



Iara Sofia Pereira Domingues Nabais

Licenciada em Engenharia Química e Bioquímica

Otimização do Tratamento Primário da ETAR de São João da Talha

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Química e Bioquímica

Orientador: Engenheira Maria Bandeira,
Responsável da Área de São João da Talha,
Águas do Tejo Atlântico.

Co-orientador: Professor Doutor Mário Eusébio,
Professor Auxiliar, FCT-UNL.

Júri:

Presidente: Professor Doutor Manuel Luís Magalhães Nunes da Ponte

Vogais: Professora Doutora Rita Maurício Rodrigues Rosa
Engenheira Maria Bandeira Charbert Ferreira



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro, 2018

Iara Sofia Pereira Domingues Nabais

Licenciada em Engenharia Química e Bioquímica

**Otimização do Tratamento Primário
da ETAR de São João da Talha**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Química e Bioquímica

Orientador: Engenheira Maria Bandeira,
Responsável da Área de São João da Talha,
Águas do Tejo Atlântico.

Co-orientador: Professor Doutor Mário Eusébio,
Professor Auxiliar, FCT-UNL.

Júri:

Presidente: Professor Doutor Manuel Luís Magalhães Nunes da Ponte

Vogais: Professora Doutora Rita Maurício Rodrigues Rosa
Engenheira Maria Bandeira Charbert Ferreira

Setembro, 2018

Otimização do Tratamento Primário da ETAR de São João da Talha

Copyright © Iara Sofia Pereira Domingues Nabais, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

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

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, como não poderia deixar de ser, agradeço à Águas do Tejo Atlântico pela oportunidade de realização do estágio, em particular à minha orientadora, engenheira Maria Bandeira pelo esforço e dedicação na minha integração, aprendizagem e obtenção de resultados, por todo o apoio e compreensão.

Ao professor Mário Eusébio, a quem devo, de igual forma, a oportunidade de ter realizado o estágio que originou a presente dissertação, um especial agradecimento, por todo o acompanhamento, críticas construtivas, confiança e insistência não só no decorrer deste projeto, como nos últimos dois anos.

Ao Sr. Paulo Duarte, por me ter recebido tão bem e me ter ajudado em tudo o que estava ao seu alcance, muitas vezes improvisando. Bem como a todos os operadores da ETAR de São João da Talha que se esforçaram por me ajudar.

Aos engenheiros Paulo Inocêncio, Fátima Paixão e Catarina Pécurto pelos conselhos e *feedback* prestado ao longo das reuniões de acompanhamento de estágio, bem como aos meus colegas Tomás Neiva Santos e André Silva.

Às professoras Dra. Maria Ascensão Reis e Dra. Ana Luísa Fernando, por disponibilizarem os seus laboratórios. Em particular à Virgínia e à dona Rita, pelo acompanhamento e auxílio.

Aos meus amigos, por não desistirem de mim mesmo quando desaparecia durante meses. Em particular ao João Afonso, por me acompanhar há tantos anos, independentemente dos caminhos pelos quais a vida nos leva.

À dona São e ao Sr. Jorge, por contribuírem de inúmeras formas para que este momento fosse possível e pela confiança que depositaram em mim.

A todos e cada um dos meus familiares! Em particular ao meu padrinho, Antero Belchior, pela confiança, motivação e interesse ao longo de todo o meu percurso.

Aos meus primos Catarina e Tiago, por me desencaminharem quando eu realmente precisava de ser desencaminhada. Ao seu rebento, Du, por ser a alegria e esperança lá de casa.

Ao Gonçalo, por não me deixar desincentivar em momento algum, por permanecer incansavelmente a meu lado, por ser dos maiores suportes que tenho.

Por fim, mas, de todo, não menos importante quero agradecer aos meus pais pelo esforço que fizeram desde sempre para que eu pudesse alcançar os meus objetivos. Pelo amor incondicional que demonstram à vossa (nossa) maneira.

E ao Pedro que apesar de ter partido, nunca realmente nos abandonou... Esta concretização é pelos dois!

RESUMO

A ETAR de São João da Talha caracteriza-se pela forte componente industrial do seu afluente, resultando em variações acentuadas de concentrações de SST, CQO e CBO₅. De forma a garantir um tratamento eficiente e independente das variações, testaram-se duas tecnologias de tratamento primário avançado: o tratamento primário quimicamente otimizado e a utilização do Filtro Salsnes.

Relativamente à primeira tecnologia estudou-se o doseamento de um coagulante (Cloreto Férrico, FeCl₃) e um polieletrólito aniónico como floculante e o doseamento triplo com a adição de dois coagulantes (FeCl₃ e um polímero orgânico) e o mesmo floculante. À escala laboratorial determinaram-se as dosagens a testar à escala real, designadamente 177ppm de FeCl₃ com 0,1ppm de polímero aniónico (Ensaio 1); 30ppm de FeCl₃ com 0,5ppm de polímero aniónico (Ensaio 2); e 20ppm de FeCl₃, com 10ppm de polímero orgânico e 0,5ppm de polímero aniónico (Ensaio 3).

As melhores eficiências de remoção nos decantadores primários foram obtidas para o Ensaio 1, alcançando-se os 85% de remoção de SST e os 45% de CQO. Contudo, as elevadas dosagens de FeCl₃ destabilizaram o espessador de lamas primárias, sobrecarregando o tanque de homogeneização e equalização (THE) através das suas escorrências, inviabilizando a implementação destas dosagens.

Posto isto, considerou-se que a opção mais viável correspondia ao Ensaio 3, apresentando eficiências de remoção de 64% em SST, de 35% em CQO e de 54% em CBO₅, constituindo uma otimização face às médias de 2018. Adicionalmente, não foram notadas consequências ao nível da acidificação do afluente ao tratamento secundário, nem, tampouco, da destabilização do espessador.

Relativamente ao Filtro Salsnes, foram realizados diversos ensaios à escala piloto ao longo de 7 semanas. As melhores eficiências de remoção de 26% em SST e 24% em CQO alcançaram-se para um caudal de 25m³/h de afluente diretamente recolhido do THE, sem adição de floculante e recorrendo à malha de 210 µm. Porém, apenas a eficiência de remoção de CQO foi otimizada comparativamente à média de 2018.

Palavras-chave: Tratamento Primário Avançado, Otimização do Tratamento Primário, Filtro Salsnes, Método do Doseamento Triplo, Doseamento de Reagentes.

ABSTRACT

São João da Talha WWTP is characterized by the strong industrial component of its inlet, as a result, extreme variations on TSS, COD and BOD concentrations are observed. In order to ensure an efficient and independent treatment, two advanced primary treatment technologies were studied: the chemical enhanced primary treatment and the utilization of the Salsnes Filter.

In concern to the first technology it was studied the addition of one coagulant (ferric chloride, FeCl_3) and an anionic polyelectrolyte as flocculant and the triple dosage method with the addition of two coagulants (FeCl_3 and an organic polymer) and the same flocculant. At a laboratorial scale the dosages to be tested at industrial scale were determined, namely: 177ppm of FeCl_3 and 0,1ppm of anionic polymer (Assay 1); 30ppm of FeCl_3 and 0,5ppm of anionic polymer (Assay 2); and 20ppm of FeCl_3 , 10ppm of organic polymer and 0,5ppm of anionic polymer (Assay 3).

The best removal efficiencies in the primary clarifiers were obtained for Assay 1, reaching 85% of TSS removal and 45% of COD. However, the high FeCl_3 dosages destabilized the primary sludge thickener, overloading the homogenization and equalization tank through its returns, making it impossible to implement these dosages.

Therefore, the Assay 3 were considered the most viable option, as it presented removal efficiencies of 64% in TSS, 35% in COD and 54% in BOD, constituting an optimization compared to the 2018's average efficiencies. Additionally, no consequences were noted for the secondary treatment affluent acidification nor for the primary sludge thickener destabilization.

Regarding the Salsnes Filter, several pilot scale trials were performed during 7 weeks. The best removal efficiencies of 26% in TSS and 24% in COD were obtained at a flow rate of $25\text{m}^3/\text{h}$ of affluent collected directly from the homogenization and equalization tank, without the addition of reagents and using the $210\ \mu\text{m}$ filter. Nevertheless, only the COD removal efficiency was comparatively increased to the 2018 average.

Key-Words: Advanced Primary Treatment, Primary Treatment Optimization, Salsnes Filter, Triple Dosage Method, Chemical Addition.

ÍNDICE

1.	Enquadramento e Motivação	1
1.1	Definição da Problemática	1
1.2	Esquematização do Processo Aplicado em São João da Talha	9
1.3	Legislação	12
1.4	Objetivos	13
1.5	Estrutura da Dissertação.....	13
2.	Introdução	15
2.1	Tratamento Primário Avançado.....	15
2.1.1	Tratamento Primário Quimicamente Otimizado.....	15
2.1.2	Filtração	20
2.2	Limitações do Tratamento Secundário	22
2.2.1	Necessidades de Oxigénio	23
2.2.2	Volume Necessário	27
2.3	Impactos da Otimização do Tratamento Primário	28
2.3.1	Estimativa da Produção de Lamas Primárias.....	29
2.3.2	Estimativa do Potencial de Produção de Biogás	30
3.	Metodologias, Materiais e Métodos	33
3.1	Doseamento de Reagentes.....	33
3.1.1.	Escala Laboratorial.....	33
3.1.2	Escala Real	36
3.1.3	Avaliação da Eficiência	37
3.1.4	Reagentes: Coagulantes e Floculantes	41
3.2	Filtro Salsnes	43
3.2.1	Planeamento.....	43
3.2.2	Avaliação da Eficiência	44
3.2.3	Reagentes: Coagulante.....	44
4.	Apresentação e Discussão de Resultados	45
4.1	Caracterização da ETAR de São João da Talha.....	45
4.1.1	Caracterização do Afluente e Efluente.....	45
4.1.2	Necessidades de Oxigénio	46
4.1.3	Volume Necessário	49

4.1.4 Oportunidades de Melhoria	50
4.2 Doseamento de Reagentes	51
4.2.1 Escala Laboratorial.....	51
4.2.2 Escala Real	60
4.3 Filtro Salsnes	73
4.4 Estudo Preliminar da Viabilidade Económica	82
4.4.1 Estimativa da Produção de Lamas Primárias.....	83
4.4.2 Estimativa do Potencial de Produção de Biogás	84
4.4.3 Doseamento de Reagentes.....	85
4.4.4 Filtro Salsnes	91
5. Conclusões.....	93
5.1. Trabalho Futuro	94
Referências Bibliográficas.....	97
Anexos	103
ANEXO A: Caracterização do Afluente e Efluente de 2017	104
ANEXO B: Ficha de Segurança do Cloreto Férrico	105
ANEXO C: Ficha de Segurança do Ambifloc M 100 H.....	115
ANEXO D: Ficha de Segurança do Ambifloc A54 VH	122
ANEXO E: Manuais de Utilização do Filtro Salsnes	130
ANEXO F: Ficha de Segurança do Ambifloc 5351 UUU	134
ANEXO G: Manual de Preparação de Polímero para o Filtro Salsnes.....	143
ANEXO H: Necessidades de Oxigénio e Potencia Necessária Verificadas em 2017 .	148
ANEXO I: Necessidades de Oxigénio de Ponta Verificadas até Maio de 2018	151
ANEXO J: Volume Necessário ao Tanque de Arejamento	153
ANEXO K: Tabelas de Resultados dos Jar Test e Análises aos SST	157
ANEXO L: Relatório Técnico SNF/AMBIENTAGUA	180

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Caudal afluente à ETAR de SJT em 2017.	1
Figura 1.2 Caudal afluente à ETAR de SJT em 2018	2
Figura 1.3 Concentrações de CQO no afluente bruto de 2018.....	3
Figura 1.4 Concentrações de CBO ₅ no afluente bruto de 2018.....	3
Figura 1.5 Concentrações de SST no afluente bruto de 2018.....	4
Figura 1.6 Concentrações de CQO no efluente tratado de 2018.....	5
Figura 1.7 Concentrações de CBO ₅ no efluente tratado de 2018.....	5
Figura 1.8 Concentrações de SST no efluente tratado de 2018.....	5
Figura 1.9 Concentrações de SST nas escorrências do espessador em 2017 e 2018.....	6
Figura 1.10 Proposta do Plano de Tese	9
Figura 1.11 Esquematização do tratamento aplicado na ETAR de São João da Talha... ..	11
Figura 2.1 Esquematização da Dupla Camada Elétrica característica dos coloides.....	16
Figura 2.2 Distribuição dos compostos de Ferro formados, consoante a concentração e o pH.....	18
Figura 2.3 Filtro Salsnes.....	21
Figura 2.4 Esquematização do funcionamento do Filtro Salsnes.....	21
Figura 2.5 Relação do Índice Volumétrico das Lamas com a razão F/M... ..	28
Figura 3.1 Equipamentos utilizados no decorrer dos ensaios Jar Test.....	35
Figura 3.2 Material utilizado na determinação dos SST na ETAR de SJT.....	39
Figura 3.3 Equipamento de Preparação de Polímero – Dosapro Milton Roy.....	42
Figura 4.1 Estado atual dos arejadores de SJT.....	47
Figura 4.2 Estimativa das Necessidades de Oxigénio (SOTR).....	48
Figura 4.3 Potência Necessária ao Arejamento.	48
Figura 4.4 Estimativa do volume necessário ao Tanque de Arejamento.....	49
Figura 4.5 Aspeto final dos Jar Test - 1.....	52
Figura 4.6 Aspeto final dos Jar Test - 2.....	53
Figura 4.7 Aspeto final dos ensaios Jar Test de confirmação de dosagens.....	55
Figura 4.8 Detalhe aspeto final dos ensaios Jar Test de confirmação de dosagens.....	55
Figura 4.9 Resultado do reajuste de dosagens.....	58
Figura 4.10 Equipamentos de preparação e doseamento de cal.....	60
Figura 4.11 Evolução do pH Afluente no decorrer dos Ensaios I.....	63
Figura 4.12 Evolução do pH na câmara de mistura no decorrer dos Ensaios I.....	63
Figura 4.13 Evolução do pH das lammas primárias no decorrer dos Ensaios I.....	63
Figura 4.14 Concentração de SST nas escorrências do Espessador em 2018.....	65
Figura 4.15 Impacto dos Ensaios I.	65
Figura 4.16 Evolução do pH Afluente no decorrer dos Ensaios II.....	67
Figura 4.17 Evolução do pH nas câmaras de mistura no decorrer dos Ensaios II.....	67
Figura 4.18 Evolução do pH das lammas primárias no decorrer dos Ensaios II.	68
Figura 4.19 Improvisação do doseamento de polímero orgânico à escala real.....	69
Figura 4.20 Evolução do pH durante os Ensaio III (6 a 8 de agosto).	71

Figura 4.21 Evolução do pH durante os Ensaios III (8 a 15 de agosto).....	72
Figura 4.22 Evolução do pH durante os Ensaios III (16 de agosto).	72
Figura 4.23 Evolução do pH durante os Ensaios III (17 a 21 de agosto).....	72
Figura 4.24 Ensaio de determinação da malha do filtro a utilizar.	73
Figura 4.25 Equipamentos de Preparação e Doseamento de Polímero	79
Figura 4.26 Eficiências de remoção de SST médias alcançadas pelo Filtro Salsnes.	81
Figura 4.27 Eficiências de remoção de CQO médias alcançadas pelo Filtro Salsnes.	81
Figura 4.28 Teor de matéria seca para a lama produzida no Filtro Salsnes.....	82
Figura 4.29 Caudal afluyente à ETAR de SJT verificado no mês de maio de 2018.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 Eficiências Médias de Tratamento	4
Tabela 1.2 Concentrações médias nas diferentes fases do processo e análise de conformidade.....	6
Tabela 1.3 Determinação dos sólidos totais, suspensos e dissolvidos do efluente do THE.....	8
Tabela 1.4 Condições de descarga de efluente final, definidas pela APA.....	11
Tabela 3.1 Parâmetros fixos nos Ensaios Jar Test	34
Tabela 3.2 Fatores de diluição para a CBO ₅	41
Tabela 3.3 Planejamento do Ensaio Piloto do Filtro Salsnes.....	43
Tabela 4.1 Síntese dos parâmetros médios de 2018, sem adição de reagentes	46
Tabela 4.2 Estimativa das Necessidades de Oxigênio, pelo Método 1	46
Tabela 4.3 Estimativa das Necessidades de Oxigênio, pelo Método 2	46
Tabela 4.4 Síntese da estimativa das Necessidades de Oxigênio por Arejador.....	47
Tabela 4.5 Estimativa do Volume de Tanque necessário ao Arejamento.....	49
Tabela 4.6 Resultados dos Jar Test para dosagens de coagulante de 177,5 a 497 ppm....	52
Tabela 4.7 Resultados dos Jar Test para 177,5 ppm de coagulante e 1, 0,5 e 0,1 ppm de floculante.....	53
Tabela 4.8 Resultados dos Jar Test para 142, 213 e 248,5 ppm de coagulante e 0,1 ppm de floculante.....	54
Tabela 4.9 Resultados dos Jar Test de confirmação em amostras compostas	54
Tabela 4.10 Resultados do ajuste de pH consoante os incrementos de cal adicionada	56
Tabela 4.11 Averiguação da eficiência do doseamento de cal em pó ou em solução por Jar Test.....	57
Tabela 4.12 Resultados Jar Test para o reajuste de dosagens.....	58
Tabela 4.13 Resultados Jar Test para o TDM, adaptado do Relatório Técnico da SNF/AMBIENTAGUA	59
Tabela 4.14 Resultados das melhores dosagens determinadas nos ensaios laboratoriais - Doseamento Convencional	61
Tabela 4.15 Calibração de Caudais para os Ensaios I	61
Tabela 4.16 Síntese de Resultados dos Ensaios I	62
Tabela 4.17 Calibração de Caudais para os Ensaios II	66
Tabela 4.18 Síntese de Resultados dos Ensaios II	67
Tabela 4.19 Calibração de Caudais para os Ensaios III	70
Tabela 4.20 Síntese de Resultados dos Ensaios III	70
Tabela 4.21 Resultados da primeira semana de ensaios do Filtro Salsnes	74
Tabela 4.22 Resultados da segunda semana de ensaios do Filtro Salsnes	75
Tabela 4.23 Resultados da terceira semana de ensaios do Filtro Salsnes	76
Tabela 4.24 Resultados da quarta semana de ensaios do Filtro Salsnes	77
Tabela 4.25 Resultados da quinta semana de ensaios do Filtro Salsnes	78
Tabela 4.26 Resultados da sexta semana de ensaios do Filtro Salsnes	79

Tabela 4.27 Resultados da sétima e última semana de ensaios do Filtro Salsnes.....	80
Tabela 4.28 Estimativa da lama produzida.....	83
Tabela 4.29 Estimativa do caudal afluyente aos digestores	83
Tabela 4.30 Estimativa do Potencial de Biogás pelo Método dos Projetistas	84
Tabela 4.31 Estimativa do Potencial de Biogás pelo Método Teórico	84
Tabela 4.32 Estimativa do Potencial de Biogás para os Tratamentos Físico-Químicos ...	85
Tabela 4.33 Estimativa do Potencial de Biogás para o Filtro Salsnes	85
Tabela 4.34 Custos dos consumíveis associados ao doseamento contínuo de reagentes	86
Tabela 4.35 Custos dos consumíveis associados a um doseamento descontínuo de reagentes.....	87
Tabela 4.36 Estimativa das Necessidades de Oxigénio de acordo com os dados dos ensaios	89
Tabela 4.37 Resultados obtidos para a poupança energética diária	90
Tabela 4.38 Síntese do balanço económico	90
Tabela 4.39 Necessidades de O ₂ de acordo com os resultados do Filtro Salsnes.....	91
Tabela 4.40 Produção de energia e poupança gerada, Filtro Salsnes.....	92
Tabela 5.1 Resultados globais dos ensaios realizados	94
Tabela H.1 Necessidades de Oxigénio em 2017.....	149
Tabela I.1 Necessidades de Oxigénio em 2018.....	151
Tabela J.1 Volume necessário ao Tanque de Arejamento, 2017.....	153
Tabela J.2 Volume necessário ao Tanque de Arejamento, 2018.....	155
Tabela K.1 Resultados Experiência 1 – Fase 1 Jar Test.....	157
Tabela K.2 Resultados Experiência 2 – Fase 1 Jar Test.....	158
Tabela K.3 Resultados Experiência 3 – Fase 1 Jar Test.....	159
Tabela K.4 Resultados Experiência 4 – Fase 1 Jar Test.....	160
Tabela K.5 Resultados Experiência 5 – Fase 1 Jar Test.....	161
Tabela K.6 Resultados Experiência 6 – Fase 2 Jar Test.....	162
Tabela K.7 Resultados Experiência 7 – Fase 2 Jar Test.....	163
Tabela K.8 Resultados Experiência 8 – Fase 2 Jar Test.....	164
Tabela K.9 Resultados Experiência 9 – Fase 2 Jar Test.....	165
Tabela K.10 Resultados Experiência 10 – Fase 2 Jar Test.....	166
Tabela K.11 Resultados Experiência 11 – Fase 2 Jar Test.....	167
Tabela K.12 Resultados Experiência 12 – Fase 3 Jar Test.....	168
Tabela K.13 Resultados Experiência 13 – Fase 3 Jar Test.....	169
Tabela K.14 Resultados Experiência 14 – Fase 3 Jar Test.....	170
Tabela K.15 Resultados Experiência 15 – Fase 3 Jar Test.....	171
Tabela K.16 Resultados Experiência 16 – Fase 3 Jar Test.....	172
Tabela K.17 Resultados Experiência 17 – Fase 3 Jar Test.....	173
Tabela K.18 Resultados Experiência 18 – Fase 3 Jar Test.....	174
Tabela K.19 Resultados Experiência 21 – Fase 4 Jar Test.....	175
Tabela K.20 Resultados Experiência 22 – Fase 4 Jar Test.....	176
Tabela K.21 Resultados Experiência 25 – Fase 4 Jar Test.....	177

Tabela K.22 Resultados Experiência 26 – Fase 5 Jar Test.....	178
Tabela K.23 Resultados Experiência 27 – Fase 5 Jar Test.....	179

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AdTA – Águas do Tejo Atlântico;

APA – Agência Portuguesa do Ambiente;

AR – Água(s) Residuali(s);

ARD – Águas Residuais Domésticas;

ARI – Águas Residuais Industriais;

ARU – Águas Residuais Urbanas;

CBO – Carência Bioquímica de Oxigénio;

CBO_L – CBO presente nas Lamas;

CEPT – Tratamento Primário Quimicamente Otimizado, do inglês Chemical Enhanced Primary Treatment;

CQO – Carência Química de Oxigénio;

DPR – Decantadores Primários;

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais;

IVL – Índice Volumétrico de Lamas;

MLSS – Sólidos Suspensos no Licor Misto;

MLVSS – Sólidos Suspensos Voláteis no Licor Misto;

MS – Matéria Seca;

O&G – Óleos e Gorduras;

SD – Sólidos Dissolvidos;

SJT – São João da Talha;

SST – Sólidos Suspensos Totais;

SSV – Sólidos Suspensos Voláteis;

ST – Sólidos Totais;

TDM – Método do Doseamento Triplo, do inglês Triple Dosage Method;

THE – Tanque de Equalização e Homogeneização;

TOC – Carbono Orgânico Total, do inglês Total Organic Carbon;

VLE – Valor Limite de Emissão.

1. ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO

1.1 DEFINIÇÃO DA PROBLEMÁTICA

A Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de São João da Talha (SJT) tem como principal objetivo o tratamento de Águas Residuais Urbanas (ARU), isto é, Águas Residuais Domésticas (ARD) e Industriais (ARI).

As ARI, além de corresponderem à fração maioritária do afluente a tratar, representam o maior desafio à eficiência do processo, uma vez que, principalmente a sua composição varia de forma significativa tanto consoante o tipo de indústria, como dentro do próprio setor [1].

Na análise particular ao caudal afluente à ETAR em 2017, constata-se apenas uma tendência a caudais inferiores aos domingos, em cerca de 12 %, bem como os expectáveis aumentos no inverno (cerca de 11 % superiores) e diminuições na época de estiagem (aproximadamente 8 % inferiores), sem que se verifiquem padrões regulares e/ou significativos a outros níveis, tal como é possível verificar na Figura 1.1.

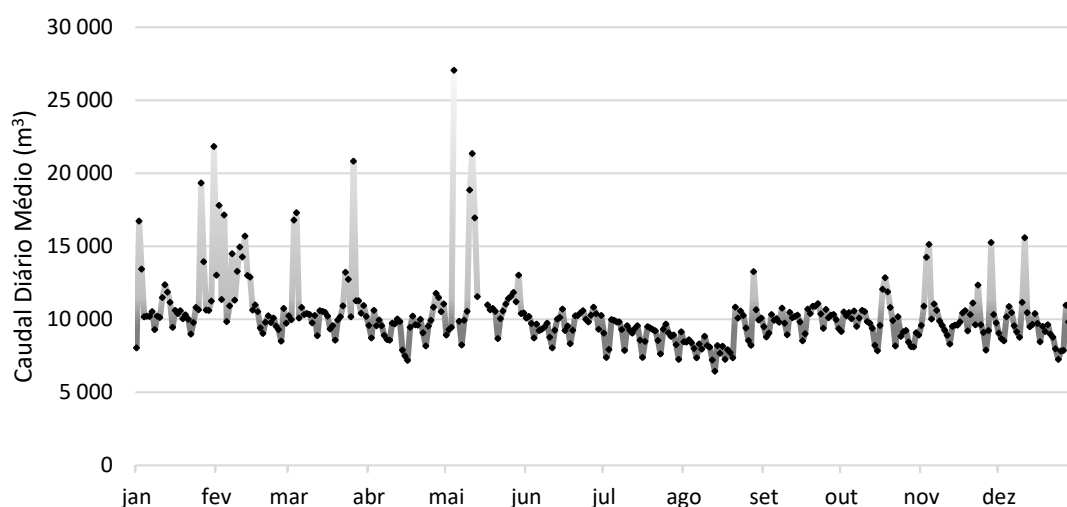


Figura 1.1 Caudal afluente à ETAR de SJT em 2017.

Considerando que o caudal afluente médio de 2017 foi de cerca de 11 000 m³/dia e a estação foi dimensionada para acolher, no ano horizonte de projeto de 2015, um caudal de 11 659 m³/dia, as variações verificadas não constituem um entrave ao bom funcionamento da mesma [2].

De modo análogo, também em análise ao caudal afluente até maio de 2018 – Figura 1.2 –, não foram notados padrões regulares e/ou significativos a qualquer nível. Sendo que o caudal médio afluente neste período, de 11 337 m³/dia, continua a não representar constrangimentos ao tratamento eficiente do afluente.

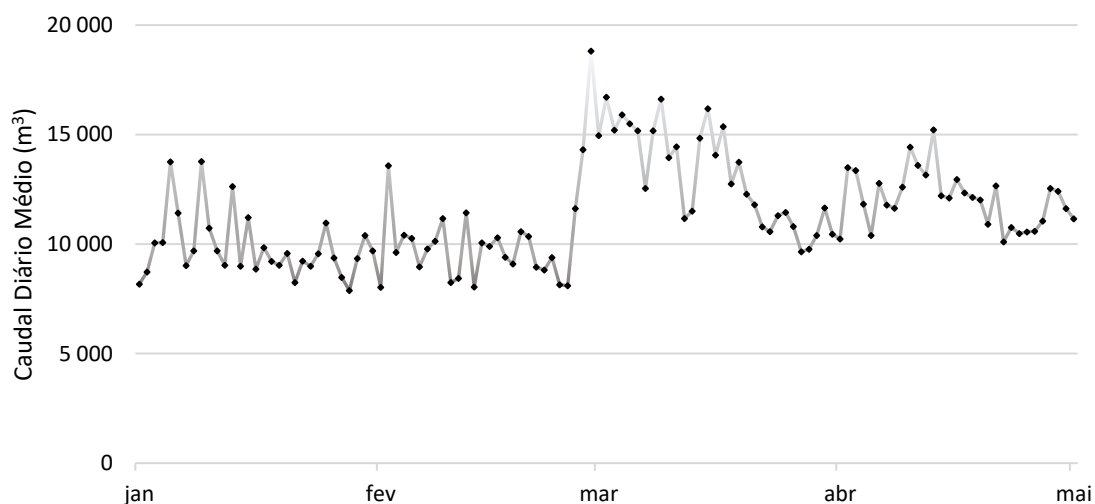


Figura 1.2 Caudal de afluente à ETAR de SJT em 2018.

Note-se que os dados relativos ao ano de 2018 apresentam-se apenas até maio uma vez que neste mês tiveram início os ensaios à escala real no âmbito da presente dissertação, como tal a análise realizada ao efluente tratado não seria representativa a partir dessa data. Assim, por uma questão de coerência, optou-se por apresentar dados relativos ao mesmo período em todos os casos.

Por outro lado, quando se tem como objeto de análise os principais parâmetros controlados no tratamento de águas residuais, nomeadamente as concentrações de CQO (Carência Química de Oxigénio), CBO (Carência Bioquímica de Oxigénio) e SST (Sólidos Suspensos Totais) presentes no afluente do mesmo ano, verificam-se variações heterogêneas significativas. Contudo, por questões de confidencialidade, tanto a caracterização do afluente bruto à ETAR como o efluente tratado do ano de 2017 encontram-se descritos no Anexo A.

Por sua vez, as concentrações de CQO no afluente de 2018 encontram-se representadas esquematicamente na Figura 1.3. De acordo com a Memória Descritiva e Justificativa [2], para o ano de projeto de 2015 a estação estaria dimensionada a acolher e tratar uma concentração afluente de CQO na ordem dos 1 700 mg/L, contudo em 19 % das análises realizadas ao afluente bruto este valor foi excedido.

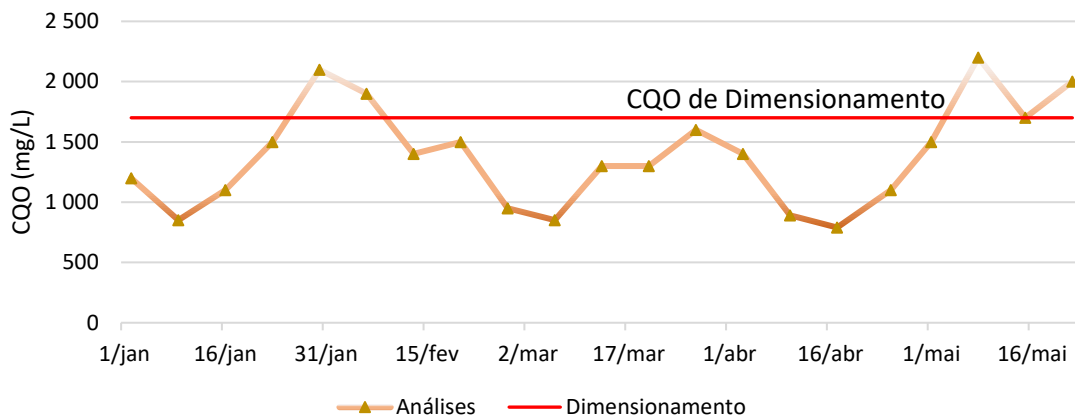


Figura 1.3 Concentrações de CQO no afluente bruto de 2018.

No que diz respeito às concentrações afluentes de CBO₅, representadas na Figura 1.4, a mesma análise pode ser feita: em 29 % das análises realizadas o valor de dimensionamento de 850 mg/L foi excedido.

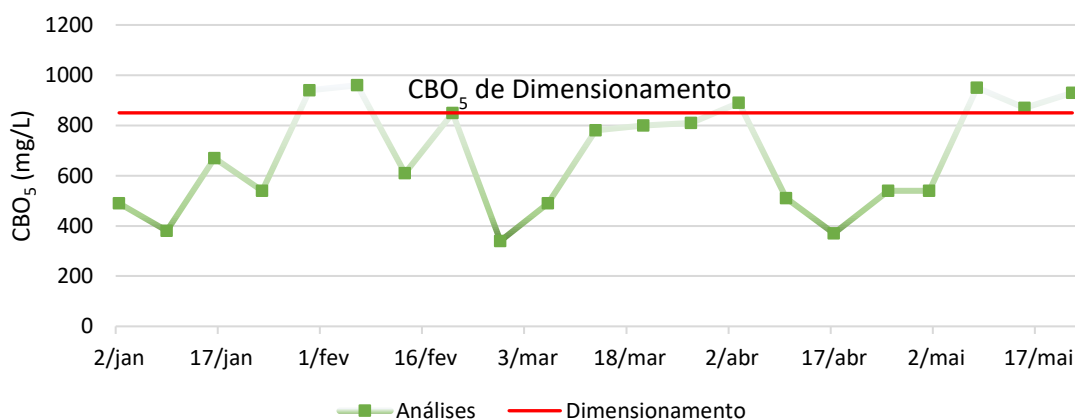


Figura 1.4 Concentrações de CBO₅ no afluente bruto de 2018.

Por fim, em termos de SST, parâmetro cuja concentração afluente de dimensionamento é de 800 mg/L, não se verificaram excedências relativamente a esse valor no afluente de 2018, tal como é possível observar na Figura 1.5.

As oscilações e excedências face aos valores de dimensionamento de cada um dos parâmetros analisados geram limitações no processo aplicado na ETAR, especialmente a nível do tratamento secundário, tal como será comprovado no subcapítulo 4.1 “Caracterização da ETAR de São João da Talha”. Deste modo, verificam-se pontuais excedências aos Valores Limite de Emissão (VLE), estipulados pela Licença

de Descarga, ainda que as eficiências de remoção observadas para cada um dos parâmetros sejam, em todos os casos, bastante satisfatórias – Tabela 1.1.

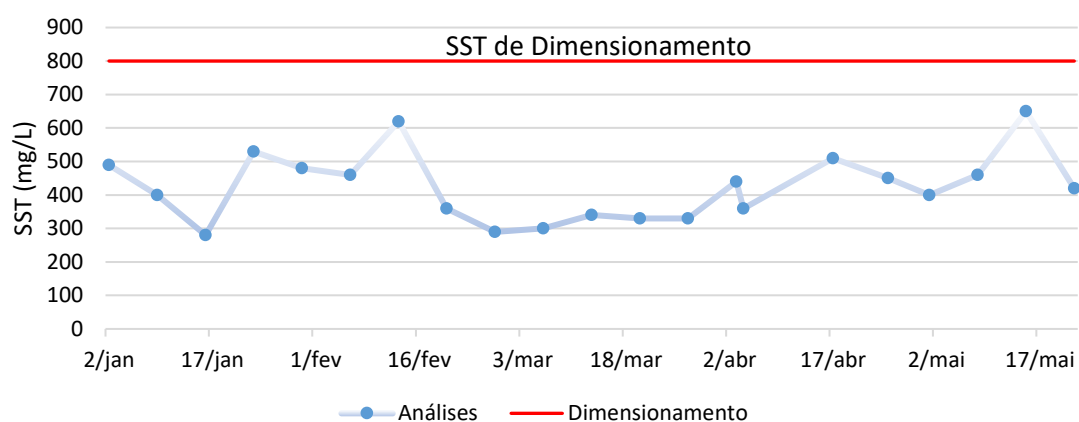


Figura 1.5 Concentrações de SST no afluente bruto de 2018.

Tabela 1.1 Eficiências Médias de Tratamento

Ano	Fase de Tratamento	Eficiência Média de Tratamento (%)		
		CQO	CBO ₅	SST
2017	Preliminar	- 11 %	-	- 31 %
	Primário	53 %	39 %	77 %
	Secundário	51 %	57 %	43 %
	Global	94 %	97 %	90 %
2018	Preliminar	22 %	-	34 %
	Primário	13 %	67 % *	25 %
	Secundário	57 %	31 % *	34 %
	Global	92 %	98 %	92 %

* Eficiências calculadas a partir de uma análise apenas.

Em análise às Figuras 1.6 a 1.8 representativas das concentrações do efluente tratado para a CQO, CBO₅ e SST, respetivamente, tem-se que o parâmetro que apresenta uma maior dificuldade no tratamento são os SST, uma vez que é o que apresenta um maior número de excedências face ao VLE estipulado. De modo concreto o VLE para os SST foi excedido em 6 das 22 análises realizadas, enquanto o VLE para a CQO foi excedido 3 vezes e, por fim, o VLE da CBO₅ excedido em duas ocasiões.

Adicionalmente apresenta-se a Tabela 1.2 que sintetiza a concentração média de cada um dos parâmetros analisados em diversas fases do tratamento, bem como uma reduzida análise à conformidade.

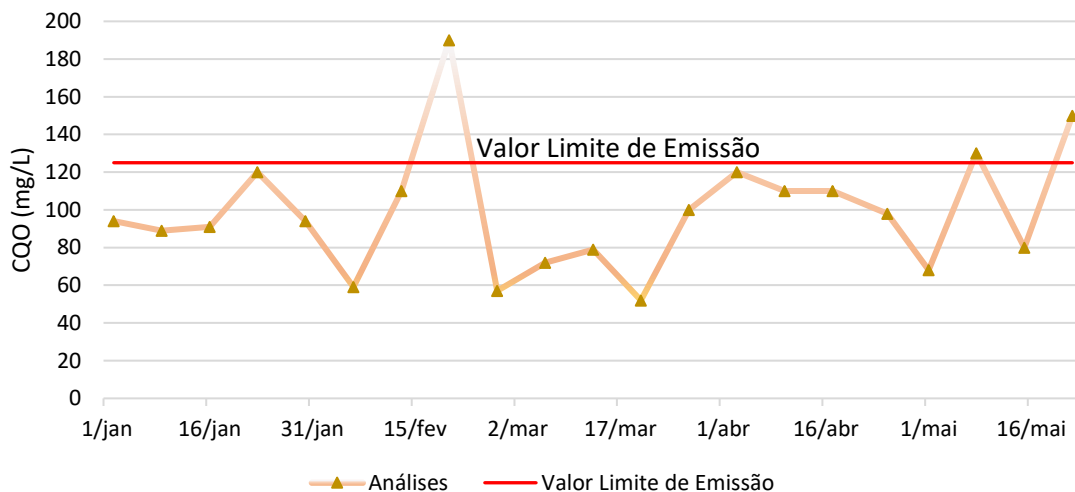


Figura 1.6 Concentrações de CQO no efluente tratado de 2018.

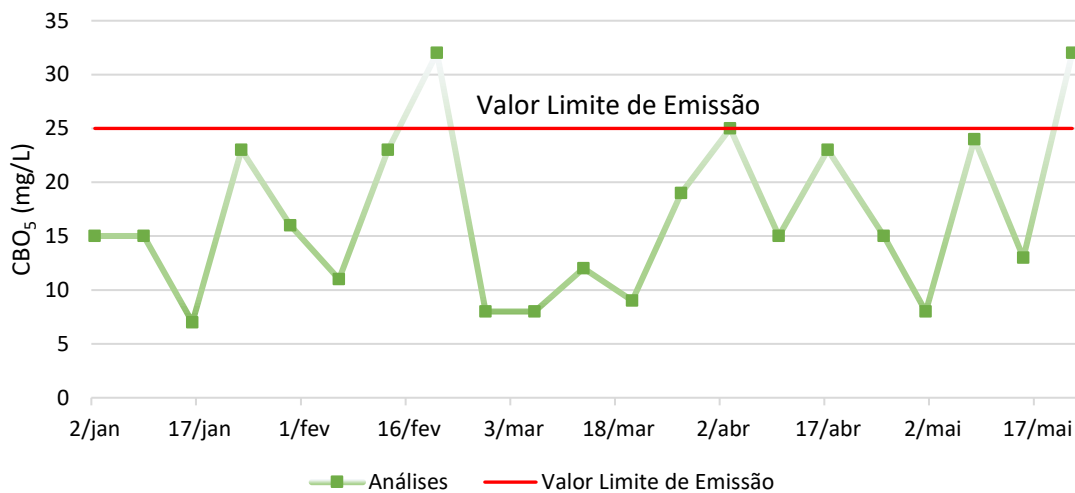


Figura 1.7 Concentrações de CBO5 no efluente tratado de 2018.

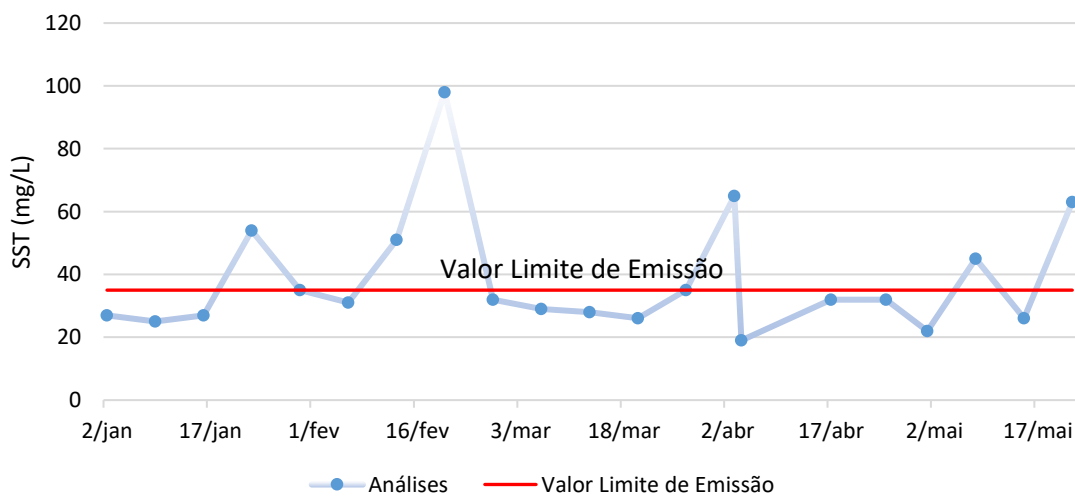


Figura 1.8 Concentrações de SST no efluente tratado de 2018.

Tabela 1.2 Concentrações médias nas diferentes fases do processo e análise de conformidade

Concentrações (mg/L)						
	Até maio 2017			Até maio 2018		
	SST	CQO	CBO ₅	SST	CQO	CBO ₅
Afluente Bruto	894	2203	1063	424	1387	679
Efluente THE	1058	2264	-	275	1094	-
Efluente DPR	476	1195	591	172	895	270
Efluente Tratado				38	99	17

Conformidade						
	Até maio 2017			Até maio 2018		
	SST	CQO	CBO ₅	SST	CQO	CBO ₅
% Não-Conforme	26 %	21 %	18 %	27 %	14 %	9 %

A notória melhoria entre os resultados de 2017 e 2018 devem-se, não só ao desvio das escorrências dos órgãos de tratamento da fase sólida da entrada da estação para o Tanque de Equalização e Homogeneização (THE), como também pela própria qualidade das mesmas. A título exemplificativo apresenta-se a Figura 1.9 representativa das concentrações de SST nas escorrências do espessador em 2017 e em 2018.

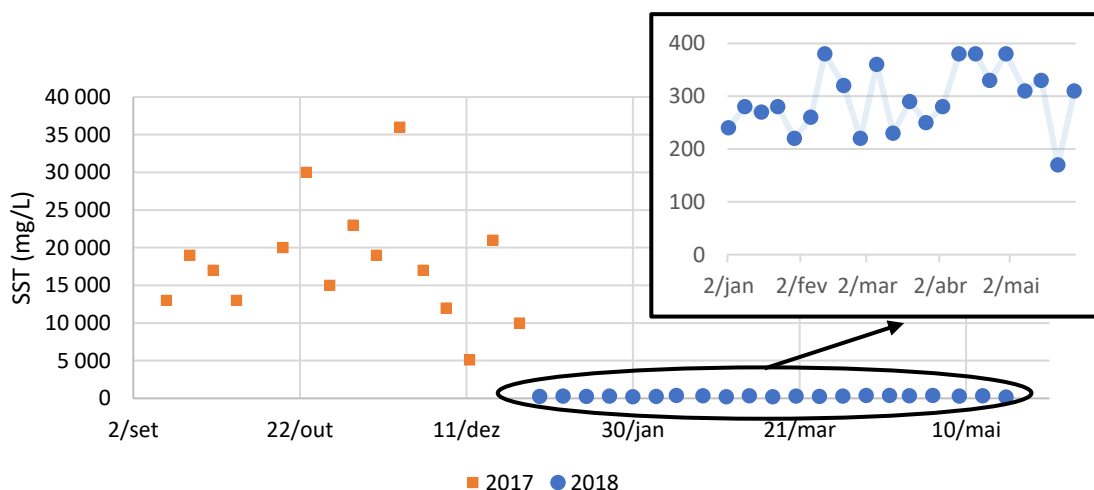


Figura 1.9 Concentrações de SST nas escorrências do espessador em 2017 e 2018.

Deste modo, tendo em conta que o objetivo da estação é o de mitigar qualquer tipo de excedência no efluente tratado face aos VLE determinados, ultrapassando as excedências relativamente às concentrações afluentes de dimensionamento e consequentemente as limitações verificadas a nível do tratamento secundário, pretende-se com a presente dissertação otimizar o tratamento primário aplicado na

ETAR. Isto porque, além do facto de as referidas limitações no tratamento secundário constituírem o *bottleneck* do processo e, como tal, condicionarem e restringirem o desempenho do processo no seu global, o tratamento primário apresenta em teoria uma maior facilidade de otimização e um menor custo de investimento associado.

Visto isto, a presente dissertação sugere a otimização do tratamento primário através da aplicação de métodos de tratamento primário avançado. Propõem-se, portanto, três alternativas:

- Doseamento de Reagentes, pela adição de Cloreto Férrico como coagulante, Ambifloc A54 VH, um polieletrólito aniónico, como floculante e avaliação da necessidade de adição de Óxido de Cálcio (comummente designado por cal) como corretor de pH;
- Método do Doseamento Triplo, pela adição de dois coagulantes – um sal metálico e um polímero orgânico – e um floculante.
- Filtração, através da utilização do sistema SF1000 da Salsnes.

Segundo Ødegaard [3], uma parcela significativa da matéria poluente das águas residuais está sob a forma de partículas ou de matéria coloidal, pelo que um processo que vise a pré-coagulação ou uma filtração eficiente, como os que aqui se propõem, resultará num aumento da eficiência do tratamento [3].

A abordagem correta à verificação da afirmação de Ødegaard no caso particular de SJT seria o estudo da distribuição do tamanho de partículas que determinaria as frações de partículas coloidais, dissolvidas, suspensas e assim por diante. Contudo, dada a impossibilidade de realização deste tipo de análises, optou-se pelo método expedito de determinação dos sólidos dissolvidos (SD), uma vez que sendo este parâmetro determinado pela diferença entre os sólidos totais (ST) e os SST e que, este último é determinado recorrendo a filtros que retêm partículas de dimensões superiores a 1,5 μm nos laboratórios AdTA para todos os efluentes exceto o final, contabiliza não só os efetivamente sólidos dissolvidos como também as partículas coloidais caracterizadas por tamanhos inferiores a 0,01 μm [4, 5].

Assim, a Tabela 1.3 resume as análises realizadas ao efluente do THE para a determinação dos ST, SST e SD, a partir da qual se conclui que cerca de 83 % dos sólidos totais das AR efluentes do THE estão dissolvidos ou na forma de partículas coloidais, constituindo desta forma um bom indício especialmente à adição de coagulantes e floculantes.

Tabela 1.3 Determinação dos sólidos totais, suspensos e dissolvidos no efluente do THE

Data da Amostra	ST mg/L	SST mg/L	SD mg/L
20/03/2018	2500	180	2320
27/03/2018	1800	270	1530
03/04/2018	4500	490	4010
10/04/2018	1000	230	770
17/04/2018	3400	190	3210
25/04/2018	2300	390	1910
01/05/2018	1800	300	1500
08/05/2018	2200	340	1860
29/05/2018	2100	370	1730
05/06/2018	1700	420	1280
12/06/2018	1600	580	1020
19/06/2018	3100	700	2400
26/06/2018	3600	260	3340

Neste sentido, os dois primeiros métodos propostos recorrem à adição de coagulantes e floculantes, sendo a utilização de cloreto férrico (FeCl_3) como coagulante comum a ambos os métodos, visto que além de ser um dos mais utilizados, potencializa a remoção de sulfuretos reduzindo a produção de sulfureto de hidrogénio um composto bastante corrosivo e com grande contribuição no odor da estação. O segundo método apresenta a vantagem de permitir a redução das dosagens do sal metálico pela adição de um segundo coagulante, permitindo manter os benefícios da sua utilização prevenindo eventuais efeitos colaterais, como a redução do pH.

Adicionalmente, estuda-se a hipótese da utilização do Filtro Salsnes, através de ensaios à escala piloto. Este sistema de filtração consiste num equipamento que integra separação sólido-líquido, espessamento e desidratação de lamas, visando a otimização do processo através de um aumento da sua capacidade, surgindo em detrimento da construção de um novo decantador primário, com o intuito de diminuir a carga que segue para as fases seguintes ao serem removidos, de acordo com os dados da marca, cerca de 40 a 80% de SST [6].

Como tal, pretende-se determinar a eficiência do processo com e sem a adição dos reagentes, bem como, as melhores dosagens a serem utilizadas. De forma análoga, a eficiência do sistema de filtração, comparando-a com as anteriores. Simultaneamente tem-se como objetivo o estudo da viabilidade económica das soluções mais indicadas.

Assim, propõe-se que o plano de tese passe por três fases distintas que poderão ocorrer em simultâneo, representadas esquematicamente pela Figura 1.10.

Escala Laboratorial	Escala Piloto	Escala Real
<ul style="list-style-type: none"> • Caracterização do afluente, em particular, na análise aos sólidos dissolvidos, recorrendo a dados laboratoriais; • JAR TEST - reagentes e dosagens a utilizar: Cloreto Férrico; Cloreto Férrico + Polímero Aniónico; Cloreto Férrico + Polímero Aniónio + Cal; Cloreto Férrico + Polímero Orgânico + Polímero Aniónico; • SST - Determinação das eficiências de remoção de SST associadas a cada dosagem de forma a aferir a dosagem ótima. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinação, pela marca, das malhas do filtro a utilizar; • Ensaios fazendo variar o tipo e o caudal de afluente tratado, a malha do filtro e a adição ou não de polímero floculante; • Determinação da eficiência do filtro em cada uma das situações, em termos de SST e CQO. Comparação com as atuais eficiências do tratamento primário; • Viabilidade económica de uma possível e futura implementação da tecnologia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calibração de bombas doseadoras. Ensaios de duração variável com as dosagens consideradas ótimas à escala laboratorial; • Determinação da eficiência do tratamento primário em cada um dos ensaios, em termos de remoção de SST, CQO e CBO₅. Comparação com a atual eficiência do processo. • Viabilidade económica da modificação.

Figura 1.10 Proposta do Plano de Tese.

1.2 ESQUEMATIZAÇÃO DO PROCESSO APLICADO EM SÃO JOÃO DA TALHA

A ETAR de São João da Talha iniciou a sua atividade em 1997 e é uma das 104 ETAR pertencentes à Águas do Tejo Atlântico (AdTA), Grupo Águas de Portugal [7]. Serve atualmente cerca de 170 000 habitantes equivalentes sendo responsável pelas freguesias de São João da Talha, Bobadela e Santa Iria da Azóia, caracterizando-se pela sua forte componente industrial, contabilizando cerca de 60 % do seu afluente.

A Figura 1.11 pretende representar esquematicamente as etapas do tratamento atualmente aplicado na ETAR, bem como os parâmetros controlados ao longo do processo [2, 8, 9]. Onde, Q – Caudal; H – pH; R – Potencial Redox; C – Condutividade; O – Oxigénio; S – Sólidos; P – Pressão.

Em suma, o tratamento preliminar aplicado em SJT distingue-se pela existência de um Tanque de Homogeneização e Equalização, cuja função se destaca no âmbito deste projeto tendo em conta que pretende homogeneizar cargas e caudais afluentes de forma a não prejudicar o processo a jusante, não sendo por vezes o suficiente. No que diz respeito à fase de tratamento primário, atualmente aplica-se apenas o convencional processo de sedimentação sem adjuvantes. Por sua vez, o tratamento secundário é feito através de um processo de recirculação de lamas ativadas e a posterior decantação [2].

