

OPTIMIZAÇÃO DO TRATAMENTO POR LAMAS ACTIVADAS DO EFLUENTE LÍQUIDO DA MUNDOTÊXTIL



MESTRADO EM ENGENHARIA QUÍMICA – TECNOLOGIAS DE PROTECÇÃO
AMBIENTAL – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

ANO LECTIVO: **2009/2010**

UNIDADE CURRICULAR: **DISSERTAÇÃO**

RICARDO ALBINO MIRRA FERREIRA

N.º1880024

NOVEMBRO DE 2010

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

MESTRADO EM ENGENHARIA QUÍMICA
RAMO TECNOLOGIAS DE PROTECÇÃO AMBIENTAL



Optimização do Tratamento por Lamas Activadas do Efluente Líquido da Mundotêxtil

Ricardo Albino Mirra Ferreira

Novembro de 2010

Orientadores:

Doutora Nídia de Sá Caetano

Doutora Leonilde Cristina de Pinho Morais

Agradecimentos

Este trabalho foi possível com a colaboração de várias pessoas.

Agradeço os contributos dos meus colaboradores da Mundotêxtil e em especial aos operadores da ETAR, Carlos e Filipe pelo entusiasmo com que executaram as tarefas de recolha de amostras e de dados. Agradeço as informações fornecidas pelos responsáveis da produção.

Os meus agradecimentos para o engenheiro Cláudio, da Ambientágua pela disponibilização dos fungos e informações técnicas relativas aos mesmos.

Agradeço o apoio dado pelos técnicos do Laboratório de Tecnologia Química Prof^a Doutora Lída de Vasconcelos do ISEP.

Agradeço as orientações para o trabalho, a disponibilidade e apoio dado pela Doutora Nídia e Doutora Cristina.

Resumo

A Mundotêxtil foi fundada em 1975 tendo iniciado a sua actividade na área comercial de produtos têxteis. Actualmente é o maior produtor nacional de atalhados de felpo e emprega 575 colaboradores.

Como resultado do seu crescimento e sobretudo da actividade de tingimento de fio e felpo, as necessidades de água são consideráveis e o volume de efluentes gerados nos processos industriais é cada vez maior a empresa avançou com a construção de uma estação de tratamento por lamas activadas, colocando-a em funcionamento em Setembro de 2004. Inicialmente surgiram dificuldades para a remoção da cor e da concentração da Carência Química de Oxigénio (CQO) de modo a cumprir os limites máximos de emissão permitidos nas normas de descarga no rio Ave e no Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto. Com a descarga de parte dos efluentes no SIDVA e a utilização de um coagulante adicionado ao reactor o tratamento passou a apresentar melhores resultados.

O intuito deste trabalho é o de apresentar soluções de modo a otimizar o funcionamento do tratamento biológico da Mundotêxtil. A optimização pode começar na concepção dos produtos, pode incidir no processo de fabrico para além de poder ser efectuada no seio da estação de tratamento biológico.

Foi efectuado um estudo do tratamento biológico por lamas activadas no Laboratório de Tecnologia Química Prof^a Doutora Lída de Vasconcelos, laboratório tecnológico do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) que decorreu nos meses de Maio, Junho e Julho de 2010.

O estudo laboratorial foi efectuado para três situações distintas: **1)** tratamento do efluente bruto sem qualquer tipo de pré-tratamento (ensaios 1 a 3); **2)** tratamento do efluente bruto submetido a pré-tratamento com coagulante Ambifloc BIO MD (ensaios 4 e 5) e **3)** tratamento com adição de fungos ao tanque de arejamento (ensaio 6). Foram utilizadas duas instalações de tratamento alimentadas a partir do mesmo tanque de alimentação. Os dois sistemas eram idênticos, diferiram nos caudais de alimentação de efluente que foram alterados ao longo do estudo. O efluente a tratar foi fornecido pela empresa Mundotêxtil, sendo recolhido por diversas vezes ao longo dos ensaios. Este efluente foi retirado após o pré-tratamento da empresa, ou seja este efluente é o mesmo que alimenta o tratamento biológico da Mundotêxtil. Devido a este facto o efluente usado no estudo laboratorial teve uma variabilidade no período em que decorreu o estudo, nomeadamente em termos de concentração de CQO e cor. A relação entre a Carência Bioquímica (CBO₅) e a CQO situou-se entre 0,47 e 0,63 o que traduz que está dentro dos valores típicos para um efluente têxtil. Os melhores resultados globais de remoção de CQO foram obtidos no ensaio 5 e estiveram compreendidos entre 73,2% e 77,5% para o ensaio 5.1 e entre 62,9 e 73,2% para o ensaio

