação da Amostragem.....	26
6. Análises Laboratoriais e Controlo de Qualidade.....	29

6.1.	Receção e Preparação das Amostras.....	29
6.2.	Métodos Analíticos	29
6.3.	Controlo de Qualidade (da Amostragem à Análise).....	30
6.4.	Tratamento dos Resultados Analíticos	31
Parte II – Caso de Estudo		32
7.	Huf Portuguesa Lda.....	34
7.1.	Descrição Geral do Processo Produtivo.....	37
7.1.1.	Montagem de Componentes	38
7.1.2.	Injeção de Polímeros	39
7.2.	Caracterização Genérica da Gestão Ambiental.....	39
8.	Gestão da Água na Huf Portuguesa.....	42
8.1.	Captação e distribuição de água.....	42
8.2.	Tratamento da água no processo produtivo	48
8.3.	Consumos de água e produção de água residual doméstica	48
8.4.	Consumos de água e produção de água residual no processo produtivo	48
8.4.1.	Processo de montagem de componentes	48
8.4.2.	Processo de fresagem de espadins	48
8.4.3.	Processo de injeção de polímeros.....	49
8.4.4.	Máquinas de ar comprimido	49
9.	Caracterização das Águas Residuais Industriais	50
9.1.	Efluente da Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais	50
9.2.	Efluente das Purgas dos Compressores	50
9.3.	Efluente da Lavagem de Peças	51
9.4.	Efluente da Manutenção dos Termorreguladores	51
9.5.	Efluente da Lavagem de Pavimentos.....	51
9.6.	Sistemas de Tratamento das Águas Residuais	52
9.6.1.	Tratamento das Águas Residuais Industriais.....	52
9.6.2.	Descarga no Coletor Municipal do Parque Industrial da Adiça – Tondela.....	54
10.	Metodologia Aplicada	56
10.1.	Caracterização Físico-Química Realizada	57
10.2.	Planeamento da Amostragem e Análise.....	58
10.3.	Amostragem	60

10.4.	Descrição dos Processos Realizados – (da Amostragem aos Resultados).....	61
10.4.1.	Instalação dos Equipamentos no Início das Campanhas	61
10.4.2.	Preparação da Amostragem	62
10.4.3.	Amostragem.....	62
10.4.4.	Transporte, Entrega no Laboratório e Preservação das Amostras	62
10.4.5.	Realização das Análises	63
10.4.6.	Validação dos Resultados	63
10.4.7.	Tratamento dos Resultados	63
11.	Resultados e Discussão.....	64
11.1.	Resultados das Análises Efetuadas	66
11.2.	Discussão.....	69
12.	Proposta de Ações de Melhoria	74
13.	Outros trabalhos realizados	78
14.	Conclusão	80
15.	Desenvolvimentos Futuros	84
	Referências Bibliográficas.....	86
	Anexo 1	90
	Anexo 2	91
	Anexo 3	93
	Anexo 4	95
	Anexo 5	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 – Tratamento da água residual por Lamas Ativadas (Mesquita, 2006)	13
Figura 5-1 – Componentes de um amostrador automático (FHWA, 2003)	24
Figura 5-2 – a) único recipiente de amostra; b) vários recipientes de amostras.....	25
Figura 5-3 – Fotos do amostrador ISCO série 6700 com tampa de proteção.....	26
Figura 7-1 – Fotografia aérea e ao nível do solo (Google Maps, 2019).....	35
Figura 7-2 – Componentes para Automóveis	36
Figura 7-3 – Huf Portuguesa: Mercados (Group, 2018).....	37
Figura 7-4 – Huf Portuguesa: Principais Clientes (Group, 2018)	37
Figura 7-5 – Espadim (componente da chave de um automóvel)	38
Figura 7-6 – Esquema Geral do Processo Produtivo da Huf Portuguesa	39
Figura 7-7 – Layout da Huf Portuguesa (Piso 0) – <i>adaptado</i> de Group, 2018.....	41
Figura 8-1 – Fluxograma com balanço volúmico e pontos de amostragem.....	46
Figura 9-1 – Termorregulador (Huf, 2019)	51
Figura 9-2 – “Sistema de Flotação por Ar Dissolvido” adaptado de (Dkm, 2013).....	53
Figura 10-1 – Amostrador automático Isco série 6700	60
Figura 10-2 – Amostrador automático da ControlVet.....	60
Figura 10-3 – Filtro de sucção (Figueiredo, 2011).....	61
Figura 11-1 – Ampola em mau estado (análise de Fenóis)	65
Figura 11-2 – Concentração (mg/L) por parâmetro dos pontos 9 e 10 (1ª Campanha).....	69
Figura 11-3 - Consumo anual 2018 da Huf Portuguesa	71
Figura 11-4 – Tratamento simplificado por decantação do ponto 6 para o 7	72
Figura 12-1 – Esquema de separação por membranas (Gonçalves, 2011).....	74
Figura 12-2 – Várias membranas existentes (Gonçalves, 2011)	75

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1-1 - Plano de trabalhos previsto.	2
Quadro 1-2 - Cronograma de tarefas desenvolvidas.	3
Quadro 5-1 – Tipo de Amostra e Técnica de Amostragem (adaptado de Berg, 1992)	23
Quadro 6-1 – Acrónimos para Limites de Quantificação (adaptado de Caltrans, 2015).....	30
Quadro 6-2 – Tipos de Triplicados que se podem realizar	31
Quadro 7-1 – Certificações atuais da Huf 2018	40
Quadro 9-1 – Monitorização de Águas Residuais Industriais de 2018 a 2019	54
Quadro 10-1 - Resumo das condições usadas, por parâmetro determinado	59
Quadro 11-1 - Resultados da monitorização da 1ª Campanha (28/03/2019)	67
Quadro 11-2 - Resultados da monitorização da 2ª Campanha (08/05/2019)	68

ABREVIATURAS E SIGLAS

AFIA	Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel
ARI	Água Residual Industrial
ASTM	American Society for Testing and Materials
BREF	Best Available Techniques (BAT) Reference document
BS OHSAS	British Standard Occupational Health and Safety Assessment Series
CASIM	Car Access, Security and Immobilization
CBO ₅	Carência Bioquímica de Oxigénio (em 5 dias)
CQO	Carência Química de Oxigénio
DAF	Dissolved Air Flotation
DNV	Det Norske Veritas
ED	Eletrodialise
ETARI	Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais
EUA	Estados Unidos da América
FDS	Ficha de Dados de Segurança
IATF	International Automotive Task Force
IMDS	International Material Data System
ISO	International Organization Standardization
LD	Limite(s) de Detecção
MF	Microfiltração
MTD	Melhores Técnicas Disponíveis
NF	Nanofiltração
OGR	Operador/es de Gestão de Resíduos
OI	Osmose Inversa
REACH	Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SMEWW	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
SST	Sólidos Suspensos Totais
T	Traseiras
TÜV	Technischer Überwachungsverein
UF	Ultrafiltração
VFV	Veículos em Fim de Vida
VME	Valor Limite de Emissão

1.Introdução

Com a evolução dos processos industriais e o conseqüente surgimento de inúmeros produtos que rapidamente se tornaram em primeira necessidade, a atividade industrial adquiriu um caráter essencial na sociedade atual.

Contudo, a prolongada crise económica e financeira dos últimos anos determinou uma quebra significativa do investimento em Portugal, com um impacto negativo transversal a todos os sectores de atividade.

Também a indústria automóvel não conseguindo fugir a esta crise, implementaram sistemas de gestão ambiental que melhoraram o seu desempenho a nível ambiental e económico, devido à diminuição do consumo de recursos e dando uma melhor visibilidade no mercado e na sociedade.

Apesar da gestão ambiental implementada, nas grandes empresas, havendo um elevado consumo de água, a elevada produção de água residual industrial é uma das conseqüências, desta forma, uma boa gestão da mesma, levará à menor produção de águas residuais industriais. O presente relatório surge da realização de um estágio curricular no âmbito do Mestrado de Tecnologias Ambientais da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, na empresa Huf Portuguesa Lda., localizada na Zona Industrial da Adiça – Tondela. Esta funciona como uma unidade de montagem e produção de componentes para o automóvel.

Na Huf Portuguesa, a água residual produzida é maioritariamente equiparável a doméstica, tendo origem em balneários, refeitório e casas de banho, sendo a água residual industrial uma pequena parte do volume total de água residual que geram, esta provém de alguns processos produtivos, purgas e limpeza de pavimentos. E foi com o intuito de conseguir minimizar a problemática supracitada, que este trabalho surgiu, pois com uma boa gestão da água, conseguirá diminuir-se também a descarga de águas residuais desta indústria. No entanto, sendo já uma empresa com uma sensibilização para esta problemática bem enraizada, optou-se por analisar as águas residuais industriais e quais os poluentes mais mediáticos e que ultrapassavam

o valor limite de emissão imposto pela Câmara Municipal de Tondela, para que após essa análise, fossem feitas propostas de melhoria, dando assim soluções e ajudando a Huf Portuguesa a crescer ainda mais a nível ambiental.

1.1. Plano de Trabalhos

O estágio curricular decorreu de 17 de dezembro de 2018 a 28 de Junho de 2019 e previa a concretização de um plano de trabalhos (Quadro 1-1) com o cronograma de tarefas apresentado no Quadro 1-2.

Quadro 1-1 - Plano de trabalhos previsto.

Tarefa	Título	Descrição
T1	Pesquisa Bibliográfica	
T2	Caracterizar a Empresa e o seu processo produtivo	<i>Vide Capítulo 1.2.</i>
T3	Caracterização genérica da Gestão Ambiental da unidade industrial da Huf Portuguesa	
T4	Traçar um "mapa" do ciclo da água	
T5	Identificação dos pontos críticos na gestão da água-água residual	
T6	Realização de análises à qualidade da água	
T7	Diagnóstico à gestão da água residual, incluindo o seu sistema de tratamento	
T8	Estabelecimento de um diagrama de balanços mássicos e volúmicos da água residual	
T9	Proposta de ações de melhoria da gestão da água residual, incluindo o sistema de tratamento	
T10	Outras atividades no âmbito da gestão do ambiente e tecnologias ambientais	
T11	Escrita do relatório	

Quadro 1-2 - Cronograma de tarefas desenvolvidas.

Tarefa	Dez. 2018	Jan. 2019	Fev. 2019	Mar. 2019	Abril 2019	Mai 2019	Junho 2019	Julho 2019
T1								
T2								
T3								
T4								
T5								
T6								
T7								
T8								
T9								
T10								
T11								

1.2. Organização do Trabalho

O presente trabalho encontra-se subdividido em duas partes, na primeira é feita toda a contextualização teórica dos temas desenvolvidos no relatório e na segunda, encontra-se a apresentação do caso de estudo relativo à Huf Portuguesa.

A contextualização teórica é composta por seis capítulos, incluindo o presente de introdução. O segundo capítulo descreve a caracterização do processo produtivo geral da indústria de componentes para automóveis. O terceiro capítulo relaciona-se com a gestão da água nas indústrias do sector de componentes automóveis, focando-se em temas como os principais processos consumidores de água, nos sistemas de tratamento de águas residuais e na certificação, legislação, licenciamento e normas aplicáveis ao sector. O quarto capítulo aborda o tema a programação e planeamento da monitorização. O capítulo seguinte introduz as metodologias de amostragem das Águas Residuais Industriais (ARI) e também alguns equipamentos que possam existir numa estação de monitorização automática. O último capítulo teórico relaciona-se com contextualização dos testes laboratoriais, descrevendo os métodos analíticos, desde os vários controlos existentes ao tratamento de resultados.

A apresentação do caso prático encontra-se subdividida em sete capítulos. O primeiro, que corresponde ao capítulo sete, que aborda o processo produtivo da Huf Portuguesa. O capítulo seguinte descreve toda a gestão da água na indústria, identificando os principais processos consumidores de água e o sistema de tratamento de ARI. No nono capítulo é feita uma análise às principais águas residuais industriais da empresa. O décimo capítulo descreve a metodologias analíticas. No capítulo seguinte são apresentados e discutidos os resultados obtidos nas análises

Capítulo 1 - Introdução

laboratoriais. No décimo-segundo capítulo são identificadas possíveis ações de melhoria. No último capítulo são descritos todos os trabalhos realizados durante o estágio, para além do estudo desenvolvido.

Parte I – Contextualização Teórica

2. Indústria Automóvel

A indústria automóvel em Portugal divide-se em fabrico e montagem de veículos, subdividindo-se na produção de componentes. Esta subdivisão é de elevada importância, com cerca de 200 empresas e 42000 postos de trabalho. Nesse âmbito, as cinco principais fábricas são a Continental (produz seis vezes mais pneus na fábrica de Lousado do que o consumo para veículos ligeiros em Portugal), a Delphi (componentes para automóveis), a Faurecia (com seis fábricas de componentes em Portugal, empregando mais de quatro mil pessoas), a Renault Cacia (caixas de velocidades e bombas de óleo para veículos Renault) e a Bosch (componentes eletrónicos).

2.1. Caracterização do Processo Produtivo

O processo produtivo automóvel varia consoante o tipo de produção que é efetuada na respetiva indústria, podendo apenas consistir em linhas principais de produção, na ferragem, pintura, montagem e qualidade, poderá ainda, para além destes, produzir os próprios componentes automóveis.

O fabrico de componentes e acessórios para automóveis compreende o fabrico de acessórios, partes e peças separadas, tais como motores (travões, caixas de velocidade, eixos, amortecedores de suspensão, tubos de escape, catalisadores embraiagens, volantes, caixas de direção, chaves, puxadores), inclui também a fabricação de cintos de segurança, portas, entre outros, com exceção de pneus, tubos, correias, vidros, motores.

Contudo o processo de produção destes componentes pode ser dividido em dois sectores tecnológicos distintos: injeção e montagem; tendo ainda uma repartição denominada por

“acabamento”, onde é dado o acabamento de componentes já formados que trazem algumas rebarbas desnecessárias.

2.1.1. Injeção

A fase da injeção, como o próprio nome indica, injeta algum tipo de polímero ou metal, para isso é utilizado um sistema automatizado, que no caso do metal este é retirado por um braço robot, do forno, com um recipiente, sendo esta a quantidade necessária para a formação da peça a fabricar; Sendo a matéria-prima um polímero este é introduzido sob a forma de grânulos na máquina de injeção que o derrete até à temperatura necessária, preenchendo deste modo o molde (Fernandes, 2014).

Depois de ser montado e afinado, o molde fica pronto a ser usado.

2.1.2. Acabamento

Após a fundição e o arrefecimento dos componentes injetados, estes passam para a zona do acabamento, onde vão ser melhorados através de rebarbagem, escareamento (alargar orifícios com escareador), entre outras, com vista a melhorar toda a superfície do componente, desde o aspeto visual e à necessidade por parte dos processos de maquinação.

Em algumas indústrias, numa fase inicial é efetuado um acabamento manual em mesas apropriadas, com recurso a limas adequadas à eliminação de pequenas rebarbas e picos de alumínio provenientes do processo de fundição. Após esta fase, é feito o escareamento em furos que não passarão pelo processo de maquinação, ou seja, que seguirão diretamente para o cliente (Fernandes, 2014).

No âmbito de acabamentos, insere-se também a lavagem de peças, onde os componentes são colocados no interior de uma lavadora, juntamente com pequenas peças de porcelana abrasivas e detergente, que têm a função de limar e limpar, arestas, limalhas e óleo que tenham ficado nos mesmos.

2.1.3. Montagem

Na indústria de componentes para automóvel, alguns dos componentes já vêm concluídos, sendo que na fábrica apenas são agrupados às diferentes partes que lhes correspondem, ou são apenas feitas algumas afinações, outros para a sua conclusão têm de ser montadas diferentes peças, parte efetuadas em fábrica e outras que provêm já concluídas dos fornecedores.

Posteriormente, ocorre a inspeção visual ou de confirmação dos processos, para que se possa filtrar aqueles componentes que não cumprem com as especificações exigidas pelos clientes.

Após a inspeção é efetuada o embalamento das peças produzidas, de acordo com o que foi definido pelo cliente, devidamente identificadas, seguindo posteriormente para o armazém de expedição.

3. Gestão da Água no Setor Automóvel

Na indústria do setor automóvel, a quantidade de água consumida depende da sua dimensão e do seu processo produtivo, no entanto continua a ser um dos setores caracterizados pelo significativo consumo.

Logo, a gestão da água deve ser feita de forma sustentada, recorrendo a práticas de uso racional e eficiente da sua utilização.

Para a otimização dos consumos e das emissões de efluentes, deverá ter-se em conta:

- a redução das perdas;
- a promoção da utilização racional;
- e melhoria dos processos produtivos.

Uma gestão eficaz contempla por base os registos dos consumos de água por processo, tal como, identifica as operações mais consumidoras.

É também importante a verificação de possíveis perdas no processo produtivo e nos equipamentos que podem ser substituídos, de modo a minimizar e otimizar os consumos.

3.1. Principais Operações Consumidoras de Água

No setor de componentes para automóvel, as operações que consomem mais água para além dos balneários e WCs, é na limpeza de pavimentos e na lavagem de peças.

Em casos de indústrias que tenham linha de pintura, é uma das operações em que o consumo de água é avultado, pois na mesma é utilizada água nas lavagens realizadas depois do

desengorduramento, com água desmineralizada; Após o banho de cataforese¹ é efetuada mais uma lavagem com ultrafiltrado (água, resinas de baixo peso molecular e solventes), ao serem retiradas as imperfeições é realizada uma nova lavagem (Sabença, 2013).

Já na indústria de componentes para automóvel, como a lavadora onde limpam as peças e retiram as imperfeições existentes, está regularmente a trabalhar, mesmo em *standby* o equipamento continua com um caudal constante de água.

Para além das lavagens efetuadas durante o processo, torna-se relevante referir que estas não são as únicas atividades consumidoras de água na indústria automóvel.

A sua utilização para consumo humano e para fins de rega de zonas verdes fazem parte dos grandes consumos de água nesta indústria, maioritariamente por parte da cantina e instalações sanitárias.

Quanto à utilização da água como fluido de arrefecimento nos compressores, esta é feita em circuito fechado, e são adicionadas à água produtos anticorrosivos e de anticongelamento. A água como fluido passa através dos compressores em funcionamento, aquece, deixando o equipamento arrefecido, e passa através de uma torre de arrefecimento em que são lançados jatos de água fria sobre o circuito de água de modo a diminuir a temperatura do circuito. A água lançada sobre o circuito aquece e faz com que uma parte da água evapore e a outra continue a ser recirculada sobre o mesmo sistema de lavagem do circuito. Para que a água seja recirculada é necessário proceder a um tratamento adequado, através de um controlo de purgas, onde são aplicados à água, biocidas, por forma a impedir o crescimento de fungos, algas e bactérias, anticorrosivos e anti-incrustantes, de modo a evitar a formação de incrustações, depósitos e corrosão no sistema.

Devido à quantidade de água consumida depender do tamanho da indústria, dos processos aplicados e da quantidade de produção, torna-se difícil apresentar valores dos consumos por processo. Apesar do que foi referido anteriormente, para uma boa gestão da água é fundamental ter conhecimento destes valores, tal como das perdas de todo o processo. Deste modo conseguirá verificar-se qual o processo que efetua um maior consumo e como o otimizar.

3.2. Características das Águas Residuais Produzidas

As características das águas residuais vão depender do tipo de processo adotado pela indústria, dos componentes que fabricam, tal como dos materiais de que são compostos.

Nas indústrias de componentes para automóveis, os fluxos de águas residuais podem ser contaminados por compostos metálicos dos processos de produção e podem ter um alto impacto ambiental. Mesmo em baixas concentrações, alguns metais como o mercúrio e o cádmio são muito tóxicos. Isto pode ser ilustrado pelo facto de o mercúrio e o cádmio encabeçarem a lista

¹ Cataforese ou electrodeposição catódica: processo de pintura por imersão totalmente automatizada e baseada na deslocação de partículas carregadas dentro de um campo elétrico, que se dirigem para o polo de sinal oposto (cataforese = deslocação em direção ao cátodo) – o ânodo encontra-se ligado ao polo positivo e o cátodo, que é a superfície metálica a pintar, ligado ao polo negativo (Matos, 2019).

de substâncias perigosas prioritárias elaborada na Conferência do Mar do Norte de 1984, que apelou a uma redução de 50% das emissões no Mar do Norte. O efeito tóxico de alguns compostos metálicos é também devido ao fato de que, sob as condições químicas corretas, os metais podem facilmente entrar nos cursos de água naturais como espécies solúveis e serem assimilados de forma rápida e irreversível na cadeia alimentar (Cusano, et al., 2017).

Numa estação de tratamento industrial para a produção de metais não-ferrosos, um grande número de outras fontes está envolvido. Tais como águas residuais de operações gerais, incluindo a limpeza de equipamentos, pisos, etc. Esses efluentes líquidos são normalmente coletados e tratados. A água do sistema sanitário é normalmente descarregada no sistema público de esgotos (Cusano, et al., 2017).

No caso de tratamentos de superfície, químicos e eletroquímicos, proveniente das lavagens e banhos, normalmente apresenta características bastante agressivas, devido à utilização de ácidos e bases fortes, provocando elevados picos de pH, bem como outros componentes tais como: óleos e gorduras, detergentes, fósforo, hidrocarbonetos, SST e diversos metais (cádmio, zinco, cobre, entre outros). Uma das características da água residual proveniente dos tratamentos de superfície, é que como a água provém de vários processos, torna-se numa mistura, em que é mais complicado controlar e estabilizar o pH, o que vai dificultar a solubilidade dos metais. Uma possível redução do volume de água também poderá aumentar a concentração de sais dissolvidos e de metais. Por isso, torna-se difícil otimizar todos os parâmetros, numa fase posterior de tratamentos (Commission, 2006).

Já a água residual para arrefecimento dos processos pode apresentar valores elevados de condutividade, a água de recirculação necessita de ser trocada de modo a prevenir danos na estrutura. Este tipo de águas residuais poderá também indicar a presença de biocidas.

As águas residuais domésticas, devido às suas características, são lançadas para a rede de saneamento comum, sendo posteriormente tratadas na ETAR do município. Este tipo de águas residuais são considerados como uma mistura complexa mineral e orgânica, que contém bastantes microrganismos, sólidos em suspensão e matérias minerais, substâncias em solução e em suspensão coloidal, que poderão ser: hidratos de carbono, óleos e gorduras, proteínas, detergentes, compostos voláteis, azoto, fósforo, cloretos, enxofre, metano e partículas em decomposição (Silva, 2011).

3.3. Sistemas de Tratamento de Águas Residuais

Uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) é uma infraestrutura, que permite otimizar os processos naturais de depuração, possibilitando o tratamento da água residual de forma mais rápida e controlada, no entanto as ETARs que recebem água de origem industrial denominam-se de ETARI.

A ETARI numa indústria do sector de automóvel pode ter como principais processos, o tratamento preliminar, o tratamento primário, o tratamento secundário, terciário e avançados.

Dependendo processo industrial *a priori* à ETARI, também a sua constituição varia, podendo apenas ter tratamento primário e secundário.

3.3.1. Tratamento Primário

Antes deste tratamento pode existir algum tipo de gradeamento para a separação de sólidos grosseiros das águas residuais industriais (ARI), tendo como objetivo a proteção de sistemas mecânicos da infraestrutura.