Contrariamente ao projetado inicialmente o espessamento de lamas primárias e biológicas/secundárias ocorre, atualmente, por processos distintos. As primeiras são encaminhadas para espessadores, cujo princípio de funcionamento se equipara ao dos decantadores, enquanto o espessamento das lamas biológicas se dá por um processo de flotação onde é injetado ar para que este se una às partículas sólidas, formando um conjunto de menor densidade do que a da água, promovendo a sua remoção pela raspagem da superfície. A mistura dos dois tipos de lamas dá-se apenas posteriormente ao respetivo espessamento, num tanque de mistura de lamas de onde são encaminhadas para os digestores anaeróbios ou digestores primários. Nesta fase do processo são fornecidas as condições necessárias, nomeadamente em termos de aquecimento e agitação, para que a matéria volátil seja degradada e convertida em biogás. Note-se que, o biogás produzido é, em parte, utilizado no próprio processo quer pela sua introdução sob pressão no sistema de agitação do próprio equipamento, como para produção de energia elétrica no grupo de cogeração. Por sua vez, a digestão secundária tem como função a separação sólido-gás e o armazenamento do gás produzido. A fase final do tratamento da fase sólida é assegurada por centrífugas, com adição de um polímero catiónico onde ocorre a desidratação das lamas, que se encaminham em seguida para valorização agrícola [2, 8, 9].

Além do que está representado na Figura 1.11, existem ainda dois processos de desodorização: a lavagem química responsável pela desodorização dos processos inseridos no tratamento preliminar e do silo de lamas e a biodesodorização (filtro biológico) que desodoriza o ar proveniente da câmara de distribuição aos decantadores primários, bem como dos próprios decantadores primários e da estação de elevação de lamas e escumas primárias [8, 9].

Inicialmente, de acordo com o descrito na Memória Descritiva e Justificativa, o processo aplicado na ETAR de SJT englobava o tratamento físico-químico, com a dosagem de sulfato de alumínio como coagulante, um polieletrólito aniónico não especificado como floculante e cal para correção de pH. Posteriormente, procedeu-se à alteração de coagulante para o cloreto férrico, contudo não é explícito o porquê de se ter cessado essa prática. Ainda assim, as câmaras de mistura rápida (adição de coagulante e corretor de pH) e de mistura lenta (adição de floculante), bem como os equipamentos de preparação e dosagem de reagentes foram previamente construídos e instalados restando apenas averiguar se estão funcionais, visto que permaneceram inativos durante um longo período.

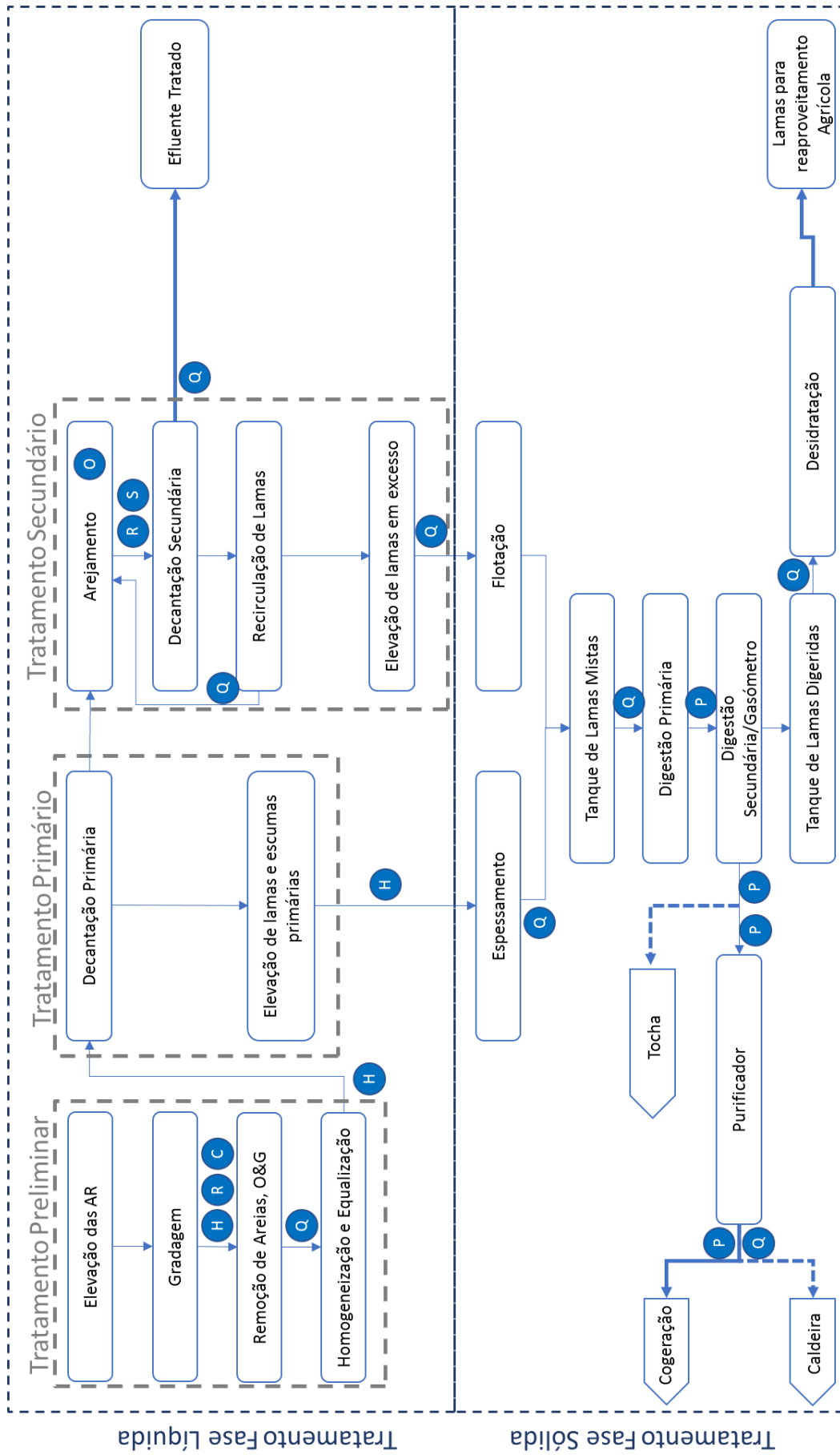


Figura 1.11 Esquemática do tratamento aplicado na ETAR de São João da Talha.

1.3 LEGISLAÇÃO

Pode afirmar-se que a legislação relativa ao Tratamento de Águas Residuais Urbanas tem início com a Diretiva 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de maio e a sua consequente transposição para o direito interno pelo Decreto-Lei nº152/97, de 19 de junho [10]. Neste, estão estipuladas as iniciais Zonas Sensíveis e Zonas Menos Sensíveis sendo que é registada, de igual forma, a necessidade de revisão da sua definição de, pelo menos, quatro em quatro anos. Consta, no mesmo decreto-lei, qual o tipo de tratamento apropriado a cada uma das zonas de descarga, os valores limite de emissão, as normas de fiscalização e sanções aplicáveis, entre outras definições. Os Decretos-Lei que se listam de seguida representam as alterações realizadas ao documento original.

- Decreto-Lei nº 348/98, de 9 de novembro: resultante de uma má interpretação dos limites aplicáveis às descargas em zonas sensíveis sujeitas a eutrofização [11];
- Decreto-Lei nº 261/99, de 7 de julho: inclusão das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira. Revisão da delimitação das zonas sensíveis [12];
- Decreto-Lei nº 172/2001, de 26 de maio: revisão da delimitação das zonas sensíveis [13];
- Decreto-Lei nº 149/2004, de 22 de junho: revisão da delimitação das zonas sensíveis e correspondente área de influência, nomeadamente às caracterizadas como sendo sujeitas à eutrofização [14];
- Decreto-Lei nº 198/2008, de 8 de outubro: revisão da delimitação das zonas sensíveis. Alteração da definição da área de influência – bacia hidrográfica na qual a zona em questão se integra. Implementação da obrigatoriedade de se cumprir, simultaneamente, os limites respeitantes a concentrações de azoto e fósforo em zonas sensíveis sujeitas a eutrofização [15];
- Decreto-Lei nº 133/2015, de 13 de julho: revisão da delimitação das zonas sensíveis [16].

De igual forma, mostra-se ser de elevada importância ao funcionamento de uma ETAR o Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de agosto que, de uma forma mais detalhada embora global, estabelece normas e critérios adequados a cada uma das finalidades e/ou usos da água, com o intuito de preservar e melhorar a qualidade deste bem essencial [17].

Os padrões exigidos pela legislação aplicável são reforçados pela “Licença de Utilização dos Recursos Hídricos – Rejeição de Águas Residuais” concedida pela Agência

Portuguesa do Ambiente (APA). Assim, em condições normais de funcionamento, as descargas de efluente final da ETAR de SJT em concreto deverão estar de acordo com os parâmetros que se definem na Tabela 1.4 [18].

Tabela 1.4 Condições de descarga de efluente final, definidas pela APA

Parâmetro	Valores Limite de Emissão
pH (Escala de Sørensen)	6-9
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	35
Carência Química de Oxigênio (mg/LO ₂)	125
Carência Bioquímica de Oxigênio (mg/LO ₂)	25

1.4 OBJETIVOS

O principal objetivo deste estágio é estudar métodos de otimização do tratamento primário da ETAR de SJT, visando a redução das cargas afluentes ao tratamento secundário.

A primeira fase do projeto tem como objetivo a caracterização histórica baseada nos dados de 2017 e 2018 do caudal afluente e das concentrações de CQO, CBO₅ e SST ao longo do tratamento. Pretende-se com esta fase identificar possíveis sazonalidades e/ou períodos críticos bem como determinar a problemática da estação de São João da Talha.

Em seguida, numa segunda fase pretende-se estudar estratégias de adição de reagentes que permitam alcançar o principal objetivo do projeto: reduzir as cargas afluentes ao tratamento secundário.

Numa terceira tem-se como objetivo avaliar a eficiência do Filtro Salsnes em termos de redução de SST afluentes ao tratamento secundário.

Por fim, tenciona-se realizar um estudo preliminar da viabilidade das soluções propostas identificando aquelas que apresentam maior potencial.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação foi estruturada em cinco capítulos. O primeiro aborda a problemática da ETAR de São João da Talha, a esquematização do processo de tratamento aplicado na estação e a legislação envolvida, visando o enquadramento e

explicitação da motivação do presente estágio, culminando com os objetivos mesmo e a estruturação da dissertação.

No segundo capítulo introduz-se a teoria envolvida nas soluções propostas, fazendo um levantamento bibliográfico de onde foram aplicadas para resolução de problemas semelhantes. Adicionalmente, introduz-se também a teoria envolvida na determinação das limitações pontuais verificadas ao nível do tratamento secundário.

Por sua vez o terceiro capítulo apresenta as Metodologias, Materiais e Métodos utilizados ao longo do estágio, nomeadamente relacionados com os ensaios laboratoriais, à escala piloto e industrial, bem como os procedimentos envolvidos na determinação das eficiências de remoção.

O capítulo quatro tem como objetivo a apresentação dos resultados obtidos ao longo das diversas fases do projeto que serão discutidos e comparados entre eles, no sentido de avaliar as diversas tecnologias utilizadas.

Por fim, o capítulo cinco demonstra as conclusões retiradas, respondendo a cada um dos objetivos determinados inicialmente. Reservando-se um subcapítulo às propostas de trabalho futuro.

2. INTRODUÇÃO

2.1 TRATAMENTO PRIMÁRIO AVANÇADO

O tratamento primário dito convencional consiste na separação sólido-líquido por ação da gravidade em decantadores, tendo como objetivo a remoção de sólidos suspensos facilmente sedimentáveis e/ou sólidos orgânicos pesados [4, 5]. Por outro lado, o tratamento primário avançado tem como intuito o aumento das eficiências de remoção numa fase inicial do processo, otimizando conseqüentemente as fases de tratamento seguintes, no sentido em que possibilita, por exemplo, a diminuição do arejamento no tratamento biológico, se existente, ou evita a necessidade de expansão da estação. Tipicamente, o tratamento primário avançado é classificado como sendo uma otimização do tratamento convencional através da adição de coagulantes e floculantes, no entanto, o doseamento de reagentes não é a única forma de otimização, existem ainda tecnologias baseadas em filtração que serão debatidas neste capítulo [19, 20].

2.1.1 TRATAMENTO PRIMÁRIO QUIMICAMENTE OTIMIZADO

O tratamento físico-químico, nomeadamente o tratamento primário quimicamente otimizado (do inglês, *Chemical Enhanced Primary Treatment, CEPT*), tem como principal objetivo a separação de partículas coloidais de forma a reduzir os sólidos suspensos e cargas orgânicas que seguem para o tratamento a jusante, aumentando as eficiências de remoção e taxas de sedimentação, sendo uma prática comum em ETAR sobrecarregadas [21 – 23]. Este tipo de otimização do tratamento primário tem por base a adição de reagentes que permitem a alteração do estado físico dos coloides, no sentido em que promovem os processos de coagulação e floculação, criando flocos com boas propriedades de sedimentação [21, 22].

2.1.1.1 COLOIDES – DUPLA CAMADA ELÉTRICA, MOVIMENTO BROWNIANO E A ESTABILIDADE

Os coloides podem ser definidos como sendo partículas cujas dimensões sejam inferiores a aproximadamente 10^{-5} mm, enquanto o material inferior a aproximadamente 10^{-6} mm é denominado por solução, de acordo com Bratby [22]. A particularidade dos coloides deve-se essencialmente à sua estabilidade que os capacita de se manterem permanentemente em dispersão. Por sua vez, a estabilidade dos

coloides deve-se à predominância das forças superficiais sólido-líquido provocadas pela carga superficial na interface. Isto é, as partículas coloidais são caracterizadas por uma Dupla Camada Elétrica constituída pela superfície carregada da partícula – camada interior – que atrai iões de cargas opostas prevalecendo aos iões de carga idêntica que são repelidos, adicionando o movimento térmico aleatório, forma-se uma camada difusa em torno da partícula com a função de a neutralizar [22]. De forma simplificada a Figura 2.1 esquematiza a dupla camada elétrica descrita anteriormente [23].

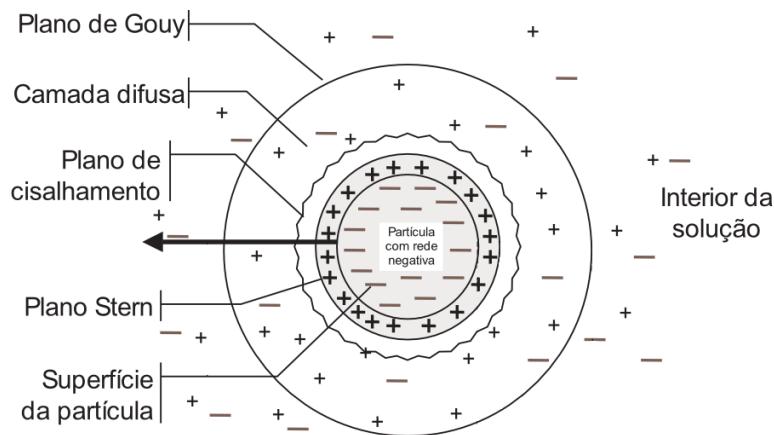


Figura 2.1 Esquemática da Dupla Camada Elétrica característica dos coloides [23].

2.1.1.2 COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO

Tal como referido anteriormente, de acordo com Ødegaard [3] uma fração considerável da matéria poluente presente nas águas residuais está sob a forma de partículas ou matéria coloidal [3]. Assim sendo, é necessário destabilizar os coloides – coagulação – para que as partículas destabilizadas, ou formadas durante a destabilização, sejam induzidas a agregar-se – floculação – de forma a removê-los eficazmente [22].

A coagulação, além de destabilizar as partículas coloidais de forma a possibilitar o crescimento das mesmas através da colisão entre partículas, tem ainda como consequência a precipitação de substâncias dissolvidas na AR [4, 24]. Existem, pelo menos, três mecanismos de destabilização de coloides através da adição de um adjuvante, que podem ocorrer em simultâneo, sendo que o mecanismo predominante depende, por exemplo, da natureza do colóide – hidrofóbico ou hidrofílico – ou da carga elétrica superficial pela qual é caracterizado [22, 23]. De acordo com Bourke [24], os referidos mecanismos, no contexto de tratamento de águas residuais, são os que se enumeram em seguida:

1. **Coagulação por varredura**, a precipitação de hidróxidos metálicos derivados da adição de um sal metálico, caracterizados por uma velocidade de sedimentação elevada, arrastam consigo partículas de menores dimensões [24].
2. **Neutralização da Carga**, a adição de coagulantes catiónicos, tem como função neutralizar a carga negativa característica das AR, requerendo uma fase de mistura rápida aquando do seu doseamento. Através da compressão da camada difusa envolvente à partícula, a adição destes reagentes dá aso a que as forças de Van der Waals resultantes da atração da nuvem de eletrões de um átomo ao núcleo de outro adjacente sejam predominantes face às forças de repulsão, tornando assim possível a formação de agregados de maiores dimensões [4, 22, 24].
3. **Pontes interpartícula**, requer que a carga superficial da partícula esteja próxima de zero e ainda a adição de um polímero que terá como função preencher os espaços entre partículas que se repelem, agregando-as sequencialmente formando flocos [22].

Os coagulantes mais utilizados no tratamento de AR são essencialmente à base de Ferro ou Alumínio caracterizados por uma elevada carga positiva, nomeadamente o Cloreto Férrico (FeCl_3), Aluminato de Sódio (NaAlO_2), Sulfato Férrico ($\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$). Por outro lado, são ainda utilizadas misturas de coagulantes orgânicos e inorgânicos ou cal hidratadas [22, 24]. Os coagulantes metálicos são preferencialmente utilizados não só devido à sua elevada eficiência como também à sua disponibilidade abundante e relativamente baixo custo, no âmbito deste projeto selecionou-se como sendo o mais apropriado o cloreto férrico, essencialmente por ser capaz de remover sulfuretos, reduzindo os odores ao longo do processo e prevenindo a formação de sulfureto de hidrogénio, composto extremamente corrosivo [22]. Quando em solução os sais metálicos, nomeadamente o cloreto férrico, desassociam-se formando compostos de coordenação com a água, tais como o $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$, denominados por iões trivalentes de ferro, sendo frequentemente representados como Fe^{3+} , cujas propriedades otimizam a adsorção. Note-se que, a natureza dos compostos formados, dependerá tanto do pH da solução que poderá ser controlado através, por exemplo, da adição de cal, como da concentração de ferro, tal como é possível verificar na Figura 2.2 [22].

2.1.1.3 MÉTODO DO DOSEAMENTO TRIPLO

Convencionalmente, o tratamento químico ocorre pela adição de apenas um coagulante e um floculante, no entanto, de forma a reduzir as dosagens do coagulante, nomeadamente quando se tratam de sais metálicos, começa a ser estudado o método do doseamento triplo (do inglês, Triple Dosage Method, TDM) [26]. Este método consiste na adição de dois coagulantes – um sal metálico em baixas dosagens seguido de um polímero catiónico de baixo peso molecular – e um floculante, nomeadamente um polímero aniónico de elevado peso molecular [26].

De acordo com a bibliografia, a adição de um segundo coagulante permite menores dosagens de sais metálicos que deste modo terão como única função a precipitação de compostos e não a coagulação completa. Assim, praticamente toda a matéria coloidal é coagulada e floculada sem que se corra o risco de precipitar fósforo em demasia, tendo em conta a sua importância na fase de tratamento biológico [26, 27]. Adicionalmente, os estudos efetuados indicam ainda que este método potencializa a produção de biogás pelo aumento da carga orgânica afluente aos digestores [26, 27].

2.1.1.4 EXEMPLOS DA APLICAÇÃO DE PROCESSOS DE COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO PARA OTIMIZAÇÃO DO TRATAMENTO PRIMÁRIO

Apresentam-se em seguida alguns exemplos da aplicação de reagentes para otimização de reagentes.

– Na ETAR de Alcântara, Mourato [28] otimizou as dosagens de cloreto férrico e de polímero aniónico no tratamento primário aplicado na estação tendo concluído que o doseamento apropriado, no caso da linha primária, seria de 4 ppm de ferro e 0,25 ppm de polímero floculante [28].

– Na ETAR de Linköping, o doseamento triplo foi testado através da adição de sulfato de ferro juntamente com um polímero catiónico de baixo peso molecular e um aniónico de elevado peso molecular. Do ensaio à escala real de curta duração resultou um aumento de 20 % da eficiência de remoção de CBO₅. A longo prazo verificou-se um aumento da eficiência de remoção de CBO₅ em mais 5 a 10%, um aumento da produção de biogás em 900 m³/dia e uma redução progressiva da dosagem de Fe²⁺ requerida [27].

– Na ETAR de Beirolas, Oliveira [29] testou a utilização de sementes trituradas de *Moringa Oleífera*, um coagulante/floculante de origem natural, tendo alcançado eficiências de remoção de 73 % em CQO, 66 % em CBO₅ e 79 % em SST, constituindo nos três casos otimizações face às eficiências obtidas previamente ao doseamento [29].

- Numa ETAR do Teerão, o doseamento de reagentes foi testado de modo a avaliar o seu impacto na eficiência do tratamento da estação. Os ensaios Jar Test realizados revelaram eficiências de remoção de CQO e SST na ordem dos 38 % e 69 % respetivamente, para dosagens de 80 ppm alumínio e 60 % de remoção de CQO e 48 % de remoção de SST para dosagens de 70 ppm de cloreto férrico. De um modo geral concluíram que o cloreto férrico apresentava melhores resultados comparativamente ao alumínio e ainda que, o CEPT pode ser eficientemente utilizado para a redução da carga orgânica afluyente ao tratamento secundário. [30]

- Numa ETAR de King, Washington, foi testado um método semelhante ao doseamento triplo ao adicionarem 60-65 ppm de cloreto férrico, juntamente com 10-15 ppm de cloreto de poli-alumínio (PACl) e 0,3-0,5 mg/L de um floculante aniónico de elevado peso molecular. A implementação desta tecnologia teve início à escala laboratorial onde se alcançaram eficiências de remoção até 90 % de SST e de 68 % de CBO₅, passando pela escala piloto onde se atingiram eficiências de remoção de 72 a 90 % em termos de SST e de 43 a 70 % de CBO₅. Por fim, nos ensaios à escala industrial as eficiências de remoção de SST estiveram entre os 79 e os 96 % e as eficiências de remoção de CBO₅ entre os 38 e os 74 % [31].

2.1.2 FILTRAÇÃO

A filtração é um processo físico que consiste em fazer passar o efluente por um meio filtrante de modo a remover matéria coloidal e/ou suspensa [32, 5]. Na prática a remoção de poluentes é alcançada não só pela retenção dos mesmos no meio filtrante, como também através de adsorção, reações químicas, entre outros, dependendo das características das AR [4, 5]. Por norma, a filtração é tida como um processo de tratamento terciário, contudo o sistema de filtração a ser testado no presente projeto é considerado essencialmente um substituto da decantação primária, como se verificará em seguida.

O equipamento em questão recorre à tecnologia dos filtros de banda rotativos desenhados para a remoção de SST e matéria orgânica. As suas maiores vantagens estão relacionadas com o facto de serem equipamentos compactos, requerendo menores intervenções em termos de engenharia civil, sendo de instalação mais célere e de fácil expansão [33. 34].

2.1.2.1 FILTRO SALSNES

O filtro Salsnes (Figura 2.3) é um equipamento modular que engloba a separação sólido-líquido espessamento e a desidratação das lamas produzidas de forma compacta. É utilizado quer para otimização da eficiência do tratamento primário quer como forma de expansão da capacidade do tratamento primário e/ou secundário em ETAR

existentes, por outro lado, pretende substituir integralmente o tratamento primário convencional em projetos futuros requerendo, de acordo com a marca, apenas 1/10 da área de um decantador.



Figura 2.3 Filtro Salsnes.

A separação sólido-líquido é assegurada por um filtro de banda rotativo, cuja velocidade de rotação dependerá do filme de sólidos formado acima da malha do filtro, e do caudal de afluente de modo a manter constante o nível de AR dentro do depósito do equipamento. Em teoria, a formação do referido filme de sólidos potencializa a eficiência do sistema, uma vez que diminuirá o tamanho do poro aumentando a área de filtração, até um determinado ponto. A lama produzida será removida do filtro através do que a marca chama “*air knife*”, um sistema de limpeza automático que utiliza ar comprimido para direcioná-la a uma área de recolha provida de um parafuso que irá transportá-la à unidade de desidratação – o esquema de funcionamento do equipamento é representado pela Figura 2.4.

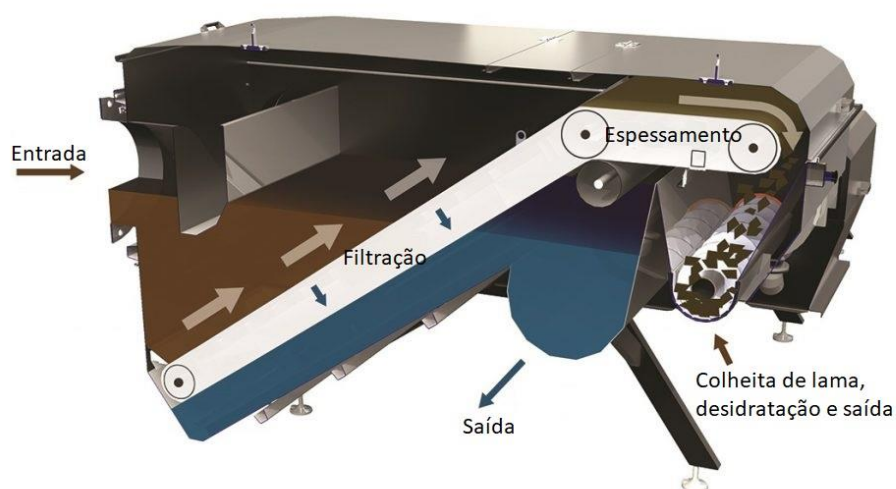


Figura 2.4 Esquematização do funcionamento do Filtro Salsnes.

Junto ao parafuso de transporte a lama produzida é recolhida com teores de matéria seca entre os 3 e os 8 %, tendo em conta os dados relatados pela marca. Por sua vez, a integração da unidade de desidratação é opcional dependendo da finalidade que se pretende atribuir às lamas produzidas. A desidratação ocorre essencialmente pela pressão exercida pelo parafuso dentro da respetiva unidade.

De acordo com a marca, sem adição de reagentes a remoção de SST poderá chegar aos 50 % enquanto em termos de CQO a eficiência de remoção rondará os 20 %. Porém, se se optar pelo doseamento de um polímero floculante a remoção de SST poderá atingir os 80%. No que diz respeito à percentagem de matéria seca alcançada na unidade de desidratação é de 20 a 30 %.

2.1.2.2 EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE FILTROS DE BANDA ROTATIVOS

- Numa ETAR municipal da Califórnia a utilização de um filtro de banda rotativo como processo de tratamento primário originou eficiências de remoção de SST entre os 30 e os 65 %, recorrendo a uma malha do filtro de 350 μm [35].

- Na ETAR de Breivika, foram alcançadas eficiências de remoção de SST na ordem dos 90 % e eficiências de remoção de CBO_5 de 80 %, recorrendo também a uma malha de 350 μm [36].

- Na ETAR de Nedre Romerike, realizaram-se diversos ensaios de modo a determinar as condições necessárias para produzir um efluente ótimo para as fases de tratamento a jusante e/ou para produzir lamas primárias com elevado potencial de produção de biogás. Ao longo destes ensaios foi alcançada uma eficiência média de remoção de SST de 87 % [33].

- Na ETAR de Marengo, Illinois, foi realizado um ensaio à escala real a um filtro de banda rotativo como processo de tratamento primário, onde se alcançaram eficiências de remoção médias de SST de 56 % e de CBO_5 de 31 % [37].

2.2 LIMITAÇÕES DO TRATAMENTO SECUNDÁRIO

Tal como referido na definição da problemática da estação de São João da Talha (subcapítulo 1.1) as excedências do afluente bruto face às concentrações de dimensionamento de CQO, CBO_5 e SST, levam a que se verifiquem limitações ao nível do tratamento secundário.

Assim como demonstrado na Figura 1.11, o tratamento secundário aplicado na estação de São João da Talha pode ser dividido em duas fases, o tratamento biológico, mais especificamente, um processo de Crescimento Suspenso em regime de Mistura

Completa (em inglês, *Complete-Mix Suspended Growth Process*), e a decantação. O afluente dos dois decantadores primários afluem à câmara de distribuição aos tanques de arejamento de onde se dá a distribuição equitativa aos seis tanques. De forma análoga, o efluente dos tanques de arejamento afluem a uma câmara de distribuição aos decantadores secundários que, por sua vez, distribuem os caudais consoante a capacidade de cada um dos três decantadores.

Os tanques de arejamento, também conhecidos por reatores biológicos, caracterizam-se por uma elevada concentração de biomassa, medida pela concentração de sólidos suspensos voláteis no licor misto (MLVSS) que é garantida pela recirculação de lamas ativadas – lamas provenientes dos decantadores secundários [4, 32]. Adicionalmente, de forma a garantir as condições ótimas ao desenvolvimento da referida biomassa, cada um dos tanques está equipado com dois arejadores mecânicos de turbinas submersos, responsáveis pelo fornecimento de oxigénio, bem como pela mistura completa do licor misto. A importância dada à biomassa prende-se à função do próprio reator, isto é, a biodegradação da matéria orgânica. Nestes termos, é definido como substrato a matéria orgânica e alguns componentes inorgânicos presentes no licor misto, medido como CQO biodegradável ou equivalentemente CBO_5 [4, 32]. Note-se que “Licor Misto” é a denominação dada à mistura da água residual com as lamas ativadas, isto é, o conteúdo dos tanques de arejamento.

Tal como foi referido anteriormente, o tratamento secundário, mais concretamente, a fase de tratamento biológico por lamas ativadas, representa o *bottleneck* do processo aplicado na ETAR de SJT, isto é, quer o volume de tanque de arejamento necessário ao tratamento eficiente das excessivas cargas afluentes, quer as necessidades de oxigénio exigidas pelas mesmas cargas, sendo ambos superiores ao disponível, constituem limitações ao processo.

Considerando que se pretende provar analiticamente as referidas limitações, apresentar-se-ão de seguida os métodos de cálculo utilizados na determinação das Necessidades de Oxigénio no Tanque de Arejamento e do Volume do mesmo reator.

2.2.1 NECESSIDADES DE OXIGÉNIO

Tendo em conta que na ETAR de SJT o tratamento biológico tem como função apenas a biodegradação da carga orgânica (em detrimento da biodegradação, nitrificação e desnitrificação), o oxigénio que é necessário fornecer ao processo está relacionado com a concentração necessária à oxidação da matéria orgânica quer para produção de energia para síntese celular quer para a respiração endógena da biomassa [38].

De forma a garantir uma estimativa precisa das necessidades de oxigénio existentes, utilizaram-se os dois métodos de cálculo apresentados por Sperling tendo ambos por base o consumo efetivo de oxigénio [38].

O primeiro método (doravante denominado por Método 1) assume a oxidação integral da matéria orgânica, para tal multiplica por um fator de conversão (que pode variar entre 1,2 e 1,6) a remoção de CBO₅ observada, contabilizando de igual forma a respiração endógena da biomassa. Obtém-se, portanto, o consumo de oxigénio em função da remoção de CBO₅, no entanto há-que se considerar que parte da matéria orgânica é transformada em biomassa, sendo que, em estado estacionário, uma fração equivalente à produzida é removida do sistema – lamas em excesso. Assim, é necessário subtrair a contribuição da parcela removida de forma a atingir-se uma estimativa real das necessidades de oxigénio. Para uma melhor compreensão do disposto anteriormente tem-se a Equação 2.1 que representa a estimativa do Oxigénio Necessário, de acordo com o Método 1 [38, 4].

$$R_0 = \underbrace{1,6 \cdot Q \cdot (S_0 - S)}_{\text{Oxidação da CBO}} - \underbrace{\frac{1,42 \cdot Q \cdot (S_0 - S)Y}{1 + k_d \cdot f_d \cdot SRT}}_{\text{Biomassa Removida}} \quad (2.1)$$

Onde,

R₀ – Necessidades de oxigénio, kg/dia;

1,6 – Fator de conversão da contribuição da carga removida de CBO₅ no oxigénio necessário;

Q – Caudal afluyente, m³/dia;

S₀ – Concentração de CBO₅ no afluyente ao tanque de arejamento, kg/m³;

S – Concentração de CBO₅ no efluyente tratado, kg/m³;

1,42 – Fator de conversão da quantidade de oxigénio que 1 g de células consome, kg O₂/kg Célula;

Y – Coeficiente de rendimento biomassa-substrato, kgSSV/kgCBO;

k_d – Coeficiente de auto oxidação (coeficiente de decaimento endógeno), dia⁻¹;

f_d – Fração da biomassa que permanece como detrito celular, kgSSV/kgSSV;

SRT – Tempo de retenção de sólidos (idade das lamas), dia;

Para a determinação das necessidades de oxigénio pelo Método 1 é apenas necessário simplificar a Equação 2.1, assumindo que f_d é igual a 1, de forma a considerar-se o pior cenário possível.

Considerando que as necessidades de oxigénio são variáveis ao longo do dia, uma vez que são dependentes das cargas afluentes ao tanque de arejamento, imprevisíveis e extremamente oscilantes, facilmente se perceberá que ao fornecer-se oxigénio a uma taxa representativa da média das necessidades ter-se-á momentos com carência de oxigénio e momentos com valores superiores aos necessários [38, 39]. Apesar de um fornecimento excessivo em nada contribuir para a otimização do processo, até pelo contrário, representar um custo energético elevado, é imprescindível garantir que os períodos de carência de oxigénio são evitados ao máximo, de forma a criar as condições necessárias à degradação da matéria orgânica, pelo que é necessário ter em conta o fator de ponta, isto é, a taxa de fornecimento de oxigénio deverá corresponder ao pico máximo da necessidade estimada, por assim dizer [4, 38 – 40]. Desta forma, tem-se que, a estimativa daquilo que realmente se terá de fornecer ao processo é representada pela Equação 2.2.

$$R_{0,ponta} = R_0 \cdot f_p \quad (2.2)$$

Claro está que deverá haver um sistema de controlo de oxigénio dissolvido no tanque de arejamento, de forma a garantir a sustentabilidade do processo, no sentido em que a taxa de fornecimento de oxigénio deverá adaptar-se às necessidades verificadas no momento.

Por sua vez, o segundo método apresentado por Sperling (Método 2), tem por base as necessidades de oxigénio para a síntese de novas células e respiração endógena da biomassa, de acordo com a Equação 2.3 [38, 41].

$$R_0 = \underbrace{a' \cdot Q \cdot (S_0 - S)}_{\text{Síntese Celular}} + \underbrace{b' \cdot X_v \cdot V}_{\text{Respiração Endógena}} \quad (2.3)$$

Onde,

a' – Fator de conversão da quantidade de oxigénio necessária à oxidação de 1kg de CBO₅, kgO₂/kgCBO₅;

b' – Fator de conversão da quantidade de oxigénio necessária ao metabolismo de 1kg de SSV;

X_v – Concentração de biomassa em termos de SSV, equivalente ao MLVSS, kg/m³.

Tendo as restantes variáveis sido definidas anteriormente.

Recorde-se que a quantidade de oxigénio a fornecer ao sistema deverá ser a de ponta, pelo que, de forma análoga ao Método 1, a estimativa obtida pela aplicação do Método 2 deverá ser multiplicada pelo fator de ponta, de acordo com a Equação 2.2.

Por fim, de modo a ser possível comparar as estimativas realizadas com o disponível é necessário determinar o Standard Oxygen Transfer Rate (SOTR), normalização dos valores obtidos pelos métodos anteriormente explicados que representam o Actual Oxygen Transfer Rate (AOTR, equivalente ao R_0) que contabiliza as propriedades da AR. Assim, o SOTR é determinado pela Equação 2.4.

$$SOTR = \frac{AOTR}{\alpha \cdot F} \cdot \frac{9,08}{9,08 \cdot \beta - [O_2]_{\min}} \quad (2.4)$$

Onde,

SOTR – *Standard Oxygen Transfer Rate* em água tépida, kgO_2/h ;

AOTR – *Actual Oxygen Transfer Rate* (R_0), kgO_2/h ;

α – Fator de correção tendo em conta a carga residual da água;

F – Fator de fouling;

9,08 – Concentração de oxigénio dissolvido em água tépida, a 20 °C e 1 atm, mg/L;

β – Fator de correção da solubilidade, igual ao C_s (AR)/ C_s (água tépida);

$[O_2]_{\min}$ – Concentração de oxigénio de operação, mg/L.

De notar que a concentração de CBO_5 efluente foi considerada de forma a cumprir a legislação assumindo o valor máximo que a mesma pode tomar. Por outro lado, a concentração de sólidos suspensos voláteis presentes no licor misto foi obtida pela Equação 2.5.

$$MLVSS = \left(\frac{SRT \cdot Q \cdot (S_0 - S)}{V} \right) \cdot \left(\frac{Y}{1 + k_d \cdot SRT} \right) \quad (2.5)$$

Com o intuito de avaliar posteriormente a viabilidade económica das soluções propostas, determina-se de igual forma a potência necessária ao arejamento através da Equação 2.6, uma adaptação do que é definido por Metcalf & Eddy [4].

$$P_{\text{arejamento}} = \frac{Q_{\text{arejamento}} \cdot \rho_{\text{ar}} \cdot R \cdot T_{\text{abs}}}{3\,600 \cdot 29,7 \cdot E_{\text{comp}}} \cdot (P_{\text{ar}}^{0,283} - 1) \quad (2.6)$$

Onde,

$P_{\text{arejamento}}$ – Potência necessária ao arejamento, kW;

$Q_{\text{arejamento}}$ – Caudal de arejamento, m³/h;

R – Constante dos gases perfeitos, 8,314 kJ/kmolK;

T_{abs} – Temperatura absoluta do ar, K;

ρ_{ar} – Densidade do ar, kg/m³;

E_{comp} – Eficiência dos compressores;

P_{ar} – Pressão de arejamento absoluta, atm.

As constantes **29,7** e **3 600** representam fatores de conversão de unidades e **0,283** é um parâmetro da equação associado ao ar [4].

Por sua vez, o caudal de arejamento é definido pela Equação 2.7.

$$Q_{\text{arejamento}} = \frac{\text{SOTR}}{0,23 \cdot \rho_{\text{ar}} \cdot E} \quad (2.7)$$

Sendo E a Eficiência dos Arejadores e **0,23** a concentração de oxigênio no ar.

2.2.2 VOLUME NECESSÁRIO

Para a determinação do volume do tanque de arejamento necessário ao tratamento eficiente das cargas afluentes teve-se por base a razão F/M , do inglês *Food to Microorganism*, também definida como carga mássica, descrita pela Equação 2.8. Em termos práticos, traduz-se pela razão entre a carga de CBO₅ afluyente ao tanque de arejamento (*food*) e os microrganismos presentes no sistema, definidos em termos de sólidos voláteis no licor misto (*microorganism*).

$$F/M = \frac{Q \cdot S_0}{V \cdot \text{MLVSS}} \quad (2.8)$$

Onde,

F/M – Razão substrato por microrganismos (*food to microorganism*);

Q – Caudal afluyente, m³/dia;

S_0 – Concentração de substrato em termos de CBO₅, mg/L;

V – Volume do tanque de arejamento, m³;

MLVSS – Concentração de sólidos voláteis no licor misto, representativo dos microrganismos presentes, mg/L.

De acordo com a literatura existem três formas de controlar o tratamento biológico, através do estabelecimento de patamares constantes para a razão F/M, para a idade das lamas ou para a concentração de sólidos suspensos no licor misto (MLSS). Por sua vez, a regulação destes parâmetros é alcançada pelo controlo da taxa de remoção de lamas. Em casos como o verificado em SJT, onde as elevadas cargas de CBO₅ são intermitentes, o recomendado é o controlo pela razão F/M em que a taxa de remoção de lamas dependerá da carga afluyente [32].

Na ETAR de SJT pretende-se manter um regime de funcionamento de Média Carga, ou seja, de forma a garantir as condições ótimas de sedimentação das lamas, a razão F/M deverá estar entre 0,2 e 0,4 [4, 42]. O gráfico presente na Figura 2.5 representa a relação entre a razão F/M e o Índice Volumétrico de Lamas (IVL), parâmetro indicador das características de sedimentação das lamas secundárias, de onde se retiram os valores ótimos para cada tipo de operação [4, 42, 43]. Desta forma, estabeleceu-se que a razão F/M desejada é de 0,2.

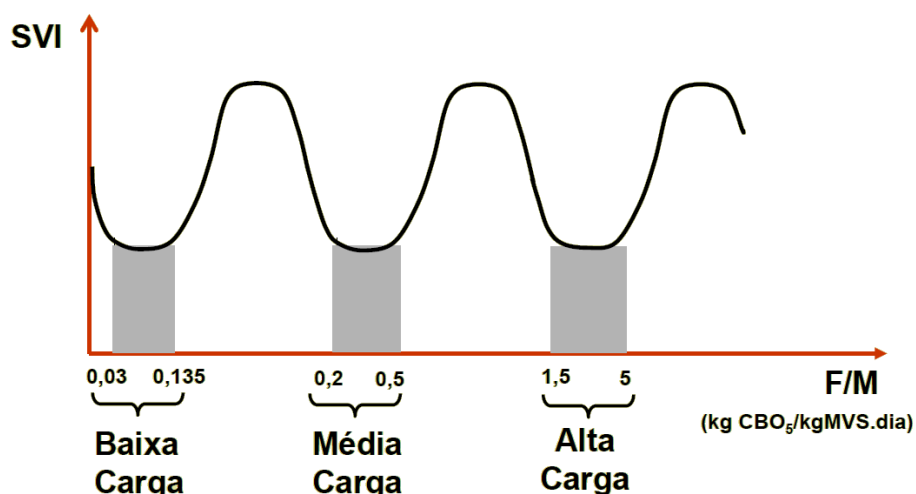


Figura 2.5 Relação do Índice Volumétrico de Lamas com a Razão F/M [25].

2.3 IMPACTOS DA OTIMIZAÇÃO DO TRATAMENTO PRIMÁRIO

De acordo com a literatura as tecnologias apresentadas como propostas de solução aumentam a produção de lamas primárias alterando de igual forma a sua composição, cujo principal impacto estará relacionado com a produção de biogás. Contudo, no decorrer dos ensaios à escala industrial não será possível aferir qual a influência de cada um dos métodos nestes parâmetros, tendo em conta a sua curta duração, sendo necessário recorrer a estimativas teóricas da Produção de Lamas Primárias e do próprio Potencial de Produção de Biogás.

2.3.1 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE LAMAS PRIMÁRIAS

A estimativa da produção de lama primária, de acordo com a literatura, poderá ser determinada partindo da eficiência de remoção de SST pela Equação 2.9 [32, 44].

$$Q_{LP} = \frac{Q \cdot [SST]_{\text{af}} \cdot E_{SST}}{1\ 000} \quad (2.9)$$

Onde,

Q_{LP} – Estimativa do caudal de lama primária produzido, kg/dia;

Q – Caudal de AR afluente, m³/dia;

$[SST]_{\text{af}}$ – Concentração de SST afluente ao DPR, mg/L;

E_{SST} – Eficiência de remoção de SST, %;

1 000 – Fator de conversão de unidades, 1 mg/L = 1/1 000 kg/m³.

Por sua vez, a estimativa da lama química produzida é obtida pela Equação 2.10.

$$Q_{LQ} = Q_{\text{coagulante}} \cdot \rho_{\text{coagulante}} \cdot \% \text{metal} \cdot 2,87 \quad (2.10)$$

Em que,

Q_{LQ} – Caudal mássico de lama química, kg/dia;

$Q_{\text{coagulante}}$ – Caudal de coagulante a dosear considerando um caudal afluente médio, L/dia;

$\rho_{\text{coagulante}}$ – Densidade do coagulante, kg/L;

% metal – Teor de metal na solução, no caso do FeCl₃: Fe³⁺ = 13,8%;

2,87 – Rácio de produção de lama, 2,87 kg SST/ kg Fe adicionado.

Portanto a estimativa global de lama produzida (Q_{Lama} , kg/dia) é alcançada pela soma do caudal de lama primária com o caudal de lama química, tal como demonstra a Equação 2.11.

$$Q_{Lama} = Q_{LP} + Q_{LQ} \quad (2.11)$$

Porém, aquilo que se pretende é o caudal volumétrico, pelo que é necessário ter em conta a gravidade específica e o teor de humidade correntes para o tipo de lama produzido, tal como se representa na Equação 2.12.

$$Q_{V_{Lama}} = \frac{Q_{Lama} \cdot \% \text{ Humidade}}{G_{Especifica}} \quad (2.12)$$

Onde,

$Q_{V_{Lama}}$ - Caudal volumétrico de lama total produzida, m³/h;

% Humidade – Teor de humidade da lama: 94 % para lama primária, 92,5% para lama química ou 90,2 para a lama proveniente do filtro [45];

$G_{Especifica}$ – Gravidade específica da lama: 1,03 para lama primária ou 1,05 para lama química [45].

2.3.2 ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS

No tratamento da fase sólida dá-se a produção de biogás através da digestão anaeróbia onde ocorre a degradação da matéria orgânica, monitorizada pelos sólidos voláteis presentes na lama. O biogás é constituído essencialmente por 65 a 70 % de metano, 25 a 30 % de dióxido de carbono e quantidades variáveis de azoto, sulfureto de hidrogénio, vapor de água, entre outros [46]. O seu elevado teor em metano é representativo do seu elevado valor energético, no sentido em que grande parte do que é produzido é reaproveitado, no caso da ETAR de SJT, no grupo de cogeração onde após purificação (remoção essencialmente de sulfureto de hidrogénio), se produz energia elétrica através da sua combustão. Por sua vez, a energia elétrica é diretamente injetada na rede da ETAR suprimindo cerca de 30 a 40 % das suas necessidades mensais. Além disso, o calor gerado é conduzido ao aquecimento das lamas recirculadas ao permutador dos digestores primários. Portanto, tem-se que a produção de biogás é uma das principais fontes de rendimento do processo, sendo sempre vantajosa a sua otimização, deste modo o Potencial de Produção de Biogás será obrigatoriamente um dos parâmetros a ter em conta na análise da viabilidade económica das soluções propostas na presente dissertação.

Atualmente, a ETAR de SJT monitoriza a altura do gasómetro (parte integrante do digestor secundário destinada ao armazenamento de biogás), o caudal de biogás consumido no grupo de cogeração ou na caldeira (utilizada apenas em casos excecionais de paragem do primeiro) bem como a energia produzida pelo grupo. Estes dados poderão ser úteis para uma estimativa da produção diária de biogás, mas não o contabilizará na totalidade, seja o biogás disperso nos digestores ou queimado na tocha, por exemplo. Assim, para efeitos de comparação das diferentes tecnologias a serem estudadas bem como a atual, pretende-se calcular o potencial de produção de biogás associado a cada uma delas.

À semelhança do que foi realizado anteriormente, a estimativa será feita por dois métodos distintos. O primeiro é o método utilizado pelos projetistas responsáveis pelo

dimensionamento das ETAR da Águas do Tejo Atlântico, onde se assume um fator de conversão de matéria volátil destruída ou afluente em biogás produzido, estimando assim o potencial de biogás de acordo com a Equação 2.13.

$$Q_{\text{biogás}} = f \cdot Q_{\text{lama}} \quad (2.13)$$

Onde,

$Q_{\text{biogás}}$ – Caudal de biogás produzido, m³/h;

f – Fator de conversão, 0,5m³biogás/kgMV_{Afluente} ou 0,9m³biogás/kgMV_{Destruída};

Q_{lama} – Caudal de lama afluente ao digestor, m³/h.

Além de se estimar a produção de biogás pela carga volátil afluente, estima-se ainda pela carga volátil que em teoria é destruída, de acordo com a Equação 2.14, e pela carga volátil efetivamente destruída, de acordo com a média observada em 2017 e 2018 [46].

$$\%MV_{\text{destruída}} = 13,7 \cdot \ln(\text{SRT}) + 18,9 \quad (2.14)$$

Sendo,

$\%MV_{\text{destruída}}$ – Percentagem da matéria volátil destruída;

SRT – Tempo de retenção das lamas no digestor, dias.

De forma complementar utiliza-se também um método teórico que relaciona o volume de metano formado com a degradação de substrato, mensurado como CBO, e a massa celular produzida de acordo com a Equação 2.15 [46].

$$V_{\text{Metano}} = 0,35 \cdot (E \cdot S_0 - 1,42 \cdot P_X) \quad (2.15)$$

Onde,

V_{Metano} – Volume de metano formado, m³/dia;

0,35 – Fator de conversão de substrato em metano, m³/kg;

E – Eficiência da utilização de substrato, entre 0,6 e 0,9;

S_0 – Carga de CBO₅ nas lamas, kg/dia;

1,42 – Fator de conversão de matéria celular em CBO₅;

P_X – Células produzidas na digestão anaeróbia, kg/dia, obtida pela Equação 2.16

[46].

$$P_X = \frac{Y \cdot E \cdot S_0}{1 + k_d \cdot SRT} \quad (2.16)$$

Onde,

Y – Coeficiente de rendimento biomassa-substrato, kgSSV/kgCBO;

k_d - Coeficiente de auto oxidação (coeficiente de Decaimento endógeno), dia⁻¹;

SRT – Tempo de retenção, dias.

A campanha de análises realizadas semanalmente na ETAR de SJT às lamas afluentes aos digestores contempla parâmetros como a Alcalinidade, o pH e a concentração de Sólidos Fixos, Sólidos Totais e Sólidos Voláteis. Como tal, foi necessário determinar um fator de conversão que permitisse estimar, neste caso, partindo dos Sólidos Totais, o CBO presente nas lamas (CBO_L) para isso considerou-se uma razão CBO₅/SST de 0,67 utilizada pelo departamento de Investigação, Desenvolvimento e Inovação da AdTA baseada no *software* de modelação GPS-X e uma razão CBO₅/CBO_L de 0,68 de acordo com o descrito por Qasim [47].

Por fim, de forma a estimar a produção de biogás utiliza-se a percentagem média de metano na sua composição, tal como referido anteriormente, entre 65 a 70 %. De realçar que, de modo a que os resultados sejam o mais conservativos possível, se assumiram os menores valores de concentração de metano no biogás bem como a menor eficiência de utilização de substrato.

3. METODOLOGIAS, MATERIAIS E MÉTODOS

Com o objetivo de se otimizar o tratamento primário da ETAR de SJT estudaram-se duas tecnologias distintas pelo que o planeamento, metodologias e os próprios reagentes utilizados no decorrer das diversas fases de ensaios foram de igual forma distintos. Neste capítulo apresentar-se-ão, em separado, os procedimentos e materiais envolvidos em cada um dos ensaios.

3.1 DOSEAMENTO DE REAGENTES

Os ensaios relativos ao doseamento de reagentes decorreram em duas fases, primeiramente procederam-se a ensaios laboratoriais de forma a averiguar as dosagens de reagentes apropriadas a utilizar na fase seguinte de ensaios à escala real. Tendo em conta as adversidades ao longo dos ensaios tornou-se necessário, por vezes, que ambas as fases decorressem em simultâneo.

3.1.1. ESCALA LABORATORIAL

Nesta fase, tal como referido, teve-se como intuito averiguar as dosagens ótimas de reagentes a aplicar tendo em conta as características das AR de SJT, como tal efetuaram-se diversos ensaios Jar Test – procedimento que permite simular a adição e mistura de reagentes bem como a posterior fase de sedimentação, sendo desta forma possível otimizar não só as dosagens, como também os tempos de sedimentação e de mistura e as velocidades de agitação rápida e lenta. Numa fase seguinte, e tendo em conta as intensões iniciais deste projeto, determinou-se o ajuste de pH necessário através da adição de cal.

JAR TEST

O equipamento de Jar Test é provido de seis agitadores com velocidade ajustável, possibilitando a análise de cinco dosagens distintas mais um “branco” cujo intuito é o de simular o processo sem adição de reagentes para efeitos de comparação. No entanto, de forma a garantir, primeiramente as velocidades de mistura desejadas tendo em conta que o equipamento não havia sido utilizado durante um longo período, bem como para que fosse prestada a atenção devida a cada uma das amostras, no sentido de os reagentes serem adicionados em simultâneo, foram utilizados apenas três dos agitadores disponíveis. Tal como mencionado anteriormente, o objetivo destes

ensaios é aferir as dosagens de reagentes indicadas pelo que foram fixadas as restantes variáveis, apresentadas na Tabela 3.1, cujo critério de seleção consistiu na maior aproximação possível da realidade de acordo com o presente na Memória Descritiva e Justificativa para o ano de 2015 dados que se encontram na mesma tabela, sendo que se aumentou o tempo de mistura de forma a compensar a agitação necessária [2].