5.2. Neste ensaio foi utilizado o coagulante. Todos os valores de concentração de CQO obtidos nos efluentes dos decantadores para os ensaios 2, 5 e 6 são inferiores aos valores limite de descarga definidos nas normas de descarga no rio Ave e o Decreto-Lei 236/98. Os valores de concentração de Sólidos Suspensos Totais (SST), pH, fósforo, CBO_5 e cor nos decantadores cumpriram os limites de descarga definidos nas normas de descarga no rio Ave e no Decreto-Lei nº 236/98 em todos os ensaios. Os parâmetros cinéticos obtidos para os ensaios com descorante são os que melhor se ajustam ao projecto de uma instalação de tratamento biológico por lamas activadas do efluente da Mundotêxtil. Os valores obtidos, após ajuste, são os seguintes: $k=0,015 \text{ L}/(\text{mg}_{\text{SSV}} \cdot \text{d})$; $S_n=12 \text{ mg/L}$; $a=0,7982 \text{ kg}_{\text{O}_2}/\text{kg}_{\text{CBO}_5}$; $b=0,0233 \text{ [kg}_{\text{O}_2}/(\text{kg}_{\text{SSV}} \cdot \text{d})]$; $y=0,2253 \text{ kg}_{\text{SSV}}/\text{kg}_{\text{CBO}_5}$; $k_d=0,0036 \text{ kg}_{\text{SSV}}/(\text{kg}_{\text{SSV}} \cdot \text{d})$. Com base nos parâmetros cinéticos obtiveram-se os seguintes resultados para o projecto de uma estação de tratamento biológico por lamas activadas:

- Tempo de retenção hidráulica no reactor de 1,79 d,
- Volume do reactor igual a 3643 m^3
- Consumo de oxigénio no reactor de 604 kg/d
- Razão de recirculação igual a 0,8
- Volume total do decantador secundário igual a 540 m^3
- Diâmetro do decantador secundário igual a 15 m

A quantidade de oxigénio necessário é baixa e o valor mais adequado deverá ser da ordem de 1200 kg/d .

Também foi efectuada uma análise aos produtos químicos consumidos pela empresa na área das tinturarias com a finalidade de identificar as substâncias com uma maior influência potencial no funcionamento da Estação de Tratamento Biológico. O encolante CB, Cera Têxtil P Líquida, Perfemina P-12, Meropan DPE-P, Meropan BRE-P, Indimina STS e Benzym TEC são os produtos químicos que têm uma influência potencial mais significativa na qualidade dos efluentes.

Devido ao facto das temperaturas do efluente alimentado ao tratamento biológico da Mundotêxtil oscilarem entre $35 \text{ }^\circ\text{C}$ e 43°C efectuou-se um estudo às necessidades de água quente das tinturarias e por outro lado à capacidade de aquecimento dos efluentes disponíveis.

Actualmente a racionalização dos consumos de água é cada vez mais premente, por isso também é apresentado neste trabalho um estudo para a substituição das máquinas convencionais das tinturarias com uma relação de banho 1:10 por máquinas de banho curto (1:6,5). Verifica-se a redução de consumos de 40% de água, 52% de energia eléctrica, 35%

de produtos químicos, 51% das necessidades de vapor e por consequência um aumento da produtividade. A empresa pode reduzir os consumos de água em cerca de 280.000 m³/ano.

A utilização do pré-tratamento com o coagulante permitirá baixar a concentração da CQO e reduzir a cor à entrada do reactor tratamento biológico. Deste modo é possível manter um tratamento eficiente à saída do tratamento biológico nas situações de descarga de cores carregadas e carga orgânica elevada.