O tratamento primário tem como principal objetivo, remover os sólidos facilmente sedimentáveis, onde os valores de Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO₅) e o total de sólidos em suspensão (SST) sejam reduzidos. Este processo, normalmente, pode ser realizado através da decantação ou da flotação. Na decantação, através de um decantador, são retirados por ação da gravidade os sólidos em suspensão decantáveis. O efluente permanece dentro do decantador tempo suficiente para que as partículas em suspensão sedimentem no fundo.

No processo de decantação lamelar e decantação assistida, são adicionados coagulantes e floculantes, para uma maior eficiência do decantador. As lamas formadas classificam-se como primárias, e são posteriormente tratadas na fase sólida. A operação de flotação é utilizada quando não é viável retirar os sólidos por ação da gravidade, devido às reduzidas dimensões das partículas. Neste processo, é injetado ar a partir do fundo, onde os sólidos são arrastados com as bolhas de ar até à superfície, onde são retirados e conduzidos para o tratamento na fase sólida (Antunes, Fundamentos do Tratamento de Águas Residuais - Tratamento Secundário, 2018). De forma geral, no tratamento primário são retiradas partículas orgânicas e inorgânicas do efluente, ao qual podem estar agregados alguns nutrientes, como é o caso do azoto e fósforo orgânico, tal como alguns metais pesados. Este tratamento tem uma eficiência média de remoção de 25%-50% de CQO, 50-70% de SST e 65% dos óleos e gorduras (Barroso, 2012). Há indústrias que optaram por um sistema de tratamento primário, em que conseguissem obter uma maior eficiência na remoção dos parâmetros anteriormente referidos, desta forma instalaram um DAF (Flotador assistido com Ar Dissolvido), um tanque de mistura (onde ocorre flotação assistida por ar dissolvido) onde é injetado floculante e coagulante, sendo posteriormente a ARI encaminhada para o decantador que se encontra a seguir ao tanque supradito.

3.3.2. Tratamento Secundário

No tratamento secundário é onde processos unitários químicos (como a desinfecção) e/ou biológicos (como por exemplo, lamas ativadas, leitos percoladores, biodiscos) são aplicados, removendo os nutrientes. A oxidação da matéria orgânica dissolvida é efetuada através do uso de microrganismos num ambiente controlado. Nesta fase de tratamento é retirado da água residual a matéria orgânica biodegradável que não foi retirada no tratamento primário. O efluente entra em contacto com microrganismos que vão metabolizar a matéria (Spellman, 2003).

Há ainda o processo de lamas ativadas é um dos mais utilizados no tratamento biológico, este baseia-se no contacto entre a matéria orgânica do efluente e microrganismos aeróbios que vão ser os responsáveis pela oxidação e degradação da matéria orgânica. Os microrganismos encontram-se integrados em massas biologicamente ativas, denominadas de flocos biológicos ou lamas ativadas, derivadas estas de processos de floculação de partículas coloidais orgânicas e inorgânicas e de células vivas (bactérias e protozoários, por exemplo).

Este processo realiza-se num reator biológico e é composto por um tanque e um sistema de arejamento forçado; dentro do tanque são geradas as condições favoráveis ao desenvolvimento rápido de microrganismos aeróbios, que através da sua atividade metabólica reduzem a matéria orgânica do efluente. Os microrganismos que durante o processo não flocularam são mantidos na superfície líquida, por agitação do meio, para que não sejam formadas zonas inativas.

Após equilíbrio no sistema, as lamas excedentes são retiradas do sedimentador e posteriormente tratadas, as restantes lamas separadas excedentes são recirculadas novamente para o reator, onde se encontra ilustrado na Figura 3-1 (Moura, 2012).

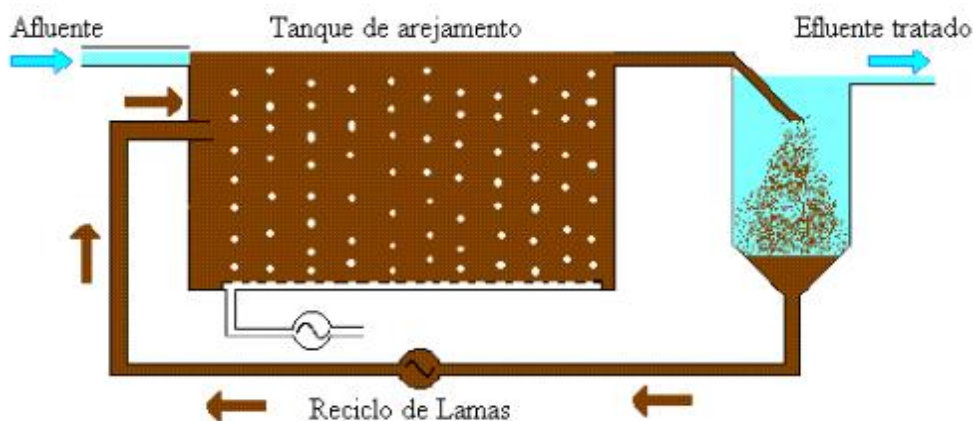


Figura 3-1 – Tratamento da água residual por Lamas Ativadas (Mesquita, 2006)

3.3.3. Tratamento Terciário e Avançados

Neste tratamento há uma maior eficiência na remoção de partículas dificilmente decantáveis, tal como de nutrientes e de outros poluentes, que não foram removidos nos tratamentos referidos anteriormente.

Dentro do tratamento terciário existe uma enorme variedade de processos, que variam consoante a qualidade da água que se pretende obter. Depende também do contaminante que se pretende eliminar ou diminuir; no caso do fósforo, a sua remoção pode ser feita através da precipitação química², desnitrificação, troca iónica, eletrodialise, osmose inversa, entre outros (Simões, et al., 2008).

² Precipitação Química: envolve a adição de um sal de um metal bivalente ou trivalente, causando a precipitação de um fosfato de metal insolúvel, que é separado por sedimentação (Rittman, et al., 2011).

Em indústrias, a utilização de membranas, tem sido utilizada como técnica de controlo da poluição resultante da atividade industrial. A tecnologia de membranas pode permitir a recuperação de resíduos de elevado valor e de água, podendo ser reutilizada no processo ou noutras aplicações.

Dentro dos processos de membranas mais utilizados no controlo da poluição destacam-se a eletrodialise, a osmose inversa e a ultrafiltração, os quais têm sido utilizados no tratamento de lixiviados dos aterros, na indústria têxtil, na indústria de tratamento de superfície, entre outras (Ribau, et al., 1998). Porém é necessário equacionar a variável económica para a sua implementação.

Este processo consta na passagem de água através de membranas tipicamente orgânicas (por exemplo: polipropileno, acetato de celulose, poliamidas aromáticas e filmes finos de compósitos), com uma espessura muito fina e diâmetro de poros variáveis, cujo objetivo consiste em remover SST, matéria coloidal, compostos iónicos, cor, odor, outros contaminantes orgânicos. A matéria que fica retida na membrana, denomina-se de concentrado e a água filtrada por permeado.

Existem cinco processos de filtração por membranas, que são: Microfiltração (MF); Ultrafiltração (UF); Nanofiltração (NF); Osmose Inversa (OI); Eletrodialise (ED).

A seleção do tipo de membrana ou da combinação de membranas a utilizar no tratamento o efluente vai depender da qualidade da água pretendida, ou seja, das características da água e dos elementos que são pretendidos retirar, e da fase de tratamento em que se insere.

No processo de MF as membranas apresentam um tamanho de poros compreendido entre 0,08 a 2 μm e são sujeitas a pressões na ordem de 0,1 a 3 bar. Através deste processo é possível remover essencialmente matéria coloidal, SST, turvação e também algumas bactérias. Estas membranas são as mais comuns no mercado e normalmente, as menos dispendiosas em relação às outras.

A UF utiliza membranas com poros mais reduzidos que no processo por microfiltração, compreendidos entre 0,001 e 0,2 μm , e uma pressão de operação um pouco superior, na ordem dos 0,2 a 8 bar. Nestas membranas podem ficar retidos vírus e compostos com elevado peso molecular, como por exemplo coloides, proteínas.

Estes dois tipos de processos de separação por membranas, MF e a UF, são ótimos sistemas de pré-tratamento da água residual anterior à NF e à OI. Para além disso, estes sistemas são bastante flexíveis devido ao seu carácter modular, o que se mostra vantajoso, dado que se um módulo falhar, não afeta o desempenho dos restantes (Antunes, 2018).

Quanto à vida útil das membranas do processo de NF e de UF, têm a duração de 5 a 10 anos, que pode ainda ser reduzido caso haja ataque químico devido a águas com pH muito elevado ou muito baixo, e devido à presença de cloro. Os custos associados à compra e à manutenção são muito elevados, para além de que a eficiência do tratamento deve ser superior a 80% para ser economicamente viável a sua aplicação. Por todas estas razões deve ser realizado um estudo aprofundado quando há intenção de as implementar no sistema de tratamento.

Na NF as membranas apresentam poros com uma dimensão compreendida entre 0,0005 e 0,005 μm e uma pressão de operação de 5 a 20 bar. São extremamente seletivas, podendo mesmo

comportar-se como membranas multifuncionais, que para além de reterem os elementos, reagem e detetam contaminantes. Através delas podem ser removidos certos compostos como, os ácidos húmicos, as moléculas orgânicas, além da remoção destes compostos, estas membranas podem também ser utilizadas para o amaciamento das águas e para quando não é necessário obter uma elevada remoção de sólidos dissolvidos, como acontece com a OI.

No processo de OI utilizam-se membranas semipermeáveis que não têm poros. A água passa da solução mais concentrada (hipertónica) para a solução menos concentrada (hipotónica) através de uma pressão exercida de 10 – 100 bar. A água é o único elemento que passa através desta membrana, ficando retidos elementos como matéria orgânica, sais, iões metálicos (Antunes, 2018).

Quanto à ED utiliza-se membranas seletivas como agente de separação com catiões, constituídas por poliestireno sulfonados e as membranas seletivas com aniões, compostas por poliestireno com amónia quaternária. A remoção dos iões funciona a partir da aplicação de um campo elétrico entre um cátodo e um ânodo perpendicular à superfície das membranas. A força motriz resulta dos efeitos do gradiente de concentração e do campo elétrico. A célula de eletrodialise é constituída por três compartimentos, separados por duas membranas, uma delas é de troca catiónica, permitindo a passagem de catiões, e a outra é de troca aniónica, permitindo a passagem dos aniões. Este tipo de membranas é capaz de remover iões da água, mas não é capaz de remover bactérias, moléculas carregadas, SST (Antunes, 2018).

3.4. Certificação, Legislação, Licenciamentos e Normas Aplicáveis

A necessidade de implementar sistemas de gestão ambiental, seguindo a Norma 14001:2015, adveio do desenvolvimento sustentável na empresa, levando a uma gestão ambiental estratégica. A implementação de um sistema de gestão ambiental na indústria automóvel apresenta um papel relevante na satisfação das diversas necessidades da organização, promovendo uma otimização dos recursos naturais, a diminuição da poluição e a proteção do meio ambiente, através de uma gestão de impacto das diversas atividades compreendidas no processo produtivo. Posto isto, é desta forma uma ferramenta extremamente relevante para a indústria aumentar o nível de confiança perante o mercado, os colaboradores e a sociedade, pois apresentam um compromisso voluntário na melhoria contínua do desempenho ambiental.

Já na estratégia de Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP), esta é apoiada no instrumento de licenciamento ambiental para as atividades industriais, desenvolvendo instrumentos de melhoria contínua para a prevenção e controlo da poluição, através de documentos que definem as MTDs (Melhores Técnicas Disponíveis) para cada sector

industrial, designados por documentos BREF³ (Best Available Techniques (BAT) REFerence documents).

A implementação de tecnologias e metodologias economicamente viáveis no setor, garante desta forma a prevenção e controlo da poluição, encontrando-se concretizado através do Decreto-Lei n.º 173/2008 de 26 de agosto.

Relativamente à legislação aplicável ao setor industrial em estudo, podem-se referir alguns documentos, que se encontram descritos no Quadro 7-1.

³ Aplica-se a documentos produzidos por um painel Europeu de especialistas que inclui peritos indicados pelos vários estados membros, por representantes da indústria europeia (ONGI) e das Organizações Não Governamentais de Ambiente (ONGA) com o objetivo de definir as Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) para os vários sectores de atividade abrangidos pela Directiva 2008/1/CE (Directiva IPPC).

4. Programação e Planeamento da Monitorização

O principal objetivo da monitorização da ETARI é obtenção de dados e informações representativas, que sirvam de recurso e que sustentem as decisões que venham a ser tomadas com base nos mesmos. Os motivos que originam uma monitorização da ETARI podem ser de vários âmbitos. Em (Ribeiro, et al., 2008) é referida a avaliação do funcionamento do sistema de tratamento, com a realização de balanços de massa, para que a caracterização das águas residuais durante um período de tempo, permitam estimar as concentrações e cargas poluentes; E deste modo identificar as fontes poluentes; avaliar a performance do sistema de tratamento implantado; e, a avaliação do cumprimento face aos requisitos de qualidade para a descarga das águas residuais industriais.

4.1. Programação da Monitorização

O programa de monitorização deve ser desenvolvido dependendo do âmbito e motivo da monitorização, satisfazendo as metas e objetivos da mesma. Por exemplo, não é viável numa monitorização que inclua uma série de amostras discretas por evento, analisadas individualmente, quando o objetivo seria apenas o de conhecer a concentração média do evento, sendo apenas necessário uma amostragem composta resultando numa única amostra representativo do evento.

É importante que o plano de monitorização seja estruturado de forma a garantir a obtenção de resultados exatos e precisos como a consistência de procedimentos e métodos de monitorização a usar ao longo do tempo, de modo que os resultados de várias monitorizações, realizadas no mesmo âmbito possam ser comparáveis.

4.2. Planeamento da Amostragem e Análise

Com o programa de monitorização e antes dos trabalhos que se pretende efetuar, deve ser estruturado um documento com o planeamento das atividades e respetivas responsabilidades das várias tarefas, necessárias à amostragem e análise, o Plano de Amostragem e Análise (PAA). Este documento deve ser de fácil acesso e consulta, para todos os intervenientes na atividade, a sua estrutura deve ser de acordo com a ordem cronológica dos acontecimentos. O PAA deve conter a seguinte informação (adaptado de Caltrans, 2015):

- Âmbito – descrição dos motivos da monitorização, organização da gestão e atribuição de responsabilidades, tanto na amostragem como no laboratório;
 - Locais a monitorizar: mapeamento;
 - Parâmetros analíticos a determinar: métodos analíticos, tipo e técnica de recolha, tipo de recipiente, volume mínimo necessário, preservação e capacidade analítica do laboratório;
 - Objetivos de qualidade dos resultados: limites de deteção e quantificação, precisão e exatidão analítica;
 - Procedimentos de manutenção dos equipamentos de amostragem: calibração, manutenção e lavagem (incluindo recipientes e tubagens);
 - Preparação da monitorização e logística: comunicações/procedimentos de notificação, ordem dos frascos das amostras, rotulagem dos frascos das amostras, preparação dos equipamentos de campo (inspecionar, calibrar, carregar baterias);
 - Procedimentos de Amostragem, Preservação e Entrega no Laboratório:
- **Procedimentos de Amostragem, Preservação e Entrega no Laboratório:**
 - Métodos de recolha e equipamentos de medição *in situ* em cada ponto de recolha;
 - Equipamentos e materiais necessários para a monitorização em cada ponto, incluindo listas de verificação (Anexo 5) que assegure às pessoas afetas à recolha, a existência de todo o material necessário;
 - Análises, recipientes e conservantes necessários para cada ponto de recolha (normalmente apresentados em tabela);
 - Preservação das amostras e procedimentos de manuseamento;
 - Procedimentos de recolha e etiquetagem dos duplicados de amostra em campo;
 - Procedimentos e formulários para documentar a recolha de amostras e medições em campo (Anexo 4);
 - Procedimentos de transporte e entrega das amostras no laboratório.
 - **Garantia e Controlo de Qualidade na amostragem e análises laboratoriais:** triplicado das amostras no campo e no laboratório, brancos aos equipamentos e às amostras.
 - **Informação dos métodos analíticos e preparação das amostras por parâmetro:** unidades, método analítico, tempos limite de conservação, tipo de conservação e limites de deteção.

- **Procedimentos de tratamento dos resultados e elaboração de relatórios:**

- Validação dos resultados de acordo com os controlos analíticos realizados, tendo em conta os critérios de aceitação, rejeição ou não aplicabilidade definidos;
- A disponibilização de dados, para além dos resultados, após validados: relativos às metodologias usadas, ao método analítico, aos resultados do controlo analítico e ao local. Este ponto é muito importante na comparação entre estudos.

5. Amostragem

Neste capítulo, consideram-se os processos da monitorização, desde a preparação da amostragem, até ao transporte para o laboratório.

A ASTM (American Society for Testing and Materials) define amostragem como a obtenção de uma porção representativa do meio a ser amostrado, todas as precauções devem ser tomadas, garantindo desta forma que as amostras não sofram alterações no intervalo entre a amostragem e a análise (ISO5667-1, 2006).

A amostragem tem como objetivo a recolha de uma quantidade de material suficientemente pequena em volume para ser convenientemente transportada, e por outro lado, em quantidade suficiente para a determinação das análises necessárias.

O processo de seleção do equipamento deve atender aos parâmetros a serem analisados.

O uso de amostrador automático requer a utilização de um filtro colocado na extremidade do tubo de sucção; caso este seja colocado na base da conduta, o material sedimentado pode ser amostrado. Contudo, para o equipamento conseguir realizar a amostragem, esse filtro tem de estar submerso. Em Caltrans (2015) é recomendado que o filtro da extremidade do tubo de sucção deve ser colocado no fluxo principal, posicionado na vertical, facto referido como importante. Quando o filtro é colocado na horizontal, no fundo da conduta, pode resultar na inflação de sólidos e material sedimentado, enquanto se for colocado no topo pode resultar em excesso de material flutuante e deflação nos sólidos.

Através do Guia disponibilizado pelo fabricante do amostrador automático da marca ISCO, no que diz respeito à localização do filtro, é referido que para uma recolha representativa do caudal, o filtro deve ficar localizado a uma profundidade de cerca de 60%, onde a turbulência e mistura do caudal é referida como sendo a ideal. É sugerido ainda que o filtro de sucção seja colocado a jusante da descarga, mas não é feita qualquer referência sobre se a sua posição deverá ser na vertical (ISCO, 2001).

A eventual inflação da concentração de sólidos na amostra, resultante da amostragem não representativa, é uma fonte de erro sobre o resultado final dos SST, bem como sobre todos os parâmetros que apresentem uma correlação com estes. Neste estudo, as amostras discretas foram recolhidas manualmente paralelamente após a instalação do amostrador automático. No entanto, as condições específicas da amostragem, nomeadamente qual o posicionamento do filtro de sucção do amostrador no fluxo de descarga, não são muito explícitas, informações importantes para perceber de que forma se poderá proceder à recolha com amostrador automático, de forma a conseguir uma amostra representativa relativamente ao parâmetro STT e consequentemente todos os que com ele diretamente se relacionem.

É referido ainda, relativamente à amostragem e conservação das amostras para a determinação de metais, que podem ocorrer sérios erros devidos a contaminações nos equipamentos de amostragem; falhas na remoção de resíduos nos recipientes de amostragens anteriores, e perdas de metais devido à adsorção e/ou precipitação nos recipientes de amostras na sequência de falhas no procedimento de acidificação (APHA, 1998).

Em APHA (1998) aborda também a amostragem de óleos e gorduras, em que a recolha discreta deve ser feita com recurso a um frasco de vidro de boca larga; deve ser recolhido um frasco por cada determinação a efetuar e o frasco não deve ser totalmente cheio. Nunca se deve subdividir a amostra.

As metodologias usadas para realizar a amostragem são, portanto muito importantes para o sucesso de toda a monitorização. Se a amostragem não for a adequada, durante a recolha das amostras, estas podem ficar afetadas e consequentemente as análises às amostras, independentemente do controlo analítico efetuado, resultarão em dados afetados.

5.1. Metodologias de Amostragem de Águas Residuais Industriais

A qualidade das Águas Residuais Industriais (ARI), tem uma elevada variabilidade, devido a alterações ocorridas no processo produtivo da indústria, como em lavagens pontuais não programadas ou mesmo devido a problemas técnicos da Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais (ETARI). Deste modo verifica-se que um reduzido número de amostras não será realmente representativo. Como resultado, a recolha de numerosas amostras é normalmente necessária para obter, num dado local, uma caracterização das ARI exata. Além disso, a qualidade das ARI, também varia muito de local para local, sendo recolhidas diversas amostras discretas em diferentes pontos.

5.1.1. Tipos de Amostragem

Dois tipos de amostras podem ser obtidos no âmbito da recolha de águas residuais industriais (Berg, 1992):

- **Amostra discreta ou pontual** - é uma amostra individual, recolhida por um período que não exceda os 15 minutos. Pode ser retirada através de uma bomba, aspirador, ou equipamento que auxilie na sua extração. Este tipo de amostra é a mais apropriada para:
 - Caracterizar a qualidade da água num determinado tempo;
 - Dar a informação sobre o mínimo e o máximo de concentrações;
 - Permitir uma coleta de vários volumes de amostra;
 - Para corroborar amostras compostas;
 - Atender a um requisito de permissão de descarga.
- **Amostra composta** – é uma amostra formada pela mistura de uma série de amostras discretas recolhidas sequencialmente em determinados volumes e em determinados intervalos de tempo. A sequência da recolha pode ser ponderada em termos do tempo ou em termos do caudal.

5.1.2. Técnicas de Amostragem

Quanto às técnicas de amostragem, existem duas técnicas de amostragem (Berg, 1992):

- **Amostragem manual** – recolha da amostra à mão.
- **Amostragem automática** – utilização de equipamentos automáticos que recolhem as amostras de acordo com a programação pré-definida.

No entanto, importa compreender a diferença entre tipo e técnica de amostragem, assim é apresentada no Quadro 5-1, a relação entre os dois conceitos, conforme Berg (1992).

Quadro 5-1 – Tipo de Amostra e Técnica de Amostragem (adaptado de Berg, 1992)

Tipo de Amostra	Técnica de Amostragem
Discreta	Manual – recolha manual, amostra discreta manual.
	Automática – amostrador automático recolhe uma ou uma série de amostras em garrafas individuais.
Composta	Manual – recolha manual, amostra composta manual.
	Automática – amostra recolhida e composta por amostrador automático.
	Automática – recolha de várias amostras discretas por amostrador automático e posteriormente amostra composta. Manualmente.

5.2. Equipamentos na Amostragem e Estação de Monitorização

Numa estação de monitorização podem ser utilizados vários equipamentos, dependendo da necessidade de cada amostragem, desde amostradores automáticos, sondas de temperatura, medidores de caudal, entre outros. Nos pontos imediatos serão mencionadas algumas características dos equipamentos utilizados.

5.2.1. Amostrador Automático

O amostrador automático é composto por uma bomba peristáltica, que permite realizar a sucção das amostras e a programação de lavagem do tubo de sucção prévia à amostragem; um suporte para os recipientes das amostras; um sistema de distribuição das amostras; um controlador eletrónico do sistema que permite ativar os ciclos de amostragem: pré-programados em intervalos de tempo ou em relação ao nível da água; e um sistema de sucção, tubo e filtro de sucção através do qual as amostras são recolhidas. Estes compostos são apresentados na Figura 5-1.