Tabela 3.1 Parâmetros fixos nos Ensaios Jar Test

Parâmetros	Memória Descritiva e Justificativa – Ano 2015	Ensaios Jar Test
Velocidade de Mistura Rápida (rpm)	1 430	300
Tempo de Mistura Rápida	21,1 - 51,8 s	5 min
Velocidade de Mistura Lenta (rpm)	-	100
Tempo de Mistura Lenta (min)	8,35 - 20,5	10
Tempo de Sedimentação	50 min - 2 h	1h30min

O procedimento utilizado consistiu na medição de 800 ml de amostra de AR efluente do THE em três gobelés posteriormente colocados no equipamento Jar Test sob agitação rápida, aos quais se adicionaram volumes pré-determinados de coagulante sendo cronometrado o tempo de mistura rápida a partir do doseamento. Em seguida, alterou-se a velocidade de mistura para 100 rpm adicionando-se volumes de floculante desejados (quando aplicável) e cronometrando-se o tempo de mistura lenta. Por fim, cessou-se a agitação e aguardou-se o tempo de sedimentação estipulado. Foi tido em conta não só o aspeto e pH final do sobrenadante, como também a análise aos SST, cujo procedimento será explicado no subcapítulo 3.1.3 “Avaliação da Eficiência”, para a determinação das dosagens mais eficientes.

Numa primeira instância os ensaios tiveram como objetivo a determinação da dosagem de coagulante sem adição de floculante, posteriormente, fixou-se a dosagem de coagulante naquela que originou melhores resultados e determinou-se a dosagem ótima de floculante. Por fim, repetiram-se ensaios com as melhores dosagens de coagulante com a dosagem ótima de floculante, de forma a confirmar os resultados e a aferir possíveis ajustes necessários.

Numa segunda fase de ensaios laboratoriais, nos quais se testou a adição de dois coagulantes distintos e um floculante, o procedimento utilizado foi idêntico com a ressalva de se adicionarem os dois coagulantes no momento da mistura rápida, primeiro o sal metálico e posteriormente o polímero orgânico.

O material utilizado nos ensaios Jar Test apresenta-se, em parte na Figura 3.1 e, na íntegra na listagem que se segue:

- Equipamento Jar Test da marca ISCO;
- Gobelés de 1 000 ml;
- Seringas de 0,5 a 5 ml;
- Pipetas de 1 a 10 ml;
- Cronómetro;
- Medidor de pH Combo pH & ORP, da HANNA *instruments*.



**Figura 3.1 Equipamentos utilizados no decorrer dos ensaios Jar Test.
A: Equipamento Jar Test ISCO. B: Medidor de pH Combo.**

AJUSTE DE PH ATRAVÉS DA ADIÇÃO DE CAL

Tendo em conta que a ideia inicial do desenvolvimento deste projeto consistia na adição de cal como corretor de pH, na primeira fase determinou-se de igual forma a dosagem ótima deste reagente. O procedimento utilizado é semelhante a uma titulação, no sentido em que é determinada a massa inicial de cal, posteriormente adicionada de forma progressiva em pequenos incrementos à amostra, sob agitação até que se atinja um valor de pH de aproximadamente 7,2. Sendo alcançado o patamar desejado, a massa restante de cal é pesada, sendo a dosagem de cal necessária aferida partindo da diferença entre massas [32]. Por fim, realizaram-se ensaios Jar Test com as dosagens ótimas determinadas anteriormente para cada um dos reagentes, utilizando cal em pó e em solução de forma a, não só confirmar a dosagem determinada, bem como a averiguar qual a mais eficiente.

Desta forma, o material utilizado lista-se em seguida:

- Equipamento Jar Test e material associado;
- Pratos metálicos descartáveis;
- Balança de Secagem da marca Kern & Sohn GMBH.

REGIMES DE AMOSTRAGEM

Numa fase inicial recorreu-se a amostra pontuais, contendo aproximadamente 5 litros de afluente aos Decantadores Primários (DPR) recolhidas nos dias de ensaio, posteriormente, na fase de confirmação das dosagens apropriadas alterou-se o regime de amostragens para amostras compostas de 24 horas no mesmo ponto de recolha, de forma a garantir a representatividade dos dados, tendo em conta as variações constantes em termos de cargas afluentes. Nomeadamente, as amostras compostas foram recolhidas para os Ensaios 18 e 19 que ocorreram a 3 de maio e para os Ensaios 25 e 26, que datam de 21 de maio.

O método de recolha das amostras compostas depende, no caso particular da ETAR de SJT, do ponto de recolha. Neste caso apenas as amostras de afluente bruto e efluente tratado são asseguradas por amostradores automáticos, os restantes pontos de recolha permanecem a cargo dos operadores da estação. Em qualquer dos casos, deverá ser recolhida uma porção da amostra (cerca de 200 ml) por hora, das 00h de um dia até às 00h do dia seguinte.

Apesar dos ensaios realizados por empresas externas de reagentes recolherem a amostra bruta (antes do THE) o local de amostragem nos ensaios realizados no âmbito da presente dissertação foi selecionado de forma a simular exatamente a situação real, sendo que o afluente a tratar nos DPR conta, não só com o afluente bruto, bem como com as próprias escorrências do espessador e desidratação de lamas da ETAR.

3.1.2 ESCALA REAL

Os ensaios à escala real iniciam-se com a calibração das bombas doseadoras de reagentes de acordo com as dosagens selecionadas à escala laboratorial. No caso do polímero, é necessário de igual forma calibrar caudal de água e o caudal de polímero para a preparação do mesmo. Ao longo dos ensaios foram recolhidos dados relativos ao pH da AR afluente, nas Câmaras de Mistura (local de adição de reagentes) e nas Lamas Primárias, sendo que é o único parâmetro controlado na ETAR de SJT, indicativo da adição de reagentes e das suas possíveis consequências.

REGIMES DE AMOSTRAGEM

No decorrer dos ensaios à escala real houve a necessidade de proceder a três regimes de amostragem distintos: amostras compostas de 12 (nomeadamente a 24 de julho) ou 24 horas (a 12 de junho, 4 de julho, 7, 15 e 21 de agosto) e amostras pontuais, esta diversidade deveu-se à duração dos ensaios ou ao tipo de análises pretendidas bem como ao laboratório responsável.

A recolha de amostras compostas, quer de 12 ou de 24 horas, segue o método descrito anteriormente para os ensaios laboratoriais, isto é, porções de 200 ml de amostra de hora a hora recolhidos manual ou automaticamente dependendo do ponto de recolha.

3.1.3 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA

Para a avaliação da eficiência do processo tiveram-se em consideração três parâmetros – SST, CBO₅ e CQO – os mesmos que são analisados na ETAR de SJT.

A grande maioria das análises foram realizadas pelo laboratório acreditado da AdTA, sediado em Frielas, sendo que foram de igual forma realizadas enumeras análises aos SST no laboratório de SJT por ser a forma mais célere de obter resultados e comparar eficiências. Por fim, num dos ensaios recorreu-se a dois laboratórios externos da Faculdade de Ciências e Tecnologias para a determinação da CQO e CBO₅.

O laboratório da AdTA utiliza para a análise da CBO₅ a técnica de incubação e método eletroquímico de acordo com o procedimento presente no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (5210-B), semelhante ao que será explicado adiante [48].

Por sua vez, a análise da CQO é efetuada pela técnica de volumetria de acordo com a norma ISO 6060:1989 que se resume, de forma simplificada, ao procedimento seguinte: adiciona-se 5 ml de solução de dicromato de potássio a 10 ml de amostra, após mistura procede-se à adição cuidadosa de 15 ml de sulfato de prata-ácido sulfúrico; De imediato, o frasco deve ser colocado no digestor sob aquecimento para que entre em ebulição em pelo menos 10 min seguidos de 110 minutos de aquecimento contínuo; Remove-se do digestor e adiciona-se água destilada até perfazer os 75 ml de mistura, deixando-se arrefecer até à temperatura ambiente; Titula-se o excesso de dicromato de sódio com sulfato de amónio e ferro (II) (também conhecido como sulfato ferroso de amónio) utilizando como indicador a ferroína; Por fim, obtém-se o valor de CQO através da Equação 3.1 [49].

$$CQO = \frac{8\,000 \cdot C \cdot (V_1 - V_2)}{V_0} \quad (3.1)$$

Onde,

CQO – Concentração de CQO, mgO₂/L;

C – Concentração de sulfato de amónio e ferro (II), mol/L;

V₁ – Volume de sulfato de amónio e ferro (II) para titulação do “branco”, ml;

V₂ – Volume de sulfato de amónio e ferro (II) para titulação da amostra, ml;

V₀ – Volume da amostra previamente à diluição, se existente, ml;

8 000 – Massa molar do oxigénio, mg/L.

Quanto aos SST, o laboratório da AdTA utiliza a técnica de gravimetria que vai de acordo com um método interno, cujo procedimento será idêntico ao explicado adiante com a ressalva de a esterilização do filtro e a secagem da amostra serem realizadas em estufa.

SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS

O método de determinação de SST no laboratório da ETAR de SJT corresponde a uma aproximação do procedimento presente no *Standard Methods*, utilizado na AdTA apenas para efeitos de controlo em ETAR de pequenas dimensões, tendo sido inicialmente testado em paralelo com o laboratório acreditado com o intuito de validar os resultados obtidos. Esta aproximação consiste na pesagem de um filtro de microfibras de vidro, após limpeza com água destilada sob vácuo, na balança de secagem programada de forma a aferir o peso constante a 105 °C. Após a aferição do peso do filtro, faz-se passar um volume determinado de amostra pelo sistema de filtração a vácuo demonstrado na Figura 3.2 (juntamente com o restante material e equipamento utilizado), concluída a filtração o filtro é colocado novamente na balança de secagem, sob o mesmo programa, de modo a determinar a massa do conjunto filtro-sólidos retidos. Assim, os sólidos suspensos totais são determinados de acordo com a Equação 3.2.

$$SST = \frac{m_{\text{pós-filtração}} - m_{\text{filtro}}}{V_{\text{amostra}}} \cdot 10^6 \quad (3.2)$$

Onde,

SST – Concentração de SST, mg/L;

m_{pós-filtração} – Massa conjunta do filtro com os sólidos retidos após filtração, g;

m_{filtro} – Massa do filtro, g;

V_{amostra} – Volume de amostra filtrada, ml;

10⁶ – Fator de conversão de unidades (1 g/ml = 10⁶ mg/L).

Desta forma, o material necessário à realização das análises, lista-se de seguida:

- Balança de Secagem da Kern & Sohn GMBH;
- Balões volumétricos de 50 e 100 ml;
- Bomba de vácuo DOA-P504-BN da GAST;
- Filtros de microfibras de vidro da Whatman™ de 1,5 µm;
- Pinça;
- Pipetas de 10 ml;
- Pratos metálicos descartáveis;
- Sistema completo de filtração a vácuo: copo de 250 ml, funil com placa porosa, erlenmeyer de 1 000 ml e garra metálica.

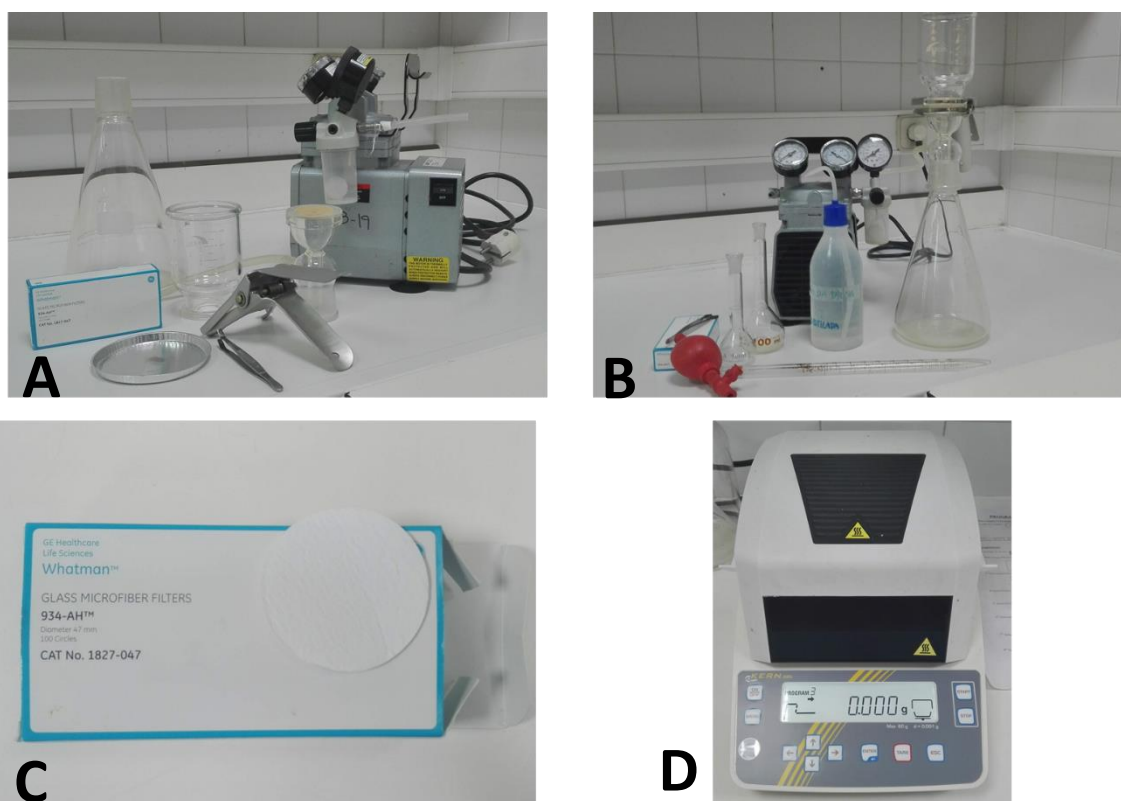


Figura 3.2 Material utilizado na determinação dos SST na ETAR de SJT.
A, B: Sistema de Filtração. **C:** Filtros utilizados. **D:** Balança de Secagem.

CARÊNCIA QUÍMICA DE OXIGÊNIO

Tal como referido anteriormente, apenas uma das campanhas de análises realizadas à CQO foi efetuada num laboratório externo, onde foi utilizado o método dos testes em cuvete, usualmente designados por *kits* de CQO que contêm em doses unitárias porções exatas de dicromato de potássio, sulfato de prata e sulfato de mercúrio com o intuito de reduzir, quimicamente, a totalidade da matéria orgânica, sendo posteriormente quantificada por espectrofotometria devido aos iões de crómio produzidos serem caracterizados por um tom amarelado – quanto mais carregada for a

amostra, mais escuro se tornará o conteúdo do *kit*. Este método está em conformidade com a norma ISO 15705, sendo a única ressalva a de a amostra não poder exceder os 1 500 mg cloretos/L, caso contrário o resultado será influenciado.

Os *kits* utilizados, da marca Hach Lange, LCI 400 são indicados para a gama de 0 – 1 000 mg O₂/L, pelo que foi necessário recorrer a dados prévios de CQO de modo a prever as amostras que necessitariam de diluição. O procedimento inicia-se com a adição de 2 ml de amostra a analisar ao conteúdo dos *kits*, caso a diluição seja necessária deverá ser feita com água desionizada previamente à adição. De seguida, e após encerrar o frasco, agita-se de forma cuidada tendo em conta que começará instantaneamente uma reação exotérmica. Concluída a agitação colocam-se os *kits* no digestor a 170 °C durante 2 horas, período após o qual se deverá deixar arrefecer. Por fim, agita-se e dá-se início à leitura no espectrofotómetro a 605 nm – caso o equipamento esteja previamente calibrado e programado o resultado da absorvância lida será automaticamente convertido num valor de CQO, caso contrário será necessário proceder a uma reta de calibração prévia.

Desta forma, o material necessário à determinação de CQO lista-se de seguida:

- Digestor da *Hach Lange*;
- Espectrofotómetro da Hach Lange;
- *Kits* de determinação de CQO LCI 400 da Hach Lange;
- Micropipetas de 2 ml.

CARÊNCIA BIOQUÍMICA DE OXIGÉNIO

Na campanha externa de análises recorreu-se ao sistema Oxitop®. Este equipamento determina a CBO₅ através da leitura de pressão, isto porque o consumo de oxigénio pelos microrganismos produz dióxido de carbono que é absorvido pelo hidróxido de sódio adicionado provocando uma pressão de vácuo que será medida e convertida em mg/L de CBO₅ [50].

Primeiramente foi necessário recorrer aos dados prévios de forma a estimar a gama de CBO₅ esperada para que a diluição a efetuar, de acordo com a Tabela 3.2, fosse a mais indicada.

O volume determinado é colocado nos frascos aos quais são adicionados agitadores magnéticos. Posteriormente, pipeta-se soluções de Sulfato de Magnésio Heptahidratado, Cloreto de Cálcio, Cloreto de Ferro III e solução tampão de fosfato em proporções de 1 – 1000 (por exemplo, para um volume de amostra de 250 ml pipeta-se 250 µl de cada solução), coloca-se um tubo apropriado contendo cerca de 2,1g de Hidróxido de Sódio no gargalo do frasco, fecha-se o frasco com o leitor de pressão e coloca-se sob agitação a 20 °C na plataforma existente para tal efeito. Por fim, aguarda-se cinco dias para se efetuarem as leituras sendo que neste sistema é possível verificar os valores diários (isto é, CBO₁ a CBO₅).

Tabela 3.2 Fatores de diluição para a CBO₅

Historial de Medição de CBO₅	Volume de Amostra a Adicionar	Fator de Diluição
0 – 40	432	1
0 – 80	365	2
0 – 200	250	5
0 – 400	164	10
0 – 800	97	20
0 – 2 000	43,5	50
0 – 4 000	27,5	100

Assim o material necessário lista-se em seguida:

- Sistema de determinação de CBO₅ OxiTop® IS;
- Balança de alta precisão;
- Micropipetas de 40 - 300 µm.

Por sua vez os reagentes utilizados foram os que se listam a baixo:

- Hidróxido de Sódio em Pérolas, de José Manuel Gomes dos Santos, LDA;
- Solução tampão de fosfatos;
- Solução de Sulfato de Magnésio de Heptahidratado;
- Solução de Cloreto de Cálcio;
- Solução de Cloreto de Ferro III.

As soluções mencionadas anteriormente foram preparadas pelo próprio laboratório.

3.1.4 REAGENTES: COAGULANTES E FLOCULANTES

No âmbito da presente dissertação utilizaram-se três reagentes, dois coagulantes – Cloreto Férrico e Ambifloc M 100 H – e o Ambifloc A54 VH como floculante.

CLORETO FÉRRICO

O cloreto férrico, FeCl₃, é amplamente utilizado como coagulante no tratamento de águas residuais. É comercializado essencialmente no estado líquido, existindo ainda no estado cristalino ou anidro. Trata-se de um composto corrosivo que requer alguns cuidados a nível dos equipamentos de armazenamento e dosagem, devendo-se apostar

em equipamentos de aço e poliéster reforçado com fibra de vidro, bem como a nível do seu manuseamento.

O FeCl_3 é fornecido à ETAR de SJT pela Rivaz Química, S.A. em solução a 40%, cuja ficha de segurança se encontra no Anexo B.

AMBIFLOC M 100 H

O Ambifloc M 100 H é um polímero orgânico catiónico, constituído por uma mistura de dimetilamina, epicloridrina e etilenodiamina, caracterizado pela sua elevada viscosidade, utilizado no tratamento de águas residuais como coagulante. Requer cuidado ao nível do manuseamento tendo em conta que qualquer derrame origina superfícies extremamente escorregadias.

O seu fornecimento é assegurado pela SNF AMBIENTAGUA, no estado líquido e puro, não requerendo, neste caso, preparação prévia ao doseamento. A ficha de segurança deste reagente encontra-se no Anexo C.

AMBIFLOC A54 VH

Por sua vez, o Ambifloc A54 VH é distribuído no estado sólido (em pó) pela SNF AMBIENTAGUA. É aconselhável que seja preparado a concentrações de 1 a 2 g/L e o seu modo de preparação requer um doseamento gradual e simultâneo de água e polímero sob agitação constante, seguido de cerca de 30 minutos de agitação e 30 minutos de maturação sem agitação. Desta forma o equipamento de preparação de polímero, Dosapro Milton Roy, é provido de três cubas, tal como demonstrado na Figura 3.3, a primeira para a preparação, a segunda para agitação e a terceira para maturação e doseamento. A ficha de segurança do Ambifloc A54 VH encontra-se no Anexo D.

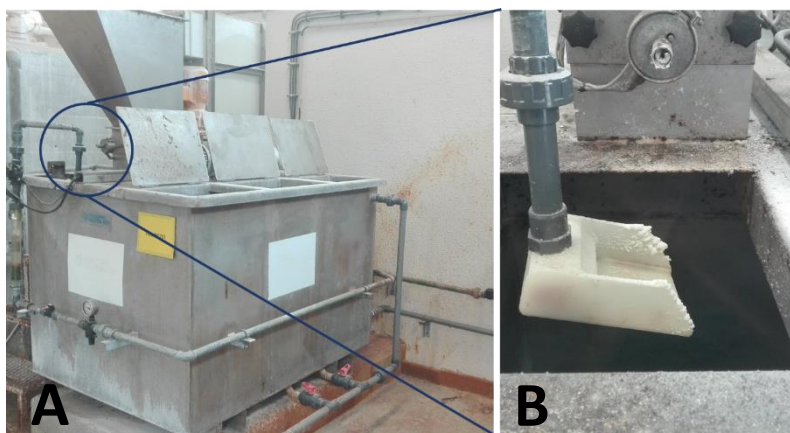


Figura 3.3 Equipamento de Preparação de Polímero – Dosapro Milton Roy.
A: Equipamento Dosapro Milton Roy. **B:** Pormenor do local de adição simultânea de água e polímero.

3.2 FILTRO SALSNES

3.2.1 PLANEAMENTO

O ensaio à escala piloto do filtro Salsnes na ETAR de SJT foi efetuado em parceria com a Linha d'Água empresa representante da Salsnes em Portugal. O planeamento do ensaio foi efetuado em conjunto com dois responsáveis da Salsnes e os representantes da Linha d'Água considerando aquilo que eram as necessidades da ETAR de SJT e tendo sido alterado consoante os contratemplos e resultados ao longo do ensaio. O planeamento representado pela Tabela 3.3, baseia-se na alteração de quatro variáveis: o local de recolha e o caudal de afluente, a dimensão da malha do filtro e a adição de reagentes.

Tabela 3.3 Planeamento do Ensaio Piloto do Filtro Salsnes

Semana	Local de Recolha de Afluente	Caudal Afluente (m³/h)	Dimensão da Malha do Filtro (µm)	Dosagem de Coagulante (ppm)
1 17/6 a 20/6	THE	25	350	0
2 24/6 a 27/6	THE	12,5	350	0
3 1/7 a 4/7	THE	25	210	0
4 10/7 e 11/7	Pré-THE	25	210	0
5 15/7 a 18/7	Pré-THE	25	350	0
6 22/7 a 25/7	Pré-THE	12,5	350	2
7 29/7 a 1/8	Pré-THE	25	350	2

Ficou acordado que o ensaio decorreria das 9 horas de domingo às 9 horas de quarta-feira de forma contínua, sendo as amostras de afluente e efluente recolhidas em regime de amostras compostas de 24 horas, com o intuito de garantir a representatividade dos dados. A opção de se iniciar os ensaios aos domingos justifica-se pela necessidade de aferir a eficiência do filtro durante o fim-de-semana dadas as variações imprevisíveis de cargas relacionadas com a laboração das indústrias.

Os manuais de utilização criados com instruções e indicações do funcionamento do equipamento encontram-se no Anexo E.

3.2.2 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA

Neste caso, definiu-se que a eficiência seria avaliada de acordo com a remoção de SST e de CQO, cujas análises seriam asseguradas pelo acreditado Laboratório do ISQ (LABQUI), no dia seguinte ao da recolha das amostras. Definiu-se ainda que os SST seriam analisados em todos os dias de ensaio, enquanto no caso da CQO a análise seria efetuada apenas no último dia semanal de ensaios.

Por sua vez, ficou definido que a determinação da percentagem de matéria seca (MS) das lamas produzidas seria assegurada por mim, no laboratório de SJT, com o auxílio da balança de secagem da marca Kern & Sohn GMBH, sempre que possível. O procedimento seguido consistiu na recolha de amostras de lama diretamente do parafuso que a encaminha à desidratação, em pratos metálicos descartáveis aferindo o seu peso constante após secagem na referida balança programada a atingir no máximo 120 °C. O local de recolha da amostra de lama foi definido tendo em conta que numa situação à escala real a lama produzida seria encaminhada para o espessador ou diretamente para o digestor, dependendo de matéria seca obtida. Isto é, a unidade de desidratação, que é completamente opcional no equipamento à escala real, apresentaria de acordo com a marca, percentagens de MS na ordem dos 20 a 30 % o que inviabilizaria a produção de biogás, uma vez que em termos práticos, para a lama poder ser bombeada no circuito atual terá de ter no máximo cerca de 12 % MS [45].

3.2.3 REAGENTES: COAGULANTE

Relativamente ao coagulante a ser utilizado, o reagente mais indicado foi definido através de um ensaio realizado pela SNF AMBIENTAGUA de acordo com o pretendido e com as características das AR afluentes ao Filtro, que concluiu que o Ambifloc 5351 UUI, um coagulante catiónico, originou melhores resultados a uma dosagem de 2 ppm e gentilmente cedeu polímero em pó suficiente para a realização dos ensaios. A ficha de segurança do polímero utilizado encontra-se no Anexo F. De forma análoga à preparação do floculante, também o polímero catiónico necessita de uma mistura simultânea e gradual com a água, seguida de 30 minutos de agitação, terminando com 30 minutos de maturação previamente ao seu doseamento. No entanto, tendo em conta que se trata de um ensaio à escala piloto a preparação teve de ser efetuada manualmente de acordo com as instruções presentes no Anexo G.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ETAR DE SÃO JOÃO DA TALHA

A primeira fase do projeto baseou-se na caracterização histórica da ETAR de São João da Talha recorrendo aos dados de 2017 e 2018.

4.1.1 CARACTERIZAÇÃO DO AFLUENTE E EFLUENTE

Em termos de caracterização de afluente e efluente da estação a análise foi feita ainda no Enquadramento e Motivação – subcapítulo 1 e Anexo A –, uma vez que a problemática da estação se relaciona diretamente com esta caracterização. Recorde-se que, da análise realizada, se concluiu que não existiam padrões regulares em termos de caudal, à exceção dos períodos de estiagem e de inverno.

Por sua vez, concluiu-se que as concentrações de CQO, CBO₅ e SST são oscilantes e imprevisíveis, tendo-se verificado excedências face aos valores de dimensionamento que provocam limitações no tratamento secundário que serão apresentados em seguida, nos subcapítulos 4.1.1 Necessidades de Oxigénio e 4.1.2 Volume do Tanque de Arejamento.

Relativamente à caracterização do efluente produzido pela estação concluiu-se que, apesar das melhorias verificadas entre 2017 e 2018, o parâmetro crítico no tratamento continua a ser a concentração de SST, no sentido de ser o que apresenta o maior número de análises não-conformes.

Ainda no subcapítulo 1.1 apresentam-se as eficiências de remoção nas diferentes fases do processo, onde se verifica que de um modo global o tratamento é bastante eficiente, contudo suscetível de otimização especialmente ao nível do tratamento primário.

Porém, considerando que as campanhas de análises realizadas no âmbito deste projeto visaram apenas o afluente e efluente dos DPR, tendo em conta o seu objetivo, é necessário recorrer a um balanço isolado à eficiência destes órgãos de modo a viabilizar a comparação de resultados. Assim, os resultados deste balanço, que contabiliza apenas dados referentes a 2018, encontram-se sintetizados na Tabela 4.1. Adicionalmente a referida tabela contém ainda as médias do pH afluente aos DPR, bem como o das lamas primárias produzidas, uma vez que serão parâmetros controlados ao longo dos ensaios.

De realçar que até maio de 2018 a CBO₅ nesta fase do processo foi determinada apenas uma vez, pelo que a eficiência apresentada não se trata do valor médio, mas sim o verificado nessa ocasião.

Tabela 4.1 Síntese de parâmetros médios de 2018, sem adição de reagentes

Eficiência de Remoção Tratamento Primário (%)			pH	
SST	CQO	CBO ₅	Câmara de Mistura	Lamas Primárias
34	15	67	6,10	6,03

4.1.2 NECESSIDADES DE OXIGÊNIO

Neste subcapítulo pretende-se provar que as limitações do tratamento secundário, nomeadamente em termos de necessidades de oxigénio, são pontuais e normalmente verificadas quando as cargas afluentes são superiores às de dimensionamento. Como tal, as Tabelas 4.2 e 4.3 apresentam os resultados do Método 1 e do Método 2, respetivamente, para as concentrações afluentes ao tanque de arejamento médias de 2017 e 2018, bem como para os valores máximos de ambos os anos. Adicionalmente, determinaram as necessidades de oxigénio para o período sem escorrências de 2017, de modo a demonstrar também a sua influência. De referir que os Métodos 1 e 2 foram introduzidos no subcapítulo 2.2.1 “Necessidades de Oxigénio”.

Tabela 4.2 Estimativa das Necessidades de Oxigénio, pelo Método 1

	2017			2018	
	Média	Máximo	Sem Escorrências	Média	Máximo
CBO ₅ Afluente, mg/L	626	1 300	530	450	598
CBO ₅ Efluente, mg/L	25	25	25	25	25
Idade das Lamas, dias	14	14	14	14	14
Caudal Afluente, m ³ /dia	10 221	9 249	9 825	11 337	11 337
SOTR, kgO₂/h	896	1 721	724	704	947

Tabela 4.3 Estimativa das Necessidades de Oxigénio, pelo Método 2

	2017			2018	
	Média	Máximo	Sem Escorrências	Média	Máximo
MLVSS, g/L	4,0	7,7	3,3	3,2	4,3
Volume, m ³	5 795				
SOTR, kgO₂/h	896	1 721	687	704	896

Em suma, apresenta-se a Tabela 4.4 com a estimativa das necessidades obtidas por ambos os métodos por arejador, tendo em conta que existem 12, de modo a ser possível comparar os valores obtidos com o valor teórico disponível. De acordo com a Memória Descritiva e Justificativa cada um dos arejadores existentes na ETAR de SJT tem a capacidade de arejamento de 35kg O₂/h, ainda que, tal como é possível verificar na Figura 4.1, os equipamentos tenham já ultrapassado o seu tempo de vida útil, não havendo por isso certezas sobre qual a sua capacidade efetiva [2].

Tabela 4.4 Síntese das estimativas das Necessidades de Oxigénio por Arejador

Necessidades de O ₂ , kgO ₂ /harejador	2017			2018	
	Média	Máximo	Sem Escorrências	Média	Máximo
Método 1	75	143	60	59	79
Método 2	71	134	57	56	75
Média	73	139	59	58	77
Disponível	35				



Figura 4.1 Estado atual dos arejadores de SJT.

Ainda assim, mesmo que se assumam as condições ótimas de funcionamento dos equipamentos, a capacidade existente foi insuficiente para suprir as necessidades verificadas em todos os casos, tal como se pretendia demonstrar.

De forma a reforçar as conclusões anteriores apresenta-se a Figura 4.2, que representa graficamente a média de ambos os métodos para as necessidades de oxigénio em 2017 e 2018. Adicionalmente, as tabelas completas de resultados poderão ser consultadas no Anexo H para o ano de 2017 e no Anexo I para o ano de 2018.

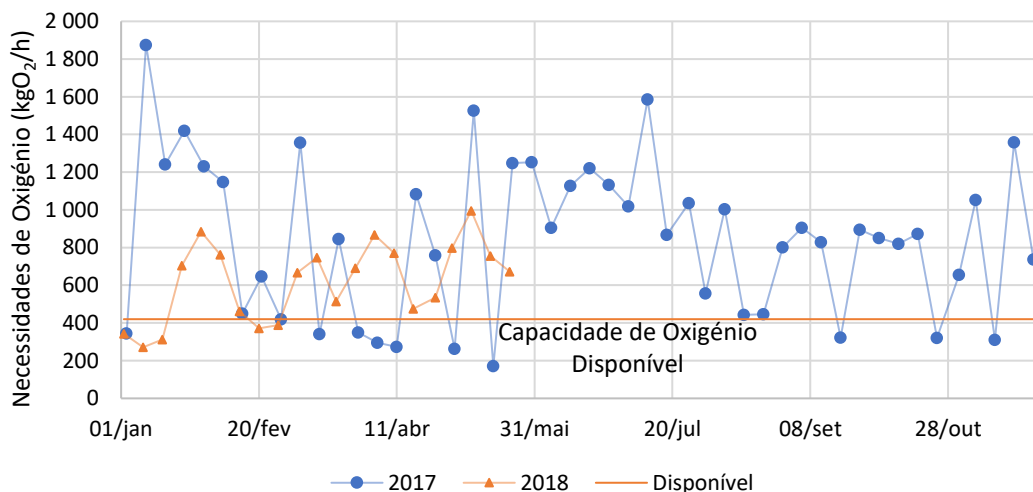


Figura 4.2 Estimativa das Necessidades de Oxigênio (SOTR).

Em análise à Figura 4.2 é notória a pontualidade das limitações em termos de necessidades de oxigênio, ainda que representem 77 % das análises realizadas em 2017 e 76 % das realizadas em 2018.

Para finalizar foram ainda determinadas as potências necessárias ao arejamento para ambos os anos, de acordo com o descrito no subcapítulo 2.2.1, apresentando-se graficamente os resultados pela Figura 4.3 sendo que os valores obtidos poderão ser consultados nos Anexos H e I, respetivamente para os anos 2017 e 2018.

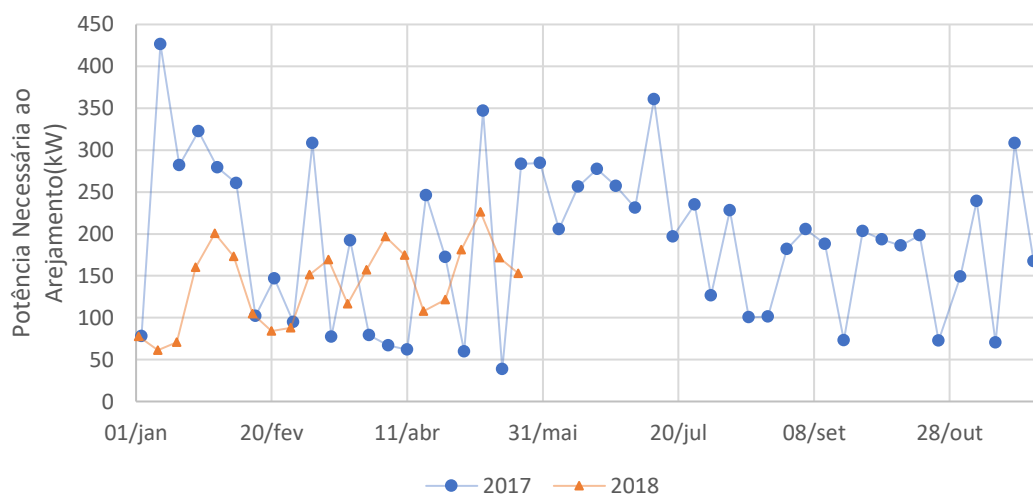


Figura 4.3 Potência Necessária ao Arejamento.

4.1.3 VOLUME NECESSÁRIO

Analogamente ao referido anteriormente, pretende-se provar não só que as limitações existem como também que são pontuais e relacionadas com as excessivas cargas afluentes face ao dimensionamento da estação. Deste modo, são apresentadas na Tabela 4.5 as estimativas realizadas de acordo com o método explicitado no subcapítulo 2.2.2 relativamente aos dados médios e máximos de 2017 e de 2018, bem como para o período sem escorrências de 2017.

Tabela 4.5 Estimativa do Volume de Tanque Necessário ao Arejamento

	2017			2018	
	Média	Máximo	Sem Escorrências	Média	Máximo
CBO ₅ afluente, mg/L	626	1 400	530	438	598
Caudal afluente, m ³ /dia	10 221	10 142	9 825	11 337	11 337
MLVSS, mg/L	5 957	7 300	4 232	4 000	4 100
Volume Necessário	5 370	9 725	6 152	8 488	7 040
Volume Disponível	5 795				

Adicionalmente apresenta-se a Figura 4.4 que representa graficamente as estimativas realizadas com base nas análises realizadas em 2017 e 2018, sendo que no Anexo J se encontram os resultados detalhados.

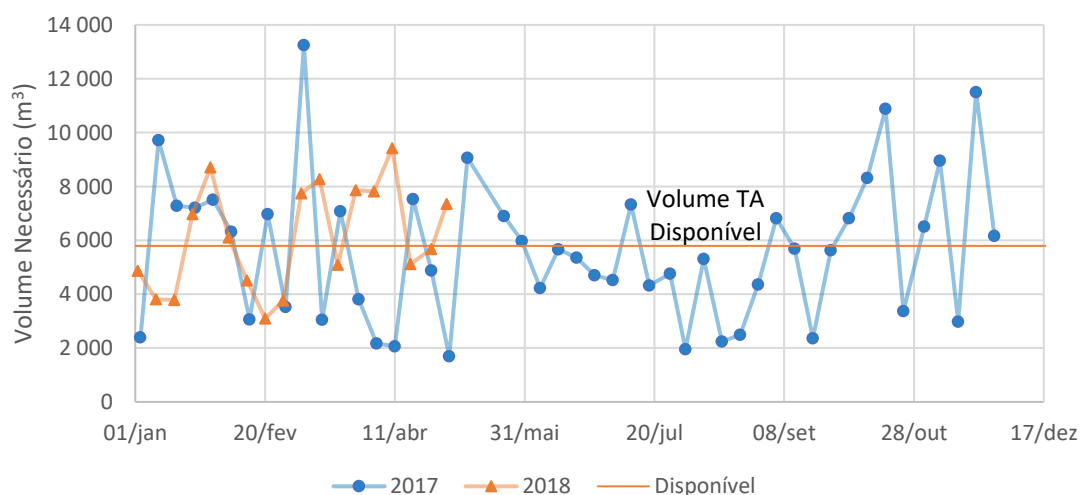


Figura 4.4 Estimativa do volume necessário ao Tanque de Arejamento.

De acordo com os dados da Memória Descritiva e Justificativa [2], o volume total dos seis tanques de arejamento é de 5 795 m³. Considerando apenas o valor médio de 2017, o volume disponível seria suficiente para suprir as necessidades, contudo ao analisar a Figura 4.4, verifica-se que cerca de 45 % dos resultados revelam que o volume foi insuficiente. Por sua vez, a estimativa para a média de 2018 revela um volume insuficiente ao tratamento, o que acontece em cerca de 50 % das análises realizadas nesse mesmo ano, provando assim a pontualidade das limitações.

4.1.4 OPORTUNIDADES DE MELHORIA

De acordo com o demonstrado nos subcapítulos 4.1.1, 4.1.2 e 4.1.3, a necessidade da otimização do tratamento primário é reforçada e as soluções propostas são justificadas. Uma vez que, no primeiro caso, a otimização do tratamento primário aliviará as cargas afluentes ao tratamento secundário, independentemente da tecnologia utilizadas, o que atenuará as limitações verificadas quer em termos de necessidades de oxigênio como em termos de volume necessário, melhorando assim a qualidade do efluente produzido pela estação.

Relativamente às soluções propostas, no que diz respeito aos métodos de tratamento físico-químico (doseamento convencional e doseamento triplo) tem-se que a adição de coagulantes e floculantes formam aglomerados de sólidos suspensos o que aumenta a sua remoção através da sedimentação alcançando normalmente remoções na ordem dos 80 %, acompanhados por aumentos nas eficiências de remoção de CBO₅ que rondam os 40 a 60 % neste tipo de tratamento [51]. Deste modo, além de atenuar as cargas de CBO₅ afluentes ao tratamento secundário (o parâmetro em foco nesta fase) e cumprindo assim um dos objetivos, tem-se ainda uma diminuição do teor de SST numa fase inicial do processo, potencializando a qualidade do efluente produzido em termos daquele que continua a ser o parâmetro crítico no tratamento.

Embora a filtração seja tida essencialmente como um método de tratamento terciário, recentemente tem vindo a ser estudada como um método de substituição do tratamento primário, ou de otimização desta fase de tratamento. De acordo com a bibliografia, o principal parâmetro beneficiado com esta tecnologia é a concentração de SST, contudo têm vindo a ser realizados estudos com este tipo de tecnologias que dão a conhecer as suas vantagens em termos de remoção de CBO₅ [52, 34].

4.2 DOSEAMENTO DE REAGENTES

4.2.1 ESCALA LABORATORIAL

MÉTODO TRADICIONAL: COAGULANTE + FLOCULANTE

De modo a simplificar a exposição e compreensão dos resultados, considerando que foram obtidos por fases, os mesmos apresentar-se-ão por tópicos. As tabelas completas de resultados para todos os ensaios realizados poderão ser consultadas no Anexo K, juntamente com as respetivas tabelas auxiliares à determinação de SST.

- **FASE 1:** Determinação da gama de cloreto férrico a testar.

Os primeiros ensaios realizados tiveram como objetivo testar o método utilizado e inferir a gama de dosagens de cloreto férrico a ensaiar por essa razão a avaliação nestes casos baseou-se apenas no aspeto final da amostra e, ocasionalmente, no pH inicial e final. Denotar que, os ensaios foram planeados em termos de volume de coagulante e só posteriormente foram calculadas as dosagens, facto que justifica não só as dosagens elevadas que serão apresentadas, como também os incrementos entre ensaios. Desta fase de ensaios concluiu-se que os volumes a adicionar de cloreto férrico teriam de ser inferiores a 1 ml (correspondente, em 800 ml de amostra, a uma dosagem de 710 ppm).

- **FASE 2:** Determinação das dosagens ótimas de cloreto férrico.

Na segunda fase de ensaios laboratoriais teve-se em consideração não só o aspeto e pH finais da amostra como também a eficiência de remoção de SST, para tal este parâmetro foi determinado, de acordo com o procedimento descrito no capítulo 3 “Metodologias, Materiais e Métodos”, para a amostra inicial e para cada um dos clarificados após os ensaios. Note-se que, nesta fase pretendeu-se apenas a determinação da dosagem ótima de coagulante partindo das dosagens aferidas na fase anterior, pelo que este foi o único reagente adicionado. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 Resultados dos Jar Test para dosagens de coagulante de 177,5 a 497 ppm

Ensaio	Cloreto Férrico	pH		SST (g/L)		Eficiência de Remoção (%)
	(ppm)	Inicial	Final	Inicial	Final	
12 (18/abr)	213	6,34	5,87	567	4,84	99,15
11 (18/abr)	248,5	6,55	5,6	333	3,17	99,05
12 (18/abr)	177,5	6,39	6,06	567	6,35	98,88
10 (17/abr)	355	6,32	5,07	400	6,20	98,46
11 (18/abr)	284	6,46	5,61	333	9,52	97,14
10 (17/abr)	319,5	6,33	5,10	400	13,3	96,67
9 (17/abr)	497	6,65	5,00	220	10,0	95,45
9 (17/abr)	390,5	6,65	4,83	220	10,0	95,45

Tal como seria expectável as maiores dosagens de cloreto férrico provocaram os maiores decréscimos de pH, contudo não as maiores eficiências de remoção. Porém, há que ter em conta que amostras pouco carregadas, como o clarificado a analisar, requerem maiores volumes a filtrar, contudo o clarificado dos ensaios é limitado, sendo que, durante os ensaios o volume máximo que se conseguiu aproveitar foi de 700 ml.

De referir ainda que o clarificado deixou de apresentar o tom alaranjado característico de FeCl_3 , apenas para dosagens de aproximadamente 497 ppm (0,7 ml de FeCl_3 em 800 ml de amostra), tal como é possível verificar pela Figura 4.5.

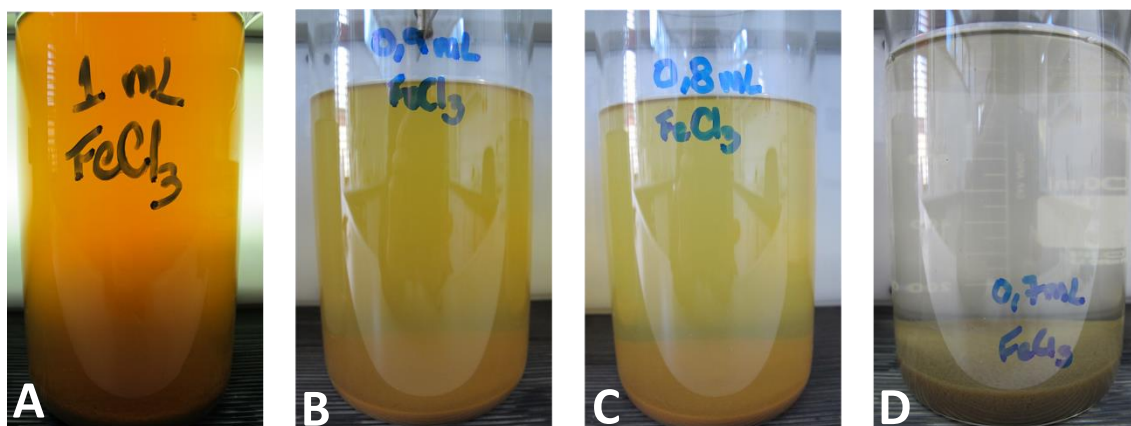


Figura 4.5 Aspeto final dos Jar Test – 1.
A=710, B=639, C=568 e D=497 ppm de FeCl_3 .

Posto isto, concluiu-se que as duas dosagens ótimas a testar na fase seguinte de ensaios são as de 213 e 177,5 ppm, não só por terem originado as melhores eficiências de remoção de SST, como também por terem provocado os menores decréscimos de

pH. As dosagens mencionadas correspondem, respetivamente, a volumes de cloreto de ferro de 0,3 e 0,25 ml em 800 ml de amostra, cujos aspetos finais se demonstram na Figura 4.6.

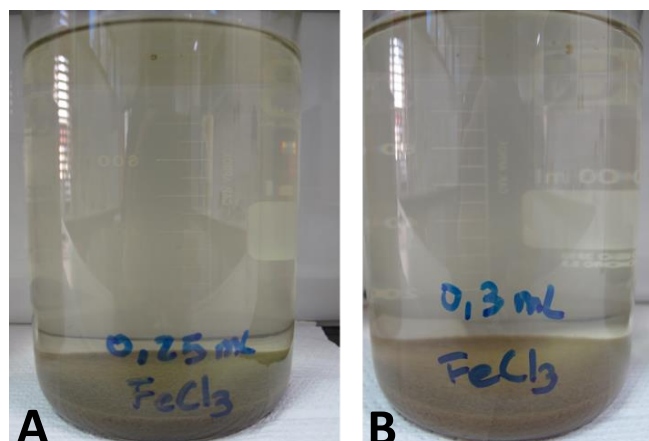


Figura 4.6 Aspeto final dos Jar Test – 2.
A=177,5 e B=213 ppm de FeCl₃.

- **FASE 3: Determinação da dosagem ótima de Polímero Aniónico Floculante.**

Seguidamente, considerando a dosagem de 177,5 ppm de coagulante (a menor entre as aferidas como ótimas) testou-se a adição de 1, 0,5 e 0,1 ppm de polímero floculante, por serem as dosagens normalmente recomendadas. Os resultados gerados nestes ensaios encontram-se na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 Resultados dos Jar Test para 177,5 ppm de coagulante e 1, 0,5 e 0,1 ppm de floculante

Ensaio	Coagulante (ppm)	Floculante (ppm)	pH		SST (g/L)		Eficiência Remoção (%)
			Inicial	Final	Inicial	Final	
15 (23/mar)	177,5	0,5	6,88	6,68	550	18,7	96,59
15 (23/mar)	177,5	0,1	6,88	6,73	550	23,0	95,80
15 (23/mar)	177,5	1	6,88	6,47	550	35,0	93,64

Tendo em conta que a diferença de eficiências entre as dosagens de 0,5 e 0,1 ppm de polímero não foram significativas, que o pH do clarificado final foi ligeiramente superior para a dosagem de 0,1 ppm de polímero e já com o intuito de se otimizar

igualmente os custos associados, esta foi a dosagem considerada para os ensaios seguintes que consistiram no reajuste da dosagem de coagulante tal como é possível verificar na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 Resultados dos Jar Test para 142, 213 e 248,5 ppm de coagulante e 0,1 ppm de floculante

Ensaio	Coagulante (ppm)	Floculante (ppm)	pH		SST (g/L)		Eficiência Remoção (%)
			Inicial	Final	Inicial	Final	
16 (26/mar)	213	0,1	6,47	5,87	300	3,33	98,89
16 (26/mar)	248,5	0,1	6,53	5,60	300	4,55	98,48
16 (26/mar)	142	0,1	6,43	6,28	300	6,00	98,00

Por fim, antes de serem retiradas conclusões definitivas e de modo a assegurar a representatividade dos dados, os resultados anteriormente obtidos foram confirmados em amostras compostas, neste caso, fixando a dosagem de floculante – Tabela 4.9 e Figura 4.7.

Tabela 4.9 Resultados dos Jar Test de confirmação em amostras compostas

Ensaio	Coagulante (ppm)	Floculante (ppm)	pH		SST (g/L)		Eficiência Remoção (%)
			Inicial	Final	Inicial	Final	
18 (3/mai)	177,5	0,1	6,46	5,63	340	0	100
18 (3/mai)	213	0,1	6,37	5,45	340	3,03	99,11
18 (3/mai)	142	0,1	6,45	5,81	340	4,29	98,74
19 (3/mai)	106,5	0,1	6,36	6,01	320	0,45	98,59
19 (3/mai)	35,5	0,1	6,32	6,29	320	8,45	97,36
19 (3/mai)	71	0,1	6,37	6,19	320	10,3	96,78

Confirmou-se que as dosagens ótimas são as de 177,5 e 213 ppm de coagulante com 0,1 ppm de floculante, embora o último resultado para a dosagem de 177,5 ppm seja claramente sobrevalorizado, devido exatamente às limitações do método de determinação de SST mencionados anteriormente. Assim, por essa mesma razão, determinou-se que a dosagem ótima seria a dos 213 ppm de cloreto férrico com 0,1 ppm de polieletrólito aniônico. Em termos de aspeto final da amostra as diferenças são bastante notórias, tal como é possível confirmar pela Figura 4.8, através do qual se afere a mesma dosagem ótima.

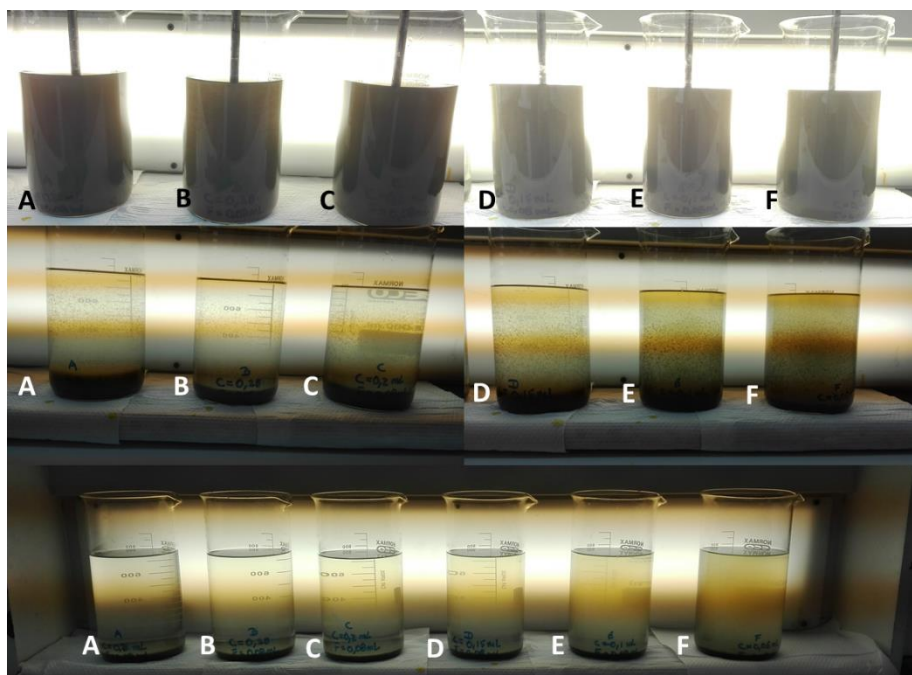


Figura 4.7 Aspecto final dos ensaios Jar Test de confirmação de dosagens. A=213; B=177,5; C=142; D=106,5; E=71 e F=35,5 ppm de FeCl_3 e 0,1 ppm de floculante.