Com este conjunto de soluções, quer sejam aplicadas na totalidade ou não, a empresa Mundotêxtil pode enfrentar o futuro com mais confiança podendo estar preparada para fazer face à escassez de água e custos cada vez maiores da energia. Por outro lado pode tratar os seus efluentes a custos menores. A substituição das máquinas de tingimento por máquinas com relação de banho mais baixa (banho curto) implica investimentos elevados mas estes investimentos são necessários não só por motivos ambientais mas também devido à grande competitividade dos mercados.

Palavras-chave: Efluente Têxtil, Lamas Activadas, Optimização do Tratamento; Tratamento Biológico

Abstract

The Mundotêxtil was founded in 1975 and started its activity in the commercial textile products. It is currently the largest producer of terry towels and employs 575 collaborators.

As a result of its growth and specially of the business of dyeing yarn and terry, water needs are considerable and the wastewater generated in industrial processes has increased significantly, the company proceeded with the construction of a wastewater treatment plant with a biological activated sludge treatment, that started its operation in September 2004. Initially, difficulties have arisen for color removal and concentration of chemical oxygen demand (COD) in order to meet the limits specified in the rules of discharge into the river Ave and Decreto-Lei nº 236/98 of August 1st. With the discharge of part of the effluent into SIDVA and the addition of a coagulant agent in the biological reactor the treatment began to show better results.

The purpose of this work is to present solutions to optimize the operation of the biological treatment of Mundotêxtil. The optimization may start with a better design of products, may focus on the manufacturing process in addition to being done within the biological treatment plant.

A study of the biological treatment by activated sludge was realized at the Laboratório de Tecnologia Química Professora Doutora Lídia Vasconcelos of the “Instituto Superior de Engenharia do Porto”, (ISEP), from May to July 2010.

The laboratory study was conducted for three different situations: **1)** treatment of the raw wastewater without any pre-treatment (tests 1 to 3); **2)** treatment of the raw wastewater submitted to a coagulant pre-treatment with Ambifloc (tests 4 and 5) and **3)** treatment with fungi addition to the biological reactor (test 6). Two similar experimental set-up were used that were fed with the same wastewater. The two treatments differed in the applied hydraulic charge that was changed throughout the study. The effluent to be treated was supplied by the Mundotêxtil company. The effluent was collected after the pre-treatment performed in the company that is, the effluent is the same that was being fed to the biological treatment of Mundotêxtil. Because of this the composition of the effluent used during the laboratory study was not constant (regarding to COD concentration and color, as well as other parameters). The relationship between the biochemical (BOD_5) and COD was between 0.47 and 0.63, being within the typical values for a textile wastewater. The best overall results for COD removal were obtained in test 5 and these values were in the range 73.2% to 77.5% in test 5.1 and in the range 62.9 to 73.2% in test 5.2. In this test we used a coagulant agent. All values of COD concentration were obtained for the decanters effluent and for tests 2, 5 and 6 are below the discharge limit values set out in the exhaust emission standards for the river Ave and Decreto-Lei nº 236/98. The total suspended solids (TSS), phosphorus and BOD_5

concentration, pH and color of the effluent from decanters met the discharge limits set in the standards of discharge into the river Ave and Decreto-Lei nº 236/98 of August 1st in all tests. Kinetic parameters obtained for tests with pre-treatment with a coagulant agent best fit the design of a wastewater treatment using activated sludge technology for Mundotêxtil. After adjustment, the values obtained are: $k = 0.015 \text{ L / (mg VSS}^*\text{d)}$; $S_n = 12 \text{ mg/L}$; $a = 0.7982 \text{ kg O}_2\text{/kg BOD}_5$; $b = 0.0233 \text{ [kgO}_2\text{/(kg VSS}^*\text{d)}$; $y = 0.2253 \text{ kg VSS/kg BOD}_5$; $k_d = 0.0036 \text{ kgSSV/(kg VSS}^*\text{d)}$. Based on the kinetic parameters we obtained the following results for the design of a biological treatment plant by activated sludge:

- Hydraulic retention time of 1.79 d
- Aerating tank reactor with a volume equal to 3643 m^3
- Oxygen consumption of 604 kg/d in the biological reactor
- Recirculation ratio of 0.8
- Total volume of the secondary clarifier equal to 540 m^3
- Diameter of the secondary clarifier equal to 15 m

The amount of oxygen required is low and the obtained optimum value should be around 1200 kg/d. The coefficient of utilization of oxygen must be better evaluated.