Figura 5-1 – Componentes de um amostrador automático (FHWA, 2003)

Este amostrador necessita duma fonte de energia, alimentado por bateria própria ou por bateria externa, mais potente, como uma bateria de automóvel. Há amostradores que procedem à refrigeração das amostras, no entanto, a bateria não é suficiente para alimentar, durante todo o evento, os equipamentos com esta função. Exigindo, nestes casos, uma ligação á corrente elétrica; o que normalmente é pouco viável nos locais típicos desta amostragem.

A configuração deste equipamento pode ser programada para um único (Figura 5-2 a) de Caltrans, 2015) ou para vários recipientes de amostras, conforme está representado na Figura 5-2 b). Atendendo à configuração escolhida, podem ser programados para recolher *in situ*⁴ uma única amostra discreta, uma série de amostras discretas ou uma amostra composta; com base na ponderação do tempo ou do caudal descarregado. Para recolhas de caudal-ponderado, o amostrador necessita, de um medidor de caudal integrado.

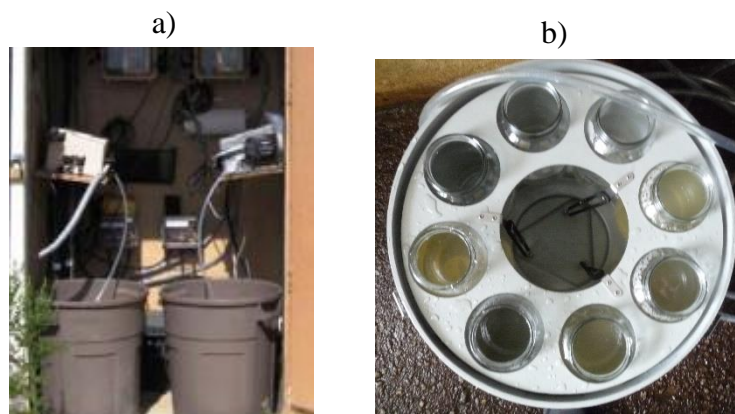


Figura 5-2 – a) único recipiente de amostra; b) vários recipientes de amostras

5.2.2. Sondas de Análise *In Situ*

Como determinados parâmetros apresentam rápida alteração como o pH e temperatura. Os tempos limites de conservação, recomendados para estes parâmetros, são de 15 minutos (APHA, 2018). Deste modo durante a amostragem, utilizam-se equipamentos de medição que permitem obter *in situ* registos para os parâmetros temperatura, turvação, pH, potencial redox, oxigénio dissolvido, condutividade, salinidade, nitratos, amónia e cloro residual, devidamente calibrados. No entanto é importa verificar se a capacidade dos referidos equipamentos, correspondem, em termos de precisão e exatidão, aos objetivos de qualidade dos resultados exigidos.

⁴ Medição *in situ* é efetuada no sítio da recolha, por exemplo através de sondas de medição integradas no equipamento.

5.2.3. Estação de Monitorização

Após a inventariação dos equipamentos necessários à monitorização que se pretende efetuar, são montados, a operar sincronizadamente de acordo com o objetivo do estudo a realizar, e no local pretendido para a amostragem. O conjunto dos vários equipamentos é denominado de estação de monitorização. Na Figura 5-3 é ilustrado o amostrador automático com a devida sonda de recolha, num dos locais de estudo (ponto 9 do Figura 8-1).



Figura 5-3 – Fotos do amostrador ISCO série 6700 com tampa de proteção

5.3. Preparação da Amostragem

Consoante os objetivos do programa de monitorização, devem ser definidos os critérios e respetivos procedimentos relativamente à seleção dos eventos a monitorizar.

Tanto os frascos de recolha das amostras como dos equipamentos, devem ser de materiais que não contribuam como fontes de contaminação, relativamente aos parâmetros a amostrar. Todos os componentes e recipientes que estarão em contacto com as amostras para a determinação de compostos orgânicos vestigiais, devem ser de vidro ou teflon. O vidro borossilicatado é o mais aceitável para os frascos de amostra, visto ser considerado adequado para a determinação de metais e compostos orgânicos (APHA, 1995). Antes da amostragem, devem ser submetidos a um procedimento de lavagem, adequado. Todos os frascos devem ser devidamente rotulados, antes de serem colocados no amostrador ou usados em amostragens manuais (ISO 5667-3:2018).

Os equipamentos necessários à amostragem devem ser devidamente inspecionados, antes de cada evento a amostrar, desde verificação das baterias; do tubo de sucção, caso seja necessário deverá ser substituído; as ligações elétricas; posicionar os frascos para a recolha no amostrador; colocar gelo ou cubetes à volta dos frascos, quando o amostrador não faz a refrigeração automática e o mesmo deve ser devidamente programado.

Logo após a recolha, as amostras devem ser imediatamente colocadas numa mala térmica com cubetes de gelo, além de conservadas em termos de temperatura, é também um importante

procedimento para minimizar a exposição das amostras à luz solar direta, já que a luz solar pode causar transformações bioquímicas nas amostras e consequente alteração dos resultados analíticos (Caltrans, 2015);(ISO 5667-3:2018).

Para a análise de determinados parâmetros, é necessário adicionar preservantes específicos à amostra antes da amostragem, no caso de esta ser manual, é possível fazer essa adição previamente e recolher cada volume necessário à análise do parâmetro.

No caso de a amostragem ser pelo amostrador automático, o volume da amostra composta terá de ser dividido para os vários parâmetros a analisar, não sendo por isso possível fazer a adição dos diferentes preservantes específicos por parâmetro. Na maior parte dos casos e porque reduz os problemas logísticos em campo a adição dos preservantes é feita no laboratório, mesmo quando a amostragem é manual (Caltrans, 2015).

As condições a garantir em termos de preservação e conservação são resumidas, para cada método analítico no Anexo 2 adaptado de (APHA, 1995).

6. Análises Laboratoriais e Controle de Qualidade

6.1. Receção e Preparação das Amostras

Após a chegada das amostras, como já referido no capítulo anterior, procede-se à sua divisão segundo as diferentes necessidades de preservação e dos volumes mínimos para os diversos parâmetros, tendo em conta as especificidades dos recipientes, em termos de material constituinte, exigidas pelo método analítico. Os volumes mínimos devem ter em conta o número de duplicados por análise, definidos como necessários pelo laboratório, para garantir o seu controlo de qualidade.

Em paralelo com a divisão de cada amostra, deve proceder-se à rotulagem da mesma, com a indicação do número da campanha, preservante e análises a determinar.

6.2. Métodos Analíticos

Os métodos analíticos para a determinação dos parâmetros devem ser estandardizados, como por exemplo, os métodos da Agência da Proteção Ambiental - *Environmental Protection Agency* (EPA) ou Métodos Padrão - *Standard Methods* (APHA, 1995). Para cada parâmetro, devem ser especificados: o método analítico a usar e respetiva referência; o tipo de recipiente a usar; o tipo de preservação necessária e o tempo máximo de conservação (APHA, 1995).

Os resultados obtidos da aplicação dos métodos analíticos, devem cumprir os objetivos de qualidade previamente definidos.

Quanto aos limites, o limite de deteção (LD), referem-se à concentração mínima que pode ser apresentada como detetada (Caltrans, 2015), é importante, na definição dos LD e Limites de Quantificação (LQ) dos métodos analíticos, atender aos LD mínimos recomendados. Os resultados obtidos com valor inferior ao LD, são apresentados como não detetados (ND); os valores inferiores ao LQ, são apresentados como (<LQ) (Quadro 6-1).

Quadro 6-1 – Acrónimos para Limites de Quantificação (adaptado de Caltrans, 2015)

Acrónimo	Nome	Descrição
LD	Limite de Deteção	Concentração mínima que pode ser apresentada como detetada.
LQ	Limite de Quantificação	Sinónimo de LD; Valores inferiores a LQ são apresentados como: < LQ.
ND	Não Detetado	Valores inferior a LD.

6.3. Controlo de Qualidade (da Amostragem à Análise)

A qualidade dos resultados das monitorizações de ARI é fundamental para criar diretrizes de orientação que permitam avaliar e controlar os órgãos de gestão hídrica da indústria afeta.

A avaliação e validação dos resultados analíticos para serem representativos, exatos e precisos, devem ser garantidos pelo controlo de qualidade.

Na amostragem, uma das fontes de erro frequente, é a contaminação das amostras, por parte dos equipamentos utilizados. Na determinação de parâmetros com concentrações vestigiais, este problema agrava-se, originando erros grosseiros.

Para identificar possíveis fontes de contaminação durante a recolha em campo, ou mesmo manipulação em laboratório, transferência, armazenamento e análises, são preparados brancos. No processo de amostragem e de análise, devem ser realizados brancos (do método e do equipamento), para determinar o nível de contaminação, se existir (Caltrans, 2015).

Tal como devem ser realizados triplicados (Quadro 6-2), em que a reprodutibilidade dos resultados, será o resultado da precisão analítica. Caso haja uma diferença significativa, indica uma fonte de erro.

Quadro 6-2 – Tipos de Triplicados que se podem realizar

Tipos de Triplicados	
Triplicados na Amostragem	Triplicados em Laboratório
<ul style="list-style-type: none"> - Determina variações atribuídas à recolha, manuseamento em laboratório e preservação; - É preparado enchendo três frascos de amostra no mesmo local com o mesmo método de amostragem. 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar a precisão do método analítico e da manipulação em laboratório; - É dividida uma amostra em três partes e cada uma delas é analisada.

É através da comparação dos resultados analíticos com os critérios de aceitabilidade pré-definidos, que se obtêm os objetivos de qualidade dos resultados. Os tempos de espera entre a recolha e análise das amostras cumprem os requeridos pelos respetivos métodos (coluna “Máximo de Tempo de Armazenamento Recomendado” - Anexo 2), devem ser cumpridos. Os brancos efetuados às várias fases do processo desde a amostragem às análises, devem apresentar concentrações inferiores aos LD, para se considerar que não há contaminação.

6.4. Tratamento dos Resultados Analíticos

Analogamente ao tratamento dos valores detetados, mas não quantificados, ou seja, aqueles que estão acima do LD, mas são inferiores ao valor de LQ, são normalmente apresentados como < LQ. Este resultado, apesar de não quantificar, indica que o poluente em análise está presente na amostra; contudo, o método analítico não o consegue quantificar. Uma forma de tratar estes resultados é substituir o < LQ por LQ/2.

Parte II – Caso de Estudo

7.Huf Portuguesa Lda.

A Huf Portuguesa foi criada em 1991, esta companhia pertence à Huf Hülsbeck&Fürst com o principal escritório em Velbert (Alemanha).

Começou a operar provisoriamente a 14 de outubro num prédio arrendado de 850m² a curta distância das atuais instalações, com 11 pessoas, em que 60% delas continuam a trabalhar para a companhia. Os primeiros componentes produzidos foram sistemas de bloqueio para a Ford e GM, seguido pelo fornecimento de partes para modelos da Autoeuropa (Group, 2018).

Atualmente, a Huf Portuguesa, localiza-se na zona industrial de Tondela, mais especificamente na Adiça, localidade pertencente ao concelho de Tondela e distrito de Viseu, como se pode observar na Figura 7-1.

A Huf Portuguesa em 2018 fez em vendas 118 milhões de euros, contando com 470 colaboradores, foi a pioneira em avaliar a satisfação dos funcionários através de pesquisas internas e externas. É uma das melhores da classe na área de Saúde e Segurança, possuindo os menores índices de gravidade e frequência de acidentes do setor, estabelecendo um recorde de mais de 1000 dias sem acidentes de trabalho. Mais recentemente, foi selecionada pela Comissão Europeia (Emprego, Assuntos Sociais e Igualdade de Oportunidades) e pela Organização Internacional do Trabalho (Centro Internacional de Treino) como uma empresa modelo em relação às boas práticas nas suas medidas de reestruturação inovadoras (participação em seminários em Lisboa e Bruxelas).

A Huf Portuguesa foi reconhecida pela Associação Portuguesa de Ética Empresarial com o prémio de Responsabilidade Social nas áreas de Trabalho Digno e Conciliação (Prémio do Júri); Comunicação (Prémio do Júri) e Comunidade (Menção).

Nos últimos 25 anos, a companhia tem fornecido componentes para mais de 60 milhões de veículos.



Figura 7-1 – Fotografia aérea e ao nível do solo (Google Maps, 2019)

A atividade principal da empresa é a produção de acesso, segurança e sistemas de bloqueio para a indústria automóvel - *Car Access, Security and Immobilization (CASIM)*. O Grupo Huf tem um alcance global, opera em 3 continentes e 14 países, seja com fábricas de produção, escritórios de vendas ou preocupações com desenvolvimentos de engenharia globalizados. Possui fábricas na América, Europa e Ásia (Group, 2018).

A empresa Huf pertence ao setor eletromecânico, produzindo componentes para o automóvel. Os produtos da fábrica são: sistemas de fechaduras, puxadores de portas, chaves e sistemas de bloqueio da direção Figura 7-2.



Figura 7-2 – Componentes para Automóveis

Na atualidade, a empresa Huf é uma das mais importantes do seu ramo a laborar no distrito de Viseu, devido a ser uma empresa reconhecida tanto a nível nacional como a nível internacional. Sendo uma empresa de excelência no seu sector, tem ganho vários prémios em Portugal devido ao seu bom funcionamento e preocupação ambiental.

Na classificação portuguesa de atividades económicas (CAE), é atribuído o número 34300, referente a fabricação de componentes e acessórios para veículos automóveis e seus motores, tendo um capital social de 1.500.000. A Huf Portuguesa exporta os seus produtos para os 5 continentes, sendo o volume de exportações maior na Zona Euro (Figura 7-3). Entre os clientes da empresa, destacam-se algumas das maiores e mais importantes marcas de automóveis como a Ford, General Motors (GM)/Opel, Grupo Volkswagen (VW) e grupo PSA (Peugeot/Citroen) (Figura 7-4).

Em 2017, foram fornecidos componentes para 9 fábricas PSA, 8 fábricas VW, 12 fábricas Ford, 11 fábricas BMW e 3 fábricas da Volvo (Group, 2018).

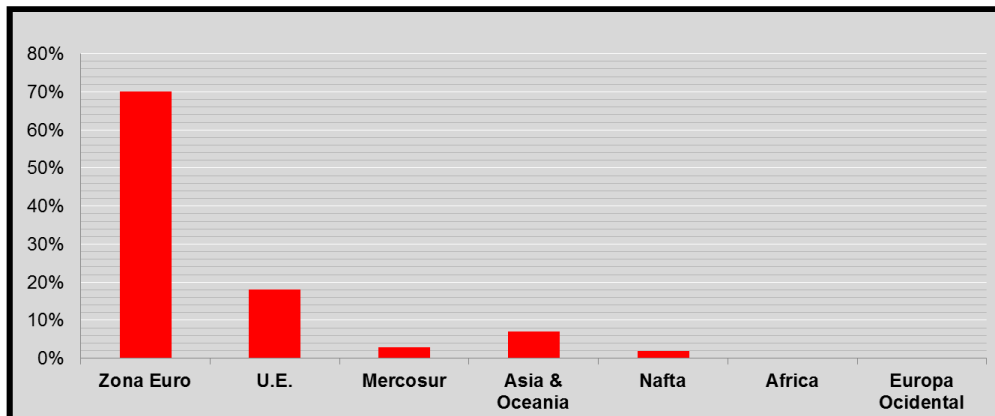


Figura 7-3 – Huf Portuguesa: Mercados (Group, 2018)

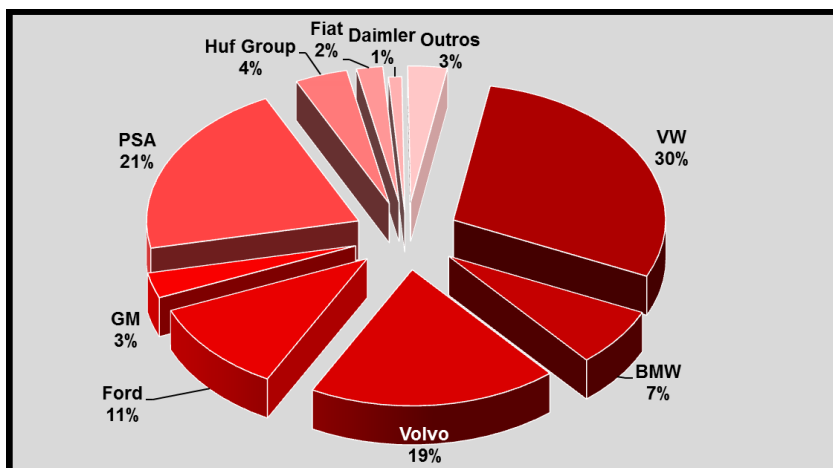


Figura 7-4 – Huf Portuguesa: Principais Clientes (Group, 2018)

7.1. Descrição Geral do Processo Produtivo

O processo produtivo automóvel varia consoante o tipo de produção que é efetuada na respetiva indústria, podendo consistir somente, como linhas principais de produção, na ferragem, pintura, montagem e qualidade, ou, para além destes, produzir os próprios componentes automóveis, desde os órgãos motores e elétricos, às portas, por exemplo. As indústrias automóveis que produzem os próprios componentes automóveis, denominam-se de indústria de componentes para automóveis.

Relativamente ao número de indústrias de componentes para automóveis (componentes e acessórios para veículos automóveis), em 2017, Portugal podia contar com 235 empresas, sendo a Huf Portuguesa uma destas empresas (AFIA, 2018).

O processo produtivo da Huf Portuguesa divide-se em dois ramos distintos: montagem de componentes e injeção de polímeros.

Os componentes produzidos pela fábrica envolvem diferentes processos produtivos, desde a injeção de plástico, passando pela fresagem e lavagem das peças. Alguns componentes, tais como os espadins (Figura 7-5), são produzidos exteriormente, sendo apenas fresados na fábrica. Cada processo produtivo, será em seguida, descrito mais pormenorizadamente.



Figura 7-5 – Espadim (componente da chave de um automóvel)

Em relação às chaves, na empresa é só efetuado, a sua fresagem, apenas chaves mais antigas feitas por encomenda, são lavadas com água, detergente e cerâmica abrasiva (para limar eventuais arestas), para remoção dos óleos existentes nestas. Este processo é chamado polimento das chaves.

Na injeção de plástico, este é introduzido em formas pré-definidas (moldes), que depois são arrefecidos pela água proveniente dos “chillers”.

No processo produtivo, é feito a montagem das peças (chaves, puxadores, ignições), na fábrica. É também produzida água destilada no laboratório. Esta é utilizada para efetuar testes de corrosão às peças.

7.1.1. Montagem de Componentes

Na montagem de componentes, são montados componentes metálicos e não metálicos. Dentro dos metálicos existem ainda os ferrosos e os não ferrosos (Figura 7-6). Sendo apenas processos de montagem não há consumo de água, logo deste processo apenas haverá água residual por parte da lavagem do pavimento em que se encontra. Dentro da montagem de componentes há ainda a fresagem de espadins, que atualmente é feita automaticamente, não sendo necessário a sua lavagem, pois dentro das novas máquinas de fresagem o arrefecimento não é feito a óleo mas sim a água, água essa que se encontra em circuito fechado, os espadins saem portanto sem óleo, sendo limadas certa arestas feitas pela mesma máquina da fresa; Apenas em alguns espadins por encomenda de chaves mais antigas, são ainda feitos em máquinas antigas, a sua lavagem é feita num recipiente de Safetykleen onde já vem da empresa que o fornece já com a água e detergente necessário.

7.1.2. Injeção de Polímeros

Na injeção de polímeros, podem ser processos de injeção normal (apenas de um tipo de material) e injeção bimatéria (injetados dois tipos de material) (Figura 7-6).

Neste tipo de processos o polímero entra através de uma tremonha, é aquecido e derretido através de umas resistências elétricas no corpo da injeção, sendo a que a água quente que provém de termoacumuladores, é injetado nos moldes para os manter quentes e para arrefecer no final, formando deste modo a peça que se pretende.

A água neste circuito não se perde, pois, sendo um circuito fechado, está constantemente em recirculação. Exceto o caso quando é necessário fazer purgas aos termoacumuladores, pelos colaboradores da manutenção, nesta atividade o depósito do equipamento é purgado para um recipiente e é limpo.

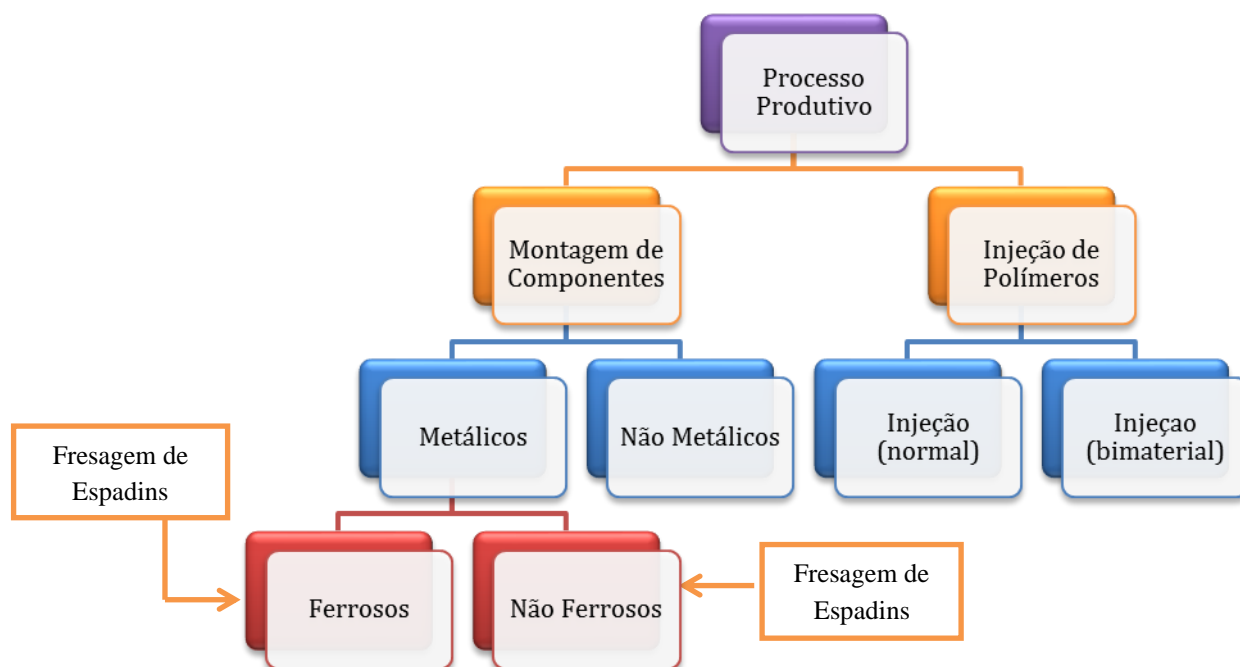


Figura 7-6 – Esquema Geral do Processo Produtivo da Huf Portuguesa

7.2. Caracterização Genérica da Gestão Ambiental

Desde início do seu funcionamento a Huf Portuguesa teve preocupações com o Ambiente, estando estes bem explícitos nos valores e princípios da empresa. Têm vindo a ser feitos esforços no sentido de optar sempre pelas melhores tecnologias possíveis e por aquelas que causem menos impactes.