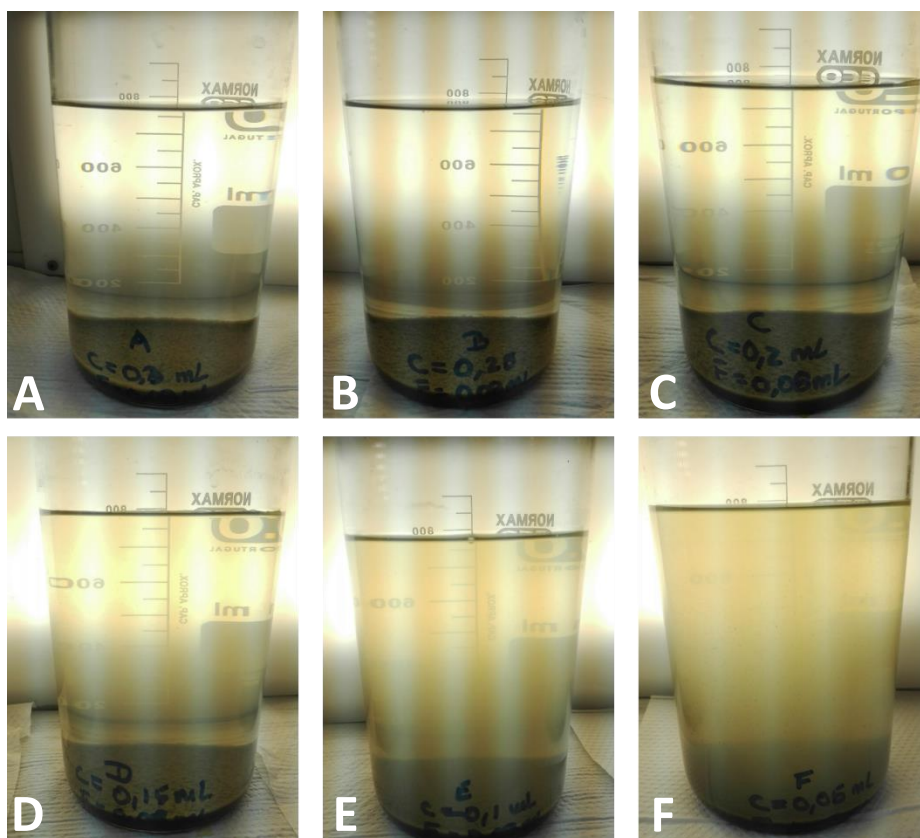


Figura 4.8 Detalhe aspecto final dos ensaios Jar Test de confirmação de dosagens. A=213; B=177,5; C=142; D=106,5; E=71 e F=35,5 ppm de FeCl_3 e 0,1 ppm de floculante.

- **FASE 4: Determinação da Massa da Cal a adicionar – Correção de pH.**

Tal como referido anteriormente, a intenção inicial deste projeto incluía a adição de cal como corretor de pH uma vez que, como era expectável, a adição de cloreto férrico provocou decréscimos no pH final das amostras, em particular na considerada ótima. Como tal, e ainda tendo em vista o completo ensaio à escala real, testou-se a nível laboratorial a massa de cal a adicionar de forma a que se atingisse um valor de pH próximo de 7,2. Em primeiro lugar, procedeu-se ao método semelhante ao da titulação, no sentido em que se adicionaram pequenos incrementos de cal medindo simultaneamente o pH da amostra após a adição de 213 ppm de coagulante e 0,1 ppm de floculante, no qual se aferiu que após a adição de 6,515 g de hidróxido de cálcio em pó se atingiu um pH de 6,98 contrastando com os 5,7 iniciais – Tabela 4.10.

Tabela 4.10 Resultados do ajuste de pH consoante os incrementos de cal adicionada

Incremento de Cal (g)	pH		Massa Total de Cal Adicionada (g)
	Inicial	Final	
0,5700	5,70	5,91	6,515 ± 0,001
0,7045	5,91	6,16	
0,5555	6,16	6,35	
0,4003	6,35	6,53	
0,7510	6,53	6,65	
1,1437	6,65	6,75	
1,3850	6,75	6,86	
0,6770	6,86	6,89	
0,3280	6,89	6,98	

Do referido ensaio retirou-se, portanto, que seriam necessários mais de 6,5 g de cal de forma a neutralizar o pH das amostras. De modo a conferir resultados, procedeu-se a um ensaio Jar Test com a adição de aproximadamente 7,5 e 3 g de cal, no qual se verificou que em qualquer um dos casos o pH atingido era superior ao desejado, atingindo respetivamente os 7,86 e os 7,38. Ou seja, verificaram-se diferenças significativas entre a dosagem e medição imediata de pH face ao doseamento de coagulante, cal e polímero, tempo de sedimentação e posterior medição, concluindo-se que a massa a ser adicionada poderia efetivamente ser inferior a 3 gramas.

Desta forma, procedeu-se a novos ensaios Jar Test com o intuito, desta vez, de atingir o pH próximo de 6,5 uma vez que, baseado nos dados históricos da ETAR, este valor não traria consequências no restante processo e seria facilmente neutralizado no tratamento secundário. Esta alteração do pH objetivo gerou um decréscimo abrupto de massa de cal necessária, tendo-se determinado que seriam suficientes 0,25 gramas.

Por fim, avaliou-se a eficiência da adição de cal em pó e em solução, tendo-se verificado uma diferença muito ligeira em termos de pH e moderadamente mais notória em termos de eficiência de remoção, tal como é possível aferir pela análise da Tabela 4.11. De facto, a eficiência de remoção de SST foi superior em aproximadamente 1 %, o que, apesar de não ser um aumento muito significativo poderá ser explicado pelo facto de quando adicionada em pó a cal ter formado alguns grumos que não foram completamente dissolvidos na amostra. Refira-se novamente, que os ensaios realizados tiveram por base a adição de 213 ppm de cloreto férrico e 0,1 ppm de polieletrólito aniónico.

Tabela 4.11 Averiguação da eficiência do doseamento de cal em pó ou em solução por Jar Test

Ensaio	Cal			pH		SST (g/L)		Eficiência Remoção (%)
	ml	g	ppm	Inicial	Final	Inicial	Final	
26 (21/mai)	-	0,25	313	6,78	6,50	375	14,06	96,3
26 (21/mai)	12,5	-		6,76	6,45	375	9,72	97,4

Em termos práticos, a concretizar o ensaio à escala real o doseamento seria obrigatoriamente feito em solução, tendo em conta que o equipamento existente na ETAR de SJT é adequado a esse efeito, e seria, portanto, utilizada a dosagem de 313 ppm.

- **FASE 5: Reajuste das dosagens de coagulante e floculante.**

Tal como será explicado no subcapítulo dedicado à apresentação de resultados à escala real (4.1.2. “Escala Real”) e, apesar dos bons resultados a nível laboratorial, as dosagens inicialmente determinadas como ótimas eram demasiado elevadas especialmente tendo em conta que nenhum corretor de pH estava a ser adicionado, trazendo consequências nefastas aos restantes órgãos da ETAR. Como tal, após o início dos ensaios à escala real, foi necessário regressar ao laboratório e reajustar as dosagens, sendo que neste caso se teve por base as dosagens utilizadas em outras ETAR do grupo: 30 e 40 ppm de cloreto férrico e 0,1 e 0,3 ppm de polieletrólito aniónico. Ou seja, o objetivo inicial era o de alcançar a máxima eficiência possível, enquanto que o que se pretendeu nesta fase de ensaios foi apenas uma otimização face às eficiências atuais sem prejuízo das restantes fases de tratamento, com especial atenção ao pH do clarificado.

Tendo em conta que o cloreto férrico utilizado nos ensaios foi diretamente recolhido do tanque de armazenamento e que se assumiu que uma diluição do reagente poderia comprometer os dados, utilizaram-se nos Jar Test as dosagens mais próximas das

desejadas de acordo com o material disponível. Isto é, para simular a dosagem de 30 ppm recorreu-se a um volume de 0,04 ml de reagente o que se traduz, em 800 ml de amostra, a uma dosagem de 28,4 ppm, por sua vez, um volume de 0,06 ml de coagulante foi utilizado em 800 ml de amostra perfazendo uma dosagem de 42,6 ppm com o objetivo de simular os 40 ppm. Os resultados obtidos encontram-se resumidos na Tabela 4.12, de onde se conclui que tanto a maior eficiência de remoção como o pH mais elevado foram verificados para a dosagem de 28,4 ppm de coagulante e 0,3 ppm de floculante, pelo que estas seriam as dosagens a testar à escala real.

Tabela 4.12 Resultados Jar Test para o reajuste de dosagens

Ensaio	Coagulante (ppm)	Floculante (ppm)	pH		SST (g/L)		Eficiência Remoção (%)
			Inicial	Final	Inicial	Final	
27 (21/jun)	28,4	0,3	6,98	6,88	433	43,1	90,05
27 (21/jun)	28,4	0,1	6,98	6,79	433	45,0	89,62
28 (21/jun)	42,6	0,3	6,96	6,65	567	75,6	86,67
28 (21/jun)	42,6	0,1	6,91	6,72	567	90,0	84,12

A Figura 4.9 demonstra os resultados finais do Jar Test de reajuste de dosagens. Comparativamente à Figura 4.7 é notório que o clarificado produzido é consideravelmente mais turvo do que os anteriores, no entanto, em termos de eficiências as dosagens testadas representam sem dúvida uma otimização.

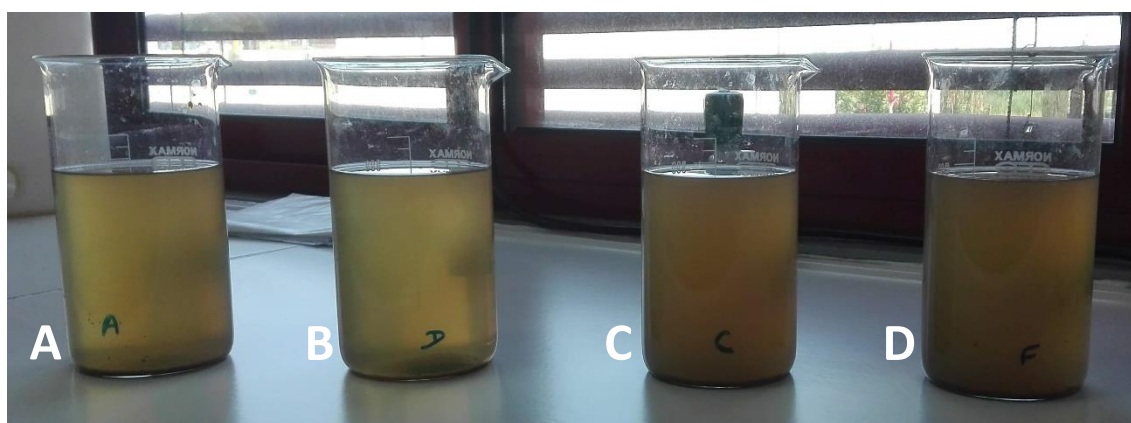


Figura 4.9 Resultado do reajuste de dosagens.

A= 28,4 ppm FeCl₃ + 0,1 ppm Floculante; B=28,4ppm FeCl₃ + 0,3 ppm Floculante; C=42,6 ppm FeCl₃ + 0,1 ppm Floculante e D=42,5 ppm FeCl₃ + 0,3 ppm de Floculante.

MÉTODO DO DOSEAMENTO TRIPLO: SAL METÁLICO + COAGULANTE ORGÂNICO + FLOCULANTE

A necessidade de testar o TDM, surgiu das incompatibilidades verificadas com o doseamento convencional e as características da ETAR de SJT, sendo que o ensaio laboratorial foi realizado pela SNF/AMBIENTAGUA cujo relatório técnico se encontra no Anexo L sendo que as principais conclusões se apresentarão de seguida.

Foram testadas, entre outras, as combinações e dosagens de reagentes apresentadas na Tabela 4.13 adaptada do relatório supracitado à qual foi acrescentada a eficiências de remoção de CQO para cada uma das situações. Considerando que amostra de afluente bruto após filtração em lã de vidro se caracterizava por um pH de 7,3 e a concentração de CQO era de 694 mg O₂/L – este foi o valor considerado para a determinação da eficiência de remoção uma vez que as próprias amostras referentes aos ensaios foram de igual forma filtradas em lã de vidro.

Listam-se em seguida os reagentes utilizados neste ensaio, assegurados pela empresa que o realizou:

- Coagulante Metálico: FeCl₃ a 40%;
- Coagulante Orgânico: Ambifloc M 100 H;
- Floculante Aniônico: Ambifloc AP 105 P.

Tabela 4.13 Resultados Jar Test para o TDM, adaptado do Relatório Técnico da SNF/AMBIENTAGUA

Ensaio	Coagulante (ppm)		Floculante (ppm)	pH	CQO (mg O ₂ /L)	Eficiência Remoção (%)
	Metálico	Orgânico				
1	20	0	0,5	7,2	495	28,67
3	10	10	0,5	7,2	388	44,09
4	20	10	0,5	7,2	284	59,08
5	10	25	0,5	7,2	280	59,65

De acordo com o mesmo relatório, foram tidos em conta não só as eficiências de remoção como também a menor redução de pH, o custo associado entre outros, tendo sido concluído que a opção mais vantajosa seria a descrita pelo ensaio 4: 20 ppm de cloreto férrico, 10 ppm de coagulante orgânico e 0,5 ppm de polímero aniônico.

4.2.2 ESCALA REAL

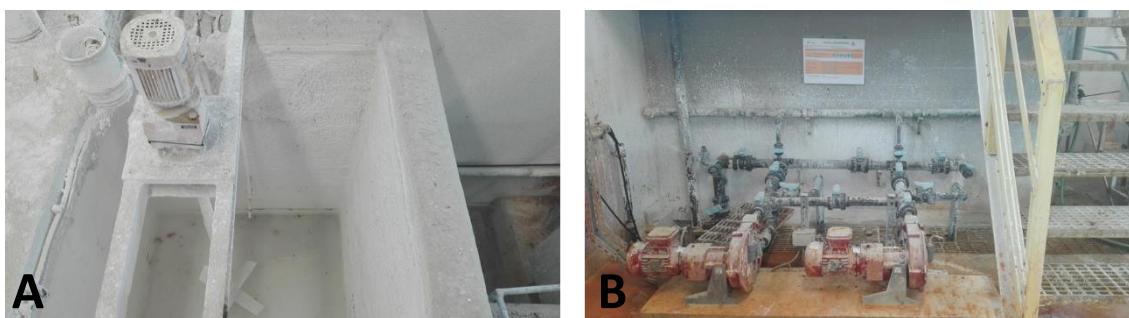
De modo análogo à disposição dos resultados laboratoriais, também os resultados dos diversos ensaios à escala real para cada um dos métodos utilizados serão apresentados por tópicos de forma a facilitar a exposição, leitura e compreensão dos mesmos.

Previamente à apresentação de resultados é necessário referir que os sensores de pH das câmaras de mistura, não tendo sido calibrados, apresentam valores díspares. Tendo em conta os dados laboratoriais, os resultados mais próximos dos reais são os apresentados pelo sensor da Câmara A cujos valores serão doravante demonstrativos dos resultados dos ensaios.

MÉTODO TRADICIONAL: COAGULANTE + FLOCULANTE

- **ENSAIOS I: 177,2 ppm Cloreto Férrico + 0,1 ppm de Polieletrólito Aniônico**

Tal como referido múltiplas vezes, o objetivo inicial deste projeto era o de introduzir o doseamento de cloreto férrico como coagulante, um polímero aniônico como floculante e cal como corretor de pH. Contudo, tendo em conta que todos os equipamentos envolvidos no armazenamento, preparação e doseamento de cal apesar de já existentes na ETAR de SJT aguardam intervenções de limpeza e reparação – Figura 4.10 – não foi possível testar a adição à escala real.



**Figura 4.10 Equipamentos de preparação e doseamento de cal.
A: Tanque de preparação da solução de cal. B: Bombas doseadoras de cal.**

Por conseguinte, e sendo necessário dar início aos ensaios à escala real, optou-se por testar as dosagens estudadas em laboratório sem a adição de cal tomando especial atenção ao pH final das amostras, como tal decidiu-se testar, numa fase inicial dos ensaios, a dosagem com melhores eficiências e com um menor decréscimo de pH. Recorde-se que as dosagens consideradas como ótimas na fase laboratorial consistiam em 213 ou 177,5 ppm de coagulante com 0,1 ppm de polímero aniônico, o resumo dos dados de todos os ensaios efetuados a estas dosagens apresentam-se na Tabela 4.14. Conclui-se, portanto, que a dosagem, em teoria, mais segura de ser testada é a de 177,5

ppm de coagulante com 0,1 ppm de polímero aniónico, uma vez que a média de pH final nos ensaios laboratoriais é superior a 6.

Portanto, tal como referido no capítulo “Metodologias, Materiais e Métodos”, o primeiro passo na preparação dos ensaios à escala real é a determinação dos caudais de doseamento, sendo que no caso particular do polímero foi ainda necessário calibrar os caudais de água e pó de preparação de modo a obter uma concentração de aproximadamente 2 g/L, dados presentes na Tabela 4.15. De referir que, tendo em conta que existem duas câmaras de mistura rápida e duas de mistura lenta, cada reagente possui duas bombas doseadoras em funcionamento (A e B) – uma para cada câmara de mistura – mais duas bombas de reserva. Mais se acrescenta que as bombas doseadoras de polímero são da marca Seepex cujo caudal máximo é de 180 L/h, enquanto as bombas doseadoras de coagulante são da Dosapro Milton Roy com a capacidade máxima de 240 L/h.

Tabela 4.14 Resultados das melhores dosagens determinadas nos ensaios laboratoriais - Doseamento Convencional

Ensaio	Coagulante (ppm)	Floculante (ppm)	pH		Eficiência Remoção (%)
			Inicial	Final	
18 (3/mai)	213	0,1	6,37	5,45	99,11
16 (26/abr)	213	0,1	6,47	5,87	98,89
			MÉDIA	5,66	99,00
15 (23/abr)	177,5	0,1	6,88	6,73	95,80
18 (3/mai)	177,5	0,1	6,46	5,63	100,00
			MÉDIA	6,18	97,90

Tabela 4.15 Calibração de Caudais para os Ensaio I

Ensaio I					
Duração			29 de maio a 12 de junho – intermitente		
Caudal Instantâneo de AR a tratar			500 000	L/h	
Preparação do Polímero Floculante					
Caudal de Água Industrial			777,6	L/h	
Caudal de Polímero em Pó			1 620	g/h	
Concentração			2,1	g/L	
Calibração Bombas Doseadoras					
		Bomba A	Bomba B	Média	
Cloreto Férrico	Caudal	78	78	78	L/h
	Dosagem	177,2	177,2	177,2	ppm
Floculante	Caudal	13,5	13,5	13,5	L/h
	Dosagem	0,1	0,1	0,1	ppm

Considerando o risco associado ao doseamento de cloreto férrico sem a adição de cal, planejaram-se diversos ensaios com a duração gradualmente incrementada, de modo a apurar os impactos do seu doseamento de um modo global e em particular na eficiência da decantação primária. De um modo concreto, analisaram-se no decorrer de todos os ensaios o pH afluente, da câmara de mistura e das lamas primárias produzidas, para avaliação direta do impacto do doseamento de reagentes, cujos gráficos representativos da sua evolução ao longo do tempo de ensaio encontram-se nas Figuras 4.11, 4.12 e 4.13 respetivamente. Em termos laboratoriais, no caso deste primeiro ensaio existiram duas análises completas (no sentido em que foram determinadas concentrações de SST e de CQO) e compostas de 24 horas efetuadas no Laboratório da AdTA cujos resultados se apresentam seguidos do símbolo “*” de forma a diferenciá-los, na tabela de síntese de resultados do ensaio 1 – Tabela 4.16 – as restantes análises, nomeadamente a aferição da remoção de SST foram realizadas no laboratório de SJT através de amostras pontuais.

Tabela 4.16 Síntese de Resultados dos Ensaio I: 177 ppm de Coagulante + 0,1 ppm de Floculante

Ensaio I						
Data (Duração)	pH			Eficiência de Remoção (%)		
	Afluente	Câmara de Mistura	Lamas Primárias	SST	CQO	CBO₅
29 maio (15h – 18h)	6,38	5,16	5,49	98	-	-
30 maio (11h – 17h)	6,31	5,41	5,55	86 ; 93	-	-
5 junho (7h30 – 18h30)	6,10	5,71	6,37	74*	45*	-
7 junho (9h – 18h)	6,18	5,80	5,84	-	-	-
11 junho (21h – 00h) 12 junho (00h – 00h)	5,91	5,71	6,21	79*	- 67*	-
MÉDIA	6,18	5,56	5,89	85	- 11	-

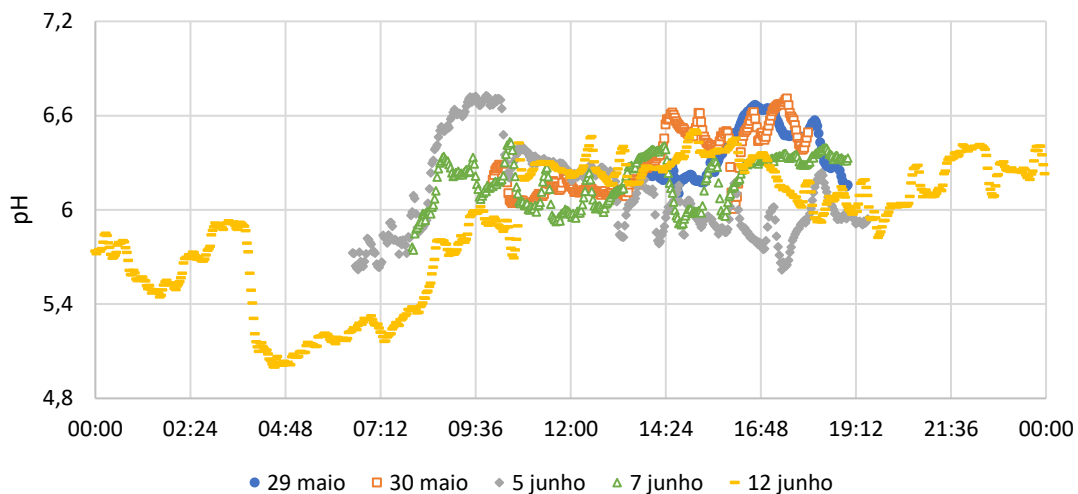


Figura 4.11 Evolução do pH Afluente no decorrer dos Ensaio I.

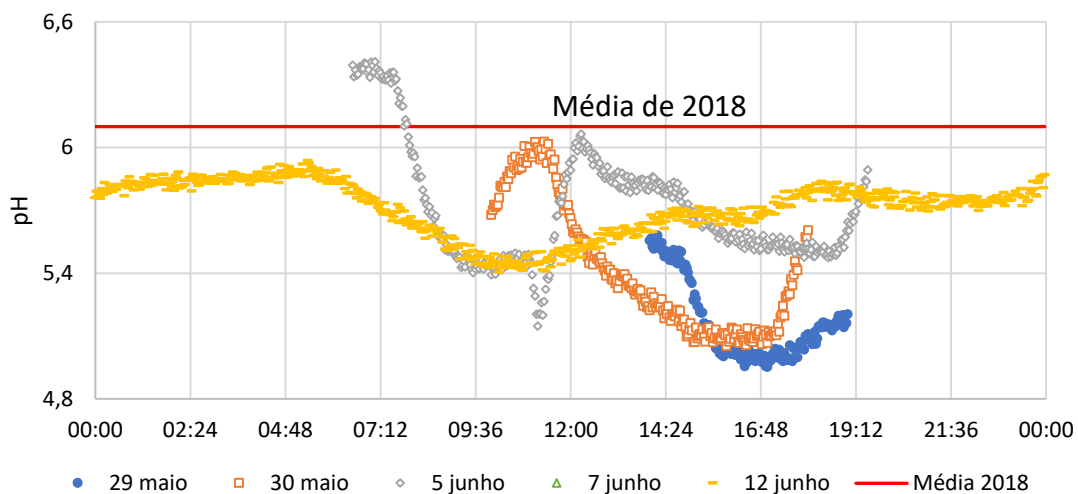


Figura 4.12 Evolução do pH na câmara de mistura no decorrer dos Ensaio I.

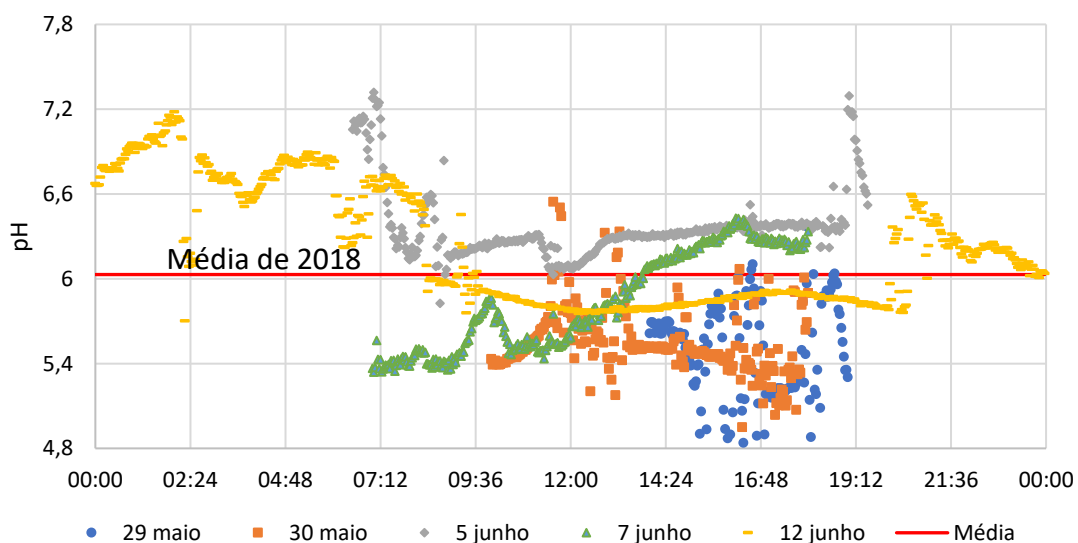


Figura 4.13 Evolução do pH das lamas primárias no decorrer dos Ensaio I.

Em análise aos dados apresentados, em primeiro lugar, surge a necessidade de comentar os resultados obtidos para o ensaio do dia 12 de junho, nomeadamente no que diz respeito ao facto da eficiência de remoção da CQO ter sido negativa, ou seja a concentração efluente do DPR ter sido superior à do seu afluente (efluente do THE). Na verdade, este resultado poderá ser explicado tendo em linha de conta o regime de amostragem. Para as análises no laboratório da AdTA e em termos de efluentes dos principais órgãos da estação, as amostras enviadas são compostas de 24 horas, no entanto, neste caso em particular, a amostra do efluente de THE (que será representativa da concentração inicial de SST) foi reiniciada já a meio do período de amostragem uma vez que não estaria a ser recolhida no local correto. Assim, esta diferença poderá ser justificada por uma amostra mais carregada recolhida em ambos os pontos de amostragem num primeiro momento, mas que terá sido descartada no caso da amostra do efluente do THE e, portanto, não contabilizada. Pelo que não deverá ser tida em conta.

Comparativamente aos resultados médios de 2018, em qualquer um dos parâmetros analisados constata-se uma otimização, cumprindo os objetivos da presente dissertação. Contudo, em termos de pH em todas as fases analisadas é notável o seu decréscimo sendo que, apesar dos valores de pH do efluente acabarem por ser neutralizados a jusante, os valores de pH atingidos nas lamas primárias trouxeram consequências graves especialmente ao tratamento da fase sólida e em particular no ensaio de maior duração, no dia 12 de junho. Crê-se que o doseamento de elevadas concentrações de cloreto férrico tenha provocado a acidificação das lamas primárias o que destabilizou completamente o espessador afetando a sua taxa de captura. Em resultado, as escorrências deste órgão sobrecarregaram por completo e de forma praticamente imediata o THE, ao ponto de terem atingido os 10 000 mg/L em SST na semana seguinte ao ensaio enquanto que a média observada em 2018 é de 278 mg/L – Figura 4.14 e 4.15.

Ou seja, apesar de efetivamente se terem alcançado otimizações em termos de eficiências de remoção, a adição de 177 ppm de cloreto férrico não é, de todo, viável em SJT uma vez que geraram uma sobrecarga em termos de concentrações essencialmente de SST devido aos impactos consequentes no tratamento da fase sólida dificultando ainda mais o seu tratamento eficiente e anulando o efeito da adição de reagentes, tanto em termos da qualidade de efluente produzido como em eficiências de remoção. Mais se acrescenta que, o funcionamento ineficaz do espessador afeta, de igual forma, o bom funcionamento dos digestores que produzem, consequentemente, uma menor quantidade de biogás, uma das maiores fontes de energia e rendimento da ETAR. Desta forma, impôs-se uma redução acentuada das dosagens a serem testadas no conjunto de Ensaio II.

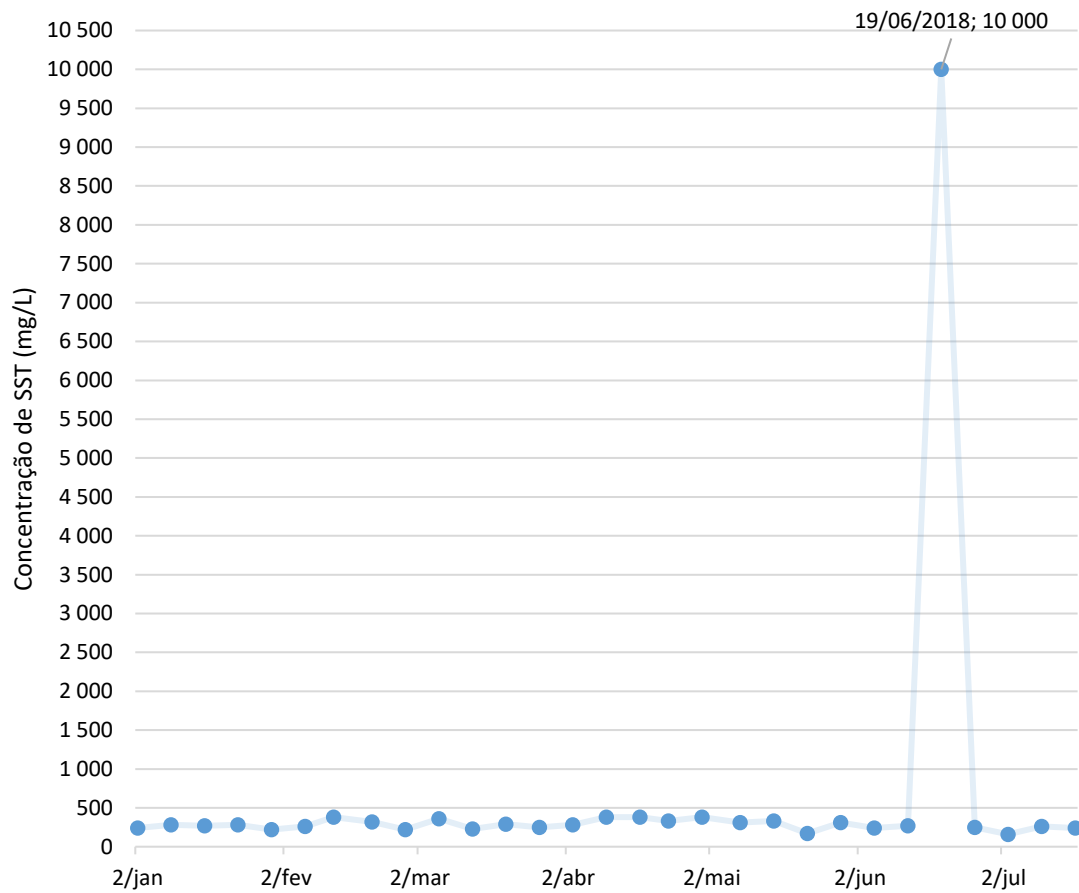


Figura 4.14 Concentração de SST nas escorrências do Espessador em 2018.

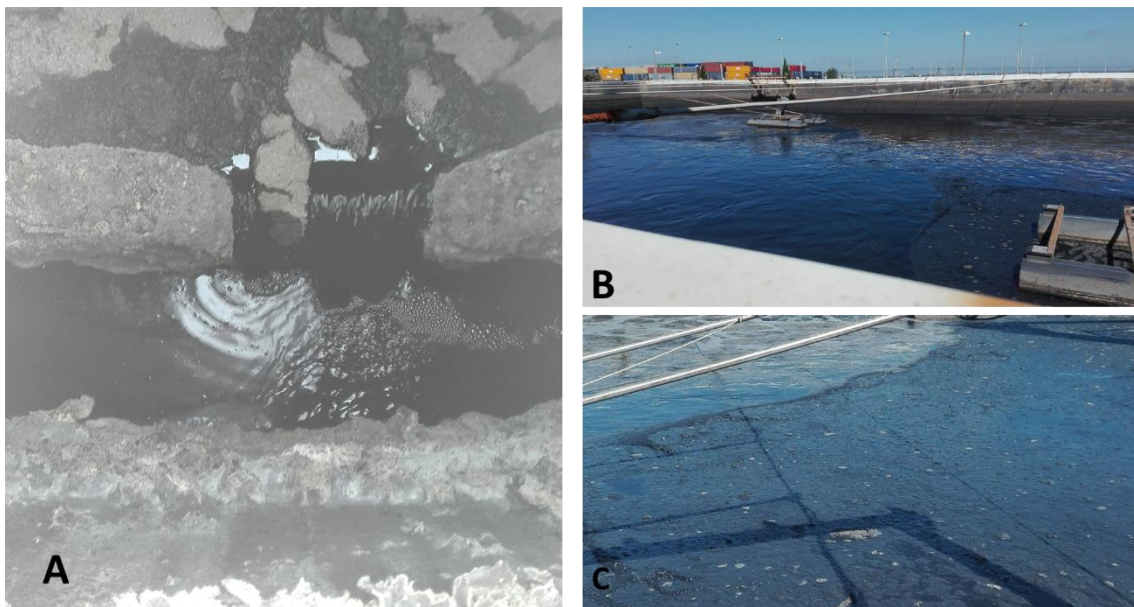


Figura 4.15 Impacto dos Ensaio I.

A: Aparência das escorrências do espessador. B, C: Consequente aparência do THE.

- **ENSAIOS II: 30 ppm Cloreto Férrico + 0,5 ppm de Polieletrólito Aniónico**

No segundo conjunto de ensaios à escala real tencionou-se ir de encontro com as dosagens utilizadas em outras ETAR e presentes na bibliografia em detrimento de obter as maiores eficiências de remoção, optando-se, após verificação através de ensaios Jar Test tal como referido anteriormente, pelas dosagens de 30 ppm de coagulante metálico e 0,5 ppm de polímero floculante aniónico, tencionou-se, portanto, compensar o decréscimo da dosagem de coagulante com um ligeiro aumento da dosagem de floculante. As calibrações necessárias aos ajustes inerentes resumem-se na Tabela 4.17.

Tabela 4.17 Calibração de Caudais para o Ensaio à Escala Real II

Ensaios II					
Duração		4 a 24 de julho – intermitente			
Caudal Instantâneo de AR a Tratar		500 000		L/h	
<u>Preparação do Polímero Floculante</u>					
Caudal de Água Industrial		777,6		L/h	
Caudal de Polímero em Pó		1 620		g/h	
Concentração		2,1		g/L	
<u>Calibração Bombas Doseadoras</u>					
		Bomba A	Bomba B	Média	
Cloreto Férrico	Caudal	13,2	13,2	13,2	L/h
	Dosagem	30	30	30	ppm
Floculante	Caudal	60	60	60	L/h
	Dosagem	0,5	0,5	0,5	ppm

O incidente provocado pelo ensaio anterior levou a que o doseamento de reagentes tivesse de ser evitado durante um determinado período de modo a permitir o reajuste e reequilíbrio de todo o processo e órgãos, pelo que este segundo conjunto de ensaios contou com apenas três dias de recolha de amostras cujos resultados se apresentam na Tabela 4.18 e Figuras 4.16, 4.17 e 4.18. Denotar que, de forma análoga à identificação utilizada na demonstração de resultados dos Ensaios I, os resultados provenientes do Laboratório da AdTA surgem seguidos do símbolo “*” referentes ao dia 4 de julho, por sua vez os resultados provenientes dos Laboratórios da FCT antecedem o símbolo “#” para o dia 24 de julho.

Tabela 4.18 Síntese de Resultados dos Ensaio II: 30 ppm de Coagulante + 0,5 ppm de Floculante

Ensaio II						
Data (Duração)	pH			Eficiência de Remoção (%)		
	Afluente	Câmara de Mistura	Lamas Primárias	SST	CQO	CBO ₅
4 julho (00h – 18h)	5,85	5,86	5,90	65*	40*	31*
6 julho (11h – 16h)	6,29	5,76	5,64	88	-	-
24 julho (6h30 – 18h30)	6,01	6,21	6,47	67	28#	28#
MÉDIA	6,05	5,94	6,00	73	34	30

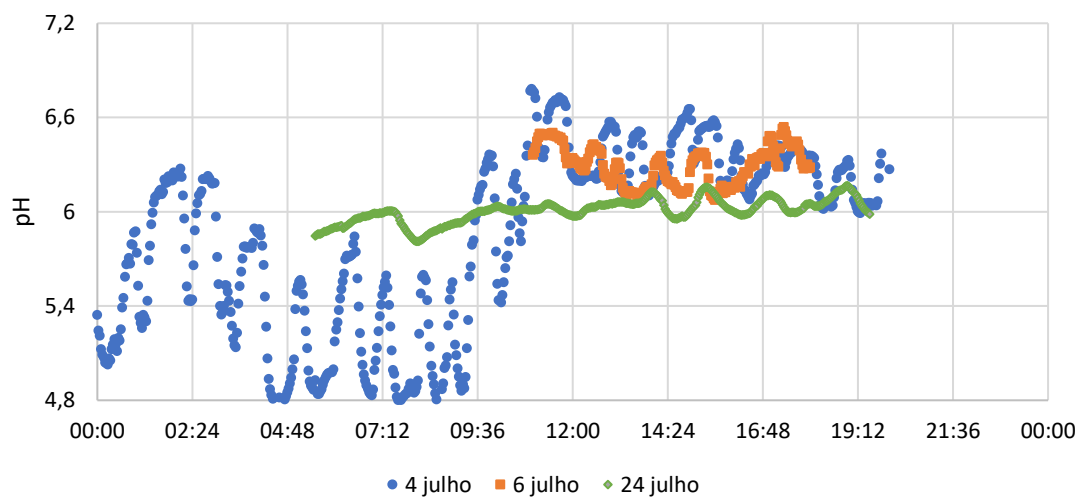


Figura 4.16 Evolução do pH Afluente no decorrer dos Ensaio II.

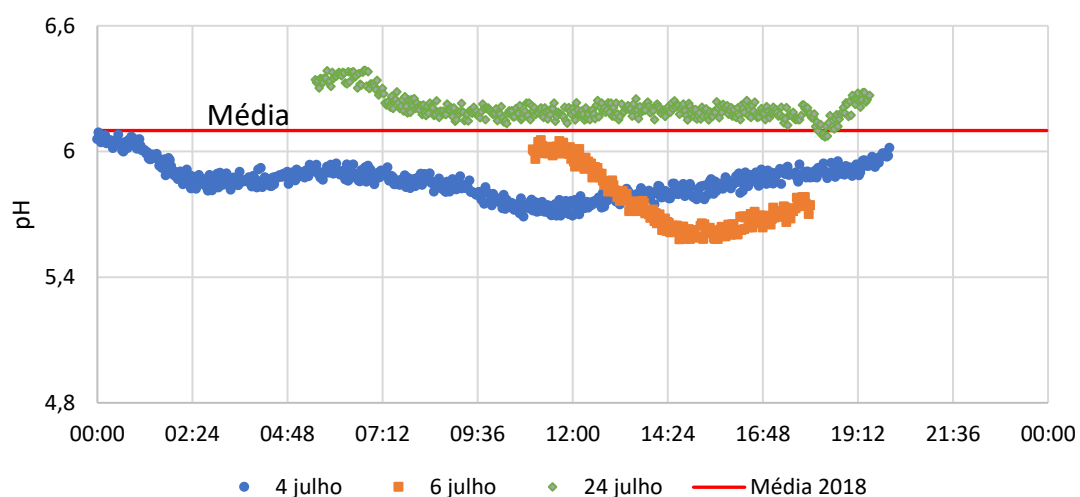


Figura 4.17 Evolução do pH nas câmaras de mistura no decorrer dos Ensaio II.

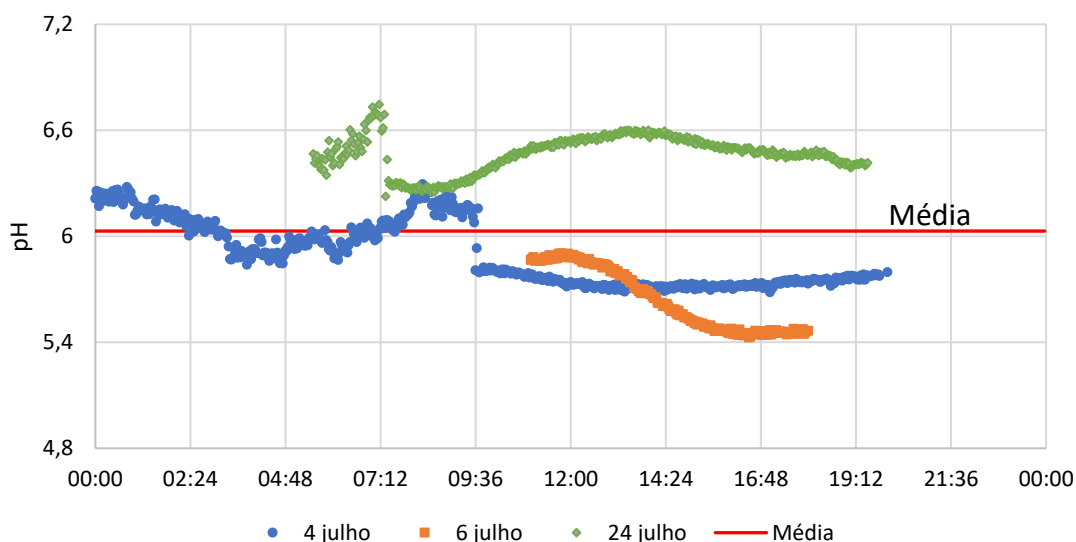


Figura 4.18 Evolução do pH das lamas primárias no decorrer dos Ensaio II.

Em análise, as discrepâncias entre os valores observados no decorrer dos ensaios e a média de 2018 sem adição de reagentes são menos acentuadas do que no primeiro ensaio, ainda assim existentes. No caso crítico das lamas primárias, apesar do valor médio dos ensaios não ser muito inferior ao da media anual, verifica-se pela análise ao gráfico representado pela Figura 4.18 que a tendência é efetivamente que o valor esteja abaixo da média podendo levar à acidificação das lamas e consequentes problemáticas referidas anteriormente.

Assim sendo, o doseamento contínuo de 30 ppm de cloreto férrico com 0,5 ppm de floculante aniônico não aparenta ser uma alternativa segura à otimização do tratamento primário da ETAR de SJT. Ainda assim, é necessário referir que em termos de eficiências de remoção, tal como seria expectável, constata-se um ligeiro decréscimo face às verificadas nos Ensaio I, ainda assim constituem uma melhoria quando comparadas às eficiências médias de 2018 para qualquer um dos parâmetros estudados.

MÉTODO DO DOSEAMENTO TRIPLO: SAL METÁLICO + COAGULANTE ORGÂNICO + FLOCULANTE

Como consequência das adversidades vivenciadas no decorrer dos ensaios à escala real demonstradas anteriormente, foi imposta a necessidade de alterar o método de otimização utilizado. Tendo em conta que o doseamento de cloreto férrico é, de certa forma, essencial na ETAR de SJT de forma a controlar os odores produzidos e particularmente para a redução de sulfuretos a solução encontrada foi a de reduzir a sua dosagem compensando com a adição de um segundo coagulante, neste caso um polímero orgânico.

De modo a avaliar a eficiência deste método recorreu-se à implementação improvisada e provisória de uma bomba doseadora diretamente do depósito de polímero para o único local onde se assumiu ser possível alcançar algum grau de mistura recorrendo ao material disponível, tendo-se optado pela câmara de saída do THE junto às bombas de equalização que encaminham o efluente às câmaras de mistura rápida. A Figura 4.19 apresenta a esquematização aplicada.

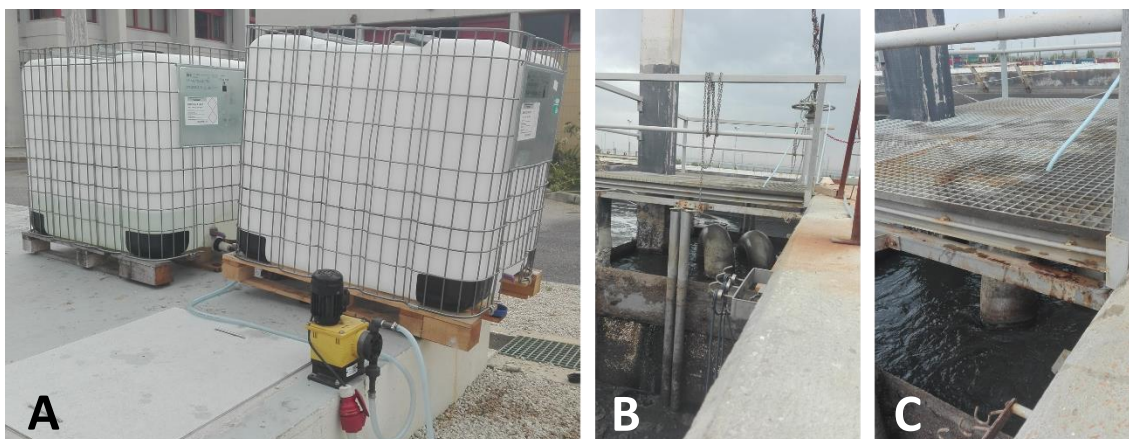


Figura 4.19 Improvisação do doseamento de polímero orgânico à escala real.
A: Armazenamento e bomba doseadora. **B, C:** Local de adição de polímero orgânico.

Assim, de acordo com os resultados demonstrados no subcapítulo de ensaios à escala laboratorial (4.1.1. “Escala Laboratorial”), neste terceiro ensaio à escala real as dosagens a testar são de 20 ppm de cloreto férrico com 10 ppm de coagulante orgânico e 0,5 ppm de polímero aniônico. As calibrações impostas encontram-se resumidas na Tabela 4.19, sendo de referir que foi necessário reajustá-las de acordo com um aumento do caudal afluente provocado pela subida das marés de modo a manter as dosagens pretendidas.

Visto que no final do mês de julho a ETAR de SJT sofreu de um caso grave de *bulking* filamentoso todos os esforços se concentraram na otimização rápida de todas as fases de tratamento de forma a controlar o efluente final da estação, como tal a implementação do ensaio foi imediata e sem intervalos de 6 de agosto até dia 21 do mesmo mês. Os resultados laboratoriais obtidos no decorrer deste ensaio encontram-se sintetizados na Tabela 4.20.

De modo análogo ao utilizado anteriormente de forma a identificar a origem dos resultados, aqueles que são seguidos do símbolo “*” provêm do laboratório da AdTA, enquanto que a análise aos SST efetuada no dia 16 de agosto provém do laboratório de SJT. Primeiramente, em análise à tabela apresentada (Tabela 4.20) é evidente que ocorreu algum tipo de erro de amostragem no dia 15 de agosto, tendo em conta que em ambos os parâmetros se obteve eficiências negativas. Por conseguinte, os valores associados serão ignorados sendo a média de eficiências de remoção para este ensaio a assumir doravante as que se seguem: **SST = 64 %; CQO = 35 % e CBO₅ = 54 %.**

Tabela 4.19 Calibração de Caudais para o Ensaio à Escala Real III

Ensaio III.1						
Duração		6 a 13 de agosto				
Caudal Instantâneo de AR a tratar		350 000		L/h		
Preparação do Polímero Floculante						
Caudal de Água Industrial		777,6		L/h		
Caudal de Polímero em Pó		1 200		g/h		
Concentração		1,5		g/L		
Calibração Bombas Doseadoras						
		Bomba A	Bomba B	Média		
Cloreto Férrico	Caudal	6,12	6,24	6,18	L/h	
	Dosagem	19,9	20,3	20,1	ppm	
Coagulante Orgânico	Caudal	3,36	-	-	L/h	
	Dosagem	10,1	-	-	ppm	
Floculante	Caudal	54,6	55,8	55,2	L/h	
	Dosagem	0,5	0,5	0,5	ppm	
Ensaio III.2						
Duração		13 a 21 de agosto				
Caudal Instantâneo de AR a tratar		400 000		L/h		
Preparação do Polímero Floculante						
Caudal de Água Industrial		780		L/h		
Caudal de Polímero em Pó		1 500		g/h		
Concentração		1,9		g/L		
Calibração Bombas Doseadoras						
		Bomba A	Bomba B	Média		
Cloreto Férrico	Caudal	7,08	6,36	6,72	L/h	
	Dosagem	20,1	18,1	19,1	ppm	
Coagulante Orgânico	Caudal	3,84	-	-	L/h	
	Dosagem	10,1	-	-	ppm	
Floculante	Caudal	54,6	55,8	55,2	L/h	
	Dosagem	0,5	0,5	0,5	ppm	

Tabela 4.20 Síntese de Resultados dos Ensaio III: 20 ppm de Coagulante Metálico + 10 ppm Coagulante Orgânico + 0,5 ppm de Floculante

Ensaio III						
Data (Duração)	pH			Eficiência de Remoção (%)		
	Afluente	Câmara de Mistura	Lamas Primárias	SST	CQO	CBO₅
6 a 7 agosto	5,85	6,05	5,85	38*	31*	54*
8 a 15 agosto	6,21	5,96	5,38	- 8*	- 45*	-
16 agosto	6,34	6,46	5,33	79	-	-
17 a 21 agosto	6,13	5,96	4,96	74*	39*	-
MÉDIA	6,14	6,00	5,31	46	8	54

Comparando as eficiências de remoção médias para o método do doseamento triplo com as respetivas para o método do doseamento convencional verifica-se que em termos de remoção de SST não é tão eficiente, contudo prevalece à eficiência média verificada em 2018 sem adição de reagentes, isto é, contínua a ser uma otimização tal como desejado. Por sua vez, em termos de CQO as eficiências de remoção obtidas para o método do doseamento triplo são semelhantes às obtidas nos ensaios anteriores e constitui uma otimização face à média de 2018. Enquanto para a CBO₅ apesar dos bons resultados estes não representam na otimização à média de 2018, contudo há que ter em conta a escassez de dados relativos a este parâmetro, sendo a comparação baseada em valores pontuais.

Quanto à análise corrente do pH afluente, na câmara de mistura e das lamas primárias, considerando a longa e ininterrupta duração do ensaio, os dados serão apresentados de acordo com as análises realizadas – tendo sido efetuadas quatro análises, dividiu-se o ensaio em quatro períodos – resultantes nas Figuras 4.20, 4.21, 4.22 e 4.23. Recorrendo às figuras mencionadas e aos dados apresentado na Tabela 4.20 para o mesmo tópico, tem-se que a redução da dosagem de cloreto férrico teve, de facto, impacto no pH da câmara de mistura, sendo que se obteve o valor mais próxima da média de 2018 sem adição de reagentes. Contudo, relativamente às lamas primárias o pH médio do ensaio é inferior tanto à média de 2018 como à de qualquer um dos ensaios. Ainda assim, não foram verificados impactos na taxa de captura do espessador nem na acidificação do afluente ao tratamento secundário e da lama primária.