It was also carried out an analysis of chemicals consumption by the enterprise in the dyeing area in order to identify substances with a stronger potential influence on the efficiency of the biological treatment plant. The encolante CB, Textile Wax P Net, Perfemina P-12, Meropan DPE-P, Meropan BRE-P, STS and Indimina Benzym TEC are the chemicals that have shown a more significant potential influence on the effluent treatment.

Because the temperature of the wastewater fed to the biological treatment of Mundotêxtil varies between $35 \text{ }^\circ\text{C}$ and $43 \text{ }^\circ\text{C}$ a study of the needs of hot water in dyeing was carried out, as well as on the heating capacity of the wastewater.

Presently the rationalization of water consumption is becoming ever more urgent so it is also presented in this work a study for the replacement of conventional machines with a dyeing liquor ratio of 1:10 with short bath machines (1:6.5). With this change, there is a reduction in the consumption of water (40%), electricity (52%), chemicals (35%), steam needs (51%) and therefore increasing productivity. The company can reduce annual water consumption by around $280,000 \text{ m}^3$ per year.

The use of pre-treatment with bleaching agent will lower the concentration of COD and color of the effluent fed to the biological reactor. Thus it is possible to maintain an efficient biological treatment even in cases of discharge of strong colors and high organic load.

With this set of solutions, whether implemented as a whole or not, the company Mundotêxtil can face the future with confidence and be prepared to cope with water scarcity

and increasing energy costs. On the other hand it can treat the wastewater at lower costs. The substitution of machines for dyeing by machines with lower liquor ratio (short bath) requires relatively high investments that are necessary not only for environmental reasons but also due to the highly competitive markets.

Keywords: Activated Sludge, Biological Treatment, Textile effluent, Treatment Optimization

Índice

Índice	xi
Lista de Figuras.....	xv
Lista de Tabelas.....	xix
Abreviaturas	xxi
Nomenclatura.....	xxiii
1. Introdução	1
2. A Mundotêxtil.....	3
2.1. Aspectos históricos da Mundotêxtil.....	3
2.2. O Grupo.....	5
2.3. Processo produtivo actual da Mundotêxtil.....	5
2.3.1. Fluxo produtivo	5
2.3.2. Descrição do processo	6
2.4. A Mundotêxtil e o ambiente	8
2.4.1. Uma breve história	9
2.4.2. A água para o processo.....	9
2.4.3. Pré-tratamento efluentes	11
2.4.4. Dados do projecto do tratamento por lamas activadas em funcionamento	12
2.4.5. Situação do tratamento biológico por lamas activadas em funcionamento	13
2.5. Estudo das matérias-primas e qualidade dos efluentes	14
3. O Processo por lamas activadas	17
3.1. Factores que afectam a eficiência	17
3.2. Procedimentos gerais para resolver problemas.....	17
3.3. Microbiologia das lamas activadas	18
3.4. Vantagens e desvantagens das lamas activadas	18
3.4.1. Vantagens das lamas activadas;	18
3.4.2. Desvantagens das lamas activadas;.....	19
4. Estudo laboratorial do tratamento do efluente da Mundotêxtil.....	21
4.1. Equipamento utilizado no estudo laboratorial	21
4.2. Descrição da instalação laboratorial	23
4.3. Ensaio efectuados	24
4.4. Resultados e discussão.....	26
4.4.1. Tratabilidade do efluente	26
4.4.2. CQO	27
4.4.3. Concentração de sólidos suspensos totais;	31
4.4.4. Concentração de sólidos suspensos voláteis	31