Em 1999 foi decidido pela Gerência da empresa partir para o processo de certificação Ambiental através da ISO 14001. A empresa já tinha algumas práticas ambientais que vieram a facilitar a implementação do SGA, como sendo o cumprimento em geral da legislação, a valorização de sucatas e o correto encaminhamento de todos os resíduos e águas residuais.

Foi em 2000 que se certificou a empresa segundo o referencial ISO 14001:1996 pela entidade Dekra-ITS. A implementação do SGA foi efetuada em parceria com a Universidade de Aveiro através de um projeto final de curso de Engenharia do Ambiente. Em 2006 a empresa foi certificada pela ISO 14001 versão 2004 pela entidade certificadora DNV (Quadro 7-1).

As preocupações da Huf Portuguesa na projeção do Ambiente não ficam somente pelo controlo do seu processo, mas também pela prevenção dos impactes ambientais dos produtos que coloca no mercado. Estas preocupações estão materializadas no cumprimento das exigências de clientes e diretivas comunitárias a nível de produto da indústria automóvel, como seja o caso da Diretiva VFV (Veículos em Fim de Vida) com a eliminação do Crómio Hexavalente, Chumbo, Mercúrio e Cádmio de todos os produtos; É reportado aos clientes, todos os materiais utilizados através do sistema Web – IMDS e o cumprimento da Diretiva REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals) (Huf, 2017).

Quadro 7-1 – Certificações atuais da Huf 2018

Certificações	Designação
ISO/IEC 27001:2013	Procedimentos TÜV NordCert Produtos CASIM
ISO 26260:2013 (inserida na 27001:2013)	Veículos rodoviários – Segurança funcional
IATF 16949:2016	Conceção e produção de fechaduras eletrónicas da coluna de direção, chaves remotas, puxadores de portas, sistemas de bloqueio de direção, fecho da porta traseira, entre outros
ISO 14001:2015	Sistema de Gestão Ambiental
BS OHSAS 18001:2007	Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional

Com base na legislação pela qual se rege a Huf Portuguesa, verifica-se na mesma uma preocupação com a gestão de resíduos sólidos provenientes do processo fabril. Na empresa existe um local onde são armazenados os resíduos (local: EcoHuf) e posteriormente reencaminhados para os devidos Operadores de Gestão de Resíduos (OGRs).

Quanto às emissões de poluentes atmosféricos, não possui; referente à poluição sonora, nas instalações da unidade fabril, encontra-se de acordo com a legislação em vigor.

Outras preocupações ambientais na atualidade é a gestão da qualidade da água, a nível dos processos produtivos o consumo de água é pequeno, pois nestes processos a água é recirculada. No entanto, existem consumos consideráveis na lavagem do pavimento, pelos colaboradores em atos de higiene (sanitários e balneários) e pelo refeitório. Apesar das refeições não serem confeccionadas na empresa, é utilizada água na lavagem dos utensílios domésticos (talheres, pratos e copos).

Capítulo 7 – Huf Portuguesa Lda.

Sendo uma empresa inserida no ramo automóvel, é natural a produção de óleos e seus derivados, contudo preocupam-se em dar seguimento adequado aos óleos; Estes podem ter diferentes origens: ar comprimido e máquinas antigas de fresagem de espadins, são de seguida encaminhados para o EcoHuf (armazém de resíduos), e posteriormente é lhes dado o destino final pelos devidos OGRs.

Na Figura 7-7 é apresentado a localização do EcoHuf:



Figura 7-7 – Layout da Huf Portuguesa (Piso 0) – adaptado de Group, 2018

8. Gestão da Água na Huf Portuguesa

A gestão da água na Huf Portuguesa é feita segundo boas práticas ambientais, visando sempre a redução de consumos, a reutilização de água e a minimização de descarga de efluentes. Um dos grandes objetivos da unidade fabril é reduzir os consumos das atividades que consomem mais água. Daí basearem-se num indicador anual (litros consumidos por número de dias trabalhados e número de trabalhadores), que demonstra o desempenho ambiental.

8.1. Captação e distribuição de água

A água consumida na empresa tem duas origens: da rede de abastecimento público e de um furo próprio. Nos processos produtivos a água utilizada, provém da rede de abastecimento, enquanto a água que tem origem no furo apenas é utilizada para fins de rega no verão.

Como já foi referido anteriormente, o processo produtivo não consome um caudal de água significativo ($1,38\text{m}^3$ por ano: contando com o caudal registado no contador dos tanques que abastecem o processo de arrefecimento ($1\text{m}^3/\text{ano}$), e com a água necessária para repor nos termorreguladores quando vão para manutenção (valor estimado de $0,38\text{m}^3/\text{ano}$)) - *vide* fluxograma da Figura 8-1); Já o uso sanitário, dos balneários, refeitório e lavagem de peças é onde se encontra um consumo de água mais elevado com aproximadamente 4173m^3 (Figura 8-1). Este consumo pode ter algum pico no caso de ocorrer algum derrame de óleos por parte de algumas máquinas existentes na empresa.

Na injeção de plástico a água é utilizada para arrefecimento dos moldes, encontra-se num sistema fechado, recirculando dos *chillers* para os termorreguladores, e destes para as máquinas de injeção, logo a água necessária para o processo, volta a entrar no sistema, sendo arrefecida pelos *chillers* podendo entrar de novo no sistema para arrefecimento dos moldes. Devido a perdas de água por evaporação e fuga por parte de alguma máquina que não esteja em bom

estado, a água utilizada nos *chillers* é substituída, sendo cerca de 1m³ o volume utilizado por ano. A água arrefecida pelos mesmos segue para dois tanques com a mesma dimensão (40m³). Já na fresagem dos espadins, esporadicamente são fresados em máquinas antigas, que perdem algum óleo, esses espadins no fim da sua fresa contêm óleo, seguem para uma lavadora que através de porcelanas abrasivas e detergente lavam e tiram algumas imperfeições que ainda existam nos mesmos.

Nas linhas de montagem não existe consumo de água.

Quanto às purgas dos compressores (processo de ar comprimido), a água provém da desumidificação do ar, sendo apenas produzida água residual, não existindo consumo de água neste ponto.

Pelo Figura 8-1, pode observar-se as operações consumidoras e produtoras de água, sendo:

- **Operações consumidoras de água:**
 - Lavagem de espadins (Safetykleen);
 - Lavagem de peças;
 - Lavagem dos pavimentos;
 - Lavagem de louças no refeitório;
 - WCs;
 - Balneários;
 - Laboratório;
- **Operações produtoras de águas residuais:**
 - Lavagem de peças – produtor de águas residuais industriais, daí um dos pontos de recolha para amostragem assinalado na Figura 8-1 como ponto 4, após a lavagem de peças;
 - Lavagem de pavimentos – aqui o ponto de amostragem foi identificado como ponto 5 na Figura 8-1, como sendo água residual do interior de uma das máquinas que assegurava a limpeza do pavimento industrial, sempre à mesma hora, desta forma eliminando outras variáveis que pudessem influenciar os resultados;
 - Lavagem de louças no refeitório – água residual doméstica que não seguia para o DAF;
 - WCs – água residual doméstica que não seguia para o DAF, apenas uma das casas de banho, é que seguia para a mesma caixa de visita que a água tratada do DAF, daí o nosso ponto de recolha ser antes da influência dessa casa de banho e após o DAF (ponto 10 da Figura 8-1), de forma a que conseguíssemos calcular melhor a eficiência do tratamento, sem influencia de outras descargas sem ser descargas industriais, também a identificação do ponto de recolha 9 foi muito importante, para que conseguíssemos ter resultados *a priori* do tratamento e *a posteriori* do mesmo;
 - Balneários – água residual doméstica;
 - Laboratório – água residual doméstica, a única coisa que produzem em laboratório e que gastam é água destilada;

- Purgas dos compressores – água residual industrial, estas purgas após a decantação existente após os compressores, são encaminhadas para o DAF, mais uma vez os nossos pontos de recolha, como via de avaliarmos a eficácia daquele tratamento e de se analisar para isso as águas residuais antes e após esse tratamento, idealizamos como pontos de recolha o ponto 6 e 7 da Figura 8-1, sendo após a saída das purgas e antes da decantação e após a decantação respetivamente.

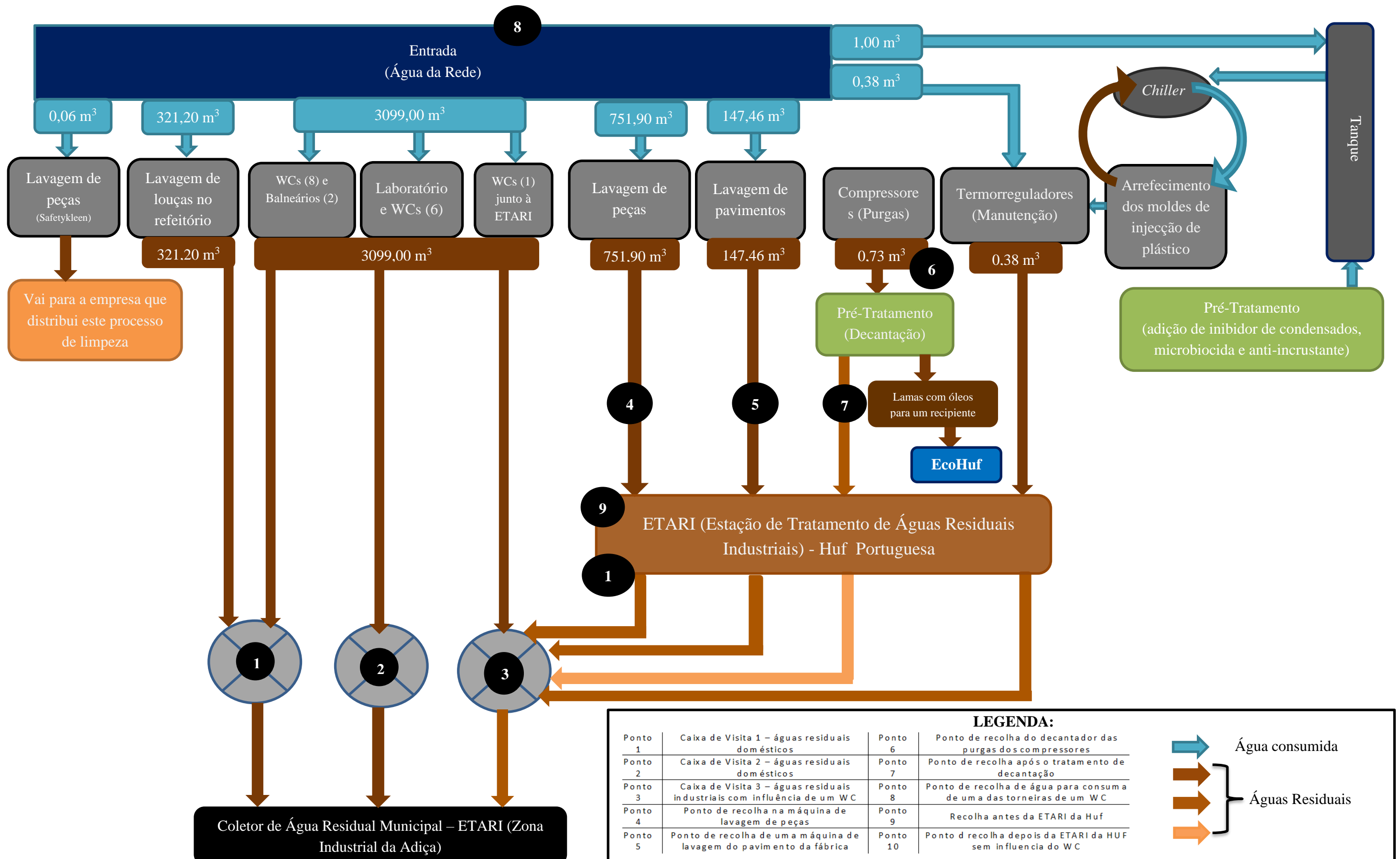


Figura 8-1 – Fluxograma com balanço volúmico e pontos de amostragem

8.2. Tratamento da água no processo produtivo

Em alguns processos produtivos a água necessita de pequenos tratamentos. Um dos processos em que ocorre um pré-tratamento é na água que é recirculada no “*chiller*” (água de arrefecimento dos moldes), tem um pequeno tratamento onde existe a entrada de biocidas e molibdatos. Os biocidas são utilizados com a função de evitar a reprodução de seres vivos na água, enquanto os molibdatos, são utilizados para evitar a corrosão e incrustações nas tubagens.

8.3. Consumos de água e produção de água residual doméstica

Como maior parte do consumo de água vem de atividades como banhos, uso sanitário e lavagem de louça no refeitório (a comida não é confeccionada na empresa), a produção de água residual que provém destas atividades é considerada como água residual doméstica.

8.4. Consumos de água e produção de água residual no processo produtivo

Através deste estudo foram levantadas as atividades que efetuam maiores consumos de água, foi feita uma estimativa em alguns casos comparando com algo já existente e quantificado, enquanto outras por subtração do volume total consumido.

8.4.1. Processo de montagem de componentes

Neste processo não é consumido água, apenas é produzido água residual industrial devido às lavagens do chão onde ocorre o mesmo.

8.4.2. Processo de fresagem de espadins

A fresagem de espadins atualmente é feita em máquinas que libertam óleo, logo não haverá fugas do produto anteriormente referido, no entanto, para certas encomendas de chaves mais antigas, podem fazer os espadins em máquinas antigas que devido à sua ancianidade libertam algum óleo, logo os espadins que saem das mesmas vêm com vestígios do mesmo.

Após a fresagem dos espadins os meus vão para uma lavadora, a fim de serem limpos e para que certas arestas sejam limadas através de porcelana abrasiva que adicionam. Da lavadora a água residual que é produzida é de origem industrial podendo conter desta forma: detergente, vestígios de porcelana abrasiva e óleo (pontualmente).

8.4.3. Processo de injeção de polímeros

Na injeção de polímeros, esta pode ser normal, composta apenas por um tipo de polímero injetado no molde ou bimaterial, em que dois tipos de polímeros diferentes são injetados. A única água que entra nos moldes para arrefecer os mesmos, com origem nos *chillers*, passando através de termorreguladores, é a mesma quantidade de água que retorna aos *chillers* para que seja arrefecida. A água utilizada neste processo pertence então a um circuito fechado, logo não há produção de água residual, é apenas consumida água quando é necessária manutenção aos termorreguladores, em que o seu depósito de água é esvaziado e voltam a repor a mesma quantidade com água limpa.

8.4.4. Máquinas de ar comprimido

Nas purgas dos compressores, antes das mesmas seguirem para o DAF, têm um pré-tratamento por decantação, onde se separam parte dos óleos misturados na purga, sendo estes retirados e armazenados no EcoHuf e a água que decanta é encaminhada para o DAF.

No caso da Huf Portuguesa, o efluente industrial é composto por águas da lavagem de pavimentos (fábrica e escritórios), lavagem de peças (metálicas e não metálicas), purgas dos compressores e com pouca contribuição para o mesmo, efluente da manutenção dos termorreguladores.

9. Caracterização das Águas Residuais Industriais

Neste capítulo são caracterizadas as diferentes águas residuais industriais que provém da Huf Portuguesa, desde a sua origem ao ponto onde desaguam. Dependendo do efluente, caso sofra algum tipo de tratamento é também referido de uma forma abreviada.

9.1. Efluente da Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais

O efluente da ETARI é composto pelas águas de lavagem de peças, lavagem de pavimentos, purgas dos compressores, lavagem das máquinas e utensílios de limpeza de pavimentos e efluente da manutenção de termorreguladores.

Este efluente sofre um tratamento de flotação por ar dissolvido, onde durante o processo, é adicionado floculante e coagulante, para além ainda da adição de um “*oil breaker*” para o auxílio da quebra das partículas de gordura que se encontram nos efluentes anteriores (lavagem de peças e pavimentos). Após o DAF, o efluente segue para o coletor municipal.

9.2. Efluente das Purgas dos Compressores

As purgas dos compressores ocorrem devido aos condensados dos mesmos, que vão precipitando ao longo do tempo, neste caso, 2 litros por dia em média (informação da Manutenção – Huf Portuguesa).

Estes condensados são compostos por:

- Aerossóis de óleo e hidrocarbonatos do ar aspirado;
- Partículas de pó e sujidade de todos os tipos do ar aspirado;
- Óleo do compressor;
- Ferrugem, partículas metálicas de soldadura e outros elementos da tubagem (PTF, 2013).

Os condensados anteriormente referidos, antes da sua entrada na ETARI, passam por um processo de decantação, onde grande parte dos óleos e gorduras são retirados e acumulados num depósito à parte, seguindo o efluente decantado para o tanque de entrada da ETARI.

9.3. Efluente da Lavagem de Peças

Quanto ao efluente da lavagem de peças, este provém da lavadora, onde em conjunto com um agente abrasivo (pequenas peças de cerâmica) e detergente, lavam e limam algumas arestas que ainda venham nas peças (espadins, entre outros).

O equipamento em que ocorre este processo encontra-se com um caudal constante independentemente de estar ou não a trabalhar, equivalente a uma torneira aberta de 1mm.

Algumas das peças que vão à lavadora, por terem sido feitas em máquinas antigas contém vestígios de óleo.

É, portanto, um efluente composto por óleo, detergente e pó do agente abrasivo, que ao passar nas peças vai perdendo parte da sua constituição (porcelana).

Esta água residual segue da lavadora diretamente para o tanque de entrada da ETARI.

9.4. Efluente da Manutenção dos Termorreguladores

Os termorreguladores (Figura 9-1), controlam a temperatura do molde, nas máquinas de injeção de plástico, esta água encontra-se sempre em recirculação, exceto quando avariam, ou necessitam de outro tipo de manutenção, é trocado o depósito de água que se encontra no seu interior; esta tarefa ocorre muito poucas vezes durante o ano, não sendo este caudal significativo para o estudo em questão.

É um efluente que devido à sua origem ser dos *chillers*, pode conter molibdatos e biocidas; são adicionados aos tanques de onde provém a água dos mesmos.



Figura 9-1 –
Termorregulador
(Huf, 2019)

9.5. Efluente da Lavagem de Pavimentos

O efluente da lavagem de pavimentos, contém desde detergente usado na limpeza, a uma grande variedade de impurezas que se encontram no pavimento, desde metais que provêm da fresagem

de chaves, até ao óleo na zona de manutenção onde são limpos e compostos uma enorme variedade de maquinaria e peças, podendo haver derrame de óleos entre outros produtos para a limpeza das mesmas.

É desta forma um efluente que irá influenciar em parte os resultados antes e após a ETARI da empresa, pois com aproximadamente 148m^3 (Figura 8-1) de caudal anual, apesar de relativamente baixo comparativamente ao caudal que surge de outras fontes (lavagem de peças 752m^3 - Figura 8-1), é um caudal que por ser pouco acaba por concentrar mais certas impurezas, que em outros caudais estariam diluídas.

As máquinas da lavagem de pavimentos e utensílios de limpeza, são despejadas e limpos respetivamente para o tanque ao início da ETARI.

9.6. Sistemas de Tratamento das Águas Residuais

A água que se encontra em recirculação nos *chillers* é tratada com biocidas e molibdatos, para que não haja crescimento de microrganismos, nem incrustações ou corrosões nas tubagens respetivamente.

As purgas dos compressores depois de depositadas em dois cilindros, decantam, separando a água de maior parte dos óleos que provêm do sistema de ar comprimido, essas lamas oleosas depositam-se na parte superior, sendo posteriormente retiradas por um colaborador e armazenadas em recipientes que posteriormente seguem para o EcoHuf e daí serão levadas por um OGR competente para o seu tratamento, quanto à água que fica na parte inferior sai e vai diretamente para o DAF.

Quanto às lavagens de espadins e linguetas, esta água residual composta por detergente, óleo (pontualmente) e parte das porcelanas abrasivas, vai diretamente para o DAF.

As águas residuais que seguem para o DAF, vão sofrer coagulação e flotação, formando agregados de SST, óleos e gorduras, diminuindo também o CQO e CBO_5 presente neste tipo de águas. As lamas formadas pelos resíduos aglomerados, são armazenadas ao lado do edifício do DAF, as mesmas são encaminhadas para um OGR específico.

9.6.1. Tratamento das Águas Residuais Industriais

A Huf Portuguesa dispõe de um tratamento para os seus efluentes residuais industriais antes de a descarga seguir para o coletor municipal da zona industrial da Adiça.

Esse sistema é denominado por DAF ou Flotação por Ar Dissolvido, este é uma operação unitária destinada à remoção de gorduras e sólidos em suspensão de um meio aquoso (água residual industrial).

O mecanismo de flotação por ar dissolvido opera através da saturação de ar num efluente a várias atmosferas, seguido da sua libertação na massa de água á pressão atmosférica, conduzindo ao movimento ascensional das partículas de gorduras e sólidos presentes no licor misto. As microbolhas de ar formadas com despressurização arrastam os sólidos e as gorduras

para a superfície, sendo conduzidos para a tremonha e daí para o exterior por meio de um raspador (Dkm, 2013).

A unidade de Flotação por Ar dissolvido é constituída por quatro elementos fundamentais:

- Reservatório Tronco-cónico de Flotação/Decantação, onde se procede à libertação do ar dissolvido e à separação de fases. O tempo de retenção hidráulico deverá ser de 20-30 minutos para garantir uma velocidade ascensional suficiente para que as gorduras e sólidos sejam retirados. O material sólido retido é recolhido para o exterior por meio de um raspador de superfície e uma tremonha (Dkm, 2013).

- Reservatório de neutralização e mistura, onde se procede à correção e acerto do pH do efluente recirculado, assim como à adição de coagulante e mistura rápida por meio de agitador de eixo vertical.

-Conjunto de pressurização/recirculação, constituído por uma (ou mais) bomba(s), um compressor de ar e um reservatório de pressão, cuja função é pressurizar a mistura de ar/efluente a uma pressão de 2,5 – 3,5 Bar e mantê-la durante 1 – 3 minutos (Dkm, 2013).

-Conjunto de preparação e doseamento de reagentes, incluindo reservatórios e bombas doseadoras de soluções alcalina, coagulante e floculante.

Ao efluente a tratar é adicionada coagulante (e neutralizante, se necessário) no reservatório de mistura rápida, sendo posteriormente pressurizado. Durante a fase de pressurização, o efluente é sujeito a uma pressão de 2,5-3,5 Bar durante 1 a 3 minutos e saturado com ar atmosférico, que é dissolvido no meio aquoso. Após a despressurização é adicionado agente floculante e o efluente é libertado no decantador/flotador; nesta fase, o ar dissolvido liberta-se em microbolhas que arrastam gorduras e sólidos em suspensão para a superfície do líquido, que se vão acumulando e concentrando entre cada intervalo de limpezas (Figura 9-2).

Durante esta etapa de flotação/decantação primária seriam expectáveis as seguintes taxas de remoção de contaminantes:

- CQO: >40%;
- SST: >80%;
- Óleos e gorduras: >80% (Dkm, 2013).