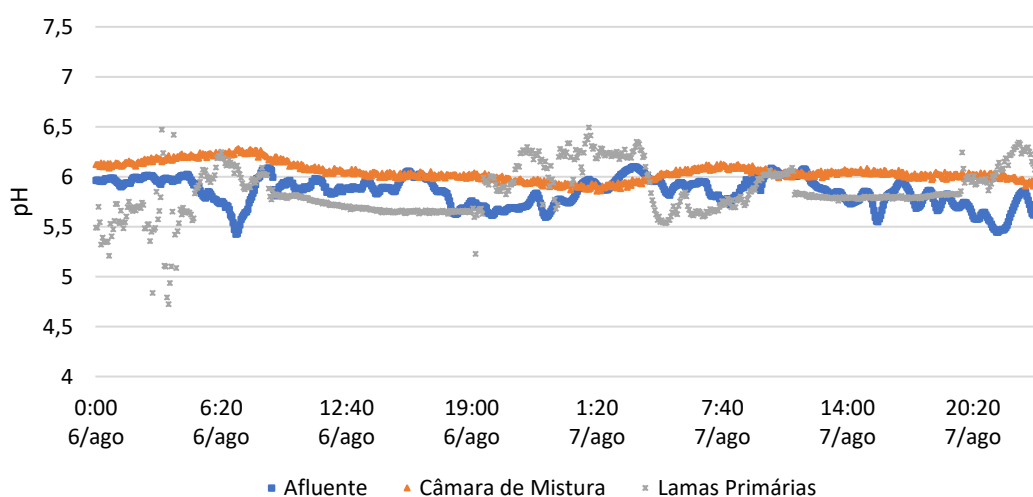


Figura 4.20 Evolução do pH durante os Ensaios III (6 a 8 de agosto).

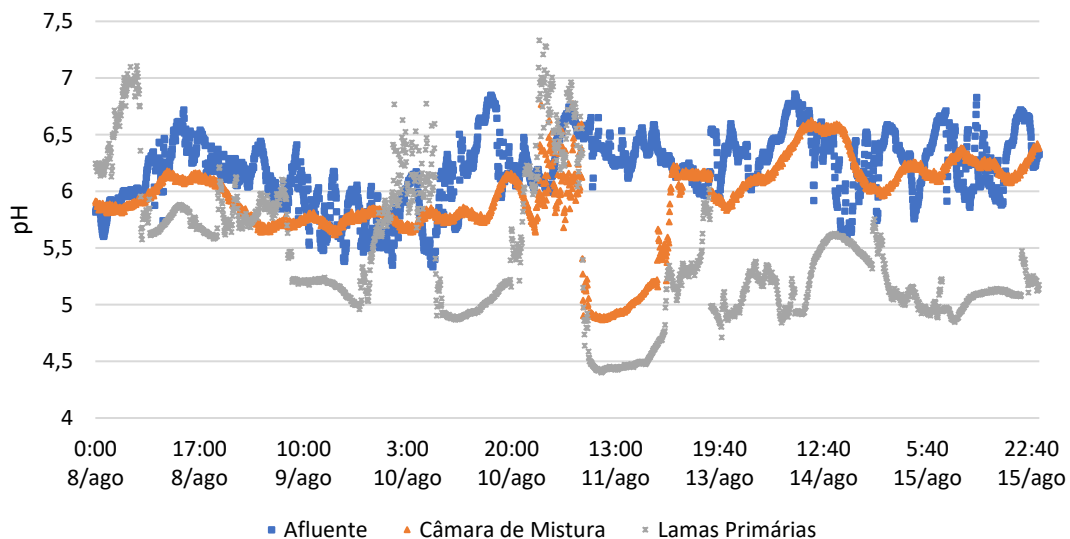


Figura 4.21 Evolução do pH durante os Ensaio III (8 a 15 de agosto).

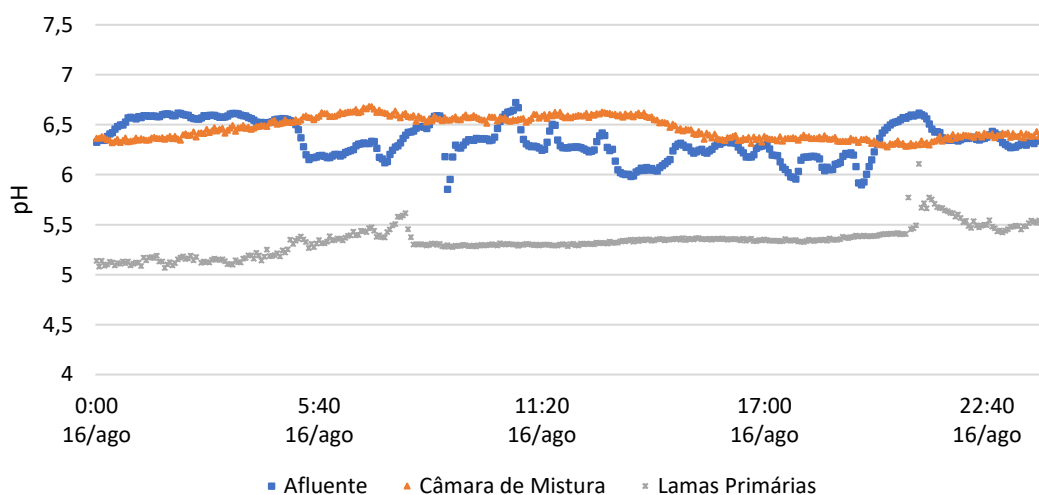


Figura 4.22 Evolução do pH durante os Ensaio III (16 de agosto).

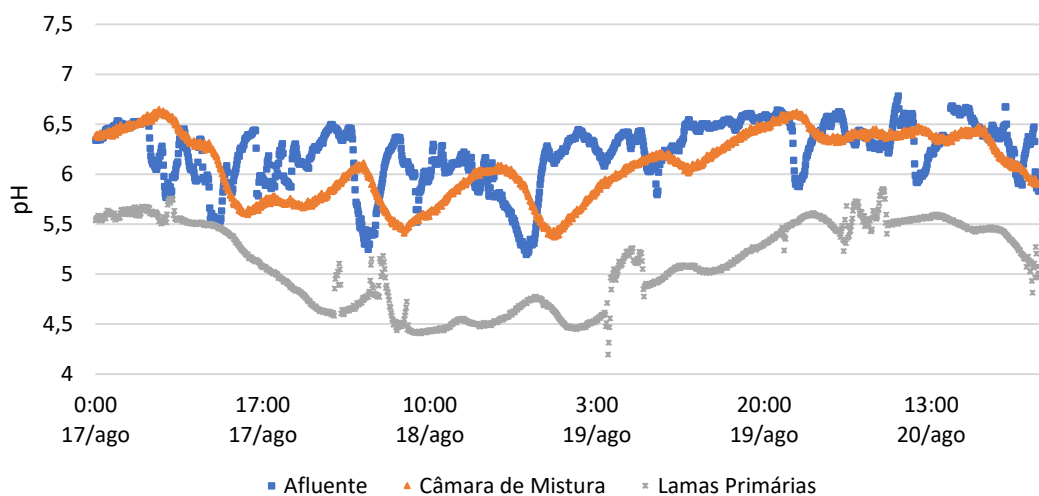


Figura 4.23 Evolução do pH durante os Ensaio III (17 a 21 de agosto).

Em suma, a aplicação do método do doseamento triplo solucionou a questão do pH afluente aos DPR, no entanto teve um impacto negativo no pH das lamas primárias. Ainda assim, não se tendo verificado consequências imediatas no bom funcionamento dos restantes órgãos da estação assume-se que o impacto deste método é muito menos prejudicial que o doseamento convencional, alcançando-se boas eficiências de remoção para qualquer um dos parâmetros de tal forma que se satisfaz o objetivo do presente projeto.

4.3 FILTRO SALSNES

A primeira etapa do ensaio à escala piloto do filtro Salsnes, passou por um teste elaborado na integra pelo responsável da marca, o engenheiro Geir Haugan, com o intuito de aferir qual a malha indicada no caso da ETAR de SJT. Este ensaio consistiu, na filtração de um determinado volume de AR pelas diferentes malhas selecionadas, cronometrando o tempo total de filtração – Figura 4.24. Uma vez que o que se pretende é a formação de uma camada de sólidos na superfície do filtro de modo a aumentar a área de filtração, não é de interesse uma malha que permita uma filtração praticamente instantânea nem colmate de imediato, mas sim uma que permita filtração gradualmente mais lenta. De acordo com os resultados de Eng. Geir, no caso de SJT a malha mais indicada seria a de 350 μm , com possibilidades de testar a malha de 210 μm .

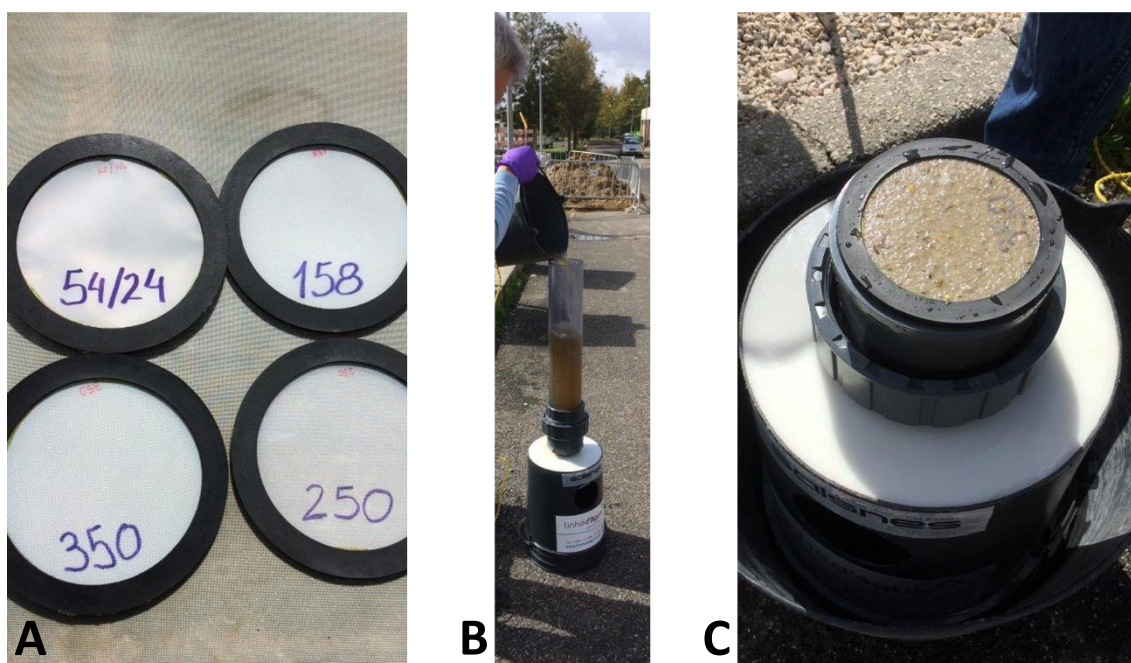


Figura 4.24 Ensaio de determinação da malha do filtro a utilizar.
A: Malhas de filtro testadas. **B:** Ensaio de determinação. **C:** Aspeto final da malha do filtro.

Após a conclusão da instalação do equipamento, deu-se início ao ensaio à escala piloto. De acordo com as indicações dos responsáveis e representantes do equipamento, no decorrer do ensaio dados como o a velocidade da tela, o nível de AR no equipamento, a pressão de ar (relativa à “*air knife*”) bem como o caudal afluente deveriam ser recolhidos devido à sua importância na avaliação do comportamento do filtro. Inicialmente o painel de controlo do Filtro Salsnes estaria programado a gravar estes dados de modo a exportá-los posteriormente para uma *pen drive*, porém, findo o primeiro dia de ensaios e aquando da exportação de dados o ficheiro Excel produzido não continha qualquer tipo de informação. Na ideia de que fosse o procedimento que estava a seguir que estivesse errado ou de que se tratasse de um erro técnico de fácil resolução, sendo possível uma posterior recuperação dos dados, apenas no último dia da primeira semana é que se iniciou a recolha manual de dados diretamente do painel de forma recorrente.

Deste modo, mais uma vez de forma a facilitar a exposição e compreensão de resultados os mesmos serão apresentados, de acordo com o planeamento, semanalmente.

- **SEMANA 1 – 17 a 20 de junho**

Na primeira semana de ensaios testou-se o tratamento de 25 m³/h de AR proveniente do THE, sem adição de adjuvantes e utilizando para tal efeito o filtro de 350 µm. Os dados obtidos apresentam-se na Tabela 4.21.

Tabela 4.21 Resultados da primeira semana de ensaios do Filtro Salsnes

		17 de junho	18 de junho	19 de junho	20 de junho
Velocidade da Tela (Hz)		-	-	-	41
Nível de Água (mm)		-	-	-	195
Pressão de Ar (bar)		-	-	-	0,24
% Matéria Seca da Lama		-	9,01	9,67	8,13
SST (mg/L)	Afluente	1 000	740	990	680
	Efluente	760	530	740	530
CQO (mg O₂/L)	Afluente	-	-	-	2 600
	Efluente	-	-	-	2 300
Eficiência de Remoção (%)	SST	24	28	25	22
	MÉDIA	25			
	CQO	-	-	-	12

Numa primeira análise as eficiências de remoção ficaram aquém das expectativas, não apresentando em nenhum dos casos uma otimização face às médias de 2018 sem adição de reagentes. Quando, por sua vez, comparado com os diversos ensaios com adição de reagentes apresentam as menores remoções para ambos os parâmetros.

- **SEMANA 2 – 24 a 27 de junho**

Na segunda semana, todas as condições foram mantidas à exceção do caudal que se reduziu a metade. Tendo-se obtido os resultados apresentados na Tabela 4.22.

Tabela 4.22 Resultados da segunda semana de ensaios do Filtro Salsnes

		24/06	25/06	26/06	27/06
Velocidade da Tela (Hz)		-	12	-	13
Nível de Água (mm)		-	195	-	195
Pressão de Ar (bar)		-	0,26	-	0,27
% Matéria Seca da Lama		9,55	-	8,55	9,3
SST (mg/L)	Afluente	470	310	330	280
	Efluente	400	270	280	240
CQO (mg O₂/L)	Afluente	-	-	-	1 100
	Efluente				860
Eficiência de Remoção (%)	SST	15	13	15	14
	MÉDIA	14			
	CQO	-	-	-	22

Em comparação com os resultados da semana anterior verificou-se um decréscimo na eficiência de remoção de SST e um aumento na remoção de CQO. Relativamente à diminuição da eficiência de remoção de SST uma possível justificação poderá estar associada à colmatação do filtro devido à diminuição da velocidade do filtro provocada pela diminuição do caudal. Isto porque, o equipamento foi desenvolvido de modo a manter o nível num determinado *set point* estipulado no painel de controlo, através da variação da velocidade da tela. Desta forma, um menor caudal afluente, em teoria, levará a uma velocidade da tela, de igual forma, menor podendo originar uma maior camada de filtrado ao ponto de colmatar o filtro, não permitindo a filtração eficiente.

Contudo, esta possibilidade não justifica o aumento da remoção de CQO, ainda assim há-que se ter em conta que os valores de CQO correspondem apenas a um dia de

amostragem e não à média da semana como os que dizem respeito aos SST, não sendo por isso representativos.

Relativamente à comparação com os dados médios de 2018, a eficiência verificada em termos de CQO representa de facto uma otimização, no entanto o mesmo não se constata no que concerne a eficiência de remoção de SST. Adicionalmente, face a qualquer uma das eficiências alcançadas pela adição de reagentes, o sistema de filtração continua a apresentar os menores resultados.

- **SEMANA 3 – 1 a 4 de julho**

Na terceira semana de ensaios procedeu-se à alteração da tela do filtro para uma de 210 µm com o auxílio dos técnicos da Linha d'Água, regressou-se ao caudal de 25 m³/h ainda no THE e sem a adição de reagentes. Note-se que também o *set point* para o nível de água foi reduzido de 195 mm para 150 mm, uma vez que se notou que, devido à turbulência gerada pelo caudal afluente, o nível de *bypass* poderia estar a ser alcançado, prejudicando de certa forma, a qualidade do efluente final. Os resultados aferidos nesta fase do ensaio encontram-se na Tabela 4.23.

Tabela 4.23 Resultados da terceira semana de ensaios do Filtro Salsnes

		01/07	02/07	03/07	04/07
Velocidade da Tela (Hz)		-	34	29	30
Nível de Água (mm)		-	150	151	150
Pressão de Ar (bar)		-	0,21	0,21	0,21
% Matéria Seca da Lama		11,21	8,42	9,05	9,92
SST (mg/L)	Afluente	300	330	330	410
	Efluente	200	260	270	280
CQO (mg O₂/L)	Afluente	-	-	-	1 300
	Efluente	-	-	-	990
Eficiência de Remoção (%)	SST	33	21	18	32
	MÉDIA	26			
	CQO	-	-	-	24

As alterações efetuadas geraram um aumento em ambas as eficiências de remoção, mais ligeiro no caso dos SST e em 10% para a CQO. Tendo em conta que, contrariamente ao que seria suposto, se alteraram duas variáveis em simultâneo, não é possível aferir a qual delas se deve o aumento das eficiências. Quer a alteração do *set point* do nível de AR, por não permitir que seja perdido caudal pelo sistema de *bypass*,

como a mudança da malha do filtro, sendo uma malha mais reduzida, são opções plausíveis de justificar o aumento da remoção de ambos os parâmetros.

De modo análogo ao constatado nas anteriores semanas de ensaio, apenas a remoção de CQO apresenta uma otimização quando comparada às médias de 2018, porém em nenhuma das situações se alcançam os resultados da adição de reagentes, em qualquer uma das dosagens testadas.

- **SEMANA 4 – 10 a 11 de julho**

Foram mantidas as condições do ensaio anterior à exceção do local de recolha de afluente, passando a ser utilizado o afluente bruto à ETAR, isto é, o afluente ao THE. Contudo a quarta semana de ensaios contou com apenas dois dias de amostragem sem que fossem retirados dados do painel de controlo ou analisada a lama produzida, ainda assim os resultados obtidos sintetizam-se na Tabela 4.24.

Tabela 4.24 Resultados da quarta semana de ensaios do Filtro Salsnes

		10/07	11/07
Velocidade da Tela (Hz)		-	-
Nível de Água (mm)		-	-
Pressão de Ar (bar)		-	-
% Matéria Seca da Lama		-	-
SST (mg/L)	Afluente	270	220
	Efluente	220	180
CQO (mg O₂/L)	Afluente	-	1 400
	Efluente	-	1 200
Eficiência de Remoção (%)	SST	19	18
	MÉDIA	18	
	CQO		14

Em teoria, a alteração do ponto de recolha do afluente ao filtro facilitaria o tratamento uma vez que, não contando com as escorrências dos diferentes processos de tratamento da estação, se trata, por vezes, de uma água menos carregada. Contudo, os resultados apurados nesta semana de ensaios são menores que os alcançados em condições semelhantes de caudal afluente e malha do filtro. No entanto, de acordo com os especialistas da marca, a eficiência do filtro está de igual forma relacionada com o teor de fibras da AR de modo a que seja formado a referida camada de sólidos auxiliar à filtração. Assim, caso a tendência continue, uma possível justificação ao facto de não

serem alcançadas as eficiências previstas, poderá justamente dever-se à alteração da qualidade da AR a tratar, no sentido de ser menos carregada.

De referir ainda que comparativamente às eficiências de 2018 e às obtidas pela adição de reagentes, em nenhum dos casos se verificaram melhorias.

- **SEMANA 5 – 15 a 18 de julho**

Procedeu-se aquando do início da quinta semana de ensaios à alteração da malha do filtro para a de 350 µm, mantendo-se as restantes variáveis da semana anterior (Local de Recolha: Pré-THE; Caudal = 25 m³/h; Sem adição de polímero). Os resultados obtidos apresentam-se na Tabela 4.25.

Tabela 4.25 Resultados da quinta semana de ensaios do Filtro Salsnes

		15/07	16/07	17/07	18/07
Velocidade da Tela (Hz)		-	20	35	28
Nível de Água (mm)		-	150	149	150
Pressão de Ar (bar)		-	0,21	0,20	0,20
% Matéria Seca da Lama		-	11,42	11,09	-
SST (mg/L)	Afluente	270	-	220	200
	Efluente	220	-	98	180
CQO (mg O₂/L)	Afluente	-	-	-	1 500
	Efluente	-	-	-	1 600
Eficiência de Remoção (%)	SST	19	-	55	10
	MÉDIA	28			
	CQO	-	-	-	- 7

Primeiramente, crê-se que deverá ter ocorrido algum erro na recolha de amostras referentes ao dia 18 de julho, uma vez ser pouco plausível a formação de CQO após a filtração. Todavia, foi alcançada, nesta semana, a melhor eficiência de remoção de SST, ainda que não tenha sido suficientemente elevada de modo a representar uma otimização face aos resultados normalmente verificados na ETAR de SJT em 2018.

- **SEMANA 6 – 22 a 25 de julho**

A sexta semana de ensaios caracteriza-se pela iniciação da adição de polímero. Tal como referido no capítulo 3 “Metodologias, Materiais e Métodos”, tratando-se de um ensaio à escala piloto a preparação do polímero a utilizar, uma vez que nos foi cedido no estado sólido, teve de ser efetuada manualmente, tendo o material necessário sido disponibilizado e preparado pela Linha d’Água – Figura 4.25. O procedimento de

preparação de polímero e funcionamento dos equipamentos encontra-se, tal como referido anteriormente, no Anexo G.

Apesar de todos os equipamentos terem sido testados aquando do início do ensaio, no primeiro dia de adição de polímero (domingo, 22 de julho) a bomba doseadora não funcionou corretamente. O restante ensaio decorreu sem mais imprevistos estando os resultados representados na Tabela 4.26. Recorde-se que o afluente a tratar, neste caso, é o afluente bruto da ETAR (pré-THE), a um caudal de 12,5 m³/h, utilizando a malha de 350 µm e doseando 2 ppm de polímero floculante catiónico.

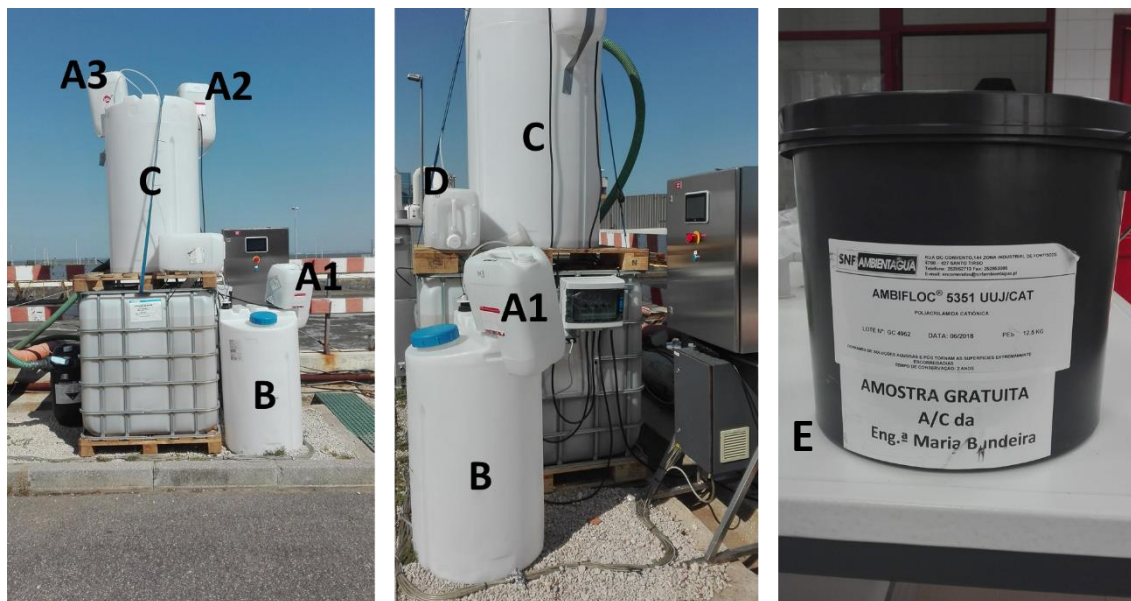


Figura 4.25 Equipamentos de Preparação e Doseamento de Polímero.

A1, A2 e A3: Agitadores. B: Tanque de preparação. C: Tanque de mistura. D: Bomba doseadora. E: Armazenamento de polímero.

Tabela 4.26 Resultados da sexta semana de ensaios do Filtro Salsnes

		22/07	23/07	24/07	25/07
Velocidade da Tela (Hz)		-	22	37	-
Nível de Água (mm)		-	153	150	-
Pressão de Ar (bar)		-	0,20	0,20	-
% Matéria Seca da Lama		-	9,67	-	-
SST (mg/L)	Afluente	-	480	300	330
	Efluente	-	360	290	290
CQO (mg O ₂ /L)	Afluente	-	-	-	1 600
	Efluente	-	-	-	1 600
Eficiência de Remoção (%)	SST	-	25	3	9
	MÉDIA	12			
	CQO	-	-	-	0

Contra todas as expectativas, estes foram os piores resultados obtidos no decorrer de todo o ensaio à escala piloto do filtro Salsnes, contudo não é claro o porquê de tal ter acontecido. Quando comparado com o ensaio da segunda semana onde se utilizaram condições idênticas à exceção do local de recolha de afluente e a adição de polímero, verifica-se um aumento da velocidade da tela o que poderá significar que a camada de sólidos formada poderá não ter atingido a espessura mais eficiente.

- **SEMANA 7 – 29 de junho a 1 de agosto**

Na última semana de ensaios estabeleceram-se as condições iniciais à exceção do local de recolha de afluente a tratar, que permaneceu como afluente bruto (pré-THE) e a adição de polímero ao serem doseados 2 ppm de floculante catiónico. Devido, provavelmente, a uma questão de falta de comunicação entre operadores, à amostra composta de domingo (29 de julho) foi acrescentada a amostragem de segunda-feira (30 de julho). Todavia, os resultados obtidos no decorrer da sétima semana de ensaios resumem-se na Tabela 4.27.

Tabela 4.27 Resultados da sétima e última semana de ensaios do Filtro Salsnes

		29/07	30/07	31/07	01/08
Velocidade da Tela (Hz)		-	-	56	68
Nível de Água (mm)		-	-	151	151
Pressão de Ar (bar)		-		0,21	0,21
% Matéria Seca da Lama		-	11,17	10,09	10,67
SST (mg/L)	Afluente	310		390	280
	Efluente	260		320	200
CQO (mg O₂/L)	Afluente	-	-	-	1 400
	Efluente	-	-	-	1 300
Eficiência de Remoção (%)	SST	16		18	29
	MÉDIA	21			
	CQO	-	-	-	7

Mais uma vez, os resultados alcançados na última semana de ensaios, apesar de terem apresentado uma melhoria face ao ensaio anterior, continuam a não constituir uma otimização de eficiências de remoção quando comparados com a média de 2018 sem adição de reagentes, tampouco aos ensaios representativos do tratamento físico-químico.

Em síntese, apresentam-se as Figuras 4.26 e 4.27, com as médias semanais de resultados para a concentração de SST e CQO, respetivamente. Deste conjunto de

ensaios à escala real conclui-se que, contrariamente àquelas que eram as expectativas dos responsáveis do Filtro Salsnes, o melhor conjunto de resultados foi obtido na semana 3, ou seja, o ensaio onde se tratou afluente proveniente do THE, a um caudal de 25 m³/h utilizando uma malha de 210 µm sem adição de polímero. O fabricante relaciona o facto de os resultados ficarem aquém das expectativas com o baixo teor de fibras no afluente à ETAR de SJT devido à elevada contribuição industrial, uma vez que este tipo de componente é o principal responsável pela formação da referida camada filtrante à superfície da tela do filtro.

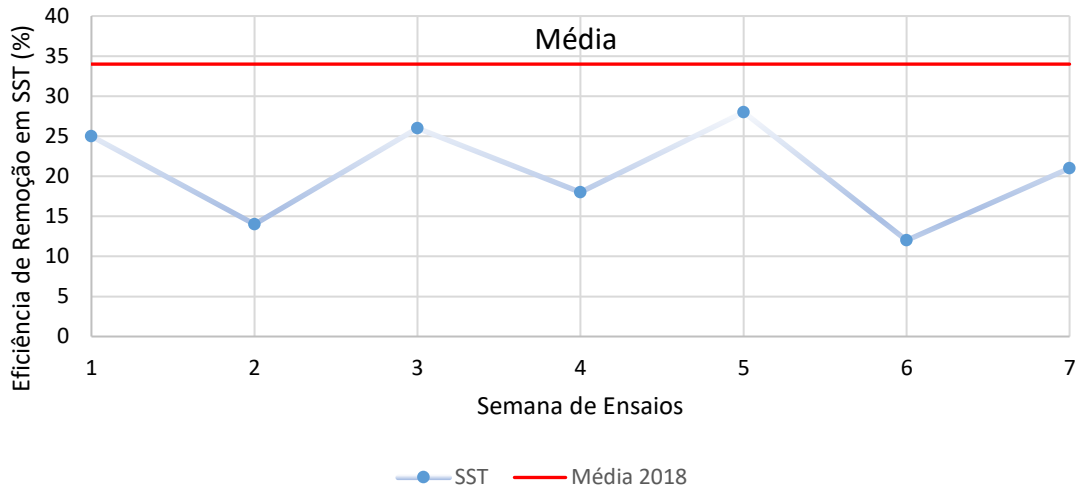


Figura 4.26 Eficiências de remoção de SST médias alcançadas pelo Filtro Salsnes.

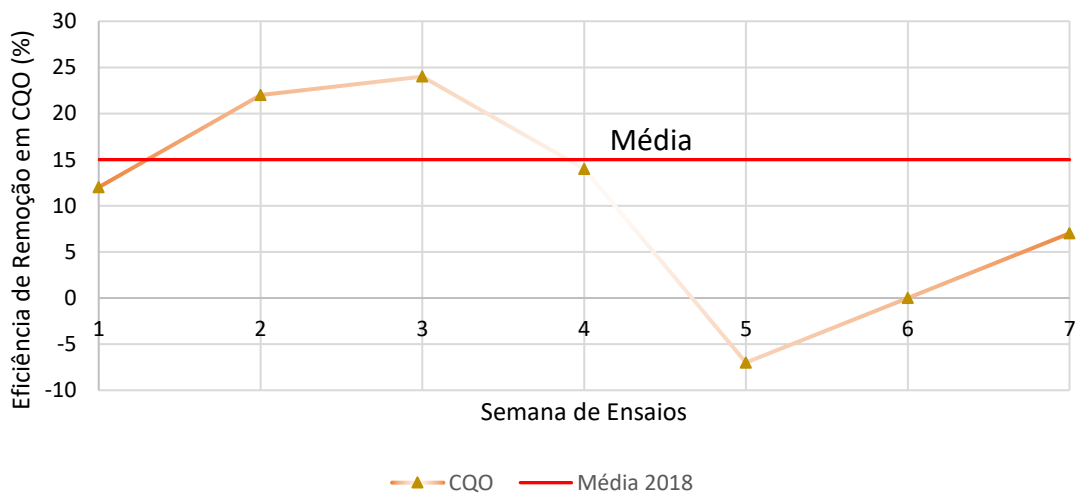


Figura 4.27 Eficiências de remoção de CQO médias alcançadas pelo Filtro Salsnes.

Em análise às Figura 4.26 e 4.27, constataram-se os seguintes tópicos:

- Em nenhuma das situações se alcançou uma eficiência de remoção superior à média de 2018 em termos de SST;

- No decorrer da semana 2 e 3 alcançaram-se eficiências de remoção de CQO superiores à média de 2018, porém a única semelhança entre estes dois ensaios é o facto do afluente a tratar ser proveniente do THE;
- As quatro melhores remoções de SST (>20%) foram alcançadas para um caudal de 25 m³/h;
- Nem sempre um aumento na eficiência da remoção de SST se traduz num aumento da eficiência de remoção de CQO, pelo menos no que diz respeito ao tratamento de AR através do Filtro Salsnes.

Não tendo sido possível deduzir mais nenhuma correlação entre as eficiências e as variáveis controladas.

Adicionalmente, apresenta-se esquematicamente os resultados para a percentagem de matéria seca na Figura 4.28, lembrado que de acordo com o mencionado no capítulo 3 “Metodologias, Materiais e Métodos”, o teor não deverá ser superior a 12 %, este requisito é cumprido sem exceções. A média de todos os ensaios é de 9,81%, não se tendo verificado dependências entre o teor de matéria seca e as variáveis controladas nem tampouco discrepâncias acentuadas entre análises, de facto o valor do desvio padrão é de 1,02.

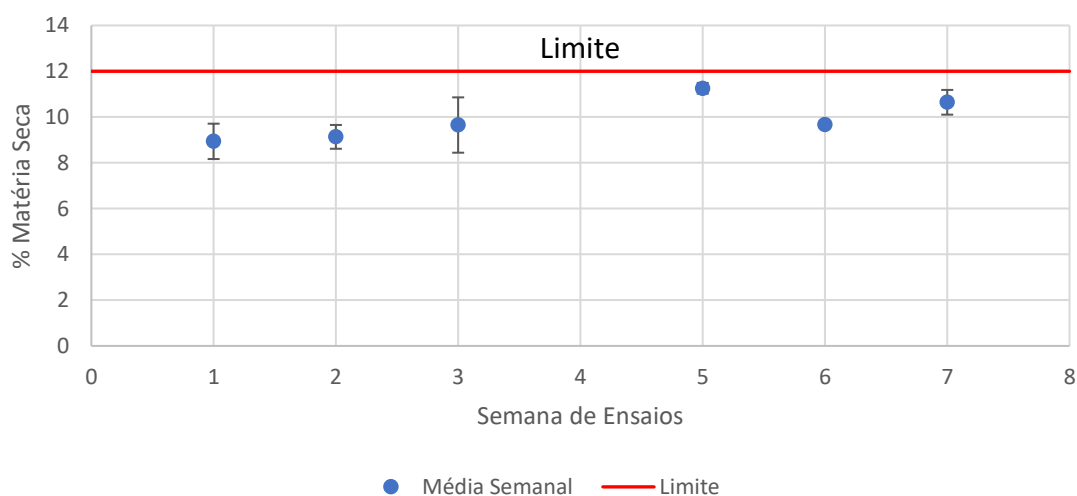


Figura 4.28 Teor de matéria seca para a lama produzida no Filtro Salsnes.

4.4 ESTUDO PRELIMINAR DA VIABILIDADE ECONÓMICA

A otimização do tratamento primário da ETAR de SJT irá requerer inquestionavelmente algum investimento, não sendo necessariamente recuperável principalmente quando se tem como possível solução a adição de reagentes, representando um custo constante sem que haja forma de atribuir um valor monetário

à sua maior vantagem: a obtenção de efluentes de qualidade. Por conseguinte, neste subcapítulo pretende-se determinar os custos associados a cada uma das soluções propostas, averiguando simultaneamente os benefícios económicos que as mesmas apresentam, com o intuito de aferir qual a mais economicamente vantajosa.

4.4.1 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE LAMAS PRIMÁRIAS

Um dos parâmetros a ter em conta no estudo preliminar da viabilidade económica das soluções é o potencial de produção de biogás, uma vez ser uma das fontes de rendimento da estação. Como referido anteriormente, tendo em conta a curta duração dos ensaios à escala industrial não foi possível aferir o verdadeiro impacto de cada uma das tecnologias testadas no caudal de lamas primárias produzido, nem na sua composição. Como tal, procedeu-se a uma estimativa do caudal de lamas primárias produzidas, de acordo com o método apresentado no subcapítulo 2.3.1, cujos resultados se apresentam na Tabela 4.28. Tal como seria expectável, uma maior adição de reagentes origina um maior caudal de lamas produzidas.

Tabela 4.28 Estimativa da lama produzida

	2018	Ensaio I	Ensaio II	Ensaio III	Filtro Salsnes
Q, m ³ /dia	11 337				
[SST] _{af} , mg/L	322				
E _{SST}	0,34	0,85	0,73	0,46	0,28
Q_{LP}, kg/dia	1 241	3 103	2 665	1 679	1 022
Q _{coagulante} , L/dia	0	1 766	299	199	0
% Metal	-	0,138		-	
Q_{LQ}, kg/dia	0	993	168	112	0
Q_{Lama}, kg/L	1 241	4 096	2 833	1 791	1 022
Teor de Humidade	0,94	0,925	0,925	0,925	0,902
Gravidade Especifica	1,03	1,05	1,05	1,05	1,03
Q_{V Lama}, m³/dia	1 133	3 609	2 496	1 578	895

Considerando o objetivo final desta estimativa, o caudal que efetivamente se pretende é o que aflui aos digestores, pelo que se calculou a razão entre a estimativa do caudal produzido em 2018 e o caudal que se sabe que aflui ao digestor (12 m³/h), de modo a aplicá-la às restantes estimativas: Razão = 3,93. Ou seja, a Tabela 4.29 apresenta a estimativa do caudal afluyente ao digestor calculado para cada uma das opções. Porém, é necessário ter em conta que, de acordo com a Memória Descritiva e Justificativa, para o tempo de retenção considerado de 12 dias, o caudal de lamas afluyente seria de 244

m³/dia por digestor pelo que se assume que, em termos práticos, o caudal máximo será de 488 m³/dia [2].

Tabela 4.29 Estimativa do caudal afluyente aos digestores

		Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Filtro Salsnes
Q_{digestor}	m ³ /h	38	26	17	9
	m ³ /dia	918	635	401	228

4.4.2 ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS

De acordo com os métodos apresentados no subcapítulo 2.3.2 determinaram-se as estimativas do potencial de produção de biogás para 2017 e 2018, cujos resultados se apresentam na Tabelas 4.30 para o Método dos Projetistas e na Tabela 4.31 para o Método Teórico.

Tabela 4.30 Estimativa do Potencial de Biogás pelo Método dos Projetistas

		Por Carga Volátil Afluyente	Por Carga Volátil Destruída, estimada	Por Carga Volátil Destruída
<i>f</i>	m ³ _{biogás} /kgMV _{afluyente}	0,5	-	-
	m ³ _{biogás} /kgMV _{destruído}	-	0,9	0,9
2017				
Caudal de lamas, m ³ /h		9,4	9,4	9,4
MV afluyente, kg/h		190	190	190
%MV destruído		-	22,3 %	15,6 %
Q_{Biogás}, m³/dia		2 284	917	643
2018				
Caudal de lamas, m ³ /h		12	12	12
MV afluyente, kg/h		193	193	193
%MV destruído		-	22,3 %	80,3 %
Q_{Biogás}, m³/dia		2 313	928	1 733

Tabela 4.31 Estimativa da Produção de Biogás pelo Método Teórico

	2017	2018
SST nas lamas, g/L	25,5	20,5
CBO _L estimada, kg/dia	5 669	5 806
V _{Metano} , m ³ /dia	699	716
Q_{Biogás}, m³/dia	1 076	1 101

Tendo em conta os dados da operação de 2018, crê-se que os resultados mais próximos do real sejam os determinados pelo Método dos Projetistas através da carga volátil destruída.

Por sua vez, a estimativa realizada para as soluções propostas teve por base os métodos anteriormente mencionados e a estimativa do caudal produzido, tendo-se erradamente assumido que a composição das lamas seria idêntica à média de 2018. Deste modo, a Tabela 4.32 apresenta a Estimativa do Potencial de Biogás para os Tratamentos Físico-Químicos, e a Tabela 4.33 para o Filtro Salsnes.

Tabela 4.32 Estimativa do Potencial de Biogás para os Tratamentos Físico-Químicos

			2018	Ensaio II	Ensaio III
Q _{Lamas} , m ³ /h			12	20	17
Projetistas	Q _{Biogás} , m ³ /dia	por SV _{afluente}	2 313	3 918	3 222
		Por SV _{destruída} estimada	928	1 573	1 293
		Por SV _{destruída} , dados	1 733	2 937	2 415
		MÉDIA	1 658	2 810	2 310
Teórico	Q _{Biogás} , m ³ /dia		1 101	1 866	1 534
MÉDIA GLOBAL			1 519	2 574	2 116

Tabela 4.33 Potencial de produção de Biogás para o Filtro Salsnes

			2018	Filtro Salsnes
Q _{Lamas} , m ³ /h			12	9
Projetistas	Q _{Biogás} , m ³ /dia	por SV _{afluente}	2 313	1 734
		Por SV _{destruída} Estimada	928	696
		Por SV _{destruída} , dados	1 733	1 300
		MÉDIA	1 658	1 244
Teórico	Q _{Biogás} , m ³ /dia		1 101	826
MÉDIA GLOBAL			1 519	1 139

Uma vez que se considera que o teor de lamas se mantém em qualquer uma das hipóteses é expectável que um maior caudal de lamas gera um maior caudal de biogás, tal como acontece.

4.4.3 DOSEAMENTO DE REAGENTES

Evidentemente, o primeiro cálculo a realizar na projeção do doseamento de reagentes é o do custo associado ao seu consumo. Como tal, o custo de cada um dos reagentes utilizados lista-se de seguida:

- Cloreto Férrico (40%), Rivaz Química S.A. – 0,155 €/kg;
- Ambifloc M 100 H, SNF/AMBIENTAGUA – 0,74 €/kg;
- Ambifloc A54 VH, SNF/AMBIENTAGUA – 2,62 €/kg.

A determinação dos custos associados ao consumo de reagentes, encontra-se explicitado na Tabela 4.34.

Tabela 4.34 Custos dos consumíveis associados ao doseamento contínuo de reagentes

		Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3: TDM	
Cloreto Férrico 40 %; 1,42	Caudal, L/h	1 766	299	199	
	Custo	€/dia	3 732	631	421
		€/mês	111 970	18 941	12 627
Ambifloc M 100 H 100%, 1,05	Caudal, L/h	-	-	4,5	
	Custo	€/dia	-	84	
		€/mês	-	-	2 517
Ambifloc A54 VH 1,9 g/L	Caudal, L/h	12	61	61	
	Custo	€/dia	1,43	7,29	7,29
		€/mês	43	219	219
CUSTO TOTAL	€/dia	3 734	639	512	
	€/mês	112 013	19 159	15 363	

Em primeiro lugar refira-se que, mesmo que os Ensaio I não se tivessem demonstrado eficientes, mas ineficazes, no sentido em que efetivamente melhoram a fase de tratamento pretendida, contudo prejudicam o tratamento da fase sólida, esta solução seria excluída aquando da presente verificação de custos. Uma vez que mais de 100 000 € mensais apenas em reagentes é um valor demasiado elevado e dificilmente atenuado pelos parâmetros que se demonstrarão em seguida.

Relativamente aos custos associados às dosagens testadas nos Ensaio II e III, ainda que permaneçam valores elevados, não são equiparáveis ao anterior, por sua vez são bem mais plausíveis e ainda suscetíveis a otimização. De facto, sugerem-se três métodos de otimização destes custos, todos relacionados com um doseamento descontínuo ou variável, listados em seguida:

- Regulação pelo caudal afluente instantâneo: considerando que as bombas doseadoras de reagentes são reguláveis partindo da supervisão, programar um diferencial de caudais de reagentes em função de patamares pré-definidos de caudal afluente – por exemplo, caudal elevado de afluente - dosagens elevadas de reagentes e caudal reduzido - dosagens reduzidas de reagentes.
- Regulação pelo historial de caudal afluente: determinação do período de menor caudal afluente, durante o qual se cessaria o doseamento. Sendo, dos três, o único onde é possível estimar a poupança gerada, em análise à Figura 4.29 – caudais afluentes de maio de 2018 – determinou-se que o período de menor afluência se verifica

entre a 1h e as 7h30, traduzindo-se em 17,5h de doseamento. A redução nos custos de reagentes originada encontra-se na Tabela 4.35.

○ Regulação pela carga afluyente instantânea: recorrendo a um equipamento de análise instantânea do afluyente, programar o doseamento de reagentes a partir de um determinado valor de carga afluyente. Considerando que já faz parte do orçamento da ETAR de SJT a aquisição de um Analisador Online de Carbono Orgânico Total (TOC, do inglês *Total Organic Carbon*), nomeadamente o Biotector B700 i da Hach que permite a análise em tempo real do TIC e TOC em cerca de 7 minutos com a possibilidade de serem criados alarmes encaminhados diretamente ao telemóvel da operação, sugere-se que uma possível função adicional para este equipamento seja a regulação do doseamento ao serem criados alarmes para patamares de TOC que justifiquem a adição de reagentes e que as bombas sejam então ligadas, e patamares a partir dos quais as mesmas se possam desligar. Este método irá requerer um estudo entre a relação TOC-SST/CQO/CBO₅, e a determinação dos patamares justificáveis do doseamento, porém trata-se da solução mais correta e eficiente, sendo a única que depende efetivamente das cargas afluyentes.

Tabela 4.35 Custos dos consumíveis associados a um doseamento descontínuo de reagentes

		Ensaio I	Ensaio II	Ensaio III	
Cloreto Férrico 40 %; 1,42	Caudal, L/h	1 766	299	199	
	Custo	€/dia	2 721	460	307
		€/mês	81 645	13 811	9 207
Ambifloc M 100 H 100%, 1,05	Caudal, L/h	-	-	4,5	
	Custo	€/dia	-	61	
		€/mês	-	-	1 836
Ambifloc A54 VH 1,9 g/L	Caudal, L/h	12	61	61	
	Custo	€/dia	1,05	5,31	5,31
		€/mês	31	159	159
CUSTO TOTAL	€/dia	2 723	466	373	
	€/mês	81 676	13 970	11 202	

Em análise à Tabela 4.35 tem-se que ao alterar-se o regime de doseamento de acordo com o caudal afluyente, para as dosagens testadas nos Ensaio I estar-se-ia a poupar 30 300 € mensais, enquanto para as dosagens dos Ensaio II a poupança seria de 5 190 €/mês e por fim, para o Ensaio III a redução do período de doseamento originaria uma poupança de 4 160 €/mês.

Reforça-se que a terceira opção de regulação de doseamento é de facto a mais indicada, uma vez que um menor caudal não significa necessariamente uma menor carga afluyente, apesar de não ser possível determinar a poupança gerada, dada a imprevisibilidade das cargas afluyentes.

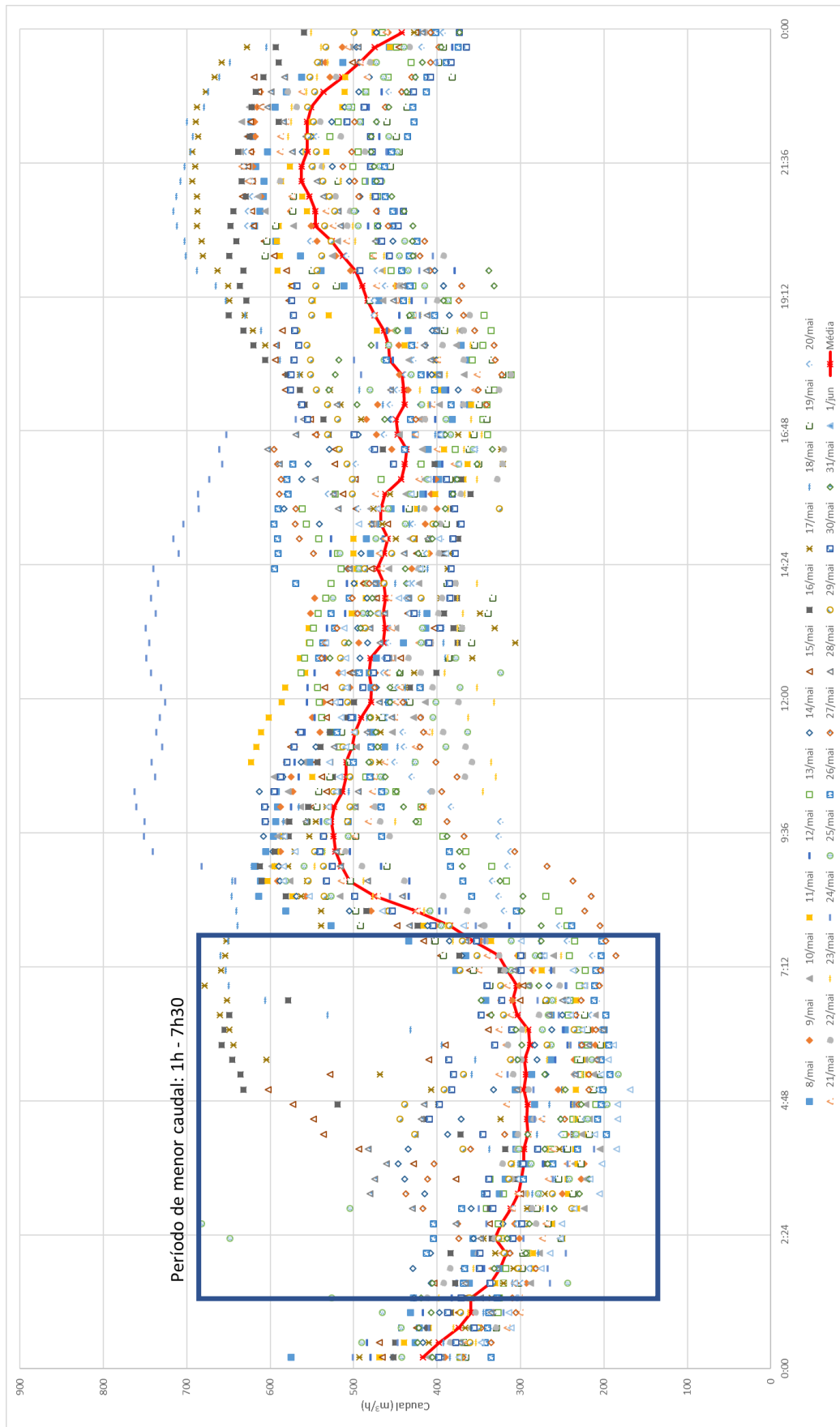


Figura 4.29 Caudal afluente à ETAR de SJT verificado no mês de maio de 2018.

Teoricamente o doseamento de reagentes reduz as necessidades de oxigênio ao nível do tratamento secundário e aumenta a produção de biogás, pelo que ambos os parâmetros foram tidos em conta neste estudo preliminar da viabilidade económica.

Os dados relativos às necessidades de oxigênio são apresentados na Tabela 4.36 onde, contrariamente ao esperado, se verificaram aumentos face às necessidades médias de 2018 e, conseqüentemente, na potência exigida e custo associado. Contudo é de realçar que os cálculos efetuados dependem essencialmente das concentrações de CBO₅, o parâmetro que menos vezes foi analisado no decorrer de todos os ensaios – três vezes no total, duas nos ensaios II e uma nos ensaios III –, sendo por isso menos representativo.

Tabela 4.36 Estimativa das Necessidades de Oxigênio de acordo com os dados dos ensaios

		Parâmetros	2018	Ensaio II	Ensaio III
		[CBO ₅] mg/L	450	633	510
Método 1	SOTR, kgO ₂ /h		704	1 005	803
	Caudal de Arejamento, m ³ /h		9 442	13 489	10 769
	Potência de Arejamento, kW		185	265	211
	Custo Associado, €/dia		355	509	405
Método 2	SOTR, kgO ₂ /h		896	950	762
	Caudal de Arejamento, m ³ /h		9 001	12 745	10 229
	Potência de Arejamento, kW		177	250	201
	Custo Associado, €/dia		340	480	386
Média	Potência de Arejamento, kW		181	258	206
	Custo Associado	€/dia	348	494	396
		€/mês	10 426	14 832	11 866

Em termos do potencial de produção de biogás o valor de interesse é, na verdade, o potencial elétrico (kW) associado, determinado de acordo com a Equação 4.1.

$$\text{Potencial Elétrico} = \frac{Q_{\text{biogás}} \cdot C_{p_{\text{biogás}}} \cdot \eta_{\text{geradores}}}{86\,400} \cdot 4,184 \quad (4.1)$$

Onde,

Q_{biogás} – Caudal de biogás produzido, m³/dia;

C_{p_{biogás}} – Poder calorífico do biogás, 5 500 kcal/m³;

η_{geradores} – Rendimento de conversão típico dos grupos de cogeração, 30 %;

4,184 - Fator de conversão de unidades, 1 kcal = 4,184 kJ;

86 400 – Fator de conversão de unidades, 1 dia = 86 400 s.