4.4.5. pH.....	32
4.4.6. Temperatura.....	34
4.4.7. Concentração de oxigénio dissolvido.....	37
4.4.8. Concentração de azoto Kjeldahl.....	39
4.4.9. Concentração de fósforo (reactivo).....	39
4.4.10. Razão CQO : N : P no efluente a tratar	40
4.4.11. Tempo de retenção hidráulico (reactores)	40
4.4.12. Índice volumétrico de lamas	41
4.4.13. RAZÃO A/M.....	43
4.4.14. CBO ₅	44
4.4.15. Relações cinéticas.....	44
5. Dimensionamento da estação de tratamento biológico com base no estudo laboratorial	49
5.1. Tanque de arejamento (reactor)	49
5.2. Decantador secundário.....	50
6. Economia de Recursos.....	53
6.1. Energia térmica dos efluentes	53
6.1.1. Condições de operação das tinturarias.....	53
6.1.2. Ciclos de tingimento	53
6.1.3. Recuperação de efluentes das tinturarias.....	54
6.1.4. Que solução a adoptar?	57
6.1.5. Algumas considerações.....	58
7. Instalação de máquinas de banho curto nas tinturarias	59
8. Sugestões para otimizar a operação da ETAR biológica	63
9. Conclusões.....	67
10. Sugestões para trabalhos futuros	73
Referências bibliográficas	75
11. Anexos	77
11.1. Anexo I - Balanço de massas e fluxo das actividades da Mundotêxtil.....	79
11.2. Anexo II - Esquema do ciclo da água na Mundotêxtil.....	81
11.3. Anexo III - Ficha técnica do coagulante Ambifloc BIO MD	83
11.4. Anexo IV - Ficha técnica dos fungos KH1611	85
11.5. Anexo V - Resultados do estudo do consumo de produtos químicos.....	87
11.6. Anexo VI - Formulário para cálculo das constantes cinéticas de um tratamento por lamas activadas.....	93
11.7. Anexo VII - Formulário para dimensionamento de um tratamento por lamas activadas.....	95

11.8. Anexo VIII - Resultados obtidos para a concentração de CQO nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados.....	97
11.9. Anexo IX - Resultados obtidos para a concentração de SST e SSV nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados.....	99
11.10. Anexo X - Resultados obtidos para o pH nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados	101
11.11. Anexo XI - Resultados obtidos para as temperaturas nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados.....	103
11.12. Anexo XII - Resultados obtidos para as concentrações de oxigénio dissolvido nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados.....	105
11.13. Anexo XIII - Resultados obtidos para as concentrações do fósforo reactivo nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados.....	107
11.14. Anexo XIV - Resultados obtidos para o IVL nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados	109
11.15. Anexo XV - Dados usados para efectuar o cálculo dos parâmetros cinéticos	111
11.16. Anexo XVI - Normas de descarga no rio Ave (Despacho 27286/2004, de 30 de Dezembro).....	115
11.17. Anexo XVII – Características de um sistema a operar em regime de arejamento prolongado.....	117

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Produção das tinturarias.....	3
Figura 2.2 - Imagem da área administrativa	4
Figura 2.3 – Imagem de atalhados	5
Figura 2.4 - Fluxograma da produção	6
Figura 2.5 - Imagem de teares jacquard da tecelagem 1.....	7
Figura 2.6 - Volume de água captada	10
Figura 2.7 – Imagem do decantador e dos filtros da ETA.....	10
Figura 2.8 – Imagem do tanque de equalização 1 da EPTAR	11
Figura 2.9 - Volume de efluente descarregado no SIDVA	12
Figura 2.10 - Imagem do tanque de arejamento do tratamento de lamas activadas da Mundotêxtil.....	12
Figura 2.11 - Volume de efluente tratado no tratamento biológico.....	14
Figura 4.1 - Esquema da montagem experimental para operação em circuito aberto .	24
Figura 4.2 - Imagem da instalação de ensaio	24
Figura 4.3 - Evolução da CQO do efluente alimentado ao tanque de arejamento e dos efluentes tratados, obtida ao longo dos ensaios 1.1 e 1.2	28
Figura 4.4 - Evolução da CQO do efluente alimentado ao tanque de arejamento e dos efluentes tratados, obtida ao longo dos ensaios 2.1 e 2.2	28
Figura 4.5 - Evolução da CQO do efluente alimentado ao tanque de arejamento e dos efluentes tratados, obtida ao longo dos ensaios 3.1 e 3.2	29
Figura 4.6 - Evolução da CQO do efluente alimentado ao tanque de arejamento e dos efluentes tratados, obtida ao longo dos ensaios 4.1 e 4.2	29
Figura 4.7 - Evolução da CQO do efluente alimentado ao tanque de arejamento e dos efluentes tratados, obtida ao longo dos ensaios 5.1 e 5.2	29
Figura 4.8 - Evolução da CQO do efluente alimentado ao tanque de arejamento e dos efluentes tratados, obtida ao longo dos ensaios 6.1 e 6.2	30
Figura 4.9 - Taxa de redução do CQO (tratamento 1)	30
Figura 4.10 - Taxa de redução da CQO (tratamento 2)	30
Figura 4.11 - Concentração de SST ao longo dos ensaios 3 a 6.....	31
Figura 4.12 - Concentração de SSV ao longo dos ensaios 3 a 6.....	32
Figura 4.13 - Resultados do pH ao longo dos ensaio 1.1 e ensaio 1.2	32
Figura 4.14 - Resultados do pH ao longo dos ensaios 2.1 e 2.2.....	33
Figura 4.15 - Resultados do pH ao longo dos ensaios 3.1 e 3.2.....	33
Figura 4.16 - Resultados do pH dos ensaios 4.1 e 4.2	33