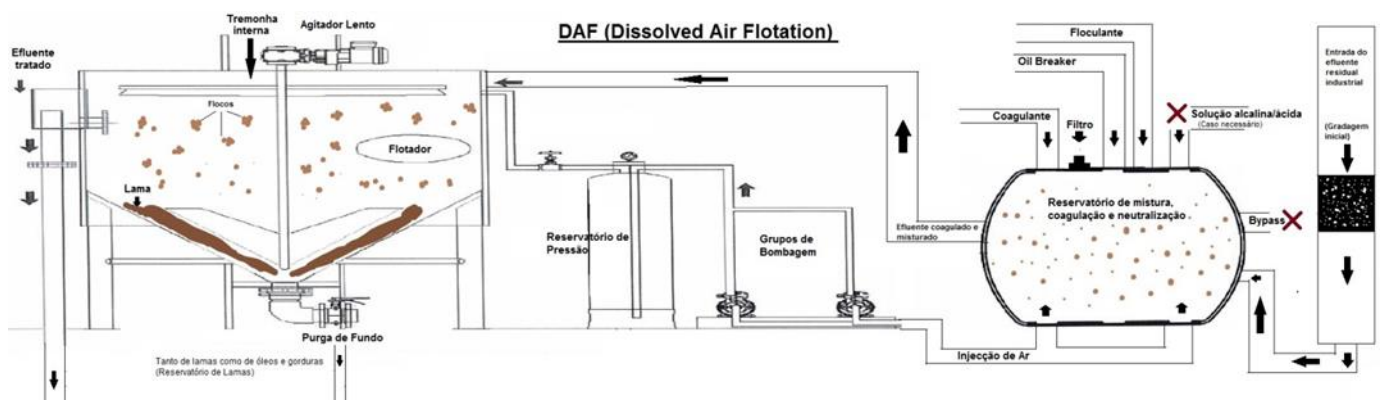


Figura 9-2 – “Sistema de Flotação por Ar Dissolvido” adaptado de (Dkm, 2013)

9.6.2. Descarga no Coletor Municipal do Parque Industrial da Adiça – Tondela

As exigências da Câmara Municipal de Tondela, para a descarga do efluente, vão de acordo com o VLE na descarga de águas residuais do Anexo XVIII do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de agosto, com exceção dos parâmetros SST, CQO e CBO₅, em que exigem valores mais elevados. Os parâmetros a analisar terão em conta as condições de licenciamento e o historial da empresa. Tendo análises de anos anteriores, os parâmetros de maior relevância a analisar para a caracterização do efluente serão: pH, SST, CQO, CBO₅, Óleos e Gorduras, Fenóis, Azoto (N) Total, Fósforo (P) Total, Sulfuretos e Cobre (Cu), dando mais importância ao Fósforo que se encontra a vermelho no Quadro 9-1 durante as duas campanhas realizadas, e as duas anteriores monitorizações de 2018, tendo sempre um valor acima do VMA.

As águas residuais descarregadas no coletor municipal, pela Huf Portuguesa, são provenientes dos consumos equiparados a domésticos (sanitários, refeitórios e balneários) sem qualquer tipo de tratamento; as águas residuais de origem industrial, antes da descarga em coletor municipal, sofrem um pré-tratamento pela ETARI da empresa anteriormente referida, são águas provenientes de operações de limpeza do pavimento, processos de fresagem e ar comprimido (*vide* Figura 8-1).

Quadro 9-1 – Monitorização de Águas Residuais Industriais de 2018 a 2019

Parâmetros	Unidades	VMA	Data			
			30/01/2018	12/10/2018	28/03/2019	08/05/2019
pH	Escala de Sorensen	6<pH<9	7,7 ⁵	8,4	7,3	6,65
Cloro Residual Total	mg/L Cl ₂	1	<0,20	<0,05	0,38	1,26
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/L	600	61	130	65	255
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/L O ₂	1000	290	140	175	320
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO ₅)	mg/L O ₂	600	120	250	67	100
Cianeto Total	mg/L CN	0,5	<0,015	<0,010	-	-
Sulfuretos	mg/L S	1	0,1	3,6 ⁶	0,4	1,0 ⁷
Hidrocarbonetos	mg/L	15	<4	6,4	-	-

⁵ Cor da célula verde - menor que o VMA;

⁶ Cor da célula vermelha - acima do VMA;

⁷ Cor da célula amarela – igual ou muito próximo ao VMA.

Capítulo 9 – Análise das Águas Residuais Industriais

Parâmetros	Unidades	VMA	Data			
			30/01/2018	12/10/2018	28/03/2019	08/05/2019
Fenóis	mg/L C ₆ H ₅ OH	0,5	0,51	<0,1	* ⁸	< 0,005 (L.Q.)
Óleos e Gorduras	mg/L	15	9	63	< 1	2
Azoto Total	mg/L N	15	47,4	120	3	< 2 (L.Q.)
Fósforo Total	mg/L P	10	40	41	29,57	21,76
Arsénio	mg/L As	1	-	<0,05	-	-
Mercúrio	mg/L Hg	0,05	-	<0,001	-	-
Cádmio	mg/L Cd	0,2	-	<0,01	N.D.	0,001
Níquel	mg/L Ni	2	-	0,59	0,058	0,375
Crómio Hexavalente	mg/L Cr (VI)	0,1	-	<0,05	-	-
Crómio Total	mg/L Cr	2	-	0,14	N.D.	N.D.
Chumbo	mg/L Pb	1	-	0,08	N.D.	N.D.
Cobre	mg/L Cu	1	-	0,83	0,033	1,084

⁸ Devido a problemas técnicos não houve valores deste parâmetro na 1ª campanha.

10. Metodologia Aplicada

Quanto à escolha do laboratório deve ter-se em conta a proximidade ao local de amostragem, que facilite o cumprimento dos tempos de conservação e análise, à performance do mesmo, isto é a experiência de análises em matrizes de amostras similares e capacidade para cumprir os critérios analíticos requeridos, como LD.

Após a escolha dos laboratórios, é necessária a preparação da receção das amostras, que no caso de ARI, está sujeita às descargas provenientes dos diferentes pontos que influenciam a mesma, daí a escolha de amostragem composta para os pontos 9 e 10 (consultar fluxograma – Figura 8-1), sendo durante um dia inteiro, obteve a influencia das descargas dos diferentes pontos anteriores ao ponto 9, esta amostragem deve ser programada em consonância com o laboratório que fará a segunda amostragem composta, e ainda alertar os responsáveis de ambos os laboratórios pela receção das mesmas, dando a conhecer o início da amostragem tal como o seu término.

Antes da receção, deverá ser lavado e preparado o material necessário para a preservação das amostras de acordo com o método analítico para cada parâmetro. Deverá também ser calculado o volume mínimo necessário de amostra para de cada ponto para os diferentes parâmetros. Este volume deve ter em conta o número de triplicados por análise, definidos como necessários pelo laboratório, para garantir o controlo de qualidade.

Após a divisão de cada amostra, procede-se à sua rotulagem, com indicação da localização da amostragem, número da campanha, número da análise, preservante e análises a determinar.

10.1. Caracterização Físico-Química Realizada

Para a caracterização físico-química das ARI, foram usados como referência estudos de situações tendentes a afetar os resultados da mesma; desde a “Gestão da água na indústria – Reutilização de água para rega na PSA Peugeot Citroën Mangualde” de Sabença, 2013 e “A Global Perspective on the Environmental Challenges Facing the Automotive Industry” de Sutherland *et al*, 2004.

Este projeto foi composto por 2 campanhas de monitorização das ARI em diferentes meses, em cada foram amostrados 9 pontos, sendo dois deles na ETARI, antes da entrada e na saída da mesma, sendo nestes pontos realizada amostragem composta, uma delas com o equipamento da ESTGV (*ISCO série 6700*) e no ponto de saída por equipamento de amostragem composta facultado pela ControlVet – ALS. Nos restantes pontos foram realizadas amostragens discretas, 3 coletas por cada ponto, em que foi calculado o volume necessário por parâmetro, fazendo o posterior raciocínio para triplicados por ponto de recolha. No ponto 9 sendo uma amostragem composta, retirou-se de cada um dos 8 frascos do amostrador até perfazer o volume necessário para cada parâmetro, no ponto 10 não foi necessário pois o amostrador da ALS – ControlVet só tinha um único recipiente de recolha, efetuando puxadas ao longo das 24h programadas pelo técnico da empresa contratada, deste modo foi só recolher os volumes necessários para cada parâmetro.

Este projeto foi auxiliado pelo equipamento *ISCO série 6700* e com equipamentos para análises *in situ* (malas paramétricas), tal como malas de transporte e restantes acessórios necessários à análise, da ESTGV.

As análises laboratoriais foram maioritariamente feitas nos laboratórios da ESTGV, mas alguns parâmetros foram realizados nos laboratórios da ControlVet – ALS (Fenóis, Óleos e Gorduras, Azoto Kjeldhal, Azoto Total, Nitratos e Nitritos) devido à falta de equipamento existente na escola para estes parâmetros. No caso dos Fenóis, o método utilizado SMEWW 5530, exigia uma grande quantidade de amostra, obrigando a usar utensílios de laboratório de tamanhos considerados fora do normal comparativamente ao utilizado em ambiente de aulas, conseqüentemente não se conseguiu o material necessário para se proceder a uma rápida e eficaz análise deste parâmetro. Levando a que na segunda campanha, se opte por pedir auxílio à ControlVet também neste parâmetro.

Na parte da logística de entrega das amostras esteve presente o apoio da Huf Portuguesa, devido ao peso e dimensão do equipamento da amostragem composta, e da quantidade de amostras recolhidas para posterior análise.

10.2. Planeamento da Amostragem e Análise

Cada campanha de amostragem, quanto à caracterização físico-química das ARI, envolveu uma cadeia de processos desde a preparação da amostragem pelo equipamento, recolha das amostras do equipamento, transporte e entrega das amostras no laboratório, análises dos parâmetros até à avaliação e tratamento de resultados. A realização de cada uma destas etapas obedeceu a uma série de ações e procedimentos, previamente definidos, planeados e estruturados, de acordo com os objetivos da monitorização do projeto.

No planeamento anteriormente referido, é agregado as metodologias de amostragem, os procedimentos de manutenção, programação, instalação e limpeza dos equipamentos necessários à amostragem, os procedimentos de recolha, os procedimentos de preparação das amostras no laboratório, os parâmetros analíticos a determinar e respetivas condições.

Os parâmetros analisados nos laboratórios da ESTGV foram: pH, Temperatura, Condutividade, Turvação, Cloro Total, SST, CQO, CBO₅, Sulfuretos, Fenóis, Fósforo Total e Metais Totais (Cádmio, Níquel, Crómio, Chumbo e Cobre). Como anteriormente referido no capítulo 9 (Quadro 9-1), estes parâmetros foram escolhidos não só devido ao histórico de monitorizações da Huf Portuguesa, mas também pelos parâmetros que apresentavam já nessas monitorizações valores acima do VMA, focando assim o nosso estudo na origem dos mesmos, e qual a melhor solução que se poderia aplicar.

Quadro 10-1 - Resumo das condições usadas, por parâmetro determinado

Parâmetros (unidades)	Método Analítico usado	Preservação	T _{Máx.} (1)	Volume Mínimo (mL)	LD	LQ	Controlos (2)	
Temperatura (°C)	Mala paramétrica	Anexo 2	Anexo 2	-	-	-	-	
pH (Escala Sorensen)				-	-	-	-	
Condutividade (µS/cm)				-	-	-	-	
Turvação (NTU)	Turbidímetro			-	-	-	-	
Cloro Residual Total (mg/L Cl ₂)	Clorímetro			-	-	-	-	
SST (mg de SST/L)	SMEWW 2540 D. (APHA)			400	-	-	B, T, V	
CQO (mg CQO/L)	SMEWW 5220 (APHA)			100	-	-	B, T, P, V	
CBO ₅ (mg CQO ₅ /L)	SMEWW 5210 (APHA)			300	-	-	B, T, P, V	
Sulfuretos ((mg/L S)	SMEWW 4500 S ²⁻ F. (APHA)			700	-	-	B, T	
Fenóis (mg/L C ₆ H ₅ OH)	ALS Iberia / ControlVet			ALS Iberia / ControlVet				
Óleos e Gorduras (mg/L)								
Azoto Total (mg/L N)								
Azoto Kjeldahl (mg/L N)								
Nitratos (mg/L NO ₃)								
Nitritos (mg/L NO ₂)								
Fósforo Total (mg/L P)	SMEWW 4500-P E. (APHA)	400	0,0417	0,1274	B, T, P, V			
Cádmio (mg/L Cd)	SMEWW 3113 B. (APHA)	100	0,1438	0,4398	B, T, P, V			
Níquel (mg Ni/L)			0,0768	0,2349	B, T, P, V			
Crómio Total (mg Cr/L)			0,0327	0,0999	B, T, P, V			
Chumbo (mg Pb/L)			0,1915	0,5855	B, T, P, V			
Cobre (mg Cu/L)			0,0784	0,2396	B, T, P, V			

(1) T_{Máx.} – Tempo Máximo de Conservação;

(2) Controlos efetuados, um por evento ou lote de amostras: branco do método (B); padrão de controlo (P); triplicado da amostra (T); verificação da calibração (V).

10.3. Amostragem

No âmbito deste estágio, em cada ponto crítico da ETARI foi implantado, um equipamento de recolha automático para as amostras compostas. Ambas as campanhas integraram um amostrador automático *ISCO 6700* (Figura 10-1) e um amostrador automático da ALS Iberia/ControlVet (Figura 10-2).

O amostrador *ISCO 6700*, neste caso, está preparado para recolher 8 amostras discretas, para frascos de vidro borossilicatado, dispostos no interior do equipamento por ordem, devidamente rotulados. Estes frascos foram selecionados, atendendo aos parâmetros a determinar, por exemplo Óleos e Gorduras, para os quais é contraindicado a utilização de frascos de plástico (APHA, 1998).

O amostrador automático da ControlVet, está preparado para recolher uma amostra composta de 24h num único recipiente.



Figura 10-1 – Amostrador automático Isco série 6700



Figura 10-2 – Amostrador automático da ControlVet

A amostragem é feita pelo amostrador automático, através do tubo de sucção, que possui na sua extremidade um filtro constituído por um tubo em polipropileno perfurado (Figura 10-3), disposto normalmente na horizontal na base da conduta/tanque. O filtro tem um comprimento total de 21cm, a parte central em polipropileno tem um comprimento de 16,5cm e os orifícios através dos quais é extraída a amostra tem uma abertura de 8mm de diâmetro cada (Figueiredo, 2011).



Figura 10-3 – Filtro de sucção (Figueiredo, 2011)

10.4. Descrição dos Processos Realizados – (da Amostragem aos Resultados)

Neste ponto são descritos os processos necessários à caracterização físico-química das ARI, desde a amostragem até à obtenção de resultados, de acordo com a realidade no local de monitorização da Huf Portuguesa. A componente analítica referida na monitorização é realizada no Laboratório de Controlo Analítico e Qualidade (LCAQ) do Departamento de Ambiente da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu do Instituto Politécnico de Viseu, à exceção dos Fenóis, Óleos e Gorduras, Azoto Total e Kjeldahl, Nitratos e Nitritos, parâmetros subcontratados a um laboratório externo (ALS Iberia/ControlVet).

10.4.1. Instalação dos Equipamentos no Início das Campanhas

Antes do primeiro evento da campanha, procedeu-se à instalação do equipamento de monitorização automático. As tarefas realizadas, por técnicos habilitados sobre o funcionamento dos equipamentos e prévio conhecimento dos procedimentos da instalação do mesmo, incluem:

- lavagem dos frascos de amostragem;
- limpeza dos equipamentos de monitorização;
- verificação do sistema de drenagem (existência de eventuais obstruções ou água estagnada, procedendo à sua limpeza se necessário);
- programação dos equipamentos para realizar a amostragem de acordo com o pré-definido (volume e n.º de amostras e sequência dos tempos de recolha);
- instalação dos vários equipamentos: amostrador num local plano com o tubo de sucção devidamente posicionado no tanque anterior à ETARI.

Para proceder a estas ações, é utilizada uma lista de verificação, previamente elaborada, com todas as ações e necessidades para estes procedimentos, com o intuito de evitar o máximo de falhas.

10.4.2. Preparação da Amostragem

A preparação da amostragem, após o processo de recolha dos frascos de amostras do equipamento inclui:

- reposição de novos frascos de amostra, devidamente limpos de acordo com o procedimento de limpeza dos frascos de amostragem e devidamente rotulados e posicionados no amostrador;
- verificação da carga da bateria de alimentação do equipamento e confirmação da correta programação do mesmo;

Neste caso é também utilizada uma lista de verificação de acordo com o manual do equipamento, com todas as ações e necessidades deste processo para evitar falhas.

10.4.3. Amostragem

Após o início da campanha, a operação de recolha de amostras é desencadeada automaticamente nos pontos de recolha de amostras compostas.

Antes de cada recolha de amostra, o equipamento faz um ciclo de lavagem ao sistema de sucção:

1. faz uma purga de ar, que é emitido pelo filtro de sucção no meio a amostrar;
2. enche com amostra o tubo de sucção, exatamente até á entrada dos frascos de amostra, que volta a descartar, novamente para a conduta.

O programa do equipamento tem a possibilidade de fazer entre 0 a 3 ciclos de lavagem, contudo, em qualquer das hipóteses, faz previamente a purga de ar. De acordo com o pré-definido, por cada campanha amostrada são recolhidas 8 amostras, uma amostra por cada frasco (posteriormente é realizada a amostra composta, juntando um volume previamente calculado, de cada um dos 8 frascos para cada parâmetro). Cada recolha é feita em tempos e volume constantes. Com um volume de 1,8L cada, as amostras são recolhidas num intervalo de 3 horas.

10.4.4. Transporte, Entrega no Laboratório e Preservação das Amostras

Desde os pontos de recolha até à entrega das amostras em laboratório, o transporte foi realizado de forma a assegurar a:

- refrigeração das amostras;
- entrega da folha de registos dos parâmetros *in situ*.

Antes da realização da campanha de monitorização, teve-se em conta os recursos e capacidade de resposta do laboratório da ESTGV, desde a possibilidade de realização dos parâmetros necessários ao projeto e respetivos métodos analíticos.

Quanto aos métodos analíticos foram definidos para cada parâmetro, de acordo com os LQ e LD dos mesmos, tipos de conservação, volume mínimo necessário para cada análise e tempo máximo de conservação (Anexo 2).

Na preparação em laboratório, anterior às análises foram realizadas:

- lavagens dos recipientes usados para dividir as amostras;
- divisões de cada amostra, por recipiente e por parâmetro a analisar (após a receção das amostras);
- divisões das amostras, suficiente para os triplicados (devidamente identificados e tratados como amostras).

Todos os recipientes são rotulados com identificação da amostra, conservante e parâmetro a determinar, de seguida, são refrigerados em frigoríficos, garantindo desta forma a temperatura inferior aos 4°C, exigida nos métodos analíticos usados, até à realização das análises.

10.4.5. Realização das Análises

Os parâmetros pré-definidos foram efetuados, tendo em conta:

- os métodos analíticos usados para cada parâmetro a determinar e respetivas condições;
- a limitação do tempo máximo de conservação por parâmetro;
- à necessidade de realização dos controlos de qualidade analítica.

Por cada método realizado, teve-se em conta a concretização do branco do método, como forma a controlar as fontes de erro associadas aos reagentes e materiais usados durante a análise - o branco é aceitável se inferior ao LQ; realizaram-se ainda triplicados das amostras para avaliar a precisão analítica – são aceitáveis Diferenças Percentuais Relativas inferiores a 20% (APHA, 1995).

10.4.6. Validação dos Resultados

Após a obtenção dos resultados, a validação é feita através dos controlos realizados. Caso os limites de exatidão e precisão do método não se confirmem, os resultados são rejeitados e a análise é repetida. Em certos parâmetros não foram possíveis a realização de triplicados, ou mesmo duplicados, dado à repetição necessária em alguns parâmetros, ao volume necessário para os mesmos, ou mesmo durante os ensaios imprevistos laboratoriais que ocorreram.

No final os resultados, após validados, são reportados neste caso à empresa onde foi realizado o estágio curricular, com as concentrações finais para cada parâmetro por ponto de amostragem.

10.4.7. Tratamento dos Resultados

Quanto ao tratamento de resultados, na caracterização físico-química das ARI, as concentrações finais resultam dos valores analíticos obtidos no laboratório, em que ND (Não Detetado) são valores inferiores ao LD e valores inferiores ao LQ, aparecem com a denotação de “<LQ”.

11. Resultados e Discussão

Antes da discussão de resultados será apresentada a descrição das duas campanhas efetuadas entre finais de março e finais de maio, respetivamente.

Apesar de todo o rigor disposto em ambas as campanhas, houve alguns inconvenientes frutos da inexistência de material laboratorial para alguns parâmetros (por exemplo fenóis) e, do mau funcionamento pontual da ETARI na segunda campanha.

1ª Campanha

Na 1ª campanha foram recolhidas 5 amostras pontuais, dos pontos 4, 5, 6, 7 e 8; e duas amostragens compostas dos pontos 9 e 10 (Figura 8-1).

Nesta campanha as amostragens correram de acordo com o previsto, ambos os amostradores automáticos (*ISCO série 6700* e o da *ALS - ControlVet*) foram colocados e retirados à mesma hora, não havendo, portanto, qualquer alteração a nível de resultados que pudesse advier da recolha de amostras.

A nível laboratorial, sendo a primeira vez que se fez alguns parâmetros tais como Fósforo e Fenóis, as condições dos equipamentos, ofereceram alguma resistência à análise dos mesmos, sendo que acabamos por ficar sem a quantificação de Fenóis, pois o material existente já era escasso, e quase ao findar do procedimento, o pouco que havia, acabou por se partir devido à reação criada pelos reagentes conjuntamente com o mau estado das ampolas (Figura 11-1), apesar da quantidade de dias que se levou a destilar as amostras, vendo que foi um processo muito moroso, para que se conseguisse purificar as mesmas a fim de só termos no final o composto que queríamos analisar, o mau estado destes utensílios, pôs em causa a segurança de quem se encontrava em redor, perdemos desta forma a amostra total de um dos pontos, levando

à decisão de não se continuar a analisar este parâmetro, salvaguardando a segurança de quem se encontrava naquele laboratório.



Figura 11-1 – Ampola em mau estado (análise de Fenóis)

2ª Campanha

Na 2ª campanha conhecendo já os tipos de amostras que tínhamos em mãos foi mais fácil, através de apontamentos realizados na 1ª conseguir com maior sucesso os resultados dos diferentes parâmetros com exceção dos fenóis (acabou por ser feito pela ALS – ControlVet devido à falta de material e condições do laboratório da ESTGV).

Quanto às amostragens, as pontuais decorreram como planeado, mas as compostas tiveram alguns percalços. Um deles foi que o amostrador da ALS – ControlVet só foi colocado ao fim do dia por volta das 17:15min. E o amostrador automático da ESTGV foi colocado logo de manhã pelas 9:30min.; outro evento inesperado, foi a inexistência de descargas durante a noite, logo quando se recolheram os amostradores, o volume recolhido era menor aquele que se conseguiu na 1ª campanha, contudo, deu para a análise de todos os parâmetros a que nos propusemos.