Por sua vez, partindo do potencial elétrico e assumindo que o grupo de cogeração funciona continuamente, o que na prática não acontece, é possível determinar a Energia Produzida ($E_{\text{produzida}}$, kWh) diariamente multiplicando-o pelas 24 horas. Por fim, é possível determinar a poupança diária em euros, através da multiplicação da Energia Produzida injetada na rede da ETAR pelo valor que esta custaria caso fosse adquirida à companhia de eletricidade. Resultados apresentados na Tabela 4.37.

Tabela 4.37 Resultados obtidos para a poupança energética diária

		2018	Ensaio II	Ensaio III
Potencial Elétrico, kW		121	206	169
Energia Produzida, kWh		2 912	4 936	4 058
Poupança, €/dia	€/dia	233	395	325
	€/mês	6 990	11 847	9 739

Note-se que, apesar de se ter tido em conta o caudal máximo de lama afluente ao digestor para os 12 dias de tempo de retenção ($488 \text{ m}^3/\text{dia} = 20,3 \text{ m}^3/\text{h}$) em particular para as estimativas relacionadas com os Ensaio II que excediam este valor, não foram consideradas as limitações do próprio grupo de cogeração, ao qual estará associado de igual forma um caudal máximo de biogás afluente, por exemplo. Pelo que, além dos resultados apresentados serem otimistas por considerarem uma produção contínua de energia, agravam-se pelo facto de não terem em conta tais limitações. Contudo, pretende-se avaliar o potencial máximo de cada uma das alternativas.

Em suma, o balanço económico encontra-se na Tabela 4.38.

Tabela 4.38 Síntese do balanço económico

		2018	Ensaio II	Ensaio III
Custo dos Reagentes, €/mês	Contínuo	0	19 159	15 363
	Descontínuo		13 970	11 202
Custo Arejamento, €/mês		10 426	14 832	11 866
Produção de Energia, €/mês		6 990	11 847	9 739
Balanço, €/mês	Contínuo	- 3 436	- 22 144	- 17 490
	Descontínuo		- 16 955	-13 329

Claro está que considerando apenas os custos associados a opção ótima seria a de não dosear reagentes, no entanto, e tal como mencionado anteriormente, a indispensável otimização do tratamento requer investimento. Assim sendo, tendo por base a relação custo/eficiência e as consequências gerais nas restantes fases de

tratamento, tem-se que os Ensaios III: 20 ppm de cloreto férrico + 10 ppm de polímero orgânico + 0,5 ppm de polímero aniônico, apresentam a melhor viabilidade económica.

4.4.4 FILTRO SALSNES

Dadas as eficiências alcançadas ao longo dos ensaios, em nenhuma situação a implementação do filtro seria viável ou justificável. Ainda assim, e apenas para efeitos de comparação com o doseamento de reagentes, determinar-se-á as necessidades de oxigénio e o potencial de produção de biogás.

Note-se que para a determinação das necessidades de oxigénio se recorreu à razão de CBO/CQO de 0,5 verificado no afluente ao Tanque de Arejamento em 2018, estando os resultados obtidos representados na Tabela 4.39.

Tabela 4.39 Necessidades de O₂ de acordo com os resultados do Filtro Salsnes

		Parâmetros	2018	Filtro Salsnes
		[CBO ₅] mg/L	450	704
Método 1		SOTR, kgO ₂ /h	947	1 123
		Caudal de Arejamento, m ³ /h	9 442	15 067
		Potência de Arejamento, kW	185	296
		Custo Associado, €/dia	355	568
Método 2		SOTR, kgO ₂ /h	896	1 059
		Caudal de Arejamento, m ³ /h	9 001	14 205
		Potência de Arejamento, kW	177	279
		Custo Associado, €/dia	340	535
Média		Potência de Arejamento, kW	181	288
	Custo Associado	€/dia	348	553
		€/mês	10 426	16 589

Neste caso em particular, o aumento do custo associado ao arejamento já era expectável, uma vez que as eficiências de remoção não foram satisfatórias esperando-se, portanto, uma carga de CBO₅ afluente ao Tanque de Arejamento superior à verificada normalmente na ETAR de SJT.

Por sua vez, e de igual forma relacionado com a fraca eficiência de remoção neste caso de SST, já se esperava um menor potencial de produção de biogás devido ao menor caudal de lamas produzido, e conseqüentemente menos produção de energia, tal como é possível constatar na Tabela 4.40.

Tabela 4.40 Produção de energia e poupança gerada, Filtro Salsnes

		2018	Filtro Salsnes
Potencial Elétrico, kW		121	91
Energia Produzida, kWh		2 912	2184
Poupança, €/dia	€/dia	233	175
	€/mês	6 990	5 242

5. CONCLUSÕES

O principal objetivo deste projeto foi estudar tecnologias de otimização do tratamento primário da ETAR de SJT e determinar, dentro das três que foram propostas inicialmente, qual a mais apropriada. De acordo com os resultados obtidos concluiu-se que a melhor opção é a implementação do Método do Doseamento Triplo, com as dosagens de 20 ppm de FeCl_3 , 10 ppm de Ambifloc M 100 H (coagulante orgânico) e 0,5 ppm de Ambifloc A 54 VH (floculante aniônico), uma vez que ao longo dos ensaios apresentou otimizações nas eficiências de remoção dos três parâmetros estudados, sem causar impactos no restante processo.

O facto de este método permitir uma redução na dosagem de cloreto férrico torna possível a redução da acidificação das lamas primárias produzidas, evitando assim a destabilização do espessador e o prejuízo da sua taxa de captura. Além disso, torna o processo mais viável em termos económicos, uma vez que reduz também o custo associado ao consumo de reagentes.

Ainda assim, tanto em termos de eficiências como de custos, é um método suscetível a otimizações. No primeiro caso, através da utilização do floculante indicado, um de elevado peso molecular, tal como o método sugere, em detrimento do polímero de baixo peso molecular que foi comum aos três conjuntos de ensaios. Em termos económicos, a otimização poderá ser alcançada pela alteração do regime de doseamento para um regime variável ou descontínuo, isto porque, tendo em conta a variabilidade do afluente desta estação, a utilização de reagentes nem sempre é justificável.

De notar que o Doseamento Convencional, obteve em qualquer uma das hipóteses estudadas, bons resultados em termos de eficiências de remoção. Contudo, tratando-se a ETAR de SJT de uma estação com tão forte componente industrial, as dosagens de cloreto férrico necessárias a esta otimização são demasiado elevadas e prejudicam os tratamentos a jusante, pelo que inviabiliza a sua implementação. Possivelmente a utilização de cal atenuaria esta problemática e, sendo esta uma hipótese a testar, as dosagens de 30 ppm de FeCl_3 e 0,5 ppm de Ambifloc A 54 VH deveriam ser o ponto de partida. Contudo, a adição de mais um reagente tornaria o processo ainda mais caro, colocando-o novamente em desvantagem relativamente ao Método do Doseamento Triplo.

Por sua vez, no que concerne aos ensaios à escala piloto para o Filtro Salsnes, os resultados obtidos são, em todos os casos, inferiores ao esperado. Mais uma vez, a componente industrial do afluente à estação é a principal influenciadora dos resultados obtidos, neste caso, considerando que o teor de fibras fica muito aquém do de um afluente doméstico. De acordo com o fabricante, é a presença destas fibras, essencialmente provenientes do papel higiénico, que potencializa as eficiências do equipamento, no sentido em que formam um filme no topo da malha do filtro,

umentando assim a área de filtração. Ainda assim, das diversas condições testadas, os melhores resultados obtiveram-se para o caudal de 25 m³/h de afluente diretamente recolhido do THE, utilizando uma malha do filtro de 210 µm, sem recorrer à adição de adjuvantes.

A Tabela 5.1 mostra o resumo dos resultados médios obtidos, sendo que para o Filtro Salsnes consta apenas o referente à terceira semana, a correspondente aos melhores resultados.

Tabela 5.1 Resultados globais dos ensaios realizados

Otimização do Tratamento Primário da ETAR de SJT						
Tipo	Reagentes (ppm)			Eficiência de Remoção (%)		
	Cloreto Férrico	Ambifloc M 100 H	Ambifloc A54 VH	SST	CQO	CBO₅
2017	0	0	0	60	46	39
2018	0	0	0	34	15	67
Ensaio I	177	0	0,1	85	45	-
Ensaio II	30	0	0,5	73	34	39
Ensaio III	20	10	0,5	64	35	54
Filtro Salsnes	0	0	0	26	24	-

Fazia parte dos objetivos inicialmente estipulados a caracterização histórica do afluente e da estação, que foi feita ao longo de toda a dissertação. Concluiu-se que a variabilidade das concentrações e características do afluente da ETAR de SJT constituem efetivamente a problemática da estação, uma vez que são imprevisíveis e atingem valores tão elevados que, por vezes, provocam limitações no tratamento secundário.

Por fim, o último objetivo era o de realizar um estudo preliminar da viabilidade económica das soluções mais indicadas, de onde se concluiu que, especialmente por requerer um menor consumo de reagentes, o Método do Doseamento Triplo é o mais vantajoso.

5.1. TRABALHO FUTURO

Sugere-se como trabalho futuro, em primeiro lugar, reavaliar a eficiência do Método do Doseamento Triplo à escala real com a utilização do polímero floculante aniónico Ambifloc AP 105 P que apresenta um maior peso molecular do que o polímero utilizado nos ensaios (Ambifloc A54 VH), sendo, de acordo com a literatura, mais apropriado ao método. De modo a otimizar os custos associados à aplicação do método,

sugere-se a implementação de um sistema de controlo do doseamento, alterando-se a sua aplicação para um regime descontinuo. Considera-se que a solução mais sustentável, entre as apresentadas, seria a de recorrer ao analisador online de TOC Biotector B7000i, uma vez que se asseguraria que o doseamento seria efetuado apenas quando efetivamente necessário. Para tal seria necessário, numa primeira fase avaliar a relação entre o TOC e a CQO, SST e/ou CBO₅. Posteriormente, avaliar e definir o patamar da relação estabelecida a partir do qual o doseamento deveria ser posto em funcionamento e a partir do qual deveria ser cessado, implementando para tal efeito os alarmes necessários.

Por fim, mas não menos importante, o investimento na otimização do tratamento secundário, definido como o *bottleneck* do processo neste projeto, sugerindo-se primeiramente a alteração do tipo de arejamento por um mais eficaz e sustentável, bem como o estudo de novas configurações do próprio reator biológico e formas de se aumentar o volume disponível. Sendo que parte destas intervenções já se encontram contempladas no orçamento do próximo ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] – Sonune, A., Ghatge, R. (2004). Developments in wastewater treatment methods. *Desalination*. **167**(1), 55-63.
- [2] – Silva, M., Godinho, F. (1995). Estação de Tratamento de Águas Residuais de S. João da Talha Projeto de Execução – Memória Descritiva e Justificativa. (Documento Interno)
- [3] – Ødegaard, H. (2000). Advanced compact wastewater treatment based on coagulation and moving bed biofilm processes. *Water and Science Technology*. **42**(12), 33-48.
- [4] – Metcalf & Eddy. (2003). *Wastewater Engineering – Treatment and Reuse*. 4th Edition, McGraw Hill. Boston.
- [5] - Monte, H., Santos, M., Barreiros, A., Albuquerque, A. (2016). *Tratamento de Águas Residuais – Operação e Processos de Tratamento Físico e Químico*. Cursos Técnicos. ERSAR em parceria com ISEL.
- [6] – SALSNES FILTER *Eco-Efficient Solids Separation*.
<<https://www.salsnes-filter.com>>
(Consultado a 12/03/2018)
- [7] – ÁGUAS DO TEJO ATLÂNTICO. *Características e Dados Gerais*.
<<https://www.aguasdotejoatlantico.adp.pt/content/caracteristicas-e-dados-gerais>>
(Consultado a 15/03/2018)
- [8] – Degrémont, Gravier. (2009). Empreitada de Beneficiação da Estação de Tratamento de Águas Residuais de S. João da Talha – Elementos Técnicos. Proposta Base. Memória descritiva e Justificativa da Solução Apresentada. (Documento Interno)
- [9] – Ecotécnica; Tomás de Oliveira; ASIBEL. (2010). Empreitada de Ampliação da Capacidade Hidráulica da ETAR de São João da Talha – Desodorização. Memória Descritiva e Justificativa. (Documento Interno)
- [10] – DIÁRIO DA REPÚBLICA ELETRÓNICO. *Tratamento de águas residuais urbanas – Decreto-Lei n.º152/97*.
<<https://dre.pt/web/guest/legislacao-consolidada/-/lc/75044039/view?q=152%2F97>>
(Consultado a 19/03/2018)
- [11] – DIÁRIO DA REPÚBLICA ELETRÓNICO. *Decreto-Lei n.º 348/98*.
<<https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/223419/details/normal?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20348%2F98>>

(Consultado a 19/03/2018)

[12] – DIÁRIO DA REPÚBLICA ELETRÓNICO. *Decreto-Lei n.º 261/99.*

<<https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/374613/details/normal?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20261%2F99>>

(Consultado a 19/03/2018)

[13] – DIÁRIO DA REPÚBLICA ELETRÓNICO. *Decreto-Lei n.º 172/2001.*

<<https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/332415/details/normal?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20172%2F2001>>

(Consultado a 19/03/2018)

[14] – DIÁRIO DA REPÚBLICA ELETRÓNICO. *Decreto-Lei n.º 149/2004.*

<<https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/272036/details/normal?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20149%2F2004>>

(Consultado a 19/03/2018)

[15] – DIÁRIO DA REPÚBLICA ELETRÓNICO. *Decreto-Lei n.º 198/2008.*

<<https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/452916/details/normal?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20198%2F2008>>

(Consultado a 19/03/2018)

[16] – DIÁRIO DA REPÚBLICA ELETRÓNICO. *Decreto-Lei n.º 133/2015.*

<<https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/69778945/details/normal?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20133%2F2015>>

(Consultado a 19/03/2018)

[17] – DIÁRIO DA REPÚBLICA ELETRÓNICO. *Decreto-Lei n.º 236/98.*

<<https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/430457/details/normal?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20236%2F98>>

(Consultado a 19/03/2018)

[18] – Agência Portuguesa do Ambiente. Licença de Utilização dos Recursos Hídricos – Rejeição de Águas Residuais. 2016-2018. (Documento Interno)

[19] – Water Online. *Fuzzy Filter Uses Compression In Advanced Primary Treatment.*

<<https://www.wateronline.com/doc/fuzzy-filter-uses-compression-in-advanced-primary-treatment-0001>>

(Consultado a 14/08/2018)

[20] – Fitzpatrick, J., George, R., Caliskaner, O. (2015). LIFT – Innovative Advanced Primary Treatment for the Utility of the Future. Presented at WEFTEC – Technical Session.

- [21] – IWA PUBLISHING. *Physico-chemical Water Treatment Processes*. <<https://www.iwapublishing.com/news/physico-chemical-water-treatment-processes>>
(Consultado a 6/08/2018)
- [22] – Bratby, J. (2016). *Coagulation and Flocculation in Water and Wastewater Treatment*. 3rd Edition. IWA Publishing. London.
- [23] – Junior, J., Varanda, L. (1999) O Mundo dos Coloides. *Química Nova na Escola*. **9(1)**, 9-13.
- [24] – Bourke, M. (2000). *Full Scale Study of Chemically Enhanced Primary Treatment in Riviera de Sao Lourenco, Brazil*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil e Engenharia Ambiental. Massachusetts Institute of Technology, USA.
- [25] – Singley, J., Sullivan, J. (1967). Hydrolysis Products of Iron III. *AWWA*. **59(12)**. 1549-1564.
- [26] – Hellstedt, C., Starberg, K., Olsson, L., Hellström, D., Jonsson, L., Mossakowska, A. (2009). *Increased Biogas Production at the Henriksdal WWTP*. Stockholm Vatten – BIOGASMAX Integrated Project
- [27] – Sörsensen, J., Larsson, S. (1992). *Particle Separation in Wastewater Treatment*. Chemical Water and Wastewater Treatment II. 5th Gothenburg Symposium, published in proceedings: 181-190.
- [28] – Mourato, F. (2015). *Otimização do doseamento de reagentes na Decantação Primária*. Tese de Mestrado em Engenharia Química e Bioquímica. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa.
- [29] – Oliveira, S. (2014). *Ensaio Exploratório de Otimização do Tratamento Primário da ETAR de Beirolos para Incrementar a Eficiência Energética*. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Instituto Superior de Agronomia – Universidade de Lisboa.
- [30] – Sarparastzadeh, H., Saeedi, M., Naeimpoor, F., Aminzadeh, B. (2007). Pretreatment of Municipal Wastewater by Enhanced Chemical Coagulation. *Int. J. Environ. Res.* **1(2)**, 104-113.
- [31] – Melcer, H., Carter, P., Butler, R., Moore, Z. (2014). Bench- to Pilot- to Full-Scale Verification of CEPT Assisted Dual Use Primary Clarifiers Technology at King County's Brightwater Treatment Plant. Proceedings of the WEFTEC: 3505-3416.

- [32] – Water Environmental Federation (WEF). (2008). *Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants – Manual of Practice No. 11. Vol. II: Liquid Processes*. 6th Edition. McGraw Hill.
- [33] – Rusten, B., Rathnaweera, S., Rismyhr, E., Sahu, A., Ntiako, J. (2017). Rotating belt sieves for primary treatment, chemically enhanced primary treatment and secondary solids separation. *Water Science & Technology*. **75**(11), 2598-2606.
- [34] – Franchi, A. & Santoro, D. (2015). Current status of the rotating belt filtration (RBF) technology for municipal wastewater treatment. *Water Practice and Technology*. **10**(2), 319-327.
- [35] – Franchi, A., Stedman, K., Mitchell, C. (2012). Demonstration-scale of primary solids harvesting for energy recovery at the UC Davis wastewater treatment plant. WEFTEC 2012, published in proceedings: 5699–5714.
- [36] – Rusten, B. & Ødegaard, H. (2006) Evaluation and testing of fine mesh sieve technologies for primary treatment of municipal wastewater. *Water Science and Technology*. **54**(10), 31–38.
- [37] – Broon, T., Newcombe, L., Fiepke, S. (2008) Fine Mesh, Rotating Belt Sieve for Primary Treatment of Municipal Wastewater: Pilot Project Results. Proceedings of the Water Environment Federation: 1714-1718.
- [38] – Sperling, M. (2007). *Biological Wastewater Treatment Series, Activated Sludge and Aerobic Biofilm Reactors*. 1st Edition. IWA Publishing. London.
- [39] – Cotrim, D. (2013). *Otimização das Condições de Arejamento do Tratamento Biológico da ETAR da Ericeira*. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão da Água. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa.
- [40] – Barros, M. (2016). *Otimização Energética de Sistemas de Arejamento nas Estações de Tratamento de Águas Residuais*. Tese de Mestrado em Engenharia Cívil. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- [41] – Mano, P. (2018). Energia no setor das águas residuais – Módulo IV. Faculdade de Ciências e Tecnologia & EPAL Academia das Águas Livres.
- [42] – Inocêncio, S. (2012). *Contribuição para o Estudo do Processo de Lamas Ativadas com Vista à Redução de Custos de Operação*. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente – Perfil Engenharia Sanitária. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa.

- [43] – Amaral, L. (2018). Técnicas de Auditoria Energética em Sistemas de Tratamento Biológico – Módulo IV. Faculdade de Ciências e Tecnologia & Águas de Portugal.
- [44] – Water Environment Association of Ontario; Ontario Ministry of the Environment. (2010). *The Optimization Guidance Manual for Sewage Works*. Canadá.
- [45] – Rohstoffe, F. (2010). Guia Prático do Biogás – Geração e Utilização. Ministério da Nutrição, Agricultura e Defesa do Consumidor da Alemanha (BMELV). Gülzow.
- [46] – Appels, L., Baeyens, J., Degreève, J.,; Dewil, R. (2008). Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge. *Progress in Energy and Combustion Science*. **34**(6), 755-781.
- [47] – Qasim, S. (1999). *Wastewater treatment plants: Planning, design and operation*. PA: Technomic. Lancaster.
- [48] – Parnell, S. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – Part 5000 Aggregate Organic Constituents*. APHA, AWWA and WEF.
- [49] – Mahvi, A., Bazrafshan, E., Jahed, G. (2005). Evaluation of COD Determination by ISO 6060 Method, comparing with Standard Method (5220, B). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. **8**(6), 892-894.
- [50] – BOD self check measurement OxiTop® IS.
<<https://www.wtw.com/en/products/product-categories/benchtoper-meters/oxitopr-measuring-systems/oxitopr-is.html>>
(Consultado a 24/08/2018)
- [51] – Mikelonis, A. (2008). Chemically Enhanced Primary Treatment of Wastewater in Honduran Imhoff Tanks. Tese de Mestrado em Engenharia Civil, Massachusetts Institute of Technology.
- [52] – Caliskaner, O., Tchobanoglous, G., Reid, T., Kunzman, B., Young, R., Ramos, N. (2015). Evaluation and Demonstration of Five Different Filtration Technologies as an Advanced Primary Treatment Method for Carbon Diversion. Proceedings of the Water Environment Federation: 795-818.

ANEXOS

ANEXO A: CARACTERIZAÇÃO DO AFLUENTE E EFLUENTE DE 2017

Por questões de confidencialidade, o Anexo A foi removido.

ANEXO B: FICHA DE SEGURANÇA DO CLORETO FÉRRICO

Apresenta-se em seguida a ficha de segurança do cloreto férrico, o sal metálico utilizado como coagulante nos ensaios efetuados no presente projeto.



Rivaz Química, S.A.

FDS N.º 1045

Revisão n.º 03 / 2011-04-06

1. IDENTIFICAÇÃO DA SUBSTÂNCIA / PREPARAÇÃO E DA EMPRESA

1.1 Identificação da substância ou preparação

Nome do produto: RIFER 40%
Nome químico: Tricloreto de Ferro
Fórmula Molecular: FeCl_3
Tipo de produto: Substância

1.2 Utilização da substância ou preparação

Tratamento de água potável e água industrial
Tratamento de águas residuais
Fabricação de formulações
Tratamento de lamas
Tratamento de biogás
Tratamento de resíduos
Uso como reagente ou precursor no fabrico de outros produtos químicos
Tratamento de superfícies - gravação
Uso em laboratório

1.3 Identificação da sociedade / empresa

RIVAZ QUÍMICA, S.A.

Via Adelino Amaro da Costa, Lote 3

Moreira 4470 - 557 MAIA

Responsável pela FDS: Telefone: 229 479 560

Telefone: 229 479 560

Fax: 229 479 569

E-mail: geral@rivaz.pt

1.4 Número de telefone de emergência

Telefone de emergência da empresa: 229 479 560 (das 09h00 às 19h00)

Telefone de emergência do Centro de Informação Antivenenos (CIAV): 808 250 143

2. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

Classificação da substância

Classificação segundo o regulamento europeu (CE) 1272/2008, e suas alterações

Produto classificado como perigoso.

Classe de perigo	Categoria de perigo	Advertências de Perigo
Toxicidade aguda	Categoria 4	H302
Corrosão/irritação cutânea	Categoria 2	H315
Sensibilização cutânea	Categoria 1	H317
Lesões oculares graves ou irritação ocular	Categoria 1	H318
Corrosivo para metais	Categoria 1	H290

Classificação segundo a directiva europeia 67/548/CEE ou 1999/45/CE e suas alterações

Produto classificado como perigoso.

Classe de perigo/categoria de perigo	Frases R
Xn -Nocivo	R22: Nocivo por ingestão R38: Irrita a pele R41: Risco de lesões oculares graves R43: Pode causar sensibilização em contacto com a pele.

Os elementos do rótulo

Rotulagem CE - De acordo com o regulamento europeu (CE) 1272/2008 e suas alterações.

Pictogramas de perigo

GHS05



GHS07

Palavras -sinal

Perigo

Advertências de Perigo

H290	Pode ser corrosivo para os metais
H302	Nocivo por ingestão
H315	Provoca irritação cutânea
H317	Pode provocar uma reacção alérgica cutânea.
H318	Provoca lesões oculares graves.

Recomendações de Prudência**Prevenção**

P234	Conservar unicamente no recipiente de origem
P261	Evitar respirar as poeiras/fumos/gases/névoas/vapores/aerossóis.
P264	<i>Lavar... cuidadosamente após manuseamento.</i>
P270	Não comer, beber ou fumar durante a utilização deste produto.
P272	A roupa de trabalho contaminada não deverá sair do local de trabalho.
P280	<i>Usar luvas de protecção/vestuário de protecção/protecção ocular/protecção facial.</i>

Resposta

P301+P312	<i>EM CASO DE INGESTÃO: caso sinta indisposição, contacte um CENTRO DE INFORMAÇÃO ANTIVENENOS ou um médico.</i>
P302+P352	<i>SE ENTRAR EM CONTACTO COM PELE: lavar com sabonete e água abundante.</i>
P305+P351+P338	<i>SE ENTRAR EM CONTACTO COM OS OLHOS: enxaguar cuidadosamente com água durante vários minutos. Se usar lentes de contacto, retire-as, se tal lhe for possível. Continuar a enxaguar.</i>
P310	Contacte imediatamente um CENTRO DE INFORMAÇÃO ANTIVENENOS ou um médico.
P321	Tratamento específico (ver... no presente rótulo).
P330	Enxaguar a boca.
P332+P313	Em caso de irritação cutânea: consulte um médico.
P333+P313	Em caso de irritação ou erupção cutânea: consulte um médico.
P362	<i>Retirar a roupa contaminada e lavá-la antes de a voltar a usar.</i>
P363	Lavar a roupa contaminada antes de a voltar a usar.
P390	<i>Absorver o produto derramado a fim de evitar danos materiais.</i>

Armazenamento

P406	Armazenar num recipiente resistente à corrosão / ... com um revestimento interior resistente.
------	---

Eliminação

P501	Eliminar o conteúdo/recipiente em conformidade com os regulamentos locais / regionais / nacionais / internacionais.
------	---

Nota: O rótulo que acompanha o produto contém apenas as recomendações de prudência assinaladas em itálico.

Outros Perigos

Informação não disponível.

3. COMPOSIÇÃO / INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES

Nome da substância	Concentração	Nº CE	Nº CAS	Nº de registo REACH	Nº índice em Anexo VI Regulamento CE 1272/2008
Cloreto férrico	39-42%	231-729-4	7705-08-0	01-2119497998-05-0005	---

4. PRIMEIROS SOCORROS

Em caso de inalação

- Respirar ar fresco. Enxaguar com água a boca e nariz. Se os sintomas persistirem, chamar um médico.

Em caso de contacto com os olhos

- Lavar imediatamente com água durante vários minutos. Lavar bem debaixo das pálpebras.

- Consultar um médico.

Em caso de contacto com a pele

- Lavar abundantemente com água e sabão. Retirar e lavar as roupas contaminadas antes de reutilizá-las.

- Se os sintomas persistirem, chamar um médico.

Em caso de ingestão

- Chamar um médico imediatamente. Não provocar o vômito. Lavar a boca com água.

- Beber 1 ou 2 copos de água ou leite. Nunca dar de beber a uma pessoa inconsciente.

Principais sintomas e efeitos, agudos e retardados

Em caso de inalação

- Irritação do sistema respiratório.

Em caso de contacto com os olhos

- Irritação ocular.

Em caso de contacto com a pele

- Irritação cutânea

Em caso de ingestão

- Vômitos, diarreia, dor abdominal superior e letargia. Em casos mais graves, cianose, choque e coma.

Indicação de qualquer atenção médica e tratamento especial que deve ser dispensada imediatamente
- *Tratamento de emergência em caso de ingestão:* Administrar 1 ml/kg de peso corporal de uma solução padrão (mEq/ml) de bicarbonato de sódio após a lavagem gástrica. Antiácidos Convencionais também podem ser uma alternativa segura.

- No caso de ingestão significativa, 5-10 g de deferoxamina pode ajudar no final da lavagem gástrica. (Toxicologia Médica. - Diagnóstico e Tratamento da intoxicação humana Elsevier Science Publishing Co. Inc. New York, NY, 1988).

5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIOS

Meios adequados de extinção

Utilizar meios de extinção apropriados para a situação e ambiente.

Meios de extinção inadequados

Nenhum.

Riscos específicos da substância

Acima da temperatura de decomposição do produto (285 °C), pode ser libertado cloreto de hidrogénio.

Equipamento de protecção pessoal contra incêndios

Utilizar equipamento de respiração autónomo. Equipamento de protecção pessoal resistente ao fogo.

6. MEDIDAS A TOMAR EM CASO DE FUGAS ACIDENTAIS

Precauções pessoais, equipamentos de protecção e procedimentos de emergência

Para pessoal que não faz parte dos serviços de emergência

Evitar o contacto com a substância.

Para o pessoal da emergência

Seguir as recomendações da secção 7 (manipulação e armazenamento).

Usar botas e vestuário de protecção.

Em caso de formação de aerossóis ou névoas do produto, usar meia máscara com filtro de protecção B/P2.

Precauções relativas ao meio ambiente

Em caso de derrame confinado tentar recuperar e reutilizar o produto. Se não for possível, absorver com terra ou areia e submeter o absorvente a tratamento posterior. Evitar que o produto afecte o solo ou água.

Se o produto contaminar um rio, um lago ou um poço, informar as autoridades.

Evitar o alastramento do derrame utilizando materiais absorventes apropriados como areia ou cascalho.

Métodos e materiais de limpeza e contenção

Recolher grandes derrames utilizando uma bomba apropriada. Limpar o resíduo com água e neutralizar a água de lavagem com um produto básico (soda, cal, carbonato de sódio, etc.)

Os resíduos devem ser geridos em conformidade com a legislação aplicável.

Referência a outras secções

Consultar as medidas de protecção nas listas das secções 7 e 8.

7. MANUSEAMENTO E ARMAZENAGEM

Manuseamento

O local e o método de trabalho deverá ser organizado de forma a evitar ou minimizar o contacto directo com o produto. Usar luvas de protecção de materiais adequados, tais como PVC, neopreno ou borracha natural. Respeitar as instruções do fabricante quanto à permeabilidade e resistência das luvas. Ter em conta as condições específicas do local de trabalho onde o produto é utilizado, tais como o risco de cortes, abrasão e tempo de contacto. Usar óculos de segurança, de preferência do tipo fechado.

Armazenagem

Recomendações gerais

Manter afastado de produtos incompatíveis, tais como produtos alcalinos.

Evitar o congelamento do produto. Evitar altas temperaturas.

Materiais adequados para armazenagem

Plástico (PE, PP, PVC). Poliéster reforçado com fibra de vidro. Cimento revestido de resina epóxi. Titânio.

Aço resistente a ácidos ou aço ebonitado.

Materiais inadequados para armazenagem

Materiais não resistentes aos ácidos tais como alumínio, cobre, ferro,...; Aço; Recipientes galvanizados.

Usos específicos

Ver anexo.

8. CONTROLO DA EXPOSIÇÃO E PROTECÇÃO INDIVIDUAL

Valores limite de exposição

VLA-ED 1 mg/m³ (expresso como Fe).

DN(M)EL Trabalhadores (8 horas/dia de exposição)

- DN(M)EL pele: 0,57 mg Fe/kg de peso corporal/dia; DN(M)EL inalação: 2,01 mg Fe/m³

DN(M)EL Consumidores

- DN(M)EL pele: 0,29 mg Fe/kg de peso corporal/dia; DN(M)EL inalação: 0,5 mg Fe/m³

- DN(M)EL oral: 0,29 mg Fe/kg de peso corporal/dia

Controlo da exposição

Controlo técnico apropriado

- Equipar as instalações com lava-olhos e chuveiros de emergência;
- Instalar ventilação suficiente nas áreas de trabalho.

Medidas de protecção individual

Protecção dos olhos / face

Usar óculos de segurança, de preferência do tipo fechado.

Protecção da pele (mãos e outros.)

Usar luvas de protecção de materiais adequados, tais como PVC, neopreno ou borracha natural.

Usar roupa de trabalho.

Protecção respiratória

Em caso de formação de aerossóis ou névoas do produto, usar meia máscara com filtro de protecção B-P2.

Perigos térmicos

Informação não disponível.

Medidas de higiene

Garantir que os lava-olhos e chuveiros de segurança estão localizados perto do local de trabalho.

Substituir imediatamente a roupa contaminada.

Lavar a cara e as mãos antes das pausas e no fim do expediente.

Controlo da exposição ambiental

Medidas organizativas: procedimentos operativos e de controlo para minimizar emissões, especialmente durante operações de limpeza e de manutenção.

Medidas preventivas relacionadas com os efluentes líquidos: os efluentes de cloreto férrico devem ser reutilizados ou descarregados num efluente industrial com posterior neutralização.

Medidas preventivas relacionadas com as emissões para o ar: não se prevê emissões para o ar devido à sua baixa pressão de vapor.

9. PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS

Aspecto	Líquido castanho avermelhado
Odor	Praticamente inodoro
Limite de odor	Dado indisponível
pH	< 1

Ponto de fusão/ponto de congelação	-12°C
Ponto de ebulição/intervalo de ebulição	106-120°C
Ponto de inflamação	não aplicável (substância inorgânica sem presença de carbono e hidrogénio)
Taxa de evaporação	não disponível
Inflamabilidade (sólido, gás)	não aplicável (substância inorgânica sem presença de carbono e hidrogénio)
Limite superior/inferior de inflamabilidade ou de explosão	não aplicável (substância inorgânica sem presença de carbono e hidrogénio)
Pressão de vapor	não disponível
Densidade de vapor	não aplicável
Densidade relativa	1,42
Solubilidade	Solúvel em água em todas as proporções
Coefficiente de partição n-octanol/água	não aplicável (substância inorgânica)
Temperatura de auto-inflamação	não aplicável (substância inorgânica sem presença de carbono e hidrogénio)
Temperatura de decomposição	285 °C
Viscosidade	17 cps
Propriedades explosivas	não aplicável (substância inorgânica sem presença de grupos funcionais associados a propriedades explosivas)
Propriedades comburentes	não aplicável (substância inorgânica sem presença de oxigénio)
Informação adicional	No contexto dos riscos físicos e químicos, os sais de ferro não têm propriedades oxidantes.

10. ESTABILIDADE E REACTIVIDADE

Reactividade

Devido ao baixo pH do produto deve-se evitar o contacto com produtos que são incompatíveis com produtos ácidos (por ex. hipoclorito de sódio).

O contacto com certos metais liberta hidrogénio (gás inflamável e explosivo).

Estabilidade química

O produto é estável nas condições de armazenagem recomendadas.

Possibilidade de reacções perigosas

Não se conhecem reacções perigosas.

Condições a evitar

Não há informação disponível.

Materiais incompatíveis

Ver secção 7 da ficha de dados de segurança (manuseamento e armazenagem.)

Produtos de decomposição perigosos

Nenhum

11. INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA

Toxicidade aguda

- LD50 oral: 1300 mg Cl₃Fe/kg de peso corporal. LD50 dérmica: 2000 mg Cl₃Fe/ kg de peso corporal.

Toxicidade crónica

- NOAEL oral (ratazana): 277 mg/kg de peso corporal/ dia.

Corrosão ou irritação cutânea

Causa irritação cutânea categoria 2.

Lesão ou irritação ocular grave

Irritação ocular, categoria 1. Provoca lesões oculares graves.

Sensibilização respiratória ou cutânea

Pode causar sensibilização cutânea. Estão a realizar-se ensaios para determinar se o cloreto férrico pode dar lugar a reacções de sensibilização cutânea.

Mutagenicidade em células germinais

Ensaio de mutação genética em bactéria e em células de mamífero: "Genotoxicidade de compostos de ferro em Salmonella typhimurium e células de linfoma de rato L5178Y". Resultado: negativo em ambos casos.

Ensaio de genotoxicidade: Aberrações nucleares e indução de micronúcleos no trato digestivo de ratos com diferentes sais de ferro ". Resultado: negativo.

Carcinogenicidade

Ensaios realizados mostram que o cloreto férrico não é carcinogénico.

Toxicidade para reprodução

Resultados recentes de estudos levados a cabo com cloreto ferroso e sulfato ferroso deram valores de NOAEL para efeitos sobre a reprodução e desenvolvimento > = 500 mg/kg peso corporal/dia e > =1000 mg/kg peso corporal /dia, respectivamente.

Este resultado considera-se aplicável aos sais de ferro III tais como o cloreto férrico, visto que o ferro II ingerido é oxidado a ferro III pelo organismo antes de ser absorvido.

Suplementos de ferro de 5,8 a 11,7 mg/kg peso corporal /dia (para indivíduos de 60kg) são prescritos de forma rotineira a grávidas, sem evidência de efeitos adversos de nenhum tipo.

Toxicidade específica em determinados órgãos (STOT) – exposição única

Não há informação disponível.

Toxicidade específica em determinados órgãos (STOT) – exposição repetida

NOAEL de 227 e 314 mg Fe/kg peso corporal/dia (ratas macho e fêmea, respectivamente).

Perigo de aspiração

Ver secção 11.1.

12. INFORMAÇÃO ECOLÓGICA**12.1. Ecotoxicidade**

- PNEC água: não aplicável.
- PNEC sedimento (g Fe/kg sedimento seco): 49,5
- PNEC solo (g Fe/kg solo seco): 55
- PNEC estações de tratamento de águas residuais (mg Fe/l): 500
- PNEC oral: não aplicável (não é bioacumulável)
- Peixes (*Lepomis macrochirus*) 96h: LC50: 20 mg Fe/l
- Invertebrados aquáticos (*Daphnia magna*) 48h. EC50: 9.6 mg Fe/l

12.2. Persistência e degradabilidade

- A biodegradabilidade não é aplicável a sais inorgânicos de metais. A precipitação e factores abióticos controlam a transformação e degradação do cloreto férrico no meio ambiente.
- Não obstante, o ferro está sujeito a uma certa actividade biológica visto que há bactérias que realizam processos de transformação do ferro.

12.3. Potencial de bioacumulação

- Em ensaios realizados verificou-se um factor de bioconcentração <20.
- O ferro é um elemento essencial para os organismos (microrganismos, plantas e animais) e tem um papel importante nos processos biológicos. A incorporação de ferro nas células está controlada por processos homeostáticos.

12.4. Mobilidade no solo

- Em função do pH, o ferro dissolvido precipita rapidamente, pelo que o seu impacto no meio se reduz de forma importante.

12.5. Resultados da avaliação PBT e mPmB

- O cloreto férrico não é uma substância PBT nem mPmB.

12.6. Outros efeitos adversos

- Não há informação disponível.

13. QUESTÕES RELATIVAS À ELIMINAÇÃO**Métodos para o tratamento de resíduos**

Água contaminada com cloreto férrico é facilmente tratada ajustando o pH para 8. O ferro precipitará como hidróxido de ferro, enquanto os cloretos permanecem em solução.

14. INFORMAÇÃO RELATIVA AO TRANSPORTE

		ADR
14.1.	Nº ONU	2582
14.2.	Designação oficial de transporte das Nações Unidas	Cloreto Férrico em solução
14.3.	Classe de perigo para o transporte	8
	Etiqueta de perigo	8 – Corrosivo
	Identificação de perigo	80
14.4.	Grupo de embalagem	III

Perigos para o meio ambiente

Não é classificado como perigoso para o meio ambiente de acordo com os critérios estabelecidos no ADR.

Precauções particulares para os utilizadores

Informação não disponível.

Transporte a granel nos termos do anexo II do Convénio Marpol 73/78 e do código IBC

Não aplicável.

15. INFORMAÇÃO SOBRE REGULAMENTAÇÃO**Regulamentação e legislação em matéria de segurança, saúde e meio ambiente específica para a substância ou mistura**

Regulamento (CE) nº 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Dezembro de 2006, relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição de substâncias químicas (REACH), e suas alterações, em particular, regulamento (CE) 453/2010.

- Directiva 67/548/CEE do Conselho, de 27 de Junho de 1967, relativa à aproximação das disposições legais, regulamentares e administrativas em matéria de classificação, embalagem e rotulagem das substâncias perigosas, e suas alterações.

- Regulamento (CE) nº 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2008, sobre classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas, e suas alterações.

- Directiva 98/24/CE do Conselho de 7 de Abril de 1998 relativa à protecção da saúde e da segurança dos trabalhadores contra os riscos relacionados com os agentes químicos durante o trabalho, e suas alterações.

- Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro de 2008, sobre resíduos.

- Lei 31/1995, de 8/11 de Prevenção de Riscos de Trabalho, Valores Limites Ambientais (VLAs), Limites de Exposição Profissional a Agentes Químicos (Instituto Nacional de Segurança e Higiene no trabalho) e suas alterações.

Avaliação da Segurança Química

- De acordo com o regulamento REACH, realizou-se a avaliação da segurança química desta substância.

16. OUTRAS INFORMAÇÕES**Historial de revisões**

- Revisão 3: Adicionado no item 16 "Outras informações", Secção 16,1 manual de uso do produto, que está de acordo com as exigências da Ordem SAS/1915/2009 de 8 de Julho, relativa às substâncias utilizadas no tratamento da água destinada ao consumo humano.

- Revisão 4: adequar esta ficha ao anexo II do regulamento REACH (alterado pelo Regulamento 453/2010).

Incluir classificação de acordo com regulamento CLP.

Abreviaturas e siglas utilizadas na ficha de dados de segurança

ACGIH: Conferencia Americana de Higienistas Industriais Governamentais (American Conference of Governmental Industrial Hygienists).

ADR: Acordo europeu relativo ao transporte internacional de mercadorias perigosas por estrada. (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)

CLP: Classificação, etiquetagem e embalagem.

Descritores de uso: ver "Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R.12: Usar descritores de sistema" da ECHA, que se pode encontrar na página web da ECHA. <http://echa.europa.eu>.

DNEL: Sigla em Inglês de nível sem efeito obtido. Representa o nível máximo de exposição pessoal a uma substância.

DL50: Dose letal média para toxicidade oral aguda por ingestão é a dose única obtida estatisticamente de uma substância que pode ser esperado, que administrada oralmente, cause a morte a metade de um grupo de ratos albinos jovens adultos, no prazo de 14 dias.

IBC: Código dos navios que transportam produtos químicos perigosos a granel (Internacional Bulk Chemical Code).

mPmB: Substâncias muito persistentes y muito acumulativas.

Nº CAS: Chemical Abstract Service - identificador numérico específico de cada substância e sua estrutura.

NOEL: No Observed Effect Level.

ONU: Número de identificação de matérias perigosas registadas no regulamento ADR.

PBT: Substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas.

PVC: Policloreto de vinilo.

REACH: Registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (EU regulatory framework for the Registration, Evaluation and Autorisation of Chemicals).

STOT: Toxicidade específica em determinados órgãos.

VLA-ED: Valor limite ambiental de exposição diária.

VLAs: Valores Limites Ambientais.

Referências e fontes de dados

Relatório de segurança química de cloreto férrico.

Métodos de avaliação (só misturas)

Não aplicável por ser uma substância.

Lista de frases R, advertências de perigo, indicações de segurança e/ou recomendações de prudência da Ficha de dados de segurança.

Texto integral das Declarações-H mencionadas na secção 2: ver secção 2.2

Texto completo das frases-R referidas na secção 2: ver a secção 2

Manual de uso no tratamento de águas potáveis. Ordem SAS/1915/2009.

Modo de emprego

- O cloreto férrico pode ser aplicado directamente conforme fornecido, através de uma bomba doseadora e diluir-se em linha com água.

- Ver secção 7.1 "Manuseamento do produto" e utilizar as "medidas de protecção" indicadas na secção 8.2.1. e anexo de usos.

Dose recomendada

- A dose recomendada de tratamento é variável em função da qualidade da água bruta e da aplicação.

- Em geral, a dose de tratamento corresponde aproximadamente a uma quantidade de 10 mg a 80 mg de cloreto férrico 40% / litro água a tratar (expressa como Fe varia entre 2 e 10 mg/l), inferior ou superior, em função da qualidade da água bruta.

- Após o tratamento, a água não deverá ser agressiva nem incrustante, segundo a nota 5 da parte C do anexo I do RD 140/2003.

Finalidade do produto

- O cloreto Férrico utiliza-se como coagulante primário.

Incompatibilidades com outros produtos e/ou materiais

- Ver secção 7.2 "Armazenamento"

- Ver secção 10. " Estabilidade e reactividade"

Nota: Existe rastreabilidade entre o número de lote e data de fabricação.

Esta informação é baseada no estado actual dos nossos conhecimentos e experiência e tenciona descrever os nossos produtos do ponto de vista de requisitos de segurança, pelo que não deve ser considerado como garantindo propriedades específicas. Este produto deve ser armazenado, utilizado e manuseado de acordo com os regulamentos, normas e leis de Segurança, Saúde e Meio Ambiente.

Esta Ficha de Dados de Segurança está conforme com os requisitos estabelecidos nos Regulamentos da União Europeia - Regulamento (CE) n.º. 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Dezembro de 2006, relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição das substâncias e preparações químicas (REACH), e suas alterações e Regulamento (CE) n.º. 1272/2008 do Parlamento Europeu y do Conselho, de 16 de Dezembro de 2008, sobre classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas (Regulamento CLP), e suas alterações.

Anexo: Usos - Cenários de Exposição (Cloreto Férrico 40%)

1. Título e descrição do cenário de exposição

EE1: Fabrico de cloreto férrico

Este cenário inclui o fabrico de cloreto férrico.

EE3: Fabrico de formulações e diluições

Uso de Cloreto Férrico para fabrico de misturas. Este uso também inclui a diluição de cloreto Férrico com água e a manipulação de cloreto Férrico, por exemplo em operações de embalagem do produto tal e qual.

EE4: Tratamento de água bruta

Este cenário inclui o uso do cloreto Férrico no tratamento de água bruta para obtenção de água tratada, tanto para água potável e como para uso industrial.

EE5: Tratamento de águas residuais e desidratação de lamas

Este cenário inclui o uso de cloreto férrico para tratamento de águas residuais, urbanas ou industriais e também o uso de cloreto na desidratação de lamas.

Do ponto de vista ambiental, o cloreto férrico que é utilizado para desidratação de lamas pode acabar depositado no solo (como hidróxido de ferro III), já que as lamas resultantes do tratamento de águas residuais urbanas podem ser utilizadas ocasionalmente como fertilizante no solo.

EE6: Tratamento de biogás em aterros sanitários e outras fontes de biogás

O cloreto Férrico pode ser utilizado para eliminar o sulfureto de hidrogénio.

EE7: Uso como precursor ou reagente

EE10a e EE10c: Uso industrial-10a – e doméstico- 10c como agente fixador (Foto-gravura e gravura em geral) e como agente de tratamento de superfície.

A superfície a tratar pode ser pulverizada com cloreto férrico em forma de spray ou directamente submersa em cloreto férrico.

EE12a e EE12b uso em laboratório (uso industrial ou profissional)**2. Descrição das actividades e processos abrangidos pelo cenário de exposição**

- Ver tabela anexa.

3. Condições de operação que assegurem o controlo dos riscos

	Trabalhadores	Consumidores (EE 10c)
Duração de exposição	Até 8 horas dia	Esporádica
Frequência da exposição	Diária. 240 dias/ano	Esporádica
Características físicas da substância	Produto líquido	Produto líquido
Concentração da substância	Até 45 %	Até 45 %
Outras condições de operação	No caso de aplicação em pulverização, assume-se que esta é realizada num sistema fechado.	---

4. Medidas de controlo de risco (RMM)Medidas de controlo de risco relacionadas com os trabalhadores

Para todos os cenários de exposição profissional :

Medidas organizativas	-Os trabalhadores devem receber a formação necessária para: a) Não realizar trabalhos sem protecção b) Conhecer os riscos do produto c) Cumprir os procedimentos de segurança previstos pelo titular da instalação. - O responsável da instalação deve assegurar que os EPI's requeridos estão disponíveis e são utilizados de acordo com as instruções de uso dos mesmos e procedimentos de trabalho estabelecidos.
Medidas técnicas	-Os equipamentos de trabalho devem estar em boas condições de funcionamento e ter uma manutenção adequada. -Manter a ordem e limpeza no local de trabalho. -Evitar os salpicos -Em caso de utilização do produto em forma de aerossóis (spray), esta deve ser efectuada numa câmara fechada. Boas práticas: - Recomendamos o uso de sistemas fechados/automáticos para manipulação do produto assim como cobertura de recipientes abertos (por exemplo, usando telas) -Encher os recipientes com sistemas automáticos, ex. bombas de sucção.
Protecção respiratória	Não é necessária excepto em casos em que sejam criados aerossóis de cloreto férrico (ex. aplicação por spray). Em caso de presença de aerossóis é necessária meia máscara ou máscara completa com filtro B/P2.
Protecção das mãos	Luvas de protecção
Protecção dos olhos	Óculos de segurança, de preferência do tipo fechado
Protecção da pele e corpo	Roupa de trabalho
Medidas de higiene	Lavar as mãos antes de comer ou fumar.

Medidas de controlo de risco para consumidores (cenário de exposição 10c)

- Protecção de mãos e olhos (luvas de protecção e óculos de segurança)

- Informação ao consumidor, para evitar o contacto com a pele e olhos e a necessária utilização de vestuário de protecção.

Nº de cenário de exposição	Uso	Número de uso	Fabricação	Utilização identificada			Etapa do ciclo de vida		Sector de uso (uso principal) (SU)	Sector de uso (uso final) (SU)	Categoria de produto químico (PC)	Categoria do processo (PROC)	Categoria artigo (AC)	Categoria libertação no meio ambiente (CEI)
				Formulação	Uso final	Uso consumidor	Vida útil (para itens)	Etapa de resíduo						
EE1	Fabrico de cloreto férrico	1	X				no	no	SU3	SU 8	N/A	PROC 1,2,3,8b	n/a	ERC1
EE3	Fabrico de formulados e diluições	3		X			no	no	SU3	SU10	PC12, 14, 15, 20, 37	PROC 1,2,3,4,5,8a,8b,9,14,15,	n/a	ERC 2,5
EE4	Tratamento de água bruta	4			X		no	no	SU3	SU0	PC 20,37	PROC 2,5,8a,8b	n/a	ERC 4
EE5	Tratamento de águas residuais e desidratação de lamas	5			X		no	no	SU3	SU0	PC 20	PROC 2,5,8a,8b	n/a	ERC 4,5,
EE6	Tratamento de biogás em aterros sanitários e outras fontes de biogás	6			X		no	no	SU3	SU 10	PC 20	PROC 2,8a,8b,	n/a	ERC 2,4,6b,
EE7	Uso como precursor ou re agente	7			X		no	no	SU3	SU 8,9,10,14	PC 9a,9b,12,18,19,20	PROC 2,3,4,8b,9,22,15,26	n/a	ERC 1,4,5,6a,6b
EE10a	Uso industrial Foto-gravura e gravura em geral) e como agente de tratamento de superfície.	12			X		no	no	SU 3	SU 10,15,16	PC 14,15	PROC 5,7,8a,8b,13	n/a	ERC 2,6b
EE10c	Uso (consumidor) como agente fixador e agente de tratamento de superfície.	13				X	no	no	SU21	--	PC14	n/a	n/a	ERC 2,6b
EE12a	Uso como produto químico de laboratório (uso industrial)	15			X		no	no	SU3	SU24	PC 21	PROC15	n/a	n/a
EE12b	Uso como produto químico de laboratório (uso profissional)	16			X		no	no	SU22	SU24	PC21	PROC15	n/a	n/a

N/A - não aplicável

ANEXO C: FICHA DE SEGURANÇA DO AMBIFLOC M 100 H

No presente anexo apresenta-se a ficha de segurança do Ambifloc M 100 H, o polímero orgânico utilizado como coagulante no ensaio do método de doseamento triplo.

	FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA AMBIFLOC® M 100 H	Revisão: 17 / 01 / 2018 Pág. 1 de 7
---	--	--

(De acordo com o Regulamento (CE) n.º 1907/2006 conforme alterado pelo Regulamento (UE) n.º 2015/830)

SECÇÃO 1. IDENTIFICAÇÃO DA SUBSTÂNCIA / MISTURA E DA SOCIEDADE / EMPRESA

1.1 Identificador do produto

Nome comercial: AMBIFLOC® M 100 H

Tipo de produto: mistura

1.2 Utilizações identificadas relevantes da substância ou mistura e utilizações desaconselhadas

Utilizações relevantes identificadas: Agente de coagulação para tratamento de águas.