Figura 4.17 - Resultados do pH dos ensaios 5.1 e 5.2	34
Figura 4.18 - Resultados do pH ao longo dos ensaios 6.1 e 6.2.....	34
Figura 4.19 - Resultados da temperatura ao longo dos ensaios 1.1 e 1.2	35
Figura 4.20 - Resultados da temperatura ao longo dos ensaios 2.1 e 2.2	35
Figura 4.21 - Resultados da temperatura ao longo dos ensaios 3.1 e 3.2	35
Figura 4.22 - Resultados da temperatura ao longo dos ensaios 4.1 e 4.2	36
Figura 4.23 - Resultados da temperatura ao longo dos ensaios 5.1 e ensaio 5.2.....	36
Figura 4.24 - Resultados da temperatura ao longo dos ensaios 6.1 e ensaio 6.2.....	36
Figura 4.25 - Resultados da concentração do oxigénio dissolvido ao longo dos ensaios 1.1 e 1.2	37
Figura 4.26 - Resultados da concentração do oxigénio dissolvido ao longo dos ensaios 2.1 e 2.2	37
Figura 4.27 - Resultados da concentração do oxigénio dissolvido ao longo dos ensaios 3.1 e 3.2	38
Figura 4.28 - Resultados da concentração do oxigénio dissolvido ao longo dos ensaios 4.1 e 4.2	38
Figura 4.29 - Resultados da concentração do oxigénio dissolvido ao longo dos ensaios 5.1 e 5.2	38
Figura 4.30 - Resultados da concentração do oxigénio dissolvido ao longo dos ensaios 6.1 e 6.2	39
Figura 4.31 - Resultados da concentração de fósforo reactivo obtidos ao longo dos ensaos 2 a 6.....	40
Figura 4.32 - Resultados do IVL ao longo dos ensaios 1.1 e 1.2.....	41
Figura 4.33 - Resultados do IVL ao longo dos ensaios 2.1 e 2.2.....	42
Figura 4.34 - Resultados do IVL ao longo dos ensaios 3.1 e 3.2.....	42
Figura 4.35 - Resultados do IVL ao longo dos ensaios 4.1 e 4.2.....	42
Figura 4.36 - Resultados do IVL ao longo dos ensaios 5.1 e 5.2.....	43
Figura 4.37 - Resultados do IVL ao longo dos ensaios 6.1 e 6.2.....	43
Figura 4.38 - Determinação de k e Sn do ensaio sem coagulante.....	45
Figura 4.39 - Determinação de a e b do ensaio sem coagulante.....	45
Figura 4.40 - Determinação de y e kd para o tratamento sem coagulante.....	45
Figura 4.41 - Determinação de k e Sn do ensaio com coagulante.....	46
Figura 4.42 - Determinação de a e b do ensaio com coagulante.....	46
Figura 4.43 - Determinação de y e kd do ensaio com descorante	46
Figura 4.44 - Determinação de k e Sn do ensaio com descorante.....	47
Figura 4.45 - Determinação de a e b do ensaio com fungos.....	47
Figura 4.46 - Determinação de y e kd do ensaio com fungos.....	47