11.1. Resultados das Análises Efetuadas

Os resultados serão apresentados por campanha efetuada, para uma leitura mais facilitada, alguns dos termos utilizados serão agora explicados, tal como alguma codificação por cor existente. Em que:

- **Ponto 4** – ponto de recolha na lavadora de espadins e outras peças;
- **Ponto 5** – ponto de recolha na máquina utilizada para a limpeza do pavimento fabril;
- **Ponto 6** – ponto de recolha antes do tratamento por decantação das purgas dos compressores;
- **Ponto 7** – ponto de recolha após o tratamento por decantação das purgas dos compressores;
- **Ponto 8** – ponto de recolha numa torneira de água potável na cantina da empresa;
- **Ponto 9** – ponto de recolha no tanque de água residual industrial antes da ETARI da empresa;
- **Ponto 10** – ponto de recolha após o tratamento da ETARI, e antes da influência de uma casa de banho antes do coletor municipal.

Quanto à codificação por cor das células da tabela:

- Vermelho – ultrapassou o Valor Limite de Emissão (VLE);
- Amarelo – valor desadequado ou muito próximo do VLE.

Capítulo 11 – Resultados e Discussão

Quadro 11-1 - Resultados da monitorização da 1ª Campanha (28/03/2019)

Data da Campanha 1									
28/03/2019									
Parâmetros	Expressão dos Resultados	VLE	Ponto de Recolha 4	Ponto de Recolha 5	Ponto de Recolha 6	Ponto de Recolha 7	Ponto de Recolha 8	Ponto de Recolha 9	Ponto de Recolha 10
Temperatura	°C	N.A.	18,0	19,4	22,2	22,1	20,1	15,1	14,4
pH	Escala de Sorensen	6 < pH < 9	8,86	7,67	5,59	5,98	7,42	7,07	7,28
Condutividade	µS/cm	N.A.	26,57	24,47	1,94	1,27	12,08	20,59	27,73
Turvação	NTU	N.A.	154,00	185,33	409,00	134,43	1,34	27,70	34,00
Cloro Residual Total	mg/L Cl ₂	1	1,46	2,20	2,20	1,61	0,96	0,30	0,38
SST	mg de SST/L	600	185	435	1920	20	13	85	65
CQO	mg CQO/L	1000	2670	725	24000	355	50	198	175
CBO ₅	mg CBO ₅ /L	600	890	140	340	67	0	133	67
Sulfuretos	mg/L S	1	11,20	3,47	41,67	0,43	0,37	0,57	0,43
Fenóis	mg/L C ₆ H ₅ OH	0,5	*	*	*	*	*	*	*
Óleos e Gorduras	mg/L	15	350	140	5000	12	< 1	5	< 1
Azoto Total	mg/L N	15	123	40	69	< 2	< 2	3	3
Azoto Kjeldahl	mg/L N	N.A.	120	37	70	1,9	< 1 (L.Q.)	2,9	3
Nitratos	mg/L NO ₃	50	< 5 (L.Q.)	12	< 5 (L.Q.)	< 5 (L.Q.)	< 5 (L.Q.)	< 5 (L.Q.)	< 5 (L.Q.)
Nitritos	mg/L NO ₂	N.A.	0,017	< 0,01 (L.Q.)	0,23	< 0,01 (L.Q.)	< 0,01 (L.Q.)	0,016	0,029
Fósforo Total	mg/L P	10	2,42	20,94	2,39	1,60	0,60	25,79	29,09
Cádmio	mg/L Cd	0,2	0,006	0,001	< 0,144 (L.D.)	< 0,144 (L.D.)	0,003	0,005	< 0,144 (L.D.)
Níquel	mg/L Ni	2	6,850	0,244	< 0,077 (L.D.)	0,012	< 0,077 (L.D.)	0,061	0,058
Crômio Total	mg/L Cr	2	< 0,033 (L.D.)	< 0,033 (L.D.)	< 0,033 (L.D.)	< 0,033 (L.D.)	< 0,033 (L.D.)	< 0,033 (L.D.)	< 0,033 (L.D.)
Chumbo	mg/L Pb	1	0,230	0,207	< 0,192 (L.D.)	< 0,192 (L.D.)	< 0,192 (L.D.)	< 0,192 (L.D.)	< 0,192 (L.D.)
Cobre	mg/L Cu	1	35,910	1,106	0,530	0,005	< 0,078 (L.D.)	0,130	0,033

Quadro 11-2 - Resultados da monitorização da 2ª Campanha (08/05/2019)

Data da Campanha 2									
08/05/2019									
Parâmetros	Expressão dos Resultados	VLE	Ponto de Recolha 4	Ponto de Recolha 5	Ponto de Recolha 6	Ponto de Recolha 7	Ponto de Recolha 8	Ponto de Recolha 9	Ponto de Recolha 10
Temperatura	°C	N.A.	20,7	19,9	20,8	21,0	19,6	16,4	17,7
pH	Escala de Sorensen	6 < pH < 9	8,29	7,28	5,01	5,80	7,36	7,12	6,65
Condutividade	µS/cm	N.A.	269,30	286,67	11,93	6,45	118,47	257,33	307,67
Turvação	NTU	N.A.	370,33	181,00	305,67	79,83	< 0,01	40,73	106,43
Cloro Residual Total	mg/L Cl ₂	1	2,20	2,20	2,20	1,44	0,82	0,20	1,26
SST	mg de SST/L	600	430	535	28725	43	3	55	255
CQO	mg CQO/L	1000	5950	710	39750	435	10	90	320
CBO ₅	mg CBO ₅ /L	600	980	140	420	80	0	20	100
Sulfuretos	mg/L S	1	1,20	2,67	29,67	0,17	0,03	0,13	1,00
Fenóis	mg/L C ₆ H ₅ OH	0,5	< 0,005 (L.Q.)	0,011	0,015	0,014	< 0,005 (L.Q.)	< 0,005 (L.Q.)	< 0,005 (L.Q.)
Óleos e Gorduras	mg/L	15	500	17	13000	6	< 1 (L.Q.)	< 1 (L.Q.)	2,0
Azoto Total	mg/L N	15	200	17	77	< 2 (L.Q.)	< 2 (L.Q.)	< 2 (L.Q.)	< 2 (L.Q.)
Azoto Kjeldahl	mg/L N	N.A.	200	16	80	1,6	< 1 (L.Q.)	1,7	< 1 (L.Q.)
Nitratos	mg/L NO ₃	50	< 5 (L.Q.)	5,4	< 5 (L.Q.)	< 5 (L.Q.)	< 5 (L.Q.)	< 5 (L.Q.)	< 5 (L.Q.)
Nitritos	mg/L NO ₂	N.A.	< 0,01 (L.Q.)	< 0,01 (L.Q.)	0,017	< 0,01 (L.Q.)	< 0,01 (L.Q.)	0,016	< 0,01 (L.Q.)
Fósforo Total	mg/L P	10	0,08	2,41	35,25	0,29	-0,06	8,47	19,26
Cádmio	mg/L Cd	0,2	0,003	0,002	0	< 0,144 (L.D.)	0	0	0,001
Níquel	mg/L Ni	2	0,256	0,248	< 0,077 (L.D.)	0,052	0,000	0,057	0,375
Crómio Total	mg/L Cr	2	< 0,033 (L.D.)	< 0,033 (L.D.)	< 0,033 (L.D.)	< 0,033 (L.D.)	< 0,033 (L.D.)	< 0,033 (L.D.)	< 0,033 (L.D.)
Chumbo	mg/L Pb	1	< 0,192 (L.D.)	0,180	< 0,192 (L.D.)	< 0,192 (L.D.)	< 0,192 (L.D.)	< 0,192 (L.D.)	< 0,192 (L.D.)
Cobre	mg/L Cu	1	0,154	0,936	1,608	< 0,078 (L.D.)	< 0,078 (L.D.)	0,156	1,084

Estes gráficos de concentrações por parâmetro foram realizados para entender as diluições existentes e que pudessem influenciar os resultados obtidos, encontra-se no fluxograma da Figura 8-1, em m³ por atividade na empresa.

Quanto aos balanços mássicos, foram realizados por parâmetro, para se entender qual seria a fonte da maior carga poluente das ARI estudadas, como também qual seria a eficiência de remoção da ETARI, para cada um deles, daí serem apresentados apenas o ponto 9 (antes da ETARI) e ponto 10 (depois da ETARI), obtivemos desta forma o seguinte gráfico, Figura 11-2 (observam-se melhor no Anexo 2).

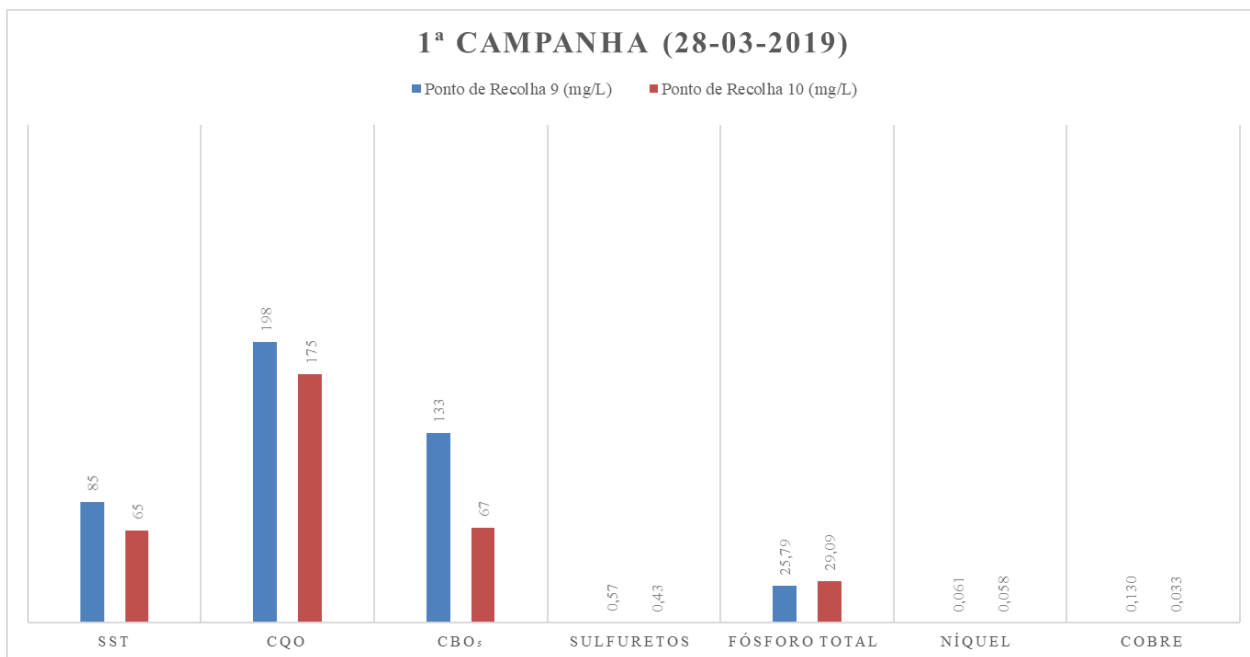


Figura 11-2 – Concentração (mg/L) por parâmetro dos pontos 9 e 10 (1ª Campanha)

11.2. Discussão

Na **1ª Campanha**, pela Quadro 11-1, os pontos mais críticos são o 4, 5, 6 e 7, devido à quantidade de óleos e impurezas existentes nestas ARI, no ponto 8, o valor de CQO encontra-se a amarelo devido a ser um valor que não faz sentido, pois o ponto 8 é de água para consumo, logo tal valor pode ter ocorrido devido à baixa sensibilidade do equipamento, como podem ter sucedido contaminações por parte de outras amostras.

Na **2ª Campanha** (Quadro 11-2), os pontos mais críticos são coerentes com os da 1ª Campanha, no entanto valores muito diferentes foram registados apesar de serem nos mesmos pontos de recolha que anteriormente, é o caso do ponto 10, que terá tido valores muito próximos e acima até do VLE.

Quanto aos valores de cloro residual, apesar de se encontrarem a vermelho, pode não corresponder à concentração certa deste parâmetro, vendo que foi utilizado um clorímetro *in situ*, que em caso de amostras com muita turvação a sua leitura não será tão exata como o que seria suposto ser. Quanto aos valores a amarelo tanto no ponto 10 de Sulfuretos como no ponto 5 de Cobre, a célula obteve esta coloração por estar muito próximo do VLE, já no ponto 6 para o fósforo a coloração amarela foi atribuída por ser um valor desadequado, devido ao facto de durante o ensaio prático em laboratório, a amostra ter muita turvação para se quantificar o fósforo existente na mesma, daí o valor elevado como resultado, no entanto pressupõe-se que

teria muito pouca quantidade de fósforo, pois na fase final do procedimento não evolui coloração azul.

Quanto à **carga poluente** dos pontos a montante do ponto 9 de recolha (antes da ETARI), tanto na 1ª como na 2ª Campanha, é muito mais elevada que no ponto referido, existe, portanto, uma elevada diluição no mesmo.

Esta diluição é feita pela água com que lavam a gradagem do DAF, as máquinas de limpeza do pavimento e utensílios, como baldes e esfregonas nesse mesmo ponto.

A quantidade de água para se conseguir diluir tais cargas orgânicas teria de ser elevada e através dos seguintes cálculos, iremos tentar demonstrá-lo:

Cada funcionária de limpeza vai 2 vezes lavar as máquinas do pavimento e 3 vezes lavar os baldes e utensílios de limpeza; mediante cada 3 min com a torneira aberta no máximo, com um caudal da torneira aberta no máximo resultou em 33cl/3,04s 1L/9s \approx 6,6L/min, daí:

- 1) $3,04$ (*minutos com a torneira aberta*) \times $6,6L/min \approx 20,06L$
- 2) $20,06L \times 5$ (*vezes que abre a torneira*) = $100,3L$
- 3) 5 (*funcionários por dia*) \times $100,3L = 501,5L$ *por dia* = $0,5015 m^3$ *por dia*
- 4) $501,5L \times 365$ (*dias por ano*) = $183047,5L = 183,048m^3$ *por ano*
- 5) $183,048m^3 \times 100\% \div 4321m^3$ (*consumo anual – Huf, 2018*) $\approx 4\%$.

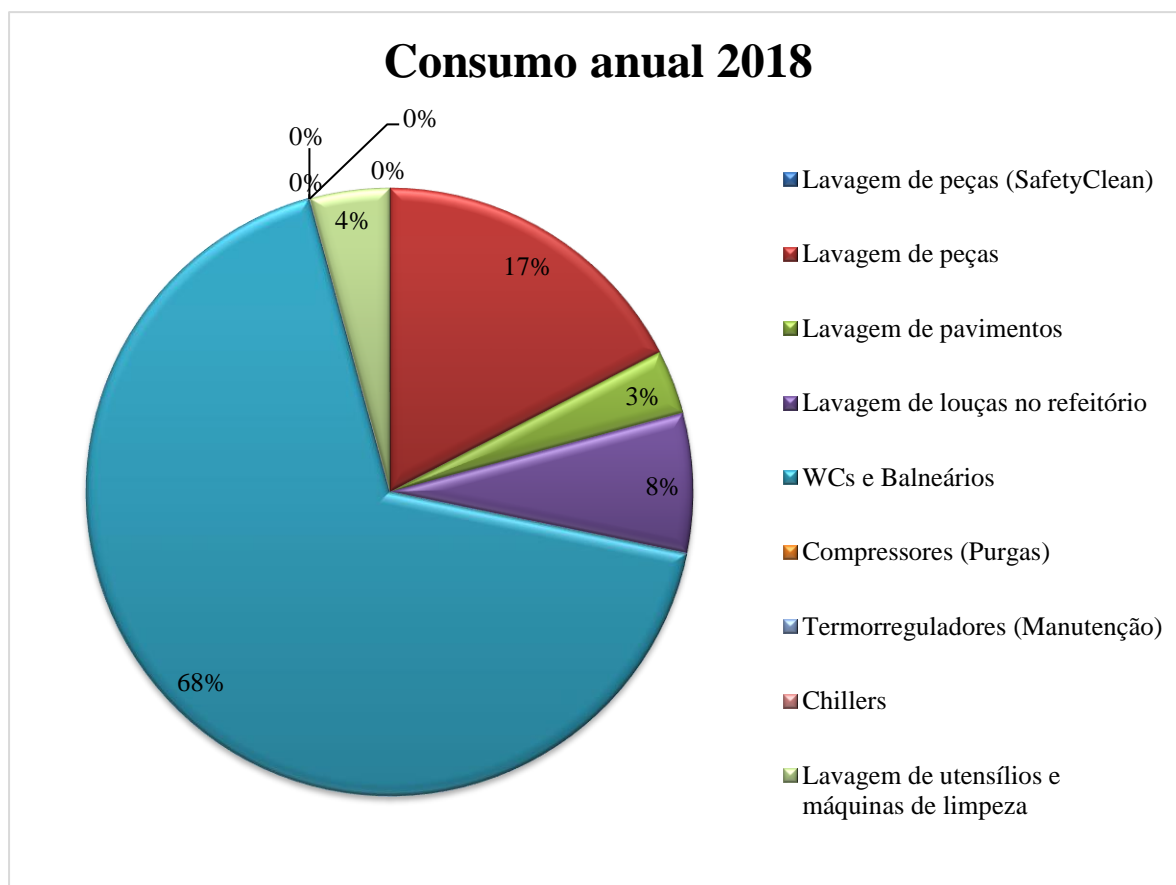


Figura 11-3 - Consumo anual 2018 da Huf Portuguesa

Conclui-se que independentemente do sistema de tratamento as lavagens dos utensílios de limpeza (que representam 4% do consumo total anual – **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), acabam por diluir a carga poluente inicial, da lavagem de pavimentos e lavagem de peças, dando a entender um "falso" "bom funcionamento" da ETARI.

No entanto, esta diluição não seria suficiente para a diminuição de carga poluente, existente entre os pontos de recolha a montante e o ponto 9 antes do DAF. Daí pressupõe-se que haverá mais alguma adição de água que tenha este efeito de diluição.

Todavia, perante os diferentes resultados das duas campanhas, em que na 1ª a montante da ETARI os parâmetros encontram-se mais elevados que a jusante da mesma (Anexo 1) e, na 2ª ocorre exatamente o inverso (Quadro 11-2), pressupõe-se que estando a mesma a funcionar sem reagentes no dia da campanha, a ARI ao passar pelo sistema de tratamento, terá acoplado a si, resíduos existentes nas tubagens e nos diferentes órgãos da ETARI, que com o auxílio dos reagentes teriam sido eliminados através das lamas que são purgadas do decantador. Tais resultados foram também agravados pela diferença horária nesta 2ª Campanha, entre a amostragem composta no ponto 9 e a amostragem composta no ponto 10, devido a problemas logísticos entre o laboratório da ControlVet, o que resultou numa diferença de 6h entre a amostragem composta do ponto 9 e a amostragem composta do ponto 10.

Quanto ao Sistema de Tratamento da Huf Portuguesa, tanto para os SST, como CQO e CBO₅ um pré-tratamento simplificado acabaria por diminuir o problema como já ocorre do ponto 6 para o ponto 7 (Figura 11-4), no entanto para a razão CQO/CBO₅, esta apresenta ser uma água residual pouco biodegradável, principalmente perante os resultados da 2ª Campanha, daí a flotação assistida fazer todo o sentido, o facto de possuir decantador na ETARI aproxima ainda mais os resultados para descarga em meio hídrico (Anexo XVIII do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de agosto).

No entanto apesar dos resultados após o DAF, serem coerentes para a finalidade do mesmo, a sua eficiência fica aquém do que seria necessário para o efeito anteriormente referido.



Figura 11-4 – Tratamento simplificado por decantação do ponto 6 para o 7

Quanto aos sulfuretos o ponto que apresenta uma concentração mais elevada é o 6 em ambas as campanhas de monitorização (Quadro 11-1 e Quadro 11-2). Isto pode ser justificado através da composição dos derivados de petróleo, que contém impurezas, sendo uma delas enxofre (Silva, 2012).

Nos pontos 4, 5 e 6 é onde são observados valores bastante elevados de óleos e gorduras, isto é justificado com base na origem destas águas, sendo que o ponto 5 é onde são efetuadas lavagens de peças maior parte das vezes com bastante óleo, e no ponto 5 é referente às lavagens de pavimento fabril também com resíduos de óleo e outras impurezas, já no ponto 6 que apresenta o maior valor deste parâmetro, é antes da decantação ocorrer na saída das purgas dos compressores onde se acumula muito óleo e impurezas, estes tanques já há muito tempo que não têm manutenção no sentido da sua limpeza, o que também auxiliou nos valores exorbitantes

obtidos neste mesmo ponto. O valor elevado de Azoto Total nos pontos referidos anteriormente, são também estes elevados devido à mesma razão do enxofre, são compostos muito presentes em derivados de petróleo, neste caso, óleo dos compressores e das peças montadas na fábrica.

Quanto ao fósforo este apresenta valores mais elevados nos pontos 5 (ponto de recolha da água de lavagem do pavimento fabril) e 10 em ambas as campanhas, e para além destes no ponto 9 na 1ª campanha. Estes valores são justificados pela forte presença de fosfatos, compostos derivados do fósforo, nos detergentes de limpeza, apesar da sua inexistente nomenclatura nos rótulos, e fichas técnicas e de segurança dos produtos; Grande parte dos detergentes têm fósforo ou fosfatos (mais concretamente tripolifosfato de sódio), o uso deste composto está fortemente ligado à eutrofização das águas, pois o excesso deste nutriente resulta na multiplicação excessiva de algas, criando uma densa cortina, que não deixa passar a luz para as plantas que se encontram no fundo da água, estas por sua vez ao não realizarem a fotossíntese, o nível de oxigénio presente naquele corpo de água, será cada vez menor provocando a morte dos diversos organismos que nele habitam. Daí ser um dos parâmetros mais importantes a ter em conta, quanto ao tratamento das ARI (Köhler, 2006).

O sistema de tratamento existente não é eficiente na remoção deste parâmetro, daí o seu aparecimento elevado à saída do mesmo, comprovado pelos dados da Figura 11-2, em que o valor de saída consegue ser muito próximo do da entrada da ETARI.

Quanto aos metais são mais preponderantes nos pontos onde ocorrem lavagens, ponto 4 e 5, lavagem de peças (compostas por ligas metálicas, exemplo: espadins) e lavagem do pavimento fabril respetivamente.

Pode-se concluir desta forma, que o sistema de tratamento das ARI da Huf Portuguesa, apesar dos resultados da Campanha 2 terem dado mais elevados à saída da ETARI do que à entrada, devido a possíveis razões anteriormente citadas, na Campanha 1, conseguimos entender que para os parâmetros SST, CQO, CBO₅ e alguns metais, apesar de baixa, é onde apresenta uma maior eficiência de remoção. No entanto, esta eficiência pode estar a ser mascarada por uma elevada diluição realizada inconscientemente, no tanque de entrada, com as lavagens sucessivas de material de limpeza.