Utilizações desaconselhadas: Não são conhecidas utilizações desaconselhadas para fins industriais, profissionais ou para consumidores em geral.

1.3 Identificação do fornecedor da ficha de dados de segurança

SNF / AMBIENTAGUA

Rua do Convento, 144 – Zona Industrial de Fontiscos

Apartado 298 - 4780 – 427 Santo Tirso

Tel.: (252) 852713 / 853136 Fax: (252) 853085

Responsável pela ficha de segurança: 252 852713 ; geral@snfambientagua.pt

1.4 Número de telefone de emergência

Telefone de emergência do Centro de Informação Antivenenos (CIAV): + 351 808 250 143

Telefone de emergência da empresa: 252 852713 (das 9h00 às 18h00)

SECÇÃO 2. IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS

2.1 Classificação da substância ou mistura

De acordo com o Regulamento (CE) n.º 1272/2008 e suas alterações:

Classe de perigo	Categoria de perigo	Advertências de perigo
Perigoso para o ambiente aquático – toxicidade crónica	Categoria 3	H412 – Nocivo para os organismos aquáticos com efeitos duradouros

2.2 Elementos do Rótulo

De acordo com o Regulamento (CE) n.º 1272/2008 e suas alterações:

Simbolos: Não aplicável.

Palavra-sinal: Sem palavra.

Advertências de Perigo:

H412 – Nocivo para os organismos aquáticos com efeitos duradouros.

Recomendação de Prudência – Prevenção:

P273 – Evitar libertação para o ambiente.

Recomendação de Prudência – Eliminação:

P501 - Eliminar o conteúdo/recipiente em conformidade com o descrito na secção 13 da FDS.

2.3 Outros Perigos

Avaliação PBT e mPmB: não preenche os critérios do Anexo XIII do REACH, logo não é PBT nem mPmB.

SECÇÃO 3. COMPOSIÇÃO / INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES

3.1 Substâncias

Este produto não é uma substância.

3.2 Misturas

Este produto é uma mistura.

	FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA AMBIFLOC® M 100 H	Revisão: 17 / 01 / 2018 Pág. 2 de 7
---	--	--

Nome da substância	Composição (%)	N.º CAS	N.º CE	N.º Registo REACH	Classificação estabelecida pelo Regulamento (CE) n.º 1272/2008
<i>Dimethylamine, epichlorohydrin, ethylenediamine polymer</i>	25 - 75	25988-97-0	—	Polímero	Perigoso para o ambiente aquático – Toxicidade crónica 3: H412

SECÇÃO 4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

4.1 Descrição das Medidas de Primeiros Socorros

Inalação: Remover a vítima para um local arejado. Sem necessidade de medidas de primeiros socorros especiais.

Contacto com a pele: Remova a roupa e sapatos contaminados. Lavar abundantemente a pele com água e sabão. No caso da irritação persistir, consultar um médico.

Contacto com os olhos: Lavar abundantemente com água corrente, também debaixo das pálpebras. No caso da irritação dos olhos persistir, consultar um médico.

Ingestão: Não provocar o vômito. Lavar a boca com água. Consultar um médico se os sintomas persistirem.

4.2 Sintomas e efeitos mais importantes, tanto agudos como retardados

Não há informação disponível.

4.3 Indicações sobre cuidados médicos urgentes e tratamentos especiais necessários

Nenhuns, para o uso normal do produto.

SECÇÃO 5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

5.1 Meios de extinção

Meios adequados de extinção: Água, água em *spray*, espuma, dióxido de carbono, pó químico.

Meios inadequados de extinção: nenhuns.

5.2 Perigos Especiais decorrentes da substância ou mistura

Os produtos perigosos da decomposição são: óxidos de carbono (COx), óxidos de azoto (NOx), cloreto de hidrogénio e cianeto de hidrogénio. Estes produtos formam-se em atmosferas deficientes em oxigénio. Derrames, produzem superfícies extremamente escorregadias.

5.3 Recomendações para o pessoal de combate a incêndios

Utilizar equipamento de respiração autónomo e equipamento de proteção individual resistente ao fogo.

SECÇÃO 6. MEDIDAS A TOMAR EM CASO DE FUGAS ACIDENTAIS

6.1 Precauções individuais, equipamento de proteção e procedimentos de emergência

Não tocar e nem andar diretamente no produto derramado. Os derrames, produzem superfícies extremamente escorregadias. Usar botas, vestuário de proteção, luvas e proteção da face e dos olhos.

6.2 Precauções a nível ambiental

Evitar que o produto afete o solo ou água, deverá utilizar-se coberturas nas grelhas das águas pluviais. Se o produto contaminar um rio, um lago ou um poço, informar as autoridades. Os derrames em ALCATRÃO, danificam completamente o pavimento.

6.3 Métodos e materiais de confinamento e limpeza

Pequenos derrames: não lavar com água, absorver com materiais absorventes inertes. Depois deverá encaminhar-se os resíduos gerados em conformidade com a legislação aplicável.

Grandes derrames: não lavar com água, deverá conter-se o derrame e removê-lo por bombagem para um contentor/cisterna. Os resíduos devem ser geridos em conformidade com a legislação aplicável.

6.4 Remissão para outras secções

Consultar as medidas apresentadas nas secções 7, 8 e 13.

DQ016/02

SECÇÃO 7. MANUSEAMENTO E ARMAZENAGEM
7.1 Precauções para um manuseamento seguro

Medidas de proteção: Evitar o contacto com a pele e olhos. Os derrames do produto produzem superfícies extremamente escorregadias.

Recomendações de higiene ocupacional: Não comer, beber ou fumar nas zonas de trabalho. Lavar as mãos e o rosto depois da utilização do produto. Retirar o vestuário contaminado e o equipamento de proteção antes de entrar nas zonas de refeições.

7.2 Condições de armazenagem segura, incluindo eventuais incompatibilidades

Medidas técnicas e condições de armazenamento: Afastar do calor e de fontes de ignição. Evitar o congelamento do produto, poderá alterar as suas propriedades.

Materiais de embalagem: Informação não disponível.

Materiais a evitar: Fontes de ignição.

7.3 Utilização(o)es final(is) específica(s)

Recomendações: agente de coagulação para tratamento de águas.

Soluções específicas para setores industriais: Nenhumas.

SECÇÃO 8. CONTROLO DA EXPOSIÇÃO/PROTEÇÃO INDIVIDUAL
8.1 Parâmetros de controlo

Não existem valores limites para o componente perigoso deste produto.

8.2 Controlo da exposição

8.2.1 Controlos técnicos adequados: instalação de ventilação suficiente (no caso de possibilidade de formação de névoas ou vapores usar exaustão localizada, caso contrário poderá ser suficiente a ventilação natural), de lava-olhos e de chuveiros de emergência.

8.2.2 Equipamentos de Proteção Individual

Proteção dos olhos e face: Usar óculos de segurança com proteção lateral, de acordo com a norma EN166.

Proteção da pele: Mãos: Usar luvas de resistência química conforme a Norma EN 374. Tipo de material recomendado: PVC ou outro material plástico. Outras partes: Usar roupa de proteção ou avental de proteção e botas de borracha.

Proteção respiratória: Normalmente não é necessária proteção respiratória.

Proteção contra os perigos térmicos: ver secção 5.3.

8.2.3 Controlo da exposição ambiental: Não permitir descargas não controladas no ambiente.

SECÇÃO 9. PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS
9.1 Informação sobre propriedades físicas e químicas de base

Aspeto e cor:	Líquido amarelo ligeiramente claro
Odor:	Nenhum
Limiar olfativo:	Não aplicável
pH:	5,0 ± 1,0
Ponto de fusão/ponto de congelação:	< 0 °C
Ponto de ebulição inicial e intervalo de ebulição:	> 100 °C
Ponto de inflamação:	Não é inflamável
Taxa de evaporação:	Não há informação disponível
Inflamabilidade (sólido, gás):	Não aplicável
Limites superior/inferior de inflamabilidade ou de explosividade:	Não se prevê que crie atmosferas explosivas
Pressão de vapor:	2,3 kPa a 20 °C
Densidade de vapor:	0,804 g/L a 20 °C
Densidade relativa:	1,05 ± 0,04
Solubilidade(s):	Completamente solúvel em água
Coefficiente de partição n-octanol/água:	< 0
Temperatura de autoignição:	Não é auto-inflamável
Temperatura de decomposição:	> 150 ° C
Viscosidade:	Consultar ficha técnica
Propriedades explosivas:	Não é explosivo

DQ016/02

Propriedades comburentes:

Não possui propriedades comburentes

9.2 Outras informações

Não existem informações adicionais.

SECÇÃO 10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE**10.1 Reatividade**

Estável nas condições indicadas de armazenamento.

10.2 Estabilidade química

Estável nas condições indicadas de armazenamento.

10.3 Possibilidade de reações perigosas

Não são conhecidas reações perigosas.

10.4 Condições a evitar

Proteger da congelação, calor e luz solar.

10.5 Materiais incompatíveis

Não são conhecidos materiais incompatíveis.

10.6 Produtos da decomposição perigosos

Os produtos perigosos da decomposição são: óxidos de carbono (COx), óxidos de azoto (NOx), cloreto de hidrogénio e cianeto de hidrogénio. Estes produtos formam-se em atmosferas deficientes em oxigénio.

SECÇÃO 11. INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA**11.1 Informação sobre os efeitos toxicológicos****Informação sobre o produto:****a) Toxicidade aguda:**LD₅₀, oral (ratazana) > 5000 mg/Kg peso corporalLD₅₀, cutâneo (ratazana) > 5000 mg/Kg peso corporal

Não existem resultados para a rota inalatória, porque esta via de exposição nos humanos é improvável, uma vez que o produto não possui pressão de vapor, logo não se prevê a formação de aerossóis.

b) Corrosão/irritação cutânea: o produto não é irritante para a pele.**c) Lesões oculares graves/irritação ocular:** fracamente irritante.**d) Sensibilização respiratória ou cutânea:** produto não sensibilizante, quer pela via respiratória, quer pela via cutânea.**e) Mutagenicidade em células germinativas:** não se prevê que o produto seja mutagénico, por analogia com outros produtos similares.**f) Carcinogenicidade:** não se prevê que o produto seja cancerígeno, por analogia com outros produtos similares.**g) Toxicidade reprodutiva:** não se prevê que o produto seja tóxico reprodutivo, por analogia com outros produtos similares.**h) Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) – exposição única:** Não são conhecidos efeitos.**i) Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) – exposição repetida:** Não são conhecidos efeitos.**j) Perigo de aspiração:** Devido à sua viscosidade o produto não representa perigo de aspiração.**Informação sobre o componente perigoso: Dimethylamine, epichlorohydrin, ethylenediamine polymer****a) Toxicidade aguda:**LD₅₀, oral (ratazana) > 2000 mg/Kg peso corporalLD₅₀, cutâneo (ratazana) > 2000 mg/Kg peso corporal

Não se espera que o produto seja tóxico por inalação.

b) Corrosão/irritação cutânea: não é irritante para a pele.**c) Lesões oculares graves/irritação ocular:** não é irritante para os olhos.**d) Sensibilização respiratória ou cutânea:** não sensibilizante, quer pela via respiratória, quer pela via cutânea.**e) Mutagenicidade em células germinativas:** não se prevê que seja mutagénico, por analogia com outros produtos similares.**f) Carcinogenicidade:** não se prevê seja cancerígeno, por analogia com outros produtos similares.**g) Toxicidade reprodutiva:** não se prevê que seja tóxico reprodutivo, por analogia com outros produtos similares.**h) Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) – exposição única:** Não são conhecidos efeitos.

DQ016/02

- i) **Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) – exposição repetida:** Não são conhecidos efeitos.
j) **Perigo de aspiração:** Não são conhecidos efeitos.

SECÇÃO 12. INFORMAÇÃO ECOLÓGICA**12.1 Toxicidade****Informação sobre o produto:****Toxicidade aguda:**

Peixes: LC₅₀ – 96 h (*Danio rerio*) = 10 - 100 mg/L

Crustáceos: EC₅₀ – 48 h (*Daphnia magna*) = 10 - 100 mg/L

Algas/plantas aquáticas: os testes de inibição com algas não são apropriados, uma vez que as características de floculação do produto interferem com o meio de teste não se conseguindo uma distribuição homogénea, o que invalida os testes.

Toxicidade crónica: Não há dados disponíveis.

Informação sobre o componente perigoso: Dimethylamine, epichlorohydrin, ethylenediamine polymer**Toxicidade aguda:**

Peixes: LC₅₀ – 96 h (*Danio rerio*) = 10 - 100 mg/L

Crustáceos: EC₅₀ – 48 h (*Daphnia magna*) = 10 - 100 mg/L

Algas/plantas aquáticas: os testes de inibição com algas não são apropriados, uma vez que as características de floculação do produto interferem com o meio de teste não se conseguindo uma distribuição homogénea, o que invalida os testes.

Toxicidade crónica: Não há dados disponíveis.

12.2 Persistência e degradabilidade

Biodegradação: Quer o produto, quer o seu componente perigoso, não são facilmente biodegradáveis e não sofrem hidrólise.

12.3 Potencial de bioacumulação

Quer o produto, quer o seu componente perigoso não são bioacumuláveis.

12.4 Mobilidade no solo

Não há informação disponível.

12.5 Resultados da avaliação PBT e mPmB

Avaliação PBT e mPmB: não preenche os critérios do Anexo XIII do REACH, logo não é PBT nem mPmB.

12.6 Outros efeitos adversos

Não há informações adicionais.

SECÇÃO 13. CONSIDERAÇÕES RELATIVAS À ELIMINAÇÃO**13.1 Métodos de Tratamento de Resíduos**

Lavar as embalagens vazias do produto com água e aproveitar para preparar a solução de trabalho. As embalagens vazias devem ser geridas de acordo a legislação de resíduos em vigor.

SECÇÃO 14. INFORMAÇÕES RELATIVAS AO TRANSPORTE**14.1 Número ONU****ADR/RID/ADN/IMDG/OACI**

Não é classificado como perigoso, segundo os regulamentos de transporte.

14.2 Designação oficial de transporte da ONU**ADR/RID/ADN/IMDG/OACI:**

Não aplicável.

14.3 Classes de perigo para efeitos de transporte**ADR/RID/ADN/IMDG/OACI:**

Não aplicável.

DQ016/02

14.4 Grupo de embalagem

ADR/RID/ADN/IMDG/OACI:

Não aplicável.

14.5 Perigos para o ambiente (ADR/RID/IMDG/OACI/ADN)

ADR/RID/ADN/IMDG/OACI:

Não é classificado como perigoso do ponto de vista do ambiente.

14.6 Precauções especiais para o utilizador:

14.6.1 Etiquetas (ADR/RID/ADN/IMDG/OACI): Não aplicável.

14.6.2 Identificação de perigo (ADR/RID/ADN): Não aplicável.

14.6.3 Código restrição túneis (ADR/RID/ADN): Não aplicável.

14.6.4 Segregação (IMDG): Não aplicável.

14.6.5 Segregação (ADR/RID/IMDG/OACI/ADN): Não aplicável.

14.7 Transporte a granel em conformidade com o anexo II da Convenção Marpol e o Código IBC:

Não aplicável.

SECÇÃO 15. INFORMAÇÃO SOBRE REGULAMENTAÇÃO**15.1 Regulamentação/legislação específica para a substância ou mistura em matéria de saúde, segurança e ambiente**

Regulamento (CE) nº 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de dezembro de 2006, relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH), e suas alterações, em particular, regulamento (UE) 2015/830 da Comissão de 28 de Maio de 2015.

Regulamento (CE) nº 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho, 16 de dezembro de 2008, sobre classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas, e suas alterações.

Diretiva 98/24/CE do Conselho de 7 de Abril de 1998 relativa à proteção da saúde e da segurança dos trabalhadores contra os riscos relacionados com os agentes químicos durante o trabalho, e suas alterações.

Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro de 2008, sobre resíduos.

15.2 Avaliação da segurança química

Realizada. A informação resultante considerada relevante foi usada para preparação da Ficha de Dados de Segurança. O produto contém um componente perigoso, mas como é polímero não está sujeito ao registo do REACH, logo não é exigida a apresentação de cenários de exposição em anexo.

SECÇÃO 16. OUTRAS INFORMAÇÕES**Referências bibliográficas e fontes de dados:**

Para além das fichas de dados de segurança dos fabricantes dos componentes desta mistura consultaram-se as seguintes fontes de informação:

- <http://www.quidechem.com/cas-259/25988-97-0.html>

- <http://img1.quidechem.com/msdspd/25988-97-0.pdf>

Esta ficha de dados de segurança foi preparada de acordo com o seguinte:

Regulamento (UE) n.º 2015/830.

Lista das advertências de perigo e/ou recomendações de prudência relevantes:

H412 – Nocivo para os organismos aquáticos com efeitos duradouros

Histórico das revisões:

Última revisão:

Atualização da secção 9.

Revisões anteriores

Atualização da secção 9.

DQ016/02

	FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA AMBIFLOC® M 100 H	Revisão: 17 / 01 / 2018 Pág. 7 de 7
---	--	--

Atualização da subsecção 15.1 (legislação ADR).

Atualização das subsecções 2.1 e 3.1 para dar cumprimento à legislação em vigor - Regulamento (UE) n.º 2015/830 - Anexo.

Atualização da FDS em geral de acordo com as últimas informações recebidas dos fabricantes dos componentes perigosos e correções relacionadas com a estrutura da FDS, determinada pelo Regulamento (UE) n.º 453/2010, de 20 de maio.

Legenda das abreviaturas e siglas utilizadas:

ADN: Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Mercadorias Perigosas por Via Navegável Interior

ADR: Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Mercadorias Perigosas por Estrada

EC₅₀: concentração que gerou efeito em metade dos organismos teste

IMDG: Código Marítimo Internacional para o Transporte de Mercadorias Perigosas

LC₅₀: concentração letal média para toxicidade aguda que cause a morte a metade de um grupo de organismos teste

LD₅₀: dose letal média para toxicidade aguda que cause a morte a metade de um grupo de organismos teste

mPmB: muito persistente e muito bioacumulável

N.º CAS: *Chemical Abstract Service* -identificador numérico específico de cada substância e sua estrutura

OACI: Instruções Técnicas para o Transporte Seguro de Mercadorias Perigosas por Via Aérea

ONU: Organização das Nações Unidas

PBT: persistente, bioacumulável e tóxico

RID: Regulamento relativo ao Transporte Internacional Ferroviário de Mercadorias Perigosas

A informação fornecida nesta ficha de segurança é a mais correta de que dispomos até à data da sua publicação. A informação prestada destina-se apenas a dar conselhos que proporcionem uma utilização, manuseamento, processamento, armazenamento, transporte e eliminação seguros e não deve ser considerada uma garantia ou especificação de qualidade. A informação refere-se apenas ao produto designado.

ANEXO D: FICHA DE SEGURANÇA DO AMBIFLOC A54 VH

O presente anexo apresenta a ficha de segurança do Ambifloc A54 VH, o polímero floculante utilizado nos ensaios realizados no decorrer deste projeto.

	FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA AMBIFLOC® A 54 VH De acordo com o Regulamento (CE) N.º 453/2012	Revisão: 17 / 06 / 2013 Pág. 1 de 11
---	---	---

1. IDENTIFICAÇÃO DA SUBSTANCIA / MISTURA E DA EMPRESA

1.1 - Identificação do produto

Nome comercial: **AMBIFLOC® A 54 VH**

Tipo de produto: Mistura

1.2 – Utilização:

Utilização do produto: Agente auxiliar de processos para aplicações industriais

Utilizações desaconselhadas: Não são conhecidas utilizações desaconselhadas para fins industriais, profissionais ou pra consumo em geral

1.3 – Fornecedor:

SNF/AMBIENTÁGUA, Lda

Rua do Convento, 144 – Zona Industrial de Fontiscos

4780-427 Santo Tirso

Tel.: 252 852713

Fax: 252 853085

geral@snfambientagua.pt

Responsável pela FDS: E-mail: geral@snfambientagua.pt Telefone: 252852713

1.4 – Número de telefone de emergência:

Centro de Informação Antivenenos (CIAV): 808 250 143

Número Nacional de Emergência: 112

2. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

2.1 - Classificação da mistura:

Classificação de acordo com o Regulamento (CE) 1272/2008: Não é classificado

Classificação de acordo com a Diretiva 1999/45/CE: Não é classificado

2.2 - Elementos do rótulo:

Etiquetagem de acordo com a Regulamentação (CE) 1272/2008:

Pictogramas: Nenhum

Palavra sinal: Nenhuma

Advertências de perigo: Nenhumas

Recomendações de prudência: Nenhumas

2.3 – Outros perigos:

Avaliação PBT e vPvB:

Não preenche os critérios de acordo com o Anexo XIII do REACH,



FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA AMBIFLOC® A 54 VH

De acordo com o Regulamento (CE) N.º 453/2012

Revisão: 17 / 06 / 2013

Pág. 2 de 11

3. COMPOSIÇÃO / INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES

3.1 - Identificação da substância:

Este produto não é uma substância

3.2 – Misturas:

Este produto é uma mistura.,

Componentes perigosos

Não contém substâncias perigosas a reportar.

4. PRIMEIROS SOCORROS

4.1 – Descrição das medidas de primeiros socorros:

Inalação: Remover a vítima para local arejado. Não existem perigos que exijam medidas especiais de primeiros socorros.

Contacto com a pele: Lavar imediatamente com muita água e sabão. Retirar todo o vestuário contaminado e os sapatos.

Contacto com os olhos: Lavar abundantemente com muita água corrente, também debaixo das pálpebras, durante 15 minutos, no mínimo. No caso de irritação persistente, consultar um médico.

Ingestão: Lavar a boca com água. Se a vítima estiver consciente, dar bastante água a beber. Induzir o vômito, mas só no caso de a vítima estar plenamente consciente

4.2 – Sintomas e efeitos mais importantes, tanto agudos como retardados:

Não existem

Outras informações:

Soluções aquosas ou o produto em pó, tornam as superfícies extremamente perigosas

4.3 – Indicações sobre cuidados médicos urgentes e tratamentos especiais necessários:

Não existe informação disponível

Outras informações

Nenhumas

5. MEDIDAS DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIOS

5.1 – Meios de extinção

Meio adequado de extinção:

Água, água em spray, espuma resistente álcool, dióxido de carbono, pó seco.

Meios inadequados de extinção:

Nenhuns

	FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA AMBIFLOC® A 54 VH <small>De acordo com o Regulamento (CE) N.º 453/2012</small>	Revisão: 17 / 06 / 2013 Pág. 3 de 11
---	--	---

5.2 – Perigos especiais

Produtos de decomposição perigosos:

Óxidos de carbono (COx). Óxidos de azoto (NOx). Cloreto de hidrogénio. Cianeto de hidrogénio (ácido hidrocianico) pode ser produzido na combustão, em atmosfera deficiente em oxigénio

5.3 – Recomendação para o pessoal de combate a incêndios:

Medidas protectoras:

Usar equipamento de respiração autónomo e fato protector

Outras informações:

Derrames do produto ou da solução do produto, produzem superfícies extremamente escorregadias.

6. MEDIDAS PARA DERRAMES ACIDENTAIS

6.1 - Precauções individuais, equipamento de protecção e procedimentos de emergência:

Precauções individuais:

Os derrames produzem superfícies extremamente escorregadias. Não tocar nem caminhar sobre material derramado. Manter as pessoas afastadas do derrame.

Equipamento de protecção:

Não é necessário equipamento em especial

6.2 - Precauções a nível ambiental:

Como para todos os produtos químicos, não despejar em cursos de água.

6.3 - Métodos e materiais de confinamento e limpeza:

Derrames pequenos:

Não lavar com água. Remover de imediato com pá ou aspirar. Colocar o produto em embalagem adequada e fechada para posterior eliminação. Após a recolha de todo o produto derramado, lavar os vestígios com água.

Derrames grandes:

Não lavar com água. Remover de imediato com pá ou aspirar. Colocar o produto em embalagem adequada e fechada para posterior eliminação. Após a recolha de todo o produto derramado, lavar os vestígios com água.

Resíduos:

Lavar com bastante água

6.4 – Remissão para outras secções:

Secção 7: Manuseamento e armazenagem

Secção 8: Controle de Exposição / Protecção Pessoal

Secção 9: Propriedades físico-químicas

Secção 13: Considerações relativas á eliminação

	FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA AMBIFLOC® A 54 VH <small>De acordo com o Regulamento (CE) N.º 453/2012</small>	Revisão: 17 / 06 / 2013 Pág. 4 de 11
---	--	---

7. MANUSEAMENTO E ARMAZENAGEM

7.1 Precaução para um manuseamento seguro:

Não são necessários cuidados especiais. Solução aquosa, ou o produto em pó que seja humedecido, tornam as superfícies extremamente escorregadias. Quando manipulado, não se deve comer beber ou fumar.

7.2 Condições de armazenagem segura, incluindo eventuais incompatibilidades:

Manter o produto num local fresco e seco (0 – 35 .º C). Manter a embalagem bem fechada, quando não estiver a ser usada.

7.3 Usos específicos:

Informação não disponível.

8. CONTROLE DE EXPOSIÇÃO / PROTECÇÃO PESSOAL

8.1 – Parâmetros de controlo

Limites de exposição ocupacionais

Nenhum

8.2 – Controlo de exposição:

Controlos técnicos adequados:

Assegurar-se de uma adequada ventilação, especialmente em áreas pequenas. Usar locais com exaustão no caso de poeiras. Natural ventilação é adequada se não existir poeiras.

Medidas de protecção individual:

- a) Protecção dos olhos/face: Óculos de segurança com protecção lateral
- b) Protecção da pele: usar fato-macaco resistente a produtos químicos, bem como sapatos de borracha, quando existe contacto com o produto.
- c) Protecção das mãos: Luvas em PVC ou outro material plástico
- d) Protecção das vias respiratórias: Habitualmente não é necessário equipamento de protecção.
- e) Conselhos adicionais: Lavar as mãos e o rosto antes de qualquer paragem e imediatamente a seguir ao uso do produto. Lavar as mãos antes dos intervalos e no final do dia de trabalho. Agir de acordo com as boas praticas de higiene e segurança.

8.3 – Controlo da exposição ambiental:

Não são necessárias precauções especiais. Não permitir descargas descontroladas de produto no meio ambiente.

9. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

9.1 – Informação sobre propriedades físicas e químicas de base

Forma:

Sólido granular



FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA AMBIFLOC® A 54 VH

Revisão: 17 / 06 / 2013

Pág. 5 de 11

De acordo com o Regulamento (CE) N.º 453/2012

Odor:	Nenhum
Limite olfativo:	Não aplicável
pH:	5 - 8 @ 5g/l
Ponto inicial e Intervalo de ebulição	Não aplicável
Ponto de inflamação (°C):	Não aplicável
Velocidade de evaporação:	Não aplicável
Inflamabilidade (sólido gás):	Sem informação disponível
Limites de inflamabilidade ou limites de explosividade:	Não é esperado que crie atmosferas explosivas
Pressão de vapor:	Não aplicável
Densidade de vapor:	Não aplicável
Densidade relativa:	0.8
Solubilidade:	Solúvel em água
Coefficiente de partição:	- 2
Temperatura de auto-ignição (°C):	Não se auto inflama, com base na estrutura química
Temperatura de decomposição:	> 150 °C
Viscosidade:	50 -1000 cps @ 5 g/l
Propriedades Explosivas:	Não é explosivo, com base na estrutura química
Propriedades oxidantes:	Não oxidante, com base na estrutura química

9.2 - Outras informações:

Não existem informações adicionais

10. ESTABILIDADE E REACTIVIDADE

10.1- Reactividade:

Nenhuma conhecida. O produto é estável nas condições de manipulação e armazenamento recomendadas

10.2 – Estabilidade química:

O produto é estável nas condições de manipulação e armazenamento recomendadas

10.3 – Possibilidade de reacções perigosas:

Nenhuma conhecida

10.4 - Condições a evitar:

Nenhuma conhecida

10.5 – Materiais incompatíveis:

Nenhum conhecido

10.6 – Produtos de decomposição perigosos:

Óxidos de carbono (COx). Óxidos de azoto (NOx).

11. INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA

11.1 – Informação sobre efeitos toxicológicos

Informação sobre o produto a fornecer:

Toxicidade aguda por via oral:

DL50/oral/rato > 5000 mg/kg

Toxicidade aguda por via cutânea:

DL50/cutânea/rato > 5000 mg/kg



FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA AMBIFLOC® A 54 VH

Revisão: 17 / 06 / 2013

Pág. 6 de 11

De acordo com o Regulamento (CE) N.º 453/2012

Toxicidade aguda por via inalatória:	Não é esperado que o produto seja tóxico por inalação
Corrosão /irritação cutânea:	Não é irritante para a pele
Lesões oculares graves/irritação ocular:	Não provoca irritação
Sensibilização respiratória ou cutânea:	Não provoca sensibilização
Mutagenicidade:	Não é mutagénico
Carcinogenicidade:	Não é carcinogénico
Toxicidade reprodutiva:	Não é tóxico para a reprodução
Toxicidade para órgãos-alvo específicos-exposição única:	Sem efeitos conhecidos
Toxicidade para órgãos-alvo específicos-exposição repetida:	Sem efeitos conhecidos
Perigo de aspiração:	Sem informação disponível

12. INFORMAÇÃO ECOLÓGICA

12.1 – Toxicidade:

Informação do produto tal e qual é fornecido:

Toxicidade aguda para os peixes:	CL50/Danio rerio/96 horas > 100 mg/L (OECD 203)
Toxicidade aguda para invertebrados:	CE 50/Daphnia/48 horas > 100 mg/L (OECD 202)
Toxicidade aguda para algas:	CI50/Scenedesmus subspicatus/72 horas > 100 mg/L (OECD201)

12.2 – Persistência e degradabilidade:

Informação do produto tal e qual é fornecido:

Degradação:	Não é rapidamente biodegradável
Hidrólise:	Não hidrolisa

12.3 – Potencial bioacumulativo:

Não bioacumula	
Coefficiente de partição (Low Pow):	- 2
Factor de bioconcentração:	~0

12.4 – Mobilidade no solo:

Nenhuma

12.5 – Resultados da Avaliação PBT e vPvB:

Não preenche os critérios segundo o Anexo XIII do REACH.

12.6 – Outros efeitos adversos:

Nenhum conhecido

	FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA AMBIFLOC® A 54 VH De acordo com o Regulamento (CE) N.º 453/2012	Revisão: 17 / 06 / 2013 Pág. 7 de 11
---	---	---

13. CONSIDERAÇÕES RELATIVAS À ELIMINAÇÃO

13.1 – Métodos para tratamento de resíduos:

Resíduos/ Produto inutilizado: Pode ser colocado em aterro ou incinerado, de acordo com a legislação local

Embalagens contaminadas: Podem ser colocadas em aterro ou incineradas, de acordo com a legislação local

Reciclagem: O produto e a sua embalagem não são adequados para reciclagem.

14. INFORMAÇÃO SOBRE TRANSPORTE

Não é classificado como perigoso, segundo os regulamentos de transporte.

ADR / RID

Não é classificado como perigoso em termos de regulamentação de transporte ADR / RID

IMDG / IMO

Não é classificado como perigosos em termos de regulamentação de transporte IMDG / IMO

ICAO / IATA

Não é classificado como perigosos em termos de regulamentação de transporte ICAO / IATA

15. INFORMAÇÃO SOBRE REGULAMENTAÇÃO

15.1 – Regulamentação/legislação específica para a substancia ou mistura em matéria de saúde, segurança e ambiente:

Todos os componentes deste produto foram registados ou pré-registados na Agencia Europeia de Produtos Químicos ou estão isentos de registo.

15.2 – Avaliação de segurança química:

Nenhuma requerida

16. OUTRAS INFORMAÇÕES

Esta ficha de dados de segurança contem modificações, relativamente à versão anterior, nas seguintes secções:

Secção 1 – Identificação da substancia/mistura e da empresa

Secção 2 ~ Identificação de perigos

Secção 3 – Composição/informação os ingredientes

Secção 4 – Medidas de primeiros socorros

Secção 5 – Medidas de combata a incêndios

Secção 6 – Medidas de combate a derrames acidentais

Secção 7 – Manuseamento e armazenagem

Secção 8 – Controlo de exposição/ Protecção individual

Secção 9 – Propriedades físicas e químicas

Secção 10 – Estabilidade e reactividade

Secção 11 – Informação toxicológica

Secção 12 – Informação ecológica

	FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA AMBIFLOC® A 54 VH De acordo com o Regulamento (CE) N.º 453/2012	Revisão: 17 / 06 / 2013 Pág. 8 de 11
---	---	---

Secção 13 – Considerações sobre a eliminação

Secção 14 – Informação sobre transporte

Secção 15 – Informação regulamentar

Legenda de abreviaturas e acrónimos usados nesta ficha de dados de segurança:

Nenhumas

Esta ficha de dados de segurança foi preparada de acordo com o seguinte:

Regulamento (EC) N.º 1907/2006, Regulamento (EC) N.º 1272/2008, Diretiva 67/548/CEE, Diretiva 1999/45/CE, conforme alterações.

Regulamento da Comissão (CE) n.º 453/2010

A informação disponível nesta ficha de segurança está baseada no nosso estado de conhecimento actual sobre o produto e é dada de boa fé. A informação prestada destina-se apenas a dar conselhos que proporcionem uma utilização, manuseamento, processamento, armazenamento, transporte e eliminação seguros, e não deve ser considerada uma garantia de especificação de qualidade. Esta informação é relativa apenas à designação específica do produto, podendo não ser válida quando este material for usado em combinação com outro qualquer ou nalgum processo, a não ser que tenha sido especificado no processo de fabricação.

ANEXO E: MANUAIS DE UTILIZAÇÃO DO FILTRO SALSNES

No decorrer dos ensaios à escala piloto foi necessário criar diversos manuais de utilização do filtro, presentes neste anexo, de modo a facilitar o desempenho dos operadores.

MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO FILTRO SALSENS – SF1000

Iniciar/Parar:

O equipamento encontrasse em modo automático, pelo que inicia e/ou para de acordo com o nível de água dentro do mesmo.

Assim, para iniciá-lo basta ligar a bomba de acordo com o esquema que se segue:



De igual forma, para parar o equipamento basta desligar a bomba.

Manutenção:

Em termos de manutenção este equipamento necessita apenas de limpeza na zona entre a tela do filtro e o parafuso de transporte de lamas (ao abrir a porta da parte de trás do filtro), delimitada na figura que se segue:



Para tal, basta passar com o raspador da referida zona. Este procedimento deverá ser feito uma vez por turno. Cuidado: o equipamento deverá estar desligado aquando da limpeza, para tal basta desligar a bomba e aguardar que o filtro pare.

Amostradores:

Os amostradores, de entrada e de saída, deverão ser ligados às 9h de Domingo a Quarta-Feira.

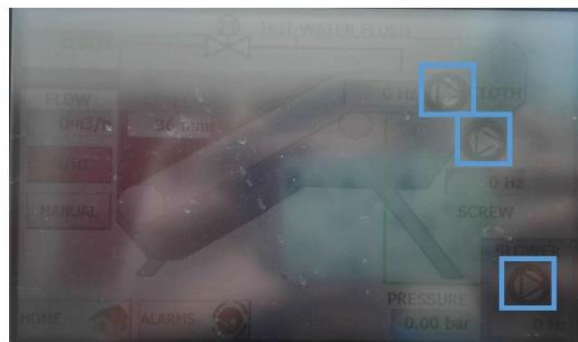
Manual Utilização do Filtro Salsnes – SF1000


Alarmes




No painel junto ao sistema de filtragem, é possível controlar o funcionamento do equipamento. Por norma, o que se encontra é o menu representado na figura seguinte:




Se pressionarmos na opção «**FILTER**» verificamos um esquema do equipamento e dos seus componentes controláveis.



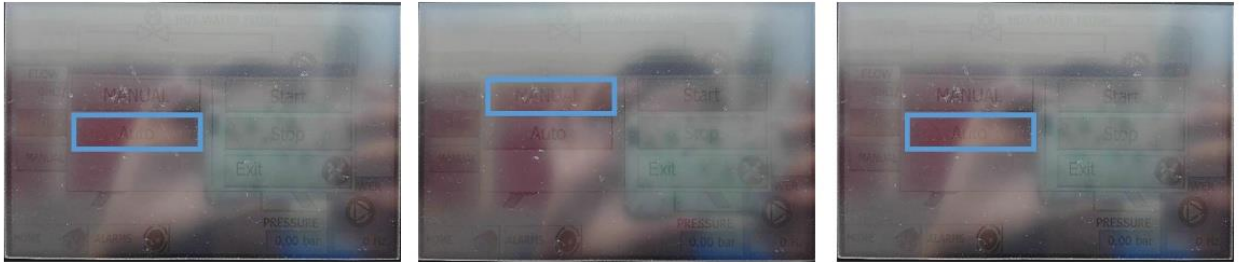
Junto a cada componente está este símbolo  que nos dá indicações sobre o estado de funcionamento do mesmo, através da cor do triângulo interior. Desta forma, tem-se que:

-  Componente parado.
-  Componente em funcionamento.
-  Componente parado com alarme ativo.

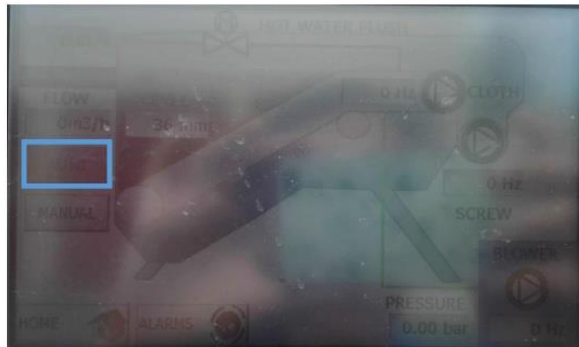
No último caso, quando um ou vários componentes se encontram parados devido a um alarme ativo, o equipamento passa para manual e não arranca. Para corrigir a situação é necessário pressionar no símbolo  passar para manual e voltar a

automático, isto para cada componente que apresentar o erro, até que todos voltem a estar a branco.

▶ → MANUAL → AUTO → EXIT → ◀



Por fim, basta verificar se o controlo global também está em modo automático:



De relembrar que o arranque não é instantâneo, no entanto, no caso de a situação se manter, pressionar em «ALARMS» e «Ack All». Em teoria, este procedimento será o suficiente para colocar o equipamento a funcionar.



ANEXO F: FICHA DE SEGURANÇA DO AMBIFLOC 5351 UJJ

O Ambifloc 5351 UJJ, cuja ficha de segurança se apresenta neste anexo, corresponde ao floculante polimérico utilizado nos ensaios à escala piloto do Filtro Salsnes.

(De acordo com o Regulamento (CE) n.º 1907/2006 conforme alterado pelo Regulamento (UE) n.º 2015/830)

SECÇÃO 1. IDENTIFICAÇÃO DA SUBSTÂNCIA / MISTURA E DA SOCIEDADE / EMPRESA
1.1 Identificador do produto

Nome comercial: AMBIFLOC® 5351 UUJ/CAT

Tipo de produto: Mistura

1.2 Utilizações identificadas relevantes da substância ou mistura e utilizações desaconselhadas

Utilizações relevantes identificadas: Agente auxiliar de processos para aplicações industriais.

Utilizações desaconselhadas: Não são conhecidas utilizações desaconselhadas para fins industriais, profissionais ou para consumo em geral.

1.3 Identificação do fornecedor da ficha de dados de segurança

SNF/AMBIENTAGUA, Lda

Rua do Convento, 144 – Zona Industrial de Fontiscos

4780-427 Santo Tirso

Tel.: 252 852713

Fax: 252 853085

geral@snfambientagua.pt

Responsável pela FDS: E-mail: geral@snfambientagua.pt Telefone: 252852713

1.4 Número de telefone de emergência

Telefone de emergência do Centro de Informação Antivenenos (CIAV): 808 250 143

Telefone de emergência da empresa: 252 852713 (das 9h00 às 18h00)

SECÇÃO 2. IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS
2.1 Classificação da substância ou mistura

De acordo com o Regulamento (CE) n.º 1272/2008 e suas alterações:

Não é classificado.

2.2 Elementos do rótulo

De acordo com o Regulamento (CE) n.º 1272/2008 e suas alterações:

Não são aplicáveis elementos do rótulo segundo o Regulamento (CE) n.º 1272/2008 e suas alterações.

2.3 Outros perigos

Avaliação PBT e mPmB: Não preenche os critérios de acordo com o Anexo XIII do REACH.

SECÇÃO 3. COMPOSIÇÃO / INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES
3.1 Substâncias

Este produto não é uma substância.

3.2 Misturas

Este produto é uma mistura.

Nome da substância	Composição (%)	N.º CAS	N.º CE	N.º Registo REACH	Classificação estabelecida pelo Regulamento (CE) n.º 1272/2008
Ácido adipico	≤ 2,5	124-04-9	204-673-3	01-2119457561-38-XXXX	Irritação ocular 2; H319
Ácido sulfamidico	≤ 2,5	5329-14-6	226-218-8	09-2119488633-28-XXXX	Irritação ocular 2; H319 Irritação cutânea 2; H315 Perigosa para o ambiente aquático, toxicidade crónica 3; H412

SECÇÃO 4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS
4.1 Descrição das medidas de primeiros socorros

Inalação: Remover a vítima para local arejado. No caso de se verificarem sintomas, consultar um médico.

Contacto com a pele: Lavar imediatamente com muita água e sabão. Retirar todo o vestuário contaminado e os sapatos. No caso de irritação persistente na pele, consultar um médico.

Contacto com os olhos: Lavar abundantemente com muita água corrente, também debaixo das pálpebras, durante 15 minutos, no mínimo. Consultar um médico de imediato.

Ingestão: Lavar a boca com água. Se a vítima estiver consciente dar-lhe de beber bastante água. Induzir o vômito, mas só no caso de a vítima estar plenamente consciente.

4.2 Sintomas e efeitos mais importantes, tanto agudos como retardados

O pó pode causar irritação da pele localizada, nas dobras, e sobre roupas apertadas. O contacto com o pó pode causar irritação à fricção ou secura da pele.

4.3 Indicações sobre cuidados médicos urgentes e tratamentos especiais necessários

Nenhumas.

SECÇÃO 5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

5.1 Meios de extinção

Meios adequados de extinção: Água, água em spray, espuma, dióxido de carbono, pó seco.

Meios inadequados de extinção: Nenhum.

5.2 Perigos especiais decorrentes da substância ou mistura

Produtos de decomposição perigosos: Óxidos de carbono (COx), óxidos de azoto (NOx), cloreto de hidrogénio e cianeto de hidrogénio podem ser produzidos na combustão, em atmosfera deficiente em oxigénio.

5.3 Recomendação para o pessoal de combate a incêndios

Medidas protetoras: Não são necessárias precauções especiais.

Outras informações: Derrames do produto ou da solução do produto, produzem superfícies extremamente escorregadias.

SECÇÃO 6. MEDIDAS A TOMAR EM CASO DE FUGAS ACIDENTAIS

6.1 Precauções individuais, equipamento de proteção e procedimentos de emergência

Precauções individuais: Os derrames produzem superfícies extremamente escorregadias. Não tocar nem caminhar sobre material derramado.

Equipamento de proteção: Usar vestuário de proteção adequado, luvas, óculos e vestuário de proteção.

6.2 Precauções a nível ambiental

Como para todos os produtos químicos, não despejar em cursos de água.

6.3 Métodos e materiais de confinamento e limpeza

Derrames pequenos: Não lavar com água. Remover com material inerte absorvente, ou a vácuo.

Derrames grandes: Restringir o acesso de pessoas. Não lavar com água. Remover com pá ou aspirar. Colocar em embalagens adequadas para eliminação.

Resíduos: Varrer para evitar o perigo de escorregar.

6.4 Remissão para outras secções

Secção 7: Manuseamento e armazenagem

Secção 8: Controlo de Exposição / Proteção Pessoal

Secção 13: Considerações relativas à eliminação

SECÇÃO 7. MANUSEAMENTO E ARMAZENAGEM

7.1 Precauções para um manuseamento seguro

Medidas de proteção: Evitar contacto com a pele e os olhos. Evitar a formação de poeira. Evitar respirar o pó. Solução aquosa, ou pó que seja humedecido, tornam as superfícies extremamente escorregadias.

Recomendações de higiene ocupacional: Lavar as mãos antes das paragens e no fim do dia de trabalho. Quando manipulado, não se deve comer beber ou fumar.

7.2 Condições de armazenagem segura, incluindo eventuais incompatibilidades

Medidas técnicas e condições de armazenamento: Manter o produto num local fresco e seco (0 – 35 °C). Manter afastado do calor e das fontes da ignição. Temperaturas negativas afetam as condições físicas e pode danificar o material.

Materiais de embalagem: Nenhum em particular.

Materiais a evitar: Nenhum.

7.3 Utilização(ões) final(is) específica(s)
Recomendações: Derrames tornam as superfícies extremamente escorregadias.

Soluções específicas para setores industriais: Nenhumas.

SECÇÃO 8. CONTROLO DA EXPOSIÇÃO / PROTEÇÃO INDIVIDUAL
8.1 Parâmetros de controlo
Informação sobre o produto tal e qual:

Limites de exposição ocupacionais: Nenhum.

Informação relevante sobre os componentes perigosos:
Ácido adipico:

Limites de exposição ocupacionais: Nenhum

 Limites de exposição ocupacionais recomendados: 5 mg/m³
Nível derivado de exposição sem efeitos / Nível de efeito mínimo derivado (DNELs / DMELs)
Trabalhadores

Efeitos sistémicos agudos:

Contacto com a pele:	38 mg/kg/dia
Inalação:	264 mg/m ³

Efeitos locais agudos:

Inalação	5 mg/m ³
----------	---------------------

Efeitos sistémicos a longo prazo:

Contacto com a pele:	38 mg/kg/dia
Inalação:	264 mg/m ³

Efeitos locais a longo prazo:

Inalação	5 mg/m ³
----------	---------------------

Consumidores:

Efeitos sistémicos agudos:

Ingestão:	19 mg/kg/dia
Contacto com a pele:	19 mg/kg/dia
Inalação:	65 mg/m ³

Efeitos sistémicos a longo prazo:

Ingestão:	19 mg/kg/dia
Contacto com a pele:	19 mg/kg/dia
Inalação:	65 mg/m ³

Concentração previsivelmente sem efeitos(PNECs):

Água doce:	0,126 mg/L
Água do mar:	0,0126 mg/L
Utilização/libertação intermitente:	0,46 mg/L
Instalação de tratamento de águas residuais:	59,1 mg/L
Sedimento (água doce):	0,484 mg/kg
Sedimento (água do mar):	0,0484 mg/kg
Solo:	0,0228 mg/kg solo dw

Ácido sulfamidico:
Nível derivado de exposição sem efeitos / Nível de efeito mínimo derivado (DNELs / DMELs)
Trabalhadores

Efeitos sistémicos agudos:

Inalação:	10 mg/kg bw/dia
-----------	-----------------

Consumidores:

Efeitos sistémicos agudos:

Contacto com a pele:	5 mg/kg/dia
----------------------	-------------

Efeitos sistémicos a longo prazo:

Ingestão:	5 mg/kg/dia
-----------	-------------

Concentração previsivelmente sem efeitos(PNECs):

Água doce:	0,048 mg/L
Água do mar:	0,048 mg/L
Utilização/libertação intermitente:	0,48 mg/L
Instalação de tratamento de águas residuais:	2 mg/L

DQ 016/02

Sedimento (água doce):	0,173 mg/kg
Sedimento (água do mar):	0,0173 mg/kg sedimento dw
Solo:	0,00638 mg/kg solo dw

8.2 Controlo da exposição
8.2.1 Controlos técnicos adequados:

Assegurar-se de uma adequada ventilação, especialmente em áreas pequenas. Usar locais com exaustão no caso de poeiras. Uma ventilação natural é adequada se não existirem poeiras.

8.2.2 Equipamentos de Proteção Individual:

Proteção dos olhos e face: Óculos de segurança com proteção lateral. Não usar lentes de contacto, aonde estiverem a usar o produto.

Proteção da pele: usar fato-macaco resistente a produtos químicos, bem como sapatos de borracha, quando existe contacto frequente com a solução do produto.

Proteção das mãos: Luvas em PVC ou outro material plástico.

Proteção respiratória: Máscaras de segurança para pó, são recomendadas nos locais em que a concentração do pó seja superior a 10 mg/m³.

Proteção contra os perigos térmicos: Nenhuma adicional.

Conselhos adicionais: Lavar as mãos e o rosto antes de qualquer paragem e imediatamente a seguir ao uso do produto. Lavar as mãos no final do dia de trabalho. Agir de acordo com as boas práticas de higiene e segurança industriais.

8.2.3 Controlo da exposição ambiental

Não permitir descargas descontroladas do produto no meio ambiente.

SECÇÃO 9. PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS
9.1 Informação sobre propriedades físicas e químicas de base

Aspeto	Pó granulado
Cor:	Branca
Odor:	Nenhum
Limiar olfativo:	Não aplicável
pH:	2,5 a 4,5 @ 5g/L
Ponto de fusão/ponto de congelação:	Não aplicável
Ponto de ebulição inicial e intervalo de ebulição:	> 100 °C
Ponto de inflamação (°C):	Não aplicável
Taxa de evaporação:	Não aplicável
Inflamabilidade (sólido gás):	Não combustível
Limite superior/inferior de inflamabilidade ou de explosividade:	Não cria atmosferas explosivas
Pressão de vapor:	Não aplicável
Densidade de vapor:	Não aplicável
Densidade relativa:	0,6-0,9
Solubilidade(s):	Solúvel em água
Coefficiente de partição n-octanol/água:	< 0
Temperatura de autoignição (°C):	Não aplicável
Temperatura de decomposição:	> 200 °C
Viscosidade:	Consultar Ficha Técnica
Propriedades explosivas:	Não é explosivo
Propriedades comburentes:	Nenhuma

9.2 Outras informações

Não existem informações adicionais.

SECÇÃO 10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE
10.1 Reatividade

O produto é estável nas condições de manipulação e armazenamento recomendadas.

10.2 Estabilidade química

O produto é estável nas condições de manipulação e armazenamento recomendadas.

10.3 Possibilidade de reações perigosas

Agentes oxidantes podem causar reações exotérmicas.

10.4 Condições a evitar

Incompatível com agentes oxidantes.

DQ 016/02

10.5 Materiais incompatíveis

Agentes oxidantes.

10.6 Produtos da decomposição perigosos

Óxidos de carbono (COx). Óxidos de azoto (NOx). Gás de cloreto de hidrogénio.