Figura 6.1 - Diagrama do processo de descolagem	55
Figura 6.2 - Diagrama do processo de meio branqueio	55
Figura 6.3 - Diagrama do processo de branqueio.....	56
Figura 6.4 - Diagrama do processo de tingimento de reactivo, cor escura	56
Figura 6.5 - Diagrama do processo de tingimento directo.....	57
Figura 8.1 – Esquema da situação actual, adição do coagulante no tanque de arejamento	64
Figura 8.2 – Esquema da situação sugerida, adição do coagulante no tanque de equalização	65

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Características do tratamento biológico em funcionamento na Mundotêxtil	13
Tabela 2.2 – Principais resultados da análise dos produtos químicos consumidos em 2009	15
Tabela 4.1 - Equipamento e materiais utilizados nos ensaios	22
Tabela 4.2 - Materiais utilizados nos ensaios	22
Tabela 4.3 – Características dos ensaios efectuados	25
Tabela 4.4. - Resultados referentes à CBO ₅ e CQO na alimentação (arquivo da empresa)	26
Tabela 4.5 - Resultados referentes à CBO ₅ e CQO no efluente alimentado ao tratamento biológico laboratorial	27
Tabela 4.6 - Resultados referentes à CBO ₅ e CQO na saída do tratamento com base na CBO ₅ e CQO médios e do tratamento biológico realizado na empresa	27
Tabela 4.7.- Resultados referentes à CBO ₅ e CQO na saída do tratamento	27
Tabela 4.8 - Resultados medidos para o azoto Kjeldahl, mg/L N	39
Tabela 4.9.- Razão CQO:N:P	40
Tabela 4.10 - Tempo de retenção hidráulico nos reactores [d]	41
Tabela 4.11 Valores de A/M obtidos	44
Tabela 4.12 - Resultados medidos para CBO ₅ , mg/L, O ₂	44
Tabela 4.13.- Resultados obtidos para as cinéticas	48
Tabela 5.1.- Resultados dos cálculos para dimensionamento de uma ETAR por lamas activadas	49
Tabela 6.1.- Volume de efluente dia da tinturaria de felpo	54
Tabela 6.2.- Necessidades de água quente da tinturaria de felpo	57
Tabela 7.1.- Caso prático de redução de consumos de água, produtos químicos e energia no tingimento de felpo por máquinas de banhos curtos, fornecido pelo construtor de máquinas Brazzoli	59
Tabela 7.2.- Redução de consumos de água, produtos químicos e energia no tingimento de felpo por máquinas de banhos curtos da Mundotêxtil	61
Tabela A1 – Estudo do consumo de produtos químicos consumidos em 2009 pelas tinturarias e engomadeiras	87
Tabela A2 - Resultados para a concentração (mg/L de O ₂) de CQO	97
Tabela A3 - Resultados para a concentração de SST e SSV (mg/L)	99
Tabela A4 - Resultados obtidos para o pH dos ensaios efectuados	101

Tabela A5 - Resultados obtidos para as temperaturas (°C) dos ensaios efectuados	103
Tabela A6 - Resultados obtidos para as concentrações (mg/L) do oxigénio dissolvido dos ensaios efectuados	105
Tabela A7 - Resultados obtidos para as concentrações (mg/L) do fósforo reactivo dos ensaios efectuados	107
Tabela A8 - Resultados obtidos o IVL (mL/g) dos ensaios efectuados	109
Tabela A9 - Dados do tratamento biológico 1 usados para efectuar cálculos dos parâmetros cinéticos	111
Tabela A10 - Dados do tratamento biológico 2 usados para efectuar cálculos dos parâmetros cinéticos	113
Tabela A11 - Valor limite conforme normas de descarga no rio Ave	115
Tabela A12 – Características de um arejamento prolongado	117

Abreviaturas

a	Fracção de substrato removido utilizada para produção de energia por oxidação do substrato	(kg O ₂ /kg substrato removido)
A	Área de decantação do decantador secundário	(m ²)
A/M	Razão alimento/microrganismos	
ASN	Advanced Shipping Notice (Aviso de Embarque)	
b	Massa de O ₂ consumida por unidade de tempo e por unidade de massa de SSV durante respiração endógena no reactor	(kgO ₂ /kg SSV*dia)
CBO ₅	Carência bioquímica de oxigénio ao fim de 5 dias	(mg O ₂ /L)
CQO	Carência química de oxigénio	(mg O ₂ /L)
Cr	Concentração de sólidos na recirculação de