Abordando quanto aos VMA dos parâmetros impostos pela Câmara Municipal de Tondela (*vide* Quadro 9-1), apesar da sua condescendência em parâmetros tais como SST, CBO₅ e CQO, nos quais tal como referido anteriormente, o DAF é eficaz, nos restantes parâmetros (Sulfuretos, Fenóis, Fósforo, Azoto, Óleos e Gorduras e Metais) os limites impostos são exatamente iguais aos valores limite de emissão no Anexo XVIII do Decreto-Lei n.º 236/98, obrigando desta forma a empresa a cumprir com VMA que são de descarga de águas residuais direta em meio hídrico. Com isto optando por uma solução de melhoria extremamente eficaz (membranas de nanofiltração), nem seria necessária a água residual industrial passar pela ETARI da Câmara Municipal, poderia seguir diretamente para o meio hídrico, no entanto teria um custo avultado a nível de investimento neste setor (ambiental).

12. Proposta de Ações de Melhoria

Sendo dos pontos crítico a nível de parâmetros analisados, o Fósforo o mais proeminente de ambas as campanhas realizadas, a sugestão que logo se sobressai seria um sistema nanofiltração (membranas), integrado no sistema existente, acabando com os valores acima dos VLE impostos pela Camara Municipal de Tondela; Uma membrana é uma estrutura fina semipermeável que tem a capacidade de regular trocas de massa entre as duas fases que separa, consegue regularizar a passagem de constituintes entre uma fase A e uma fase B, isto só ocorre em função das propriedades químicas e físicas dos constituintes e da seletividade da membrana em relação a estes (Takashi, et al., 2007). Na Figura 12-1 – Esquema de separação por membranas encontra-se um esquema do processo de separação por membranas.

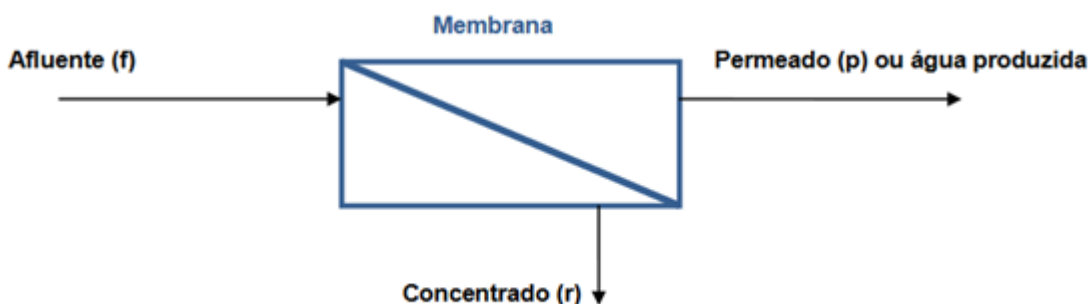


Figura 12-1 – Esquema de separação por membranas (Gonçalves, 2011)

A separação por membranas é utilizada no tratamento de água residual com o intuito de reutilizar a água que sai depois deste processo. Cada tipo de membrana absorve num certo intervalo de separação, sendo algumas mais eficazes para certas substâncias, partículas ou microrganismos. No caso do fósforo, sendo um composto de diâmetro molecular mais pequeno do que o diâmetro dos poros da ultrafiltração (0,1 a 0,01 micrómetros), o sistema por nanofiltração seria o mais adequado. Na Figura 12-2 são representados os tamanhos dos poros em micrómetros e metros de cada tipo de membranas existentes, sendo a ultrafiltração com os poros maiores de 0,1 a 0,01 micrómetros e a nanofiltração de 0,01 a 0,001 com os poros mais pequenos.

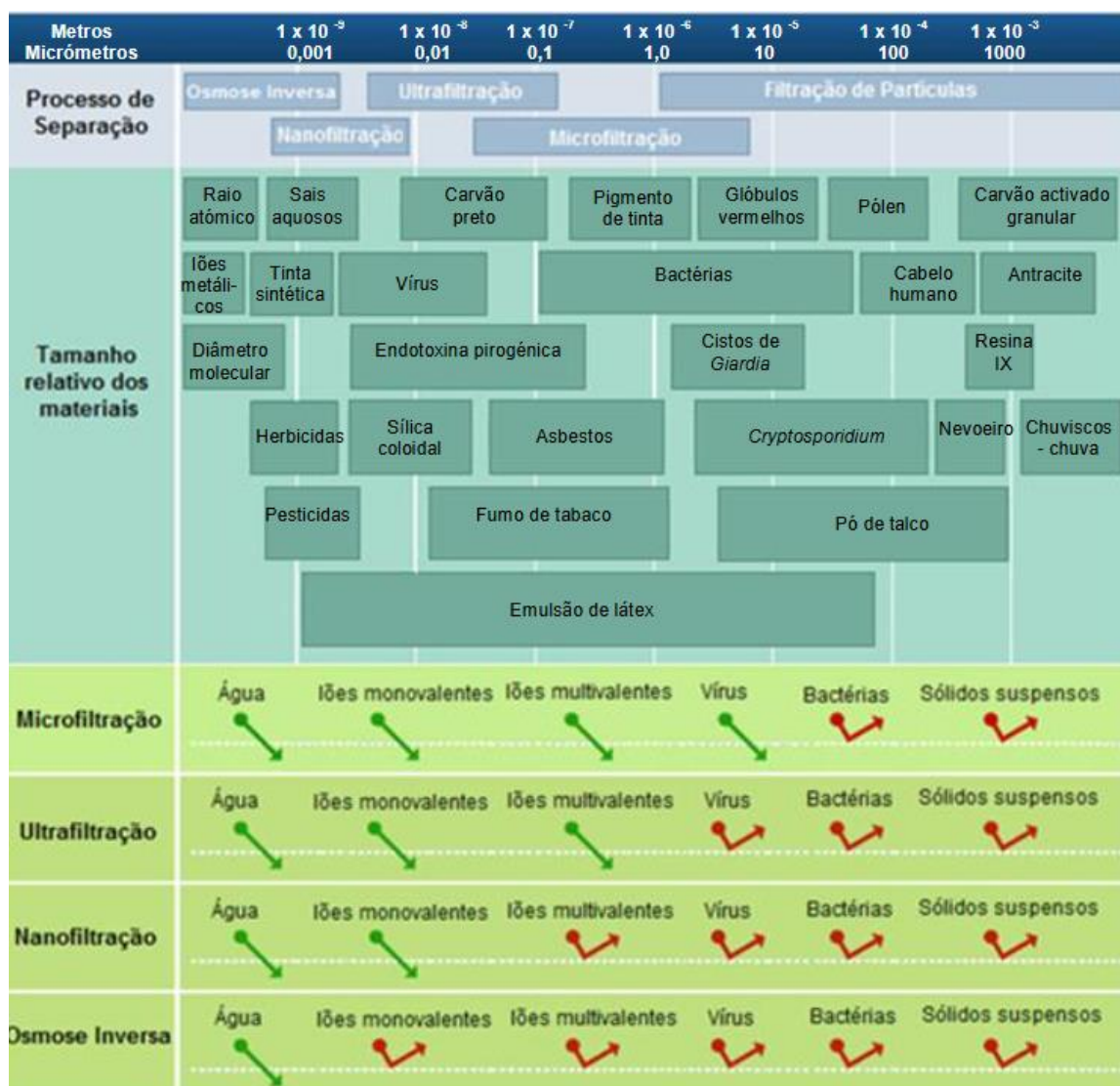


Figura 12-2 – Várias membranas existentes (Gonçalves, 2011)

No entanto esta é uma solução dispendiosa, devido à sua tecnologia recente e manutenção necessária ao longo do tempo.

Outra ação seria, ter um tanque de equalização com água limpa, que de cada vez que houvesse uma descarga no tanque anterior à ETARI, injetasse água limpa no mesmo, com o efeito de diminuir a carga poluente nesse ponto, não sendo um sistema de tratamento tão avançado como o supracitado, mantendo-se desta forma o existe, apesar de não se eliminar o problema da carga orgânica, esta seria menos elevada quando chegasse à ETARI da Zona Industrial da Adiça.

No entanto, numa tentativa de acabar com o problema, logo na fonte do mesmo, propõe-se racionar o uso de detergentes tanto na máquina onde ocorre a lavagem de peça, como nas máquinas e outros utensílios utilizados para a lavagem do pavimento fabril. De acordo com esta alternativa, será trocar os detergentes que atualmente estão em uso, por detergentes com substitutos dos compostos de fósforo, por exemplo: citrato de sódio, ácido etileno diamina tetracético (EDTA⁹) e ácido nitrilotriacético (NTA¹⁰), que infelizmente o citrato de sódio é mais caro do que os compostos de fósforo, e os restantes ácidos podem não ser tão efetivos na eliminação de certa sujidade, mas é uma boa forma de diminuir ou até mesmo eliminar a fonte do problema (Köhler, 2006).

Outra ação seria em conjunto com a Câmara Municipal de Tondela, tentar ajustar os limites impostos, no sentido de serem mais benévolos quanto aos Sulfuretos, Fenóis, Fósforo, Óleos e Gorduras, Azoto e Metais, e tentar compreender se haveria hipótese de tal acontecer estudando a eficiência da ETARI da Câmara Municipal de Tondela.

⁹ EDTA – Ethylene diamine tetraacetic acid.

¹⁰ NTA – Nitrilotriacetic acid.

13. Outros trabalhos realizados

Aquando da realização do estágio curricular, para além do estudo desenvolvido, outras atividades propostas foram realizadas, que me ajudaram a desenvolver aptidões técnicas na área de Engenharia do Ambiente, bem como em Segurança no Trabalho. Destas podem destacar-se algumas mais relevantes, tais como:

- Realização de campanhas internas de sensibilização ambiental e de poupança de água, desde criação de *flyers*, apresentação interativa e pequena atividade para sensibilizar os colaboradores com as causas ambientais mais incitadas no momento, no dia mundial do ambiente (5 de junho);
- Elaboração mensal de campanhas de triagem de resíduos, desde a forma de *flyers* diversificados a notícias e curiosidades sobre o porquê de ser importante a triagem dos mesmos, ou até reduzir na sua utilização;
- Atualização do Excel de Produtos Químicos de acordo com o regulamento REACH, quanto à inserção de números de identificação referentes a cada um dos produtos químicos existentes na empresa, desde criação de outras colunas obrigatórias e preenchimento das mesmas de acordo com a norma supracitada;
- Acompanhamento de auditorias internas 5S (*Seiton* – Organização, *Seiri* - Utilização, *Seiso* - Limpeza, *Seiketsu* - Padronização e *Shitsuke* - Disciplina);
- Acompanhamento de auditorias internas relacionadas com diversos campos de Segurança no Trabalho, desde verificação de estantes dos armazéns, a inspeção de equipamentos utilizados no dia-a-dia, tais como cintas de carga;
- Realização de instrução quanto ao manuseamento e dosagem do coagulante e floculante na ETARI da Huf Portuguesa, de acordo com as instruções de uso do fabricante da estação de tratamento;

Capítulo 14 – Trabalhos Realizados Durante o Estágio

- Realização de *chek-list* para a manutenção semanal da ETARI, de acordo com o manual do fabricante da estação de tratamento;
- Realização de *check-list* de verificação de estantes (*racks*) dos armazéns, de acordo com as normas em vigor, após a sua realização verificou-se a aplicabilidade da mesma;
- Criação de novas etiquetas para os contentores de recolha seletiva e indiferenciada, renovação do aspeto e conteúdo das mesmas, e posterior troca nos recipientes de resíduos de maior volume de recolha seletiva;
- Criação de um modelo de “AVISO” de acidentes de trabalho, como medida de prevenção dos mesmos;
- Análise de diferente legislação para definir objetivos e estratégias, para o cumprimento dos requisitos legais;
- Participação em diversas reuniões do foro técnico, com o Coordenador António, sobre os requisitos legais da *Legionella* e Radão; e processos de tratamento de ARI e de águas para produção fabril;
- Boletins analíticos, após os testes laboratoriais às águas da Huf Portuguesa terem sido efetuados, a pedido da empresa (Anexo 3).

14. Conclusão

Com o presente Estágio Curricular muito do conhecimento técnico-científico e das competências básicas e específicas desenvolvidas ao longo da formação superior da Estagiária, em particular do Mestrado em Tecnologias Ambientais da ESTGV, foram postos em prática através de diversos atos profissionais em contexto de trabalho na empresa Huf Portuguesa Lda. O principal objetivo do trabalho realizado visou a melhoria da gestão das águas residuais, o que foi alcançado de modo inovador para a Empresa, que carecia de muita da informação base, metodologias desenvolvidas, resultados e conclusões obtidas. Fundamental neste plano é a redução da produção de águas residuais, do seu tratamento, das suas concentrações poluentes e da sua descarga no coletor municipal.

No Estágio a Empresa e o seu processo produtivo foram caracterizados, sobretudo nos pontos mais correlacionados com o consumo de água e a produção de águas residuais. Foram definidos os pontos críticos – processos e operações industriais relevantes – relativamente à produção de águas residuais.

A produção total de águas residuais não é muito significativa, inferior a 4000 m³/ano. Excluindo as águas residuais equiparáveis a domésticas dos WC's, com um caudal superior a 3000m³/ano, a lavagem de peças é onde se verifica maior produção de águas residuais, consumindo mais de 750 m³/ano; segue-se a lavagem de pavimento, com aproximadamente 150 m³/ano.

Independentemente da concentração de poluentes, o caudal diário reduzido das referidas águas residuais industriais tenderá a sofrer uma diluição significativa nas águas residuais urbanas do coletor municipal.

A ETARI da Empresa, que faz um pré-tratamento prévio à descarga no coletor municipal, foi caracterizada e diagnosticada. A ETARI é muito simples e de reduzida dimensão. O DAF é a principal operação de tratamento. Os rendimentos de redução de poluentes são reduzidos.

Capítulo 14 - Conclusão

No trabalho desenvolvido foi desenvolvida e implementada uma metodologia para mapear - em fluxograma com balanço volúmico – os consumos de água, a produção de águas residuais, a sua drenagem, o seu tratamento e a sua descarga no coletor municipal.

O fluxograma obtido permite entender mais eficazmente a gestão das águas/águas residuais na Empresa, incluindo nos referidos pontos críticos, e daí avançar para o seu controlo e otimização. No fluxograma foram estabelecidos os pontos de amostragem relevantes para a caracterização físico-química das diversas águas residuais dos processos industriais e da água residual global afluyente e efluente da ETAR.

Foi desenvolvida e implementada uma amostragem simples e composta em alguns pontos de amostragem, sendo as amostragens compostas realizadas à entrada e à saída da ETARI (ponto 9 e 10 referentemente), conseguiu-se desta forma uma amostra mais completa de acordo com as descargas que ocorrem ao longo de 24h na empresa.

Em consonância com os processos industriais da Empresa e de análises físico-químicas anteriores, foram estabelecidos os parâmetros analíticos pertinentes para a caracterização das águas residuais.

Para além do trabalho em contexto de trabalho, o presente Estágio envolveu a realização de análises físico-químicas nos laboratórios do Departamento de Ambiente da ESTGV. Para o efeito foi realizada igualmente a preparação do trabalho laboratorial e as metodologias analíticas associadas, a partir dos reagentes, equipamentos laboratoriais, controlo das garantias de qualidade e outras condições disponíveis nos laboratórios.

Foram realizadas duas campanhas de monitorização da qualidade das águas residuais com o intuito de se aprimorar os métodos laboratoriais utilizados, tal como melhores resultados. Pois com mais do que uma campanha para se comparar os valores de cada ponto conseguiu-se definir indicadores (neste caso a variação dos parâmetros analisados), que nos levaram a estas conclusões.

A primeira campanha, relativamente à amostragem composta, correu da melhor forma possível. Ocorreram as descargas necessárias para que fosse obtida uma amostra suficiente, exatamente em 24h. Nesta campanha o DAF encontrava-se a funcionar regularmente.

Contudo algumas situações menos positivas ocorreram tal como: ser necessário duas amostras compostas, e a ESTGV só ter um equipamento disponível para tal finalidade, a Huf Portuguesa, ofereceu a sua ajuda contratando uma entidade externa (ControlVet), para que fizesse a outra amostragem composta com equipamento deles e alguns parâmetros, que por razões de logística e de equipamento foram impossíveis de fazer na escola, o que fez com que na segunda campanha, o técnico ao não estar disponível à mesma hora a que se colocou o equipamento da ESTGV, deu origem a mais uma variável a ter em conta, vendo que só conseguiu colocar o equipamento 6h após o da escola. Desta forma e para se ter resultados mais coerentes entre as duas amostragens compostas, aconselha-se a uma maior coordenação horária, se possível à mesma hora, entre a colocação do equipamento da entidade externa (caso aplicável) e o da ESTGV.

De facto, relativamente aos pontos de amostragem, *a posteriori*, com a confirmação dos resultados analíticos, verificaram-se também algumas situações críticas e suscetíveis de afetar

negativamente os resultados da caracterização físico-química das águas residuais. Em algumas situações estas incidências ampliaram anormalmente algumas concentrações de poluentes.

Para monitorizações futuras da Empresa recomenda-se a alteração de alguns dos pontos de amostragem.

Os principais poluentes nas águas residuais da Empresa são Cloro, CQO, CBO₅, Sulfuretos, Fósforo e Níquel, com origem na lavadora de espadins e outras peças (ponto 4), nas lavagens do pavimento fabril (ponto 5) e no decantador das purgas dos compressores (ponto 6).

Os resultados analíticos obtidos foram bastante esclarecedores quanto aos pontos mais críticos. Permitem também perspetivar oportunidades de melhoria, atuando-se assim na origem dos principais poluentes detetados, melhorando a gestão de águas residuais e a sua descarga no coletor municipal.

Ao nível da descarga no coletor municipal, foram assumidos os VLE estabelecidos pela Câmara Municipal.

Na generalidade, atendendo ao caudal diário e à reduzida concentração de poluentes, o impacto destas águas residuais industriais no coletor de águas residuais urbanas é muito pouco significativo. Se se considerar o caudal de águas residuais equiparáveis a domésticas (aproximadamente três vezes superior) e o seu efeito diluidor, o impacto ainda será menor. Para minimizar ainda mais os efeitos do caudal de águas residuais industriais, a Empresa poderá instalar um equalizador a montante da descarga das suas águas residuais.

A generalidade dos poluentes apresenta uma concentração muito reduzida, bem abaixo do VLE no coletor municipal, mesmo a montante da ETARI.

Ao nível de parâmetros tradicionalmente mais problemáticos em indústrias, nomeadamente associados à matéria orgânica, isto é, CQO e CBO₅ - a concentração é extremamente reduzida, abaixo dos respetivos VLE. O mesmo se passa ao nível dos SST.

Pelos resultados de algumas análises realizadas e da recolha bibliográfica realizada sobre as águas residuais deste setor industrial, as águas residuais desta Empresa não são problemáticas para metais pesados, apesar de diversos metais pesados estarem presentes no processo produtivo. Outros poluentes potencialmente tóxicos também não apresentam concentrações significativas.

Ao nível dos nutrientes os derivados de azoto não são importantes.

À saída da ETARI, apenas Fósforo, na primeira campanha de monitorização, ultrapassou o VLE.

Como foi apurado pelo presente trabalho, o fósforo terá origem nas lavagens de peças de automóvel e de pavimentos onde são utilizadas elevadas concentrações de detergentes industriais.

Aconselha-se assim a diminuição do uso de detergentes e/ou a mudança para detergentes com menores concentrações de fósforo.

Assim, a Empresa terá condições para cumprir integralmente os VLE estabelecidos pela Câmara Municipal.

Capítulo 14 - Conclusão

Em face dos resultados, mantendo-se a licença de descarga no coletor municipal, não é necessária a implantação de qualquer sistema de tratamento ou operação de tratamento complementar às existentes.

Ainda assim, seria interessante perspetivar-se a reutilização da água residual industrial tratada. Para o efeito, a instalação de sistemas de tratamento compactos por membranas é aconselhável; o que deve merecer um novo estudo. No capítulo seguinte sugerem-se outros desenvolvimentos futuros.

Face a algumas dúvidas que subsistiam, a partir de um trabalho sistematizado de caracterização das suas águas residuais e da sua gestão realizado pelo presente Estágio, estas são conclusões muito relevantes para a Huf Portuguesa Lda e a sua relação com a Câmara Municipal de Tondela a este nível.