SECÇÃO 11. INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA
11.1 Informações sobre os efeitos toxicológicos
Informação sobre o produto tal e qual:
a) Toxicidade aguda

via oral:

 DL₅₀/oral/rato > 5000 mg/kg

via cutânea:

 DL₅₀/cutânea/rato > 5000 mg/kg

via inalatória:

Não é esperado que o produto seja tóxico por inalação

b) Corrosão /irritação cutânea:

Não é irritante para a pele

c) Lesões oculares graves/irritação ocular:

Testes conduzidos de acordo com a técnica Draize, mostraram que o produto não tem efeitos na córnea ou na íris, causando apenas conjuntivites ligeiras e transitórias, Idênticas aquelas conjuntivites provocadas por partículas granulares Testes em porcos da guiné mostraram que o produto não é sensibilizante

d) Sensibilização respiratória ou cutânea:

Não é mutagénica

e) Mutagenicidade em células germinativas:

Não é carcinogénico

f) Carcinogenicidade:

Não é tóxico para a reprodução

g) Toxicidade reprodutiva:
Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) – exposição única:

Sem efeitos conhecidos

i) Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) – exposição repetida:

Sem efeitos conhecidos

j) Perigo de aspiração:

Sem efeitos conhecidos

Informação relevante sobre os componentes perigosos:
Ácido adipico:
a) Toxicidade aguda:

via oral:

 DL₅₀/oral/rato > 2000 mg/kg

via cutânea:

 DL₅₀/cutânea/coelho > 2000 mg/kg

via inalatória:

 CL₀/inalação/4h/rato > 7,7 mg/L

b) Corrosão /irritação cutânea:

Ligeiramente irritante

c) Lesões oculares graves/irritação ocular:

Irritação severa dos olhos

d) Sensibilização respiratória ou cutânea:

Não é sensibilizante

e) Mutagenicidade em células germinativas:

Não é mutagénica

f) Carcinogenicidade:

Não é carcinogénico

g) Toxicidade reprodutiva:

Não é tóxico para a reprodução

h) Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) – exposição única:

Sem efeitos conhecidos

i) Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) – exposição repetida:

Sem efeitos conhecidos

j) Perigo de aspiração:

Sem efeitos conhecidos

Ácido sulfamidico
a) Toxicidade aguda:

via oral:

 DL₅₀/oral/rato > 2000 mg/kg

via cutânea:

NOAEL/cutânea/rato = 2000 mg/kg (OECD 402)

via inalatória:

Não é esperado que o produto seja tóxico por inalação

b) Corrosão /irritação cutânea:

Severamente irritante para a pele

c) Lesões oculares graves/irritação ocular:

Irritação moderada dos olhos. (EPA OPPTS 870.2400)

d) Sensibilização respiratória ou cutânea:

Sem efeitos conhecidos

e) Mutagenicidade em células germinativas:

Não é mutagénica

f) Carcinogenicidade:

Não é carcinogénico

g) Toxicidade reprodutiva:

Informação indisponível

h) Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) – exposição única:

Sem efeitos conhecidos

i) Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) –

exposição repetida: Sem efeitos conhecidos
 j) Perigo de aspiração: Sem efeitos conhecidos

SECÇÃO 12. INFORMAÇÃO ECOLÓGICA
12.1 Toxicidade
Informação do produto tal e qual é fornecido:
Toxicidade aguda

Toxicidade aguda para os peixes:

 CL₅₀/*Danio rerio*/96 horas = 5-10 mg/L (OECD 203)

Toxicidade aguda para invertebrados:

 CE₅₀/*Daphnia magna*/48 horas = 20-50 mg/L (OECD 202)

Toxicidade aguda para algas:

Testes de inibição em algas não são apropriados

As características de floculação do produto interferem diretamente no meio do teste afetando a distribuição homogênea, invalidando os resultados do teste

Toxicidade crónica

Toxicidade crónica para os peixes:

Informação indisponível

Toxicidade crónica para os invertebrados:

Informação indisponível

Toxicidade para os microorganismos:

Informação indisponível

Efeitos nos organismos terrestres:

Informação indisponível. Facilmente biodegradáveis, a exposição ao solo é improvável

Toxicidade de sedimentos:

Informação indisponível. Facilmente biodegradáveis, a exposição a sedimentos é improvável

Informação relevante sobre os componentes perigosos:
Ácido Adípico:

Toxicidade crónica para os peixes:

 CL₀/*Danio rerio*/96 horas ≥ 1000 mg/L

Toxicidade crónica para os invertebrados:

 CE₅₀/*Daphnia magna*/48 horas = 46 mg/L (OECD 202)

Toxicidade para as algas:

 CL₅₀/*Selenastrum capricornutum*/72 horas = 59 mg/L (OECD 201)

Toxicidade para os microorganismos:

 CE₅₀/Lama ativada/ 3h = 4747 mg/L (OECD 209)

Toxicidade crónica para os peixes:

Informação indisponível

Toxicidade crónica para os invertebrados:

 NOEC/*Daphnia magna*/21dias = 6,3 mg/L (OECD 211)

Efeitos nos organismos terrestres:

Informação indisponível

Toxicidade de sedimentos:

Informação indisponível

Ácido Sulfamidico:

Toxicidade crónica para os peixes:

 CL₅₀/*Pimephales promelas*/96 horas = 70,3 mg/L (OECD 203)

Toxicidade crónica para os invertebrados:

 CE₅₀/*Daphnia magna*/48 horas = 71,6 mg/L (OECD 202)

Toxicidade para as algas:

 CL₅₀/*Scenedesmus subspicatus*/72 horas = 48 mg/L

Toxicidade para os microorganismos:

 CE₅₀/Lama ativada/ 3h > 200 mg/L

Toxicidade crónica para os peixes:

Informação indisponível

Toxicidade crónica para os invertebrados:

Informação indisponível

Efeitos nos organismos terrestres:

Informação indisponível

Toxicidade de sedimentos:

Informação indisponível

12.2 Persistência e degradabilidade
Informação do produto tal e qual é fornecido:

Biodegradação:

Rapidamente biodegradável

Hidrólise:

A pH's naturais (>6) o polímero degrada-se devido a mais de 70 % de hidrólise, em 28 dias . A hidrólise do produto não é nociva para os organismos aquáticos

Fotólise:

Informação indisponível

Informação importante sobre os componentes perigosos:
Ácido Adípico:

Biodegradação:

Facilmente biodegradável >70 % / 28 dias (OECD 301 D)

Hidrólise:

Não hidrolisa

Fotólise:

Meia-vida (fotólise indireta) = 2,9 dias

Ácido Sulfamidico:

Biodegradação:

Não relevante (inorgânico)

Hidrólise:

Não hidrolisa

Fotólise:

Informação indisponível

12.3 Potencial de bioacumulação**Informação do produto tal e qual é fornecido:**

Coeficiente de partição (Low Pow): < 0
Fator de bioconcentração: Informação indisponível

Informação importante sobre os componentes perigosos:**Ácido Adípico:**

Coeficiente de partição (Low Pow): 0,093 @ 25 °C, pH 3,3
Fator de bioconcentração: Informação indisponível

Ácido Sulfamidico:

Coeficiente de partição (Low Pow): Informação indisponível
Fator de bioconcentração: Informação indisponível

12.4 Mobilidade no solo

Informação indisponível

12.5 Resultados da Avaliação PBT e mPmB

Não preenche os critérios segundo o Anexo XIII do REACH.

12.6 Outros efeitos adversos

Nenhuns.

SECÇÃO 13. CONSIDERAÇÕES RELATIVAS À ELIMINAÇÃO**13.1 Métodos de tratamento de resíduos****Resíduos/ Produto inutilizado:** Pode ser colocado em aterro ou incinerado, desde que esteja de acordo com a legislação local.**Embalagens contaminadas:** Podem ser colocadas em aterro ou incineradas, desde que esteja de acordo com a legislação local.**Reciclagem:** O produto e a embalagem não são adequados para reciclagem.**SECÇÃO 14. INFORMAÇÕES RELATIVAS AO TRANSPORTE****14.1 Número ONU****ADR/RID/ADN/IMDG/OACI:**

Não é classificado como perigoso, segundo os regulamentos de transporte.

14.2 Designação oficial de transporte da ONU**ADR/RID/ADN/IMDG/OACI:**

Não aplicável.

14.3 Classes de perigo para efeitos de transporte**ADR/RID/ADN/IMDG/OACI:**

Não aplicável.

14.4 Grupo de embalagem**ADR/RID/ADN/IMDG/OACI:**

Não aplicável.

14.5 Perigos para o ambiente**ADR/RID/ADN/IMDG/OACI:**

Não é classificado como perigoso do ponto de vista do ambiente.

14.6 Precauções especiais para o utilizador**14.6.1 Etiquetas (ADR/RID/ADN/IMDG/OACI):** Não aplicável.**14.6.2 Identificação de perigo (ADR/RID/ADN):** Não aplicável.**14.6.3 Código restrição túneis (ADR/RID/ADN):** Não aplicável.**14.6.4 Quantidade limitada:** Não aplicável.**14.6.5 Segregação (IMDG):** Não aplicável.**14.6.6 Ems (IMDG):** Não aplicável.**14.7 Transporte a granel em conformidade com o anexo II da Convenção Marpol e o Código IBC:**

Não aplicável.

DQ 016/02

SECÇÃO 15. INFORMAÇÃO SOBRE REGULAMENTAÇÃO**15.1 Regulamentação/legislação específica para a substância ou mistura em matéria de saúde, segurança e ambiente**

Os componentes perigosos foram sujeitos a registo na Agencia Europeia de Produtos Químicos.

Regulamento (CE) nº 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de dezembro de 2006, relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH), e suas alterações, em particular, regulamento (UE) 2015/830 da Comissão de 28 de Maio de 2015.

Regulamento (CE) nº 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho, 16 de dezembro de 2008, sobre classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas, e suas alterações.

Diretiva 98/24/CE do Conselho de 7 de Abril de 1998 relativa à proteção da saúde e da segurança dos trabalhadores contra os riscos relacionados com os agentes químicos durante o trabalho, e suas alterações.

Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro de 2008, sobre resíduos.

15.2 Avaliação de segurança química

Devido ao limite de tempo para o registo, o cenário de exposição não está ainda disponível para todos os componentes do produto. Consequentemente a Avaliação de Segurança Química ainda não foi realizada. Ver *secções 7 e 8* desta ficha de dados de segurança para obter a informação essencial sobre medidas de segurança e controlo de exposições.

SECÇÃO 16. OUTRAS INFORMAÇÕES**Referências bibliográficas e fontes de dados:**

Para além das fichas de dados de segurança dos fabricantes dos componentes desta mistura consultaram-se as seguintes fontes de informação:

- <http://echa.europa.eu/pt/> (informações de registo)

Esta ficha de dados de segurança foi preparada de acordo com o seguinte:

Regulamento da Comissão (UE) n.º 2015/830.

Lista das advertências de perigo e/ou recomendações de prudência relevantes:

H319 - Provoca irritação ocular grave

H315 – Provoca irritação cutânea

H412 – Nocivo para os organismos aquáticos, com efeitos nocivos duradouros

Histórico das revisões:

Última Revisão:

Revisão integral da ficha (verificação da necessidade de atualizações relativamente à ficha do fornecedor e à classificação do produto).

Revisões anteriores:

Para dar cumprimento à legislação em vigor, Regulamento (UE) n.º 2015/830, procedeu-se à atualização das subsecções 2.1 e 3.1 para estar de acordo com o Anexo II deste regulamento. Revisão da secção 14 - classificação relativa ao transporte.

Revisões anteriores: Contemplar as últimas informações recebidas dos fabricantes dos componentes perigosos e correções relacionadas com a estrutura da SDS, determinada pelo Regulamento (UE) n.º 453/2010, de 20 de maio.

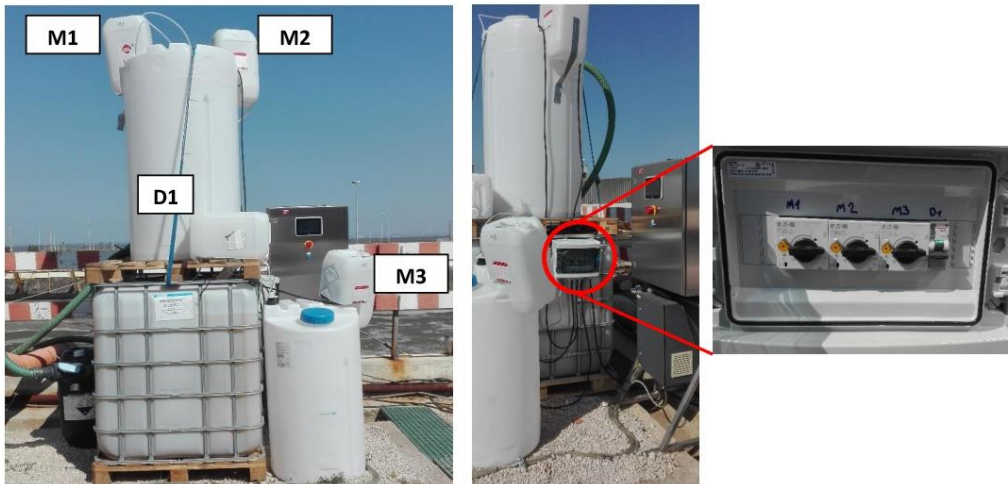
A informação disponível nesta ficha de segurança está baseada no nosso estado de conhecimento atual sobre o produto e é dada de boa fé. A informação prestada destina-se apenas a dar conselhos que proporcionem uma utilização, manuseamento, processamento, armazenamento, transporte e eliminação seguros, e não deve ser considerada uma garantia de especificação de qualidade. Esta informação é relativa apenas à designação específica do produto, podendo não ser válida quando este material for usado em combinação com outro qualquer ou nalgum processo, a não ser que tenha sido especificado no processo de fabricação.

ANEXO G: MANUAL DE PREPARAÇÃO DE POLÍMERO PARA O FILTRO SALSNES

No ensaio à escala piloto do Filtro Salsnes, nas semanas de adição de polímero a preparação do mesmo teve de ser feita manualmente, requerendo a realização de um procedimento bem como de um horário de preparação.

FILTRO SALSNES

Este domingo (22/7) começar-se-á uma nova fase no ensaio do filtro Salsnes com a adição de Polímero. Sendo uma estação de preparação de polímero improvisada, todo o processo terá de passar por nós, isto é, será necessário nesta primeira semana adicionar os reagentes (água e polímero) duas vezes por dia, o procedimento segue abaixo.



1. No novo quadro elétrico, na parte lateral dos tanques de preparação, **ligar o M3**: agitador do tanque de preparação.

2. Em **simultâneo** e de forma **gradual** para que não se formem grumos, deverá ser adicionada água e polímero. (processo semelhante ao que ocorre na preparação do polímero que é adicionado após o THE)

O **turno da manhã** deverá adicionar **200 L de água e 400 g de polímero**, deixar agitar durante **30min**, desligar a agitação (desligando o **M3** no quadro elétrico) e deixar repousar durante **30min**.

O **turno da tarde** deverá adicionar **100 L de água e 200 g de polímero** e agitar apenas durante os **30min**, desligando de seguida a agitação (desligando o **M3** no quadro elétrico).

3. Ligar **M1, M2** (agitadores do tanque superior) e **D1** no quadro elétrico. No equipamento por baixo da caixa D1, demonstrado na figura abaixo, pressionar a tecla **ESC (On/Off)**, para que a bomba fique em funcionamento.

4. Ligar/Reiniciar o sistema de filtração, ligando a bomba de água no quadro elétrico original (atrás do painel de controlo do filtro).



Teoricamente, se a preparação do polímero pelo turno da manhã tiver início por volta das **8h15** o ensaio terá início pelas **9h30** o que significa que a preparação de polímero pelo turno da tarde deverá ser feita por volta das **17h30**, quando o depósito tiver perto dos **100L**. Ou seja, o turno da tarde deverá contar cerca de **8horas** após o início do ensaio, para preparar mais polímero, pois será o tempo necessário para que o reservatório chegue a metade (aos 100L).

NOTA:

- O polímero (caixa preta) encontra-se na bancada central do laboratório! Junto a este, encontra-se um copo com as delimitações para os 400 e 200g.
- A **recolha de amostras** mantém-se, com a exceção do local de recolha do afluente não tratado (**entrada**) que deverá passar a ser feita junto a bomba de recolha (**caixa de saída após o DES/DES**).
- O meu número está no telemóvel da operação, por favor, não hesitem contactar em caso de dúvida!

Obrigada!

FILTRO SALSNES – Última Semana

Este domingo (29/7) inicia-se a última semana de ensaios que exigirá um pouco mais de todos nós. Os caudais de entrada e de polímero foram aumentado e como tal será necessário proceder à preparação de polímero um maior número de vezes. O horário encontra-se na tabela da **folha seguinte**.

Eu sei que será particularmente difícil para o turno da noite, no entanto é importante que se cumpram os horários para que os equipamentos não se danifiquem.

O método de preparação é idêntico ao explicado no documento anterior:

No **Domingo às 8h**:

- Ligar a bomba de água de entrada.
- Adicionar **320g** de polímero (marcado no copo) e encher o depósito até aos **200L** de água, de forma gradual e em simultâneo, com o **M3** ligado.
- Aguardar **30min** com a agitação **ligada**.
- Desligar **M3** e aguardar mais **30min**.
- Após o tempo de repouso, ligar **M1, M2** e **D1** no quadro elétrico e clicar na tecla **ESC (On/Off)** na bomba por de baixo da caixa **D1** para que o equipamento comece a funcionar.

Para todas as outras preparações:

- Desligar **D1, M1** e **M2**.
- Adicionar **320g** de polímero (marcado no copo) e encher o depósito até aos **200L** de água, de forma gradual e em simultâneo, com o **M3** ligado.
- Aguardar **30min** com a agitação **ligada**.
- Desligar **M3**, ligar **M1, M2** e **D1** no quadro elétrico. Garantir que a bomba por baixo do equipamento **D1** fica a funcionar.

É necessário garantir que a bomba doseadora (**D1**) fica a funcionar. Até agora o que se verificou é que é necessário que o tanque de entrada de água por tratar esteja pelo menos metade cheio e que o tanque de polímero tenha pelo menos 40L.

No horário supus que a preparação demoraria 45min (15 de dosagens + 30 de agitação). Agradecia que, mesmo que demorem menos que isso, liguem os equipamentos apenas na hora que está indicada, para que, na medida do possível, tudo dê certo.

Agradeço mais uma vez a colaboração de todos nesta reta final!

Horário de Preparação de Polímero		
Domingo 29/7	Iniciar Preparação	8h
	Ligar Equipamentos	9h30
	Iniciar Preparação	14h30
	Ligar Equipamentos	15h15
	Iniciar Preparação	21h15
	Ligar Equipamentos	22h
Segunda 30/7	Iniciar Preparação	4h
	Ligar Equipamentos	4h45
	Iniciar Preparação	10h45
	Ligar Equipamentos	11h30
	Iniciar Preparação	17h30
	Ligar Equipamentos	18h15
Terça 31/7	Iniciar Preparação	00h15
	Ligar Equipamentos	1h
	Iniciar Preparação	7h
	Ligar Equipamentos	7h45
	Iniciar Preparação	13h45
	Ligar Equipamentos	14h30
	Iniciar Preparação	20h30
	Ligar Equipamentos	21h15
Quarta 1/8	Iniciar Preparação	3h15
	Ligar Equipamentos	4h
	Iniciar Preparação	10h
	Ligar Equipamentos	10h45
	Iniciar Preparação	16h45
	Ligar Equipamentos	17h30
	Iniciar Preparação	23h30
	Ligar Equipamentos	00h15
Quinta 2/8	DESLIGAR	6h15

ANEXO H: NECESSIDADES DE OXIGÉNIO E POTENCIA NECESSÁRIA VERIFICADAS EM 2017

Tal como referido no subcapítulo 1.3.2. “Limitações do Tratamento Secundário”, a determinação das necessidades de oxigénio tem como objetivo não só provar que o sistema de arejamento existente nem sempre supre as necessidades existentes, como também servirá para posterior comparação com as tecnologias a serem estudadas no presente projeto no sentido de aferir as viabilidades económicas ao ser determinada a potencia associada ao arejamento.

Deste modo, a Tabela H.1 apresenta os resultados de todas as análises realizadas à CBO_5 em 2017, uma vez que para qualquer um dos métodos utilizados (explicados no subcapítulo referido anteriormente) é o parâmetro central. Adicionalmente apresentam-se os dados de interesse obtidos por cada um dos métodos, como as Necessidades de Oxigénio de Ponta (AORT), o Caudal de Arejamento ($Q_{\text{arejamento}}$) e a Potencia Requerida ao Arejamento ($P_{\text{arejamento}}$), bem como a média obtida entre os dois métodos para os mesmos parâmetros.

Tabela H.1 Necessidades de Oxigênio em 2017

	PARÂMETROS DO PROCESSO			MÉTODO 1				MÉTODO 2				MÉDIA		
DATA	Q m ³ /dia	[CBO ₅] _{af} mg/L	MLVSS g/L	AOTR kg O ₂ /h	SOTR kg O ₂ /h	Q _{arejamento} m ³ /h	P _{arejamento} kW	AOTR kg O ₂ /h	SOTR kg O ₂ /h	Q _{arejamento} m ³ /h	P _{arejamento} kW	SOTR kg O ₂ /h	Q _{arejamento} m ³ /h	P _{arejamento} kW
03/jan	13 456	210	1,6	151	363	4 875	96	150	325	4 356	60	344	4 616	78
10/jan	10 142	1 400	9,2	847	2 035	27 312	536	791	1 715	23 018	316	1 875	25 165	426
17/jan	10 402	910	6,0	559	1 344	18 029	354	525	1 138	15 274	210	1 241	16 652	282
24/jan	10 809	1 000	6,9	640	1 538	20 640	405	600	1 301	17 462	240	1 420	19 051	323
31/jan	21 832	440	5,9	550	1 322	17 744	348	525	1 139	15 279	210	1 230	16 511	279
07/fev	14 496	610	5,6	515	1 238	16 608	326	487	1 056	14 174	195	1 147	15 391	260
14/fev	12 891	280	2,2	200	480	6 438	126	194	421	5 649	78	450	6 043	102
21/fev	10 251	490	3,1	289	696	9 336	183	275	597	8 012	110	646	8 674	147
28/fev	9 741	340	2,0	186	448	6 009	118	179	389	5 224	72	419	5 617	95
07/mar	10 334	1 000	6,6	612	1 471	19 733	387	573	1 244	16 695	229	1 357	18 214	308
14/mar	10 562	260	1,6	151	362	4 861	95	147	319	4 283	59	341	4 572	77
21/mar	10 177	640	4,1	380	913	12 258	241	359	779	10 450	144	846	11 354	192
28/mar	11 285	250	1,7	154	371	4 973	98	151	327	4 391	60	349	4 682	79
04/abr	9 568	250	1,4	131	314	4 216	83	128	277	3 723	51	296	3 970	67
11/abr	9 687	230	1,3	121	290	3 889	76	119	257	3 453	47	274	3 671	62
18/abr	10 233	810	5,3	488	1 172	15 732	309	459	995	13 352	184	1 084	14 542	246
25/abr	9 927	590	3,7	340	819	10 985	216	322	699	9 382	129	759	10 183	172
02/mai	9 311	230	1,3	116	279	3 738	73	114	247	3 319	46	263	3 529	60
09/mai	10 549	1 100	7,4	688	1 655	22 210	436	645	1 399	18 767	258	1 527	20 488	347
16/mai	10 566	140	0,8	74	177	2 380	47	76	165	2 211	30	171	2 295	39
23/mai	10 582	900	6,1	562	1 351	18 134	356	528	1 145	15 365	211	1 248	16 750	284
30/mai	10 388	920	6,1	564	1 357	18 209	358	530	1 149	15 423	212	1 253	16 816	285
06/jun	9 240	750	4,4	407	978	13 120	258	383	831	11 150	153	904	12 135	205

Tabela H.1 Continuação

DATA	Q m ³ /dia	[CBO ₅] _{af} mg/L	MLVSS g/L	AOTR kg O ₂ /h	SOTR kg O ₂ /h	Q _{arejamento} m ³ /h	Parejamento kW	AOTR kg O ₂ /h	SOTR kg O ₂ /h	Q _{arejamento} m ³ /h	Parejamento kW	SOTR kg O ₂ /h	Q _{arejamento} m ³ /h	Parejamento kW
13/jun	10 017	860	5,5	508	1 221	16 381	322	477	1 035	13 890	191	1 128	15 135	256
20/jun	10 237	910	5,9	550	1 322	17 743	348	516	1 120	15 032	207	1 221	16 388	277
27/jun	10 830	800	5,5	510	1 225	16 438	323	479	1 040	13 954	192	1 132	15 196	257
04/jul	9 990	780	5,0	458	1 101	14 772	290	431	935	12 545	172	1 018	13 659	231
11/jul	9 249	1 300	7,7	716	1 721	23 095	453	669	1 452	19 479	268	1 586	21 287	361
18/jul	9 508	700	4,2	390	937	12 569	247	367	797	10 696	147	867	11 633	197
26/jul	9 084	870	5,0	466	1 120	15 033	295	438	950	12 744	175	1 035	13 889	235
01/ago	8 464	510	2,7	249	599	8 040	158	237	514	6 892	95	556	7 466	126
08/ago	7 967	960	4,9	452	1 087	14 589	286	424	920	12 350	170	1 004	13 469	228
15/ago	7 671	450	2,1	198	476	6 385	125	189	409	5 494	76	443	5 939	100
22/ago	10 091	350	2,2	199	479	6 423	126	192	416	5 577	77	447	6 000	101
29/ago	10 672	580	3,9	360	864	11 600	228	340	739	9 912	136	802	10 756	182
05/set	9 930	700	4,4	407	978	13 127	258	384	832	11 171	154	905	12 149	206
12/set	10 122	630	4,0	372	894	11 993	235	351	762	10 228	141	828	11 111	188
19/set	10 409	250	1,5	142	342	4 587	90	139	302	4 051	56	322	4 319	73
26/set	10 109	680	4,3	402	966	12 968	255	379	823	11 042	152	895	12 005	203
03/out	10 235	640	4,1	382	919	12 328	242	361	783	10 510	144	851	11 419	193
10/out	10 532	600	4,0	368	884	11 860	233	348	755	10 126	139	819	10 993	186
17/out	12 054	560	4,2	391	941	12 630	248	371	805	10 801	148	873	11 716	198
24/out	8 845	290	1,5	142	342	4 591	90	138	300	4 020	55	321	4 305	73
01/nov	9 584	530	3,2	294	706	9 479	186	279	605	8 118	112	656	8 798	149
07/nov	10 614	760	5,1	474	1 139	15 279	300	446	967	12 982	178	1 053	14 130	239
14/nov	9 609	260	1,5	137	330	4 423	87	134	290	3 896	54	310	4 159	70
21/nov	11 131	930	6,6	612	1 470	19 729	387	574	1 245	16 708	230	1 358	18 219	308
28/nov	15 258	380	3,6	329	791	10 608	208	315	684	9 181	126	737	9 895	167

ANEXO I: NECESSIDADES DE OXIGÊNIO DE PONTA VERIFICADAS ATÉ MAIO DE 2018

O presente anexo apresenta os resultados para cada método utilizado (de acordo com o descrito no subcapítulo 1.3.2. “Limitações do Tratamento Secundário”) para os dados de janeiro a maio de 2018, tendo em conta que neste mês se deu início aos ensaios à escala real. Deste modo, na Tabela I.1 são sintetizados os resultados de CBO_5 afluente ao tanque de arejamento, as necessidades de oxigênio de ponta (AORT), o caudal de arejamento ($Q_{\text{arejamento}}$) e a potencia requerida ao arejamento ($P_{\text{arejamento}}$), determinados por cada um dos métodos, bem como a média dos dois métodos para os mesmos parâmetros.

Tabela I.1 Necessidades de Oxigênio em 2018

PARÂMETROS DO PROCESSO				MÉTODO 1				MÉTODO 2				MÉDIA		
DATA	Q m³/dia	[CBO ₅] _{af} mg/L	MLVSS g/L	AOTR kg O ₂ /h	SOTR kg O ₂ /h	Q _{arejamento} m³/h	P _{arejamento} kW	AOTR kg O ₂ /h	SOTR Kg O ₂ /h	Q _{arejamento} m³/h	P _{arejamento} kW	SOTR kg O ₂ /h	Q _{arejamento} m³/h	P _{arejamento} kW
2/jan	8 731	312	1,6	152	366	4 907	96	147	319	4 282	59	342	4 595	78
9/jan	13 777	166	1,3	118	284	3 806	75	119	259	3 470	48	271	3 638	61
16/jan	8 860	282	1,5	138	332	4 456	87	134	291	3 908	54	312	4 182	71
23/jan	9 001	604	3,4	316	760	10 204	200	299	649	8 710	120	705	9 457	160
30/jan	10 393	654	4,3	397	954	12 806	251	375	813	10 913	150	884	11 859	201
6/fev	8 966	654	3,7	342	823	11 048	217	323	702	9 414	129	762	10 231	173
13/fev	8 049	448	2,2	207	497	6 666	131	197	427	5 736	79	462	6 201	105
20/fev	10 360	287	1,8	165	396	5 312	104	160	347	4 655	64	371	4 984	84
27/fev	14 320	221	1,8	171	410	5 508	108	168	365	4 903	67	388	5 206	88
06/mar	15 177	347	3,2	297	714	9 577	188	286	620	8 318	114	667	8 948	151
13/mar	11 516	503	3,6	334	804	10 785	212	318	689	9 249	127	746	10 017	169
20/mar	12 280	332	2,5	229	550	7 386	145	221	479	6 427	88	515	6 907	117
27/mar	9 659	554	3,4	310	745	9 998	196	294	637	8 552	118	691	9 275	157
03/abr	13 372	503	4,2	388	933	12 523	246	369	800	10 740	148	867	11 632	197
10/abr	14 428	418	3,7	344	827	11 095	218	329	713	9 570	132	770	10 332	175
17/abr	12 349	307	2,3	211	508	6 819	134	205	444	5 955	82	476	6 387	108
25/abr	10 556	398	2,6	239	574	7 701	151	229	496	6 654	91	535	7 178	121
01/mai	11 156	554	3,9	358	861	11 547	227	339	736	9 878	136	798	10 713	181
08/mai	10 102	755	4,8	448	1 076	14 439	283	421	914	12 270	169	995	13 354	226
15/mai	10 552	554	3,7	339	814	10 923	214	321	696	9 343	128	755	10 133	171
22/mai	8 586	604	3,3	302	725	9 734	191	285	619	8 309	114	672	9 022	153

ANEXO J: VOLUME NECESSÁRIO AO TANQUE DE AREJAMENTO

A determinação do volume do tanque de arejamento necessário ao tratamento eficiente das cargas afluentes teve como objetivo provar as limitações do tratamento secundário. O procedimento ao qual se recorreu encontra-se descrito no subcapítulo 1.3.2. Limitações do Tratamento Secundário. De referir, previamente à apresentação dos resultados obtidos nas Tabelas J.1 e J.2, que o volume disponível na ETAR de SJT, de acordo com a Memória Descritiva e Justificativa é de 5 795 m³ [2].

Tabela J.1 Volume necessário ao Tanque de Arejamento, 2017

Data	Q m ³ /dia	[CBO ₅] _{af} mg/L	MLVSS mg/L	Volume Necessário m ³
02/jan	16 724		5 900	
03/jan	13 456	210		2 395
09/jan	10 226		7 300	
10/jan	10 142	1 400		9 725
16/jan	10 620		6 500	
17/jan	10 402	910		7 281
23/jan	9 775		7 500	
24/jan	10 809	1 000		7 206
30/jan	11 252		6 400	
31/jan	21 832	440		7 505
06/fev	10 933		7 000	
07/fev	14 496	610		6 316
13/fev	13 012		5 900	
14/fev	12 891	280		3 059
20/fev	9 806		3 600	
21/fev	10 251	490		6 976
27/fev	10 752		4 700	
28/fev	9 741	340		3 523
06/mar	10 809		3 900	
07/mar	10 334	1 000		13 249
13/mar	10 600		4 500	
14/mar	10 562	260		3 051
20/mar	9 958		4 600	
21/mar	10 177	640		7 080
27/mar	11 271		3 700	
28/mar	11 285	250		3 813
03/abr	10 615		5 500	
04/abr	9 568	250		2 175
10/abr	9 748		5 400	
11/abr	9 687	230		2 063
17/abr	9 464		5 500	

Tabela J.1 Continuação

Data	Q m³/dia	[CBO₅]_{af} mg/L	MLVSS mg/L	Volume Necessário m³
18/abr	10 233	810		7 535
24/abr	9 540		6 000	
25/abr	9 927	590		4 881
02/mai	9 311	230	5 900	1 700
08/mai	9 946		6 400	
09/mai	10 549	1 100		9 066
22/mai	10 037		6 900	
23/mai	10 582	900		6 901
29/mai	13 035		8 000	
30/mai	10 388	920		5 973
05/jun	9 671		8 200	
06/jun	9 240	750		4 226
12/jun	9 249		7 600	
13/jun	10 017	860		5 668
19/jun	9 258		8 700	
20/jun	10 237	910		5 354
26/jun	10 282		9 200	
27/jun	10 830	800		4 709
03/jul	7 952		8 600	
04/jul	9 990	780		4 530
10/jul	9 570		8 200	
11/jul	9 249	1 300		7 332
17/jul	8 484		7 700	
18/jul	9 508	700		4 322
24/jul	9 323		8 300	
26/jul	9 084	870		4 761
31/jul	9 140		11 000	
01/ago	8 464	510		1 962
07/ago	8 322		7 200	
08/ago	7 967	960		5 311
15/ago	7 671	450		2 242
17/ago	7 274		7 700	
21/ago	10 838		7 100	
22/ago	10 091	350		2 487
28/ago	13 280		7 100	
29/ago	10 672	580		4 359
04/set	10 334		5 100	
05/set	9 930	700		6 815
11/set	10 493		5 600	
12/set	10 122	630		5 694
18/set	10 715		5 500	
19/set	10 409	250		2 366

Tabela J.1 Continuação

Data	Q m³/dia	[CBO₅]_{af} mg/L	MLVSS mg/L	Volume Necessário m³
25/set	10 680		6 100	
26/set	10 109	680		5 635
02/out	10 517		4 800	
03/out	10 235	640		6 823
09/out	10 624		3 800	
10/out	10 532	600		8 315
16/out	9 580		3 100	
17/out	12 054	560		10 887
23/out	10 175		3 800	
24/out	8 845	290		3 375
30/out	9 079		3 900	
01/nov	9 584	530		6 512
06/nov	11 049		4 500	
07/nov	10 614	760		8 963
13/nov	9 522		4 200	
14/nov	9 609	260		2 974
20/nov	10 325		4 500	
21/nov	11 131	930		11 502
27/nov	9 229		4 700	
28/nov	15 258	380		6 168

Tabela J.2 Volume necessário ao Tanque de Arejamento, 2018

Data	Q m³/dia	[CBO₅]_{af} mg/L	MLVSS mg/L	Volume Necessário m³
2/jan	8 731	312	2 800	4 864
8/jan	8 690		3 000	
9/jan	13 777	166		3 812
15/jan	11 214		3 300	
16/jan	8 860	282		3 786
22/jan	9 222		3 900	
23/jan	9 001	604		6 970
29/jan	9 352		3 900	
30/jan	10 393	654		8 714
5/fev	10 267		4 800	
6/fev	8 966	654		6 108
12/fev	11 432		4 000	
13/fev	8 049	448		4 507
19/fev	10 569		4 800	
20/fev	10 360	287		3 097
26/fev	11 628		4 200	

Tabela J.2 Continuação

Data	Q m³/dia	[CBO₅]_{af} mg/L	MLVSS mg/L	Volume Necessário m³
27/fev	14 320	221		3 768
5/mar	15 498		3 400	
6/mar	15 177	347		7 745
12/mar	11 169		3 500	
13/mar	11 516	503		8 275
19/mar	13 751		4 000	
20/mar	12 280	332		5 096
26/mar	10 814		3 400	
27/mar	9 659	554		7 869
2/abr	13 492		4 300	
3/abr	13 372	503		7 821
9/abr	12 603		3 200	
10/abr	14 428	418		9 423
16/abr	12 950		3 700	
17/abr	12 349	307		5 123
23/abr	10 768		3 600	
25/abr	10 556	398		5 677
30/abr	11 628		4 200	
1/mai	11 156	554		7 358

ANEXO K: TABELAS DE RESULTADOS DOS JAR TEST E ANÁLISES AOS SST

No decorrer dos ensaios à escala laboratorial realizaram-se diversos Jar Test de modo a averiguar as dosagens ótimas de coagulante, floculante e cal. Tal como explicado no subcapítulo 3.1.1. “Escala Laboratorial”, no que diz respeito ao planeamento e procedimento dos Jar Test, os ensaios ocorreram por fases, que serão discriminadas no presente anexo juntamente com as tabelas de resultados obtidas (Tabela K.1 a K.23)

FASE 1: Determinação da gama de cloreto férrico a testar

Tabela K.1 Resultados Experiência 1 – Fase 1 Jar Test

Experiência 1				
Data			09 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	-	-	-	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
190 – 200	5	100	10	90
Ensaios				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)		Cal (ppm)
A	0	-		-
B	7 100	-		-
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	-	-	-	-
B	-	-	-	-
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	-	-	-	
A	-	-	-	
B	-	-	-	

Tabela K.2 Resultados Experiência 2 – Fase 1 Jar Test

Experiência 2				
Data			09 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	-	-	-	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
190 - 210	5	100	10	90
Ensaio				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	0	-	-	
B	3 550	-	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	-	-	-	-
B	-	-	-	-
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	-	-	-	
A	-	-	-	
B	-	-	-	

Tabela K.3 Resultados Experiência 3 – Fase 1 Jar Test

Experiência 3				
Data			09 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	-	-	-	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
140 - 160	5	100	10	90
Ensaios				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	0	-	-	
B	1 775	-	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	-	-	-	-
B	-	-	-	-
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	-	-	-	
A	-	-	-	
B	-	-	-	
C	-	-	-	

Tabela K.4 Resultados Experiência 4 – Fase 1 Jar Test

Experiência 4				
Data			09 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	-	-	-	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
150 - 160	5	100	10	90
Ensaios				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	710	-	-	
B	1 065	-	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	-	-	-	-
B	-	-	-	-
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	-	-	-	
A	-	-	-	
B	-	-	-	

Tabela K.5 Resultados Experiência 5 – Fase 1 Jar Test

Experiência 5				
Data			09 abril	
Amostra				
Tipo	Ph	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	-	-	-	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
70 – 150	5	100	10	90
Ensaio				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	710	-	-	
B	355	-	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	-	-	-	-
B	-	-	-	-
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	-	-	-	
A	-	-	-	
B	-	-	-	

FASE 2: Determinação das dosagens ótimas de cloreto férrico**Tabela K.6 Resultados Experiência 6 – Fase 2 Jar Test**

Experiência 6				
Data			16 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,2	-	-	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
290 – 330	5	100	10	90
Ensaios				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniônico (ppm)	Cal (ppm)	
A	0	-	-	
B	639	-	-	
C	568	-	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,49	18,6	-	-
B	3,27	18,5	-	-
C	3,8	18,4	-	-
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	-	-	-	
A	-	-	-	
B	-	-	-	
C	-	-	-	

Tabela K.7 Resultados Experiência 7 – Fase 2 Jar Test

Experiência 7				
Data			16 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,41	17,8	-	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
280 – 320	5	100	10	90
Ensaios				
Ensaio	FeCl ₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	0	-	0	
B	497	-	0	
C	426	-	0	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	-	-	-	-
B	-	-	-	-
C	-	-	-	-
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	-	-	-	
A	-	-	-	
B	-	-	-	
C	-	-	-	

Tabela K.8 Resultados Experiência 8 – Fase 2 Jar Test

Experiência 8				
Data		17 abril		
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,62	15,8	220	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	90
Ensaios				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	0	-	-	
B	497	-	-	
C	390,5	-	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,77	18,5	100	54,55
B	5,00	17,3	10	95,45
C	4,83	17,2	10	95,45
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,113	50	0,124	
A	0,110	150	0,125	
B	0,113	600	0,119	
C	0,112	600	0,118	

Tabela K.9 Resultados Experiência 9 – Fase 2 Jar Test

Experiência 9				
Data			17 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,32	18,5	400	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	90
Ensaios				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	0	-	-	
B	355	-	-	
C	329,5	-	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,46	19,8	120	70,00
B	5,07	19,3	6,2	98,46
C	5,1	19,3	1,3	96,67
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,113	30	0,125	
A	0,113	100	0,125	
B	0,113	650	0,117	
C	0,112	600	0,120	

Tabela K.10 Resultados Experiência 10 – Fase 2 Jar Test

Experiência 10				
Data			18 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,47	17,8	333	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	90
Ensaio				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	0	-	-	
B	284	-	-	
C	248,5	-	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,56	19,6	80	76,00
B	5,61	19,3	9,5	97,14
C	5,60	19,2	3,2	99,05
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,113	30	0,123	
A	0,114	150	0,125	
B	0,113	630	0,126	
C	0,113	630	0,115	

Tabela K.11 Resultados Experiência 11 – Fase 2 Jar Test

Experiência 11				
Data			18 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,34	20,17	567	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	90
Ensaio				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	0	-	-	
B	213	-	-	
C	177,5	-	-	
Resultados				
Ensaio	Ph	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,51	21,3	73	87,06
B	5,87	20,9	4,8	99,15
C	6,06	21,0	6,4	98,88
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,113	30	0,130	
A	0,113	150	0,124	
B	0,112	620	0,115	
C	0,113	630	0,117	

FASE 3: Determinação da dosagem ótima de polímero aniônico flocculante

Tabela K.12 Resultados Experiência 12 – Fase 3 Jar Test

Experiência 12				
Data			19 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,56	19,5	533	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	90
Ensaios				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniônico (ppm)	Cal (ppm)	
A	0	0	-	
B	213	6,29	-	
C	177,5	6,29	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,6	22,2	100	81,25
B	5,81	21,7	30	94,38
C	5,96	21,7	15	97,19
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,106	30	0,122	
A	0,107	130	0,120	
B	0,109	300	0,118	
C	0,105	600	0,114	

Tabela K.13 Resultados Experiência 13 – Fase 3 Jar Test

Experiência 13				
Data			19 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,42	21,9	500	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	90
Ensaio				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	0	0	-	
B	142	6,29	-	
C	106,5	6,29	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,52	22,3	50	90,00
B	6,12	22,7	7,5	98,50
C	6,23	22,3	15	97,00
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,107	20	0,117	
A	0,108	100	0,113	
B	0,109	400	0,112	
C	0,110	200	0,113	

Tabela K.14 Resultados Experiência 14 – Fase 3 Jar Test

Experiência 14				
Data			23 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,88	20,4	550	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	90
Ensaio				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	177,5	1	-	
B	177,5	0,5	-	
C	177,5	0,1	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,47	21,5	35	93,64
B	6,68	21,1	19	96,59
C	6,73	21	23	95,80
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,107	20	0,118	
A	0,108	200	0,115	
B	0,109	160	0,112	
C	0,111	260	0,117	

Tabela K.15 Resultados Experiência 15 – Fase 3 Jar Test

Experiência 15				
Data			26 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,48	21,4	300	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	120
Ensaios				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	142	0,1	-	
B	213	0,1	-	
C	248,5	0,1	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,28	21,9	6,0	98,00
B	5,87	22,0	3,3	98,89
C	5,66	22,2	4,6	98,48
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,107	50	0,122	
A	0,109	500	0,112	
B	0,109	600	0,111	
C	0,107	660	0,110	

Tabela K.16 Resultados Experiência 16 – Fase 3 Jar Test

Experiência 16				
Data			26 abril	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,40	21,1	213	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	120
Ensaio				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	5	0,1	-	
B	25	0,1	-	
C	50	0,1	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,48	22,1	50	76,47
B	6,51	21,9	28	86,82
C	6,43	21,7	21	90,05
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,110	80	0,127	
A	0,106	400	0,126	
B	0,107	500	0,121	
C	0,107	520	0,118	

Nesta experiência o FeCl₃ foi diluído de modo a ser possível alcançar dosagens tão reduzidas.

Tabela K.17 Resultados Experiência 17 – Fase 3 Jar Test

Experiência 17				
Data			3 maio	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Composta 24h	6,43	17,7	340	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	120
Ensaio				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniônico (ppm)	Cal (ppm)	
A	213	0,1	-	
B	177,5	0,1	-	
C	142	0,1	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	5,45	19	3,0	99,11
B	5,63	19,1	0,0	100,00
C	5,81	19,2	4,3	98,74
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,110	50	0,127	
A	0,107	660	0,109	
B	0,108	650	0,108	
C	0,107	700	0,110	

Tabela K.18 Resultados Experiência 18 – Fase 3 Jar Test

Experiência 18				
Data			3 maio	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Composta 24h	6,35	14,5	320	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	120
Ensaio				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	106,5	0,1	-	
B	71,0	0,1	-	
C	35,5	0,1	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,01	19,5	4,5	98,59
B	6,19	19,2	10,3	96,78
C	6,29	19,1	8,5	97,36
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,109	50	0,125	
A	0,108	665	0,111	
B	0,108	680	0,115	
C	0,108	710	0,114	

FASE 4: Determinação da massa de cal a adicionar – correção de pH

Tabela K.19 Resultados Experiência 21 – Fase 4 Jar Test

Experiência 21				
Data			9 maio	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,43	21,1	400	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	120
Ensaios				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniônico (ppm)		Cal (ppm)
A	0	0		0
B	213	0,1		9 481
C	213	0,1		3 815
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,84	22,1	90	77,50
B	7,86	21,3	17	95,71
C	7,38	21,3	11	97,14
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,109	50	0,129	
A	0,108	200	0,126	
B	0,107	700	0,119	
C	0,114	700	0,122	

Nesta experiência a cal foi adicionada em pó.

Tabela K.20 Resultados Experiência 22 – Fase 4 Jar Test

Experiência 22				
Data			10 maio	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,62	21,9	360	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	120
Ensaio				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniônico (ppm)	Cal (ppm)	
A	0	0	0	
B	213	0,1	625	
C	213	0,1	313	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,91	22,7	64,29	82,14
B	6,78	22,2	4,29	98,81
C	6,66	21,9	2,86	99,21
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,108	50	0,126	
A	0,108	140	0,117	
B	0,107	700	0,110	
C	0,108	700	0,110	

Nesta experiência a cal foi adicionada em pó.

Tabela K.21 Resultados Experiência 25 – Fase 4 Jar Test

Experiência 25				
Data			21 maio	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Composta 24h	6,76	19,0	375	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	120
Ensaio				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniónico (ppm)	Cal (ppm)	
A	213	0,1	0	
B	213	0,1	312,5	
C	213	0,1	312,5	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,23	23,2	10	97,33
B	6,50	23	14	96,25
C	6,45	22,9	9,7	97,41
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,110	20	0,118	
A	0,108	700	0,115	
B	0,108	640	0,117	
C	0,108	720	0,115	

No ensaio B a cal foi adicionada em pó, enquanto no ensaio C a cal foi adicionada em solução.

FASE 5: Reajuste das dosagens de coagulante e floculante

Tabela K.22 Resultados Experiência 26 – Fase 5 Jar Test

Experiência 26				
Data			21 junho	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,88	23,2	433	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	120
Ensaios				
Ensaio	FeCl₃ (ppm)	Floculante Aniônico (ppm)	Cal (ppm)	
A	28,4	0,1	-	
B	28,4	0,3	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,79	24,8	45	89,62
B	6,88	24,8	43	90,05
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,109	30	0,122	
A	0,110	200	0,119	
B	0,108	255	0,119	

Tabela K.23 Resultados Experiência 27 – Fase 5 Jar Test

Experiência 27				
Data			21 junho	
Amostra				
Tipo	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	Volume (ml)
Pontual	6,94	24,6	567	800
Parâmetros Controlados				
Mistura Rápida		Mistura Lenta		Tempo de Sedimentação (min)
Velocidade (rpm)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)	Tempo (min)	
300	5	100	10	120
Ensaio				
Ensaio	FeCl ₃ (ppm)	Floculante Aniônico (ppm)	Cal (ppm)	
A	42,6	0,1	-	
B	42,6	0,3	-	
Resultados				
Ensaio	pH	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	% Remoção SST
A	6,72	25,3	90	84,12
B	6,65	25,2	76	86,67
Determinação SST				
Amostra	Massa Filtro (g)	Volume de Amostra (ml)	Massa Após Filtração (g)	
Inicial	0,105	30	0,122	
A	0,109	200	0,127	
B	0,110	225	0,127	

ANEXO L: RELATÓRIO TÉCNICO SNF/AMBIENTAGUA

No seguimento da determinação das dosagens a testar no ensaio à escala real para o método do doseamento triplo, a SNF/AMBIENTAGUA foi a responsável pelos Jar Test realizados, pelo que neste anexo se apresenta o relatório técnico originado.

	DIVISÃO TÉCNICO COMERCIAL RELATÓRIO TÉCNICO	Data: 27 / 07 / 2018 Cliente: ATA - ETAR DE SÃO JOÃO DA TALHA Elaborado por: Miguel Moreira
---	---	---

➤ Definição do problema

- Aplicação no efluente bruto de doses de FeCl_3 superiores a 20 g/m^3 provoca acidificação da lama primária e, consequentemente, dificuldade no espessamento gravítico.

➤ Objetivo

- Realização de ensaios de coagulação/floculação com efluente bruto para seleção de coagulante alternativo ao FeCl_3 .

➤ Observações

- Produtos ensaiados
 - Coagulantes
 - FeCl_3 40%
 - Coagulante Orgânico: Ambifloc® M 100 H
 - Floculante
 - Ambifloc® AP 105 P (aniónico)
 - Ambifloc® 5351 UUU (catiónico)
- Tendo em consideração o problema da acidificação da lama primária associado a doses elevadas de FeCl_3 , nos ensaios laboratoriais realizados a dose máxima de FeCl_3 utilizada foi 20 g/m^3 .
- Foram efetuados ensaios preliminares com os produtos supracitados tendo presente as seguintes variáveis:
 - Remoção de carga orgânica;
 - Custo de exploração;
 - Polivalência operacional (variações de pH e carga);
 - Eliminação de sulfuretos.

➤ **Resultados**

Tabela Nº1 – Resultados dos ensaios laboratoriais.

Ensaio	Reagentes	pH (Escala Sorensen)	CQO (mg O₂/l)
Efluente bruto	---	7,3	1114
Efluente bruto (Filtração em lã de vidro)	---	7,3	694
Ensaio Nº1	20 g/m ³ FeCl ₃ + 0,5 g/m ³ Ambifloc® AP 105 P	7,2	495
Ensaio Nº2	20 g/m ³ FeCl ₃ + 2 g/m ³ Ambifloc® 5351 UUU	7,2	465
Ensaio Nº3	10 g/m ³ FeCl ₃ + 10 g/m ³ Ambifloc® M 100 H + 0,5 g/m ³ Ambifloc® AP 105 P	7,2	388
Ensaio Nº4	20 g/m ³ FeCl ₃ + 10 g/m ³ Ambifloc® M 100 H + 0,5 g/m ³ Ambifloc® AP 105 P	7,2	284
Ensaio Nº5	10 g/m ³ FeCl ₃ + 25 g/m ³ Ambifloc® M 100 H + 0,5 g/m ³ Ambifloc® AP 105 P	7,2	280

➤ **Interpretação dos resultados**

- Tendo em consideração os resultados apresentados na “Tabela Nº1”, pode-se concluir que a opção mais vantajosa em termos económicos e operacionais é representada pelo “Ensaio Nº4”. A ação combinada do FeCl_3 juntamente com o “Ambifloc® M 100 H” (coagulante orgânico) permite obter vantagens de ambos os produtos, sendo de realçar:
 - Maior remoção de carga orgânica;
 - Menor interferência no pH / alcalinidade do efluente;
 - Menor interferência no teor de nutrientes, nomeadamente fósforo;
 - Menor formação de lamas químicas.
 - Eliminação de sulfuretos.

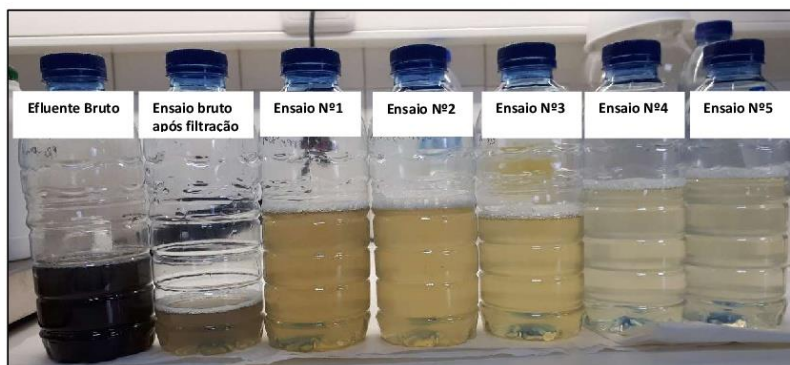


Figura Nº1 – Resultados obtidos.

- Sugere-se pontos de aplicação diferentes para os produtos. O FeCl_3 poderia continuar a ser aplicado na obra de entrada, onde ajuda a controlar os odores no tanque de homogeneização, e o “Ambifloc® M 100 H” adicionado na alimentação aos decantadores primários (antes da adição do floculante aniónico).

➤ **Conclusões**

- Devido às vantagens associadas à aplicação de cada um dos produtos, a adição de 20 g/m³ de FeCl₃ juntamente com 10 g/m³ de “Ambifloc® M 100 H” é a opção que reúne mais vantagens económicas e operacionais. Com um custo reduzido consegue-se aumentar significativamente a remoção de carga orgânica sem interferir no pH do efluente.
- Estamos ao vosso dispor para esclarecer qualquer dúvida e para vos apoiar caso pretendam avançar com um ensaio à escala industrial.