15. Desenvolvimentos Futuros

Depois deste estudo podem perspetivar-se algumas alterações à caracterização das ARI estudadas, estimadas importantes e conducentes a melhorar a representatividade dos resultados da mesma, nomeadamente:

- Gestão e caracterização das águas residuais domésticas da Huf Portuguesa, de forma a complementar o estudo das águas residuais desta empresa;
- Quantificação exata do fósforo/fosfatos nos produtos de limpeza, com o intuito de investigar que apesar de não virem rotuladas a percentagem de fosfatos nos mesmos, eles existem, e têm resultados muito nefastos no meio ambiente, exigindo tratamentos de águas residuais mais abrangentes do que existente;
- Novas tecnologias aplicáveis ao tratamento de águas residuais domésticas e industriais, como medida a aplicar as tecnologias mais recentes, e contribuir para a evolução da empresa;
- Possíveis reutilizações de algumas águas residuais provenientes da Huf Portuguesa, de forma a diminuir a pegada ecológica da empresa, juntando desta forma a poupança de água e mesmo resultando nesta forma numa diminuição da quantidade de água residual que segue para o coletor municipal;

Capítulo 15 – Desenvolvimentos Futuros

- Alterar os métodos analíticos, para métodos mais sensíveis, para os parâmetros que apresentam Limites de Detecção muito elevados, indo de encontro às necessidades observadas;
- Caso este ensaio se repita, no ponto 4 alterar o ponto de recolha, em vez de ser dentro da máquina, ser à saída de uma das tubagens da mesma, para que se tenha uma amostragem mais clara deste ponto, sem tanta impureza que possa resultar da oxidação e antiguidade da máquina, e comparar os resultados obtidos com os deste estudo.
- Estudar a eficiência da ETARI da Câmara Municipal de Tondela, na zona Industrial da Adiça, com o intuito de se conseguir amenizar os VMA exigidos pelos mesmos à Huf Portuguesa, para certos parâmetros tais como Sulfuretos, Fenóis, Fósforo, Óleos e Gorduras, Azoto e Metais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

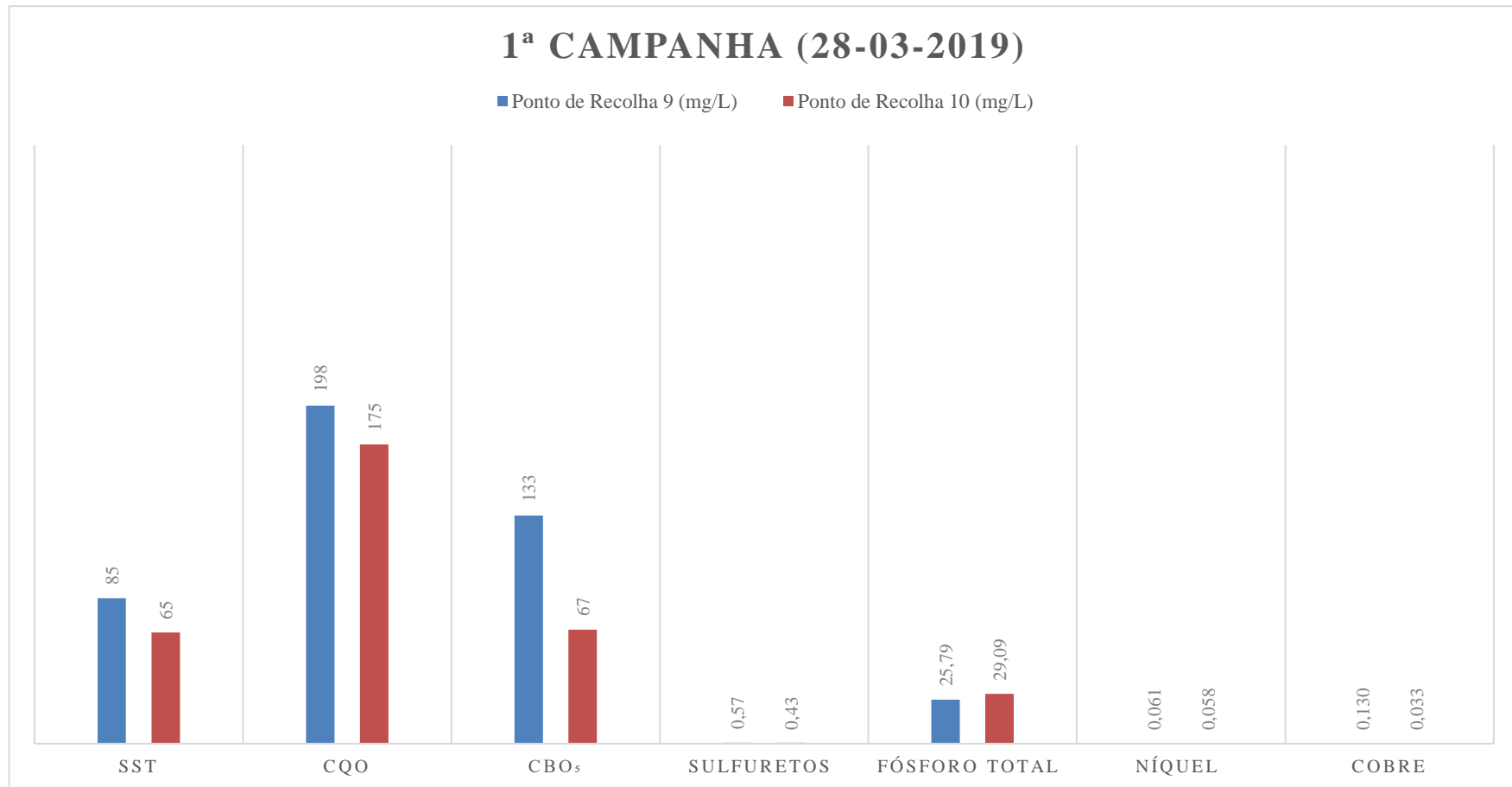
- AFIA. (janeiro de 2019). *Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel*. Obtido em 9 de abril de 2019, de Exportações Janeiro 2019 - Indústria de Componentes para Automóveis: https://afia.pt/wp-content/uploads/2019/03/AFIA_EXP_2010-2019_Jan_act20190312.pdf
- AFIA, A. d. (dezembro de 2018). *Indústria de Componentes para Automóveis - Estatísticas 2017*. Obtido em 16 de janeiro de 2019, de AFIA: https://afia.pt/wp-content/uploads/2018/09/afia_industria_componentes_automoveis.pdf
- Antunes, P. B. (2018). Filtração por Membranas no Tratamento de Águas e Águas Residuais. Em P. B. Antunes, *Sebenta de Técnicas de Tratamento de Água*. Viseu. Obtido em 16 de julho de 2019
- Antunes, P. B. (2018). Fundamentos do Tratamento de Águas Residuais - Tratamento Secundário. Em *Sebenta de Técnicas de Tratamento de Água*. Viseu. Obtido em 14 de julho de 2019
- APHA. (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.
- APHA, Clesceri, L. S., Eaton, A. D., Greenberg, A. E., & Franson, M. A. (1995). 1020. B Quality Control. Em APHA, L. S. Clesceri, A. D. Eaton, A. E. Greenberg, & M. A. Franson, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19nd Edition*. Washington: Washington DC: American Public Health Association, ©1996.
- APHA, Clesceri, L. S., Eaton, A. D., Greenberg, A. E., & Franson, M. A. (1995). 1060 A. Collection and Preservation of Samples. Em APHA, L. S. Clesceri, A. D. Eaton, A. E. Greenberg, & M. A. Franson, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19nd Edition*. Washington: Washington DC: American Public Health Association, ©1996.
- Barroso, A. F. (2012). *Avaliação do desempenho de uma ETAR de lamas ativadas através do estudo das comunidades microbiológicas do licor misto*. Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em Biologia e Gestão da Qualidade da Água, Faculdade de Ciências - Universidade do Porto, Departamento de Biologia, Porto. Obtido em 15 de julho de 2019
- Berg, E. L. (1992). *Handbook for Sampling and Sample Preservation of Water and Wastewater*. Cincinnati, Ohio, USA: United States Environmental Monitoring and Support Laboratory. Obtido em 16 de julho de 2019
- Caltrans. (2015). *Caltrans Stormwater Monitoring Guidance Manual*. Department of Transportation. Sacramento, California: State of California. Obtido em 27 de maio de 2019
- Commission, E. (agosto de 2006). *Reference Document on Best Available Techniques*. Obtido em 14 de julho de 2019, de Surface Treatment of Metals and Plastics: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/stm_bref_0806.pdf

- Cusano, G., Gonzalo, M. R., Farrell, F., Remus, R., Roudier, S., & Roudier, S. (2017). *Best Available Techniques (BAT)*. Obtido em 14 de julho de 2019, de Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/NFM/JRC107041_NFM_bref2017.pdf
- Dkm. (2013). *Sistema de Flotação por Ar Dissolvido - Memória Descritiva e Justificativa*. Tondela.
- Fernandes, M. J. (2014). *Melhoria de Linha de Produção na Indústria Automóvel*. Mestrado em Engenharia Mecânica - Especialização em Gestão Industrial, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Engenharia Mecânica, Porto. Obtido em 9 de abril de 2019
- FHWA. (2003). *The National Highway Runoff Data and Methodology Synthesis* (Vols. Volume I – Technical Issues for Monitoring Highway Runoff and Urban Stormwater). Washington, EUA: Federal Highway Administration. Obtido em 21 de set de 2019
- Figueiredo, E. (2011). *Pontos Críticos na Caracterização Físico-Química das Águas de Escorrências de Estradas*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, Departamento de Ambiente, Viseu. Obtido em 23 de maio de 2019
- Freitas, O. d. (17 de fevereiro de 2014). *Processo produtivo da indústria de componentes metálicos e acessórios*. Obtido em 9 de abril de 2019, de Indústrias Transformadoras: <https://www.industria-transformadora.info/processo-produtivo-da-industria-de-componentes-metalicos-e-acessorios/>
- Gonçalves, A. I. (2011). *Avaliação da Reutilização de Água Residual Tratada para Consumo Humano por Processos de Separação por Membranas*. Universidade Nova de Lisboa, Engenharia do Ambiente. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa. Obtido em 10 de setembro de 2019, de https://run.unl.pt/bitstream/10362/9328/1/Goncalves_2011.pdf
- Group, H. (2018). Apresentação da Huf Portuguesa. Tondela.
- Huf. (2017). Relatório de Ambiente 2017. Em Huf, *Relatório de Ambiente 2017* (p. 10).
- ISCO. (2001). *Stormwater Monitoring Guide*. Obtido em 16 de julho de 2019
- ISO, (. O. (2018). *ISO 5667-3:2018 (EN) - Water quality — Sampling — Part 3: Preservation and handling of water samples*.
- ISO5667-1. (15 de dezembro de 2006). *International Standard*. Obtido em 16 de julho de 2019, de Water quality - Sampling - Part 1: Guidance on the design of sampling programmes and sampling techniques: <https://www.sis.se/api/document/preview/908187/>
- Köhler, J. (2006). Detergent Phosphates: an EU Policy Assessment. doi:1613-9615
- Matos, H. A. (2016). *Análise Estrutural de um Molde para Injeção de Componentes Plásticos*. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica na Especialidade de Produção e Projeto, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Mecânica, Coimbra. Obtido em 23 de abril de 2019
- Matos, T. P. (2019). *Tratamento de Superfícies Metálicas por Cataforese*. Dissertação no âmbito do Mestrado em Química - Controlo de Qualidade e Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Química, Coimbra. Obtido em 7 de maio de 2019, de

- https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/86405/1/Tese_T%C3%A2nia%20Matos_MQ.pdf
- Mesquita, D. P. (2006). *Monitorização e Análise de Imagem de um Reactor Descontínuo Sequencial de Lamas Activadas*. Tese de Mestrado em Biotecnologia - Engenharia de Bioprocessos, Universidade do Minho - Escola de Engenharia, Minho. Obtido em 15 de julho de 2019, de https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6099/1/Tese_Mestrado_final%20Daniela%20Mesquita_reposit%C3%B3rio.pdf
- Moura, I. N. (2012). *Opções de tratamento de águas residuais por sistemas clássicos de lamas activadas numa perspectiva de minimização de recursos aplicados*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. Obtido em 15 de julho de 2019, de https://run.unl.pt/bitstream/10362/8525/1/Moura_2012.pdf
- Portuguesa, H. (2018). *Consumo Anual*. Tondela: Huf Portuguesa.
- PTF, E. e. (2013). *Purgas de Condensados*. Obtido em 11 de junho de 2019, de Equipamentos e Soluções Técnicas Industriais: <https://www.ptf-esti.pt/pt/produtos/distribuicao-de-ar-comprimido/boge/purgas-de-condensados>
- Ribau-Teixeira, M., & Rosa, M. J. (1998). *Recuperação de Água Industrial Utilizando Tecnologia de Membranas*. Faro: Universidade do Algarve. Obtido em 16 de julho de 2019, de https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/1119/1/Artigo_Ribau%20and%20Rosa_Tomar.pdf
- Ribeiro, R., Almeida, M. d., Ilharco, O., & Pais, A. R. (2008). *Avaliação da Eficiência de Tratamento em ETAR de Pequena Dimensão: Aspectos de Instrumentação*. Covilhã: 13º Encontro Nacional de Saneamento Básico. Obtido em 17 de maio de 2019, de http://repositorio.lnec.pt:8080/bitstream/123456789/1002993/1/C_T2_O_RitaRibeiro-13%C2%BAENASB.pdf
- Rittman, B. E., Mayer, B., Westerhoff, P., & Edwards, M. (2011). *Capturing the lost phosphorus*. Obtido em 15 de julho de 2019, de <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.02.001>
- Sabença, S. P. (2013). *Gestão da água na indústria - Reutilização de água para a rega na PSA Peugeot Citroën Mangualde*. Relatório de Estágio - Mestrado em Tecnologias Ambientais, Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, Engenharia do Ambiente, Viseu. Obtido em 26 de abril de 2019
- Silva, F. C. (2011). *Estudo do Potencial de Recarga de Aquíferos com Águas Residuais Tratadas utilizando Sistemas de Informação Geográfica*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil –Ramo Geotecnia e Ambiente, Universidade da Beira Interior, Engenharia Civil, Covilhã. Obtido em 14 de julho de 2019, de <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/3562/1/MUBIFlora.pdf>
- Silva, P. M. (2012). *Descrição das Unidades de Recuperação de Enxofre na Refinaria de Sines*. Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa, Engenharia do

- Ambiente. Lisboa : Universidade Técnica de Lisboa . Obtido em 7 de setembro de 2019, de <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/5287/1/Tese%20Pedro%20Silva%20n%C2%BA17098.pdf>
- Simões, C., Rosmaninho, I., & Henriques, A. G. (novembro de 2008). *Guia para a Avaliação de Impacte Ambiental de Estações de Tratamento de Águas Residuais*. Obtido em 16 de julho de 2019, de Agência Portuguesa do Ambiente: https://www.apambiente.pt/_zdata/Divulgacao/Publicacoes/Guias%20e%20Manuais/guia_ETAR_final.pdf
- Spellman, F. R. (2003). *Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations* . Florida: Lewis Publishers .
- Takashi Asano, F. L., Leverenz, H. L., Tsuchihashi, R., & Tchobanoglous, G. (s.d.). *Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications*. United States: McGraw-Hill Education - Europe.
- Vale, A., Costa, D., Monteiro, G., Ferreira, J. P., Santos, M., Ribeiro, P., & Silva, L. (2013). *A Indústria Automóvel em Portugal*. Obtido em 06 de março de 2019, de https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/submit_13_14/uploads/relat_1M5_2.pdf

ANEXO 1



ANEXO 2

Parâmetros	Máximo de Tempo de Armazenamento Recomendado	Recipiente	Preservação das Amostras
Temperatura	<i>Análise in situ</i>	<i>Análise in situ</i>	<i>Análise in situ</i>
pH	<i>Análise in situ</i>	<i>Análise in situ</i>	<i>Análise in situ</i>
Condutividade	<i>Análise in situ</i>	<i>Análise in situ</i>	<i>Análise in situ</i>
Turvação	<i>Análise in situ</i>	<i>Análise in situ</i>	<i>Análise in situ</i>
Cloro Residual Total	<i>Análise in situ</i>	<i>Análise in situ</i>	<i>Análise in situ</i>
SST	7 dias	Plástico, Vidro	Refrigeração
CQO	7 dias	Plástico, Vidro, Teflon	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2

Parâmetros	Máximo de Tempo de Armazenamento Recomendado	Recipiente	Preservação das Amostras
CBO₅	6 horas	Plástico, Vidro, Teflon	Refrigeração, análise no dia da recolha
Sulfuretos	28 dias	Plástico, Vidro, Teflon	Refrigeração, adição de acetato de zinco e de NaOH
Fenóis	7 dias	Plástico, Vidro, Teflon	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2
Fósforo Total	28 dias	Plástico, Vidro, Teflon	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2
Crómio Total	6 meses	Plástico, Vidro, Teflon	Refrigeração. Adição de HNO ₃
Metais (Cádmio, Níquel, Chumbo, Cobre)	6 meses	Plástico, Vidro, Teflon	Refrigeração. Adição de HNO ₃

ANEXO 3



Boletim Analítico



Local de Amostragem:	Huf Portuguesa, Lda.	Identificação da Amostra: Produto: efluente industrial Acondicionamento: frasco borossilicatado A colheita da amostra foi efetuada por uma técnica superior de engenharia do ambiente.
Data da Colheita:	28/03/2019	
Data Início Ensaio:	29/03/2019	
Data Fim Ensaio:	04/05/2019	

Ensaio	Método	Preservação das Amostras	Resultado	Unidade	V.M.A. ¹	Apreciação
Temperatura	Mala paramétrica	Análise in situ	14,4	°C	N.A.	N.A.
pH	Mala paramétrica	Análise in situ	7,28	Escala de Sorensen	6 < pH < 9	C
Condutividade	Mala paramétrica	Análise in situ	27,73	µS/cm	N.A.	N.A.
Turvação	Turbidímetro	Análise in situ	34,00	NTU	N.A.	N.A.
Cloro Residual Total	Clorímetro	Análise in situ	0,38	mg/L Cl ₂	1	C
SST	SMEWW 2540 D.	Refrigeração	65	mg de SST/L	600	C
CQO	SMEWW 5220	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	175	mg CQO/L	1000	C
CBO ₅	SMEWW 5210	Refrigeração, análise no dia da recolha	67	mg CBO ₅ /L	600	C
Sulfuretos	SMEWW 4500 S ²⁻ F.	Refrigeração, adição de acetato de zinco e de NaOH	0,43	mg/L S	1	C
Fenóis	SMEWW 5530	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	*	mg/L C ₆ H ₅ OH	0,5	*
Óleos e Gorduras	ALS Iberia/Control/Vet	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	< 1	mg/L	15	C
Azoto Total	ALS Iberia/Control/Vet	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	3	mg/L N	15	C
Azoto Kjeldahl	ALS Iberia/Control/Vet	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	3	mg/L N	N.A.	N.A.
Nitratos	ALS Iberia/Control/Vet	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	< 5 (L.Q.)	mg/L NO ₃	50	C
Nitritos	ALS Iberia/Control/Vet	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	0,029	mg/L NO ₂	N.A.	N.A.
Fósforo Total	SMEWW 4500-P E.	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	29,57	mg/L P	10	NC
Cádmio	SMEWW 3113 B.	Refrigeração. Adição de HNO ₃	< 0,144 (L.D.)	mg/L Cd	0,2	C
Níquel	SMEWW 3113 B.	Refrigeração. Adição de HNO ₃	0,058	mg/L Ni	2	C
Crómio Total	SMEWW 3113 B.	Refrigeração. Adição de HNO ₃	< 0,033 (L.D.)	mg/L Cr	2	C
Chumbo	SMEWW 3113 B.	Refrigeração. Adição de HNO ₃	< 0,192 (L.D.)	mg/L Pb	1	C
Cobre	SMEWW 3113 B.	Refrigeração. Adição de HNO ₃	0,033	mg/L Cu	1	C

Observações:
 O Fósforo Total é o único parâmetro que se encontra não conforme (NC).
 (*) - Não houve resultados, devido a problemas técnicos.
 Este Boletim Analítico serve única e exclusivamente para fins académicos (Estágio - Mestrado de Tecnologias Ambientais).

Lista de Abreviaturas:
 CBO₅ – Carência Bioquímica de Oxigénio; CQO – Carência Química de Oxigénio; SST Sólidos Suspensos Totais; L.D. – Limite de Detecção; L.Q. – Limite de Quantificação; V.M.A. – Valor Máximo Admissível; C – Conforme; NC- Não Conforme. N.A. – Não Aplicável.

¹ Critério: Decreto-Lei n.º 263/98 de 1 de Agosto.

Técnica Superior de Engenharia do Ambiente
 Joana Ferreira

Local de Amostragem:	Huf Portuguesa, Lda.	Identificação da Amostra:	
Data da Colheita:	08/05/2019	Produto: efluente industrial	
Data Início Ensaio:	09/05/2019	Acondicionamento: frasco borossilicatado	
Data Fim Ensaio:	03/06/2019	A colheita da amostra foi efetuada por uma técnica superior de engenharia do ambiente.	

Ensaio	Método	Preservação das Amostras	Resultado	Unidade	V.M.A. ¹	Apreciação
Temperatura	Mala paramétrica	Análise in situ	17,7	°C	N.A.	N.A.
pH	Mala paramétrica	Análise in situ	6,65	Escala de Sorensen	6 < pH < 9	C
Condutividade	Mala paramétrica	Análise in situ	307,67	µS/cm	N.A.	N.A.
Turvação	Turbidímetro	Análise in situ	106,43	NTU	N.A.	N.A.
Cloro Residual Total	Clorímetro	Análise in situ	1,26	mg/L Cl ₂	1	C
SST	SMEWW 2540 D.	Refrigeração	255	mg de SST/L	600	C
COO	SMEWW 5220	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	320	mg COO/L	1000	C
CBO ₅	SMEWW 5210	Refrigeração, análise no dia da recolha	100	mg CBO ₅ /L	600	C
Sulfuretos	SMEWW 4500 S ²⁻ F.	Refrigeração, adição de acetato de zinco e de NaOH	1,00	mg/L S	1	C
Fenóis	ALS Iberia/ControlVet	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	< 0,005 (L.Q.)	mg/L C ₆ H ₅ OH	0,5	*
Óleos e Gorduras	ALS Iberia/ControlVet	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	2,0	mg/L	15	C
Azoto Total	ALS Iberia/ControlVet	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	< 2 (L.Q.)	mg/L N	15	C
Azoto Kjeldahl	ALS Iberia/ControlVet	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	< 1 (L.Q.)	mg/L N	N.A.	N.A.
Nitratos	ALS Iberia/ControlVet	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	< 5 (L.Q.)	mg/L NO ₃	50	C
Nitritos	ALS Iberia/ControlVet	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	< 0,01 (L.Q.)	mg/L NO ₂	N.A.	N.A.
Fósforo Total	SMEWW 4500-P.F.	Refrigeração, adição de H ₂ SO ₄ até pH < 2	21,76	mg/L P	10	NC
Cádmio	SMEWW 3113 B.	Refrigeração, Adição de HNO ₃	0,001	mg/L Cd	0,2	C
Níquel	SMEWW 3113 B.	Refrigeração, Adição de HNO ₃	0,375	mg/L Ni	2	C
Crómio Total	SMEWW 3113 B.	Refrigeração, Adição de HNO ₃	< 0,033 (L.D.)	mg/L Cr	2	C
Chumbo	SMEWW 3113 B.	Refrigeração, Adição de HNO ₃	< 0,192 (L.D.)	mg/L Pb	1	C
Cobre	SMEWW 3113 B.	Refrigeração, Adição de HNO ₃	1,084	mg/L Cu	1	NC

Observações:

O Fósforo Total e o Cobre são os únicos parâmetros que se encontram não conforme (NC).

(*) - Não houve resultados, devido a problemas técnicos.


Este Boletim Analítico serve única e exclusivamente para fins académicos (Estágio - Mestrado de Tecnologias Ambientais).

Lista de Abreviaturas:

CBO₅ – Carência Bioquímica de Oxigénio; COO – Carência Química de Oxigénio; SST Sólidos Suspensos Totais; L.D. – Limite de Detecção; L.Q. – Limite de Quantificação; V.M.A. – Valor Máximo Admissível; C – Conforme; NC - Não Conforme. N.A. – Não Aplicável.

¹ Critério: Decreto-Lei n.º 263/98 de 1 de Agosto.

ANEXO 4

 Departamento de Ambiente	Amostragem de Águas Residuais Industriais
--	--

Campanha N.º	
Local de amostragem:	
Técnico(s):	Data:

Condições de fluxo:	Estagnado	Calmo	Turbulento
----------------------------	-----------	-------	------------

Profundidade de recolha	<0,5m	0,5-1,5m	1,5-3m	>3m
--------------------------------	-------	----------	--------	-----

Aparência da água	Clara	Com escórias	Barrenta
	Castanha	Com espuma	Colorida
	Outra:		

Parâmetro <i>in situ</i>	Valor (1)	Valor (2)	Valor (3)	Unidades
Temperatura				°C
pH				Escala de Sorensen
Condutividade				µS/cm
Turvação				NTU
Cloro Residual Total				mg/L Cl ₂


Observações: _____

Data: _____

Mestrado de Tecnologias Ambientais

Página 1 de 1

ANEXO 5

	Lista de verificação de equipamentos e material para a recolha das amostras de água residual industrial
---	---

Campanha N.º _____		
Equipamento e material	Estado	
	OK	NOK
Fichas de recolha (7)		
Etiquetas de identificação		
Caneta comum		
Turbidímetro		
Clorímetro		
Mala multiparamétrica calibrada		
Pastilhas - Águas Residuais Industriais/"Wastewaters" - Clorímetro		
Malas térmicas (3)		
Cuvetes congeladas		
Frascos de amostras de vidro borossilicatado (<i>shots</i>) - 14 frascos (1L)		
Frascos de amostras de vidro borossilicatado (<i>shots</i>) - 5 frascos (2L)		
Água destilada e esguicho		
Papel higiénico		
Luvas de nitrilo		
Máquina fotográfica		
Goblé (1)		
Bateria do equipamento de medição (análise composta)		
8 frascos borossilicatados (equipamento ISCO 6700)		
8 tampas para frascos (equipamento ISCO 6700)		
Equipamento para a mostragem composta (ISCO 6700)		
Prancheta		

Data: _____

Mestrado de Tecnologias Ambientais

Página 1 de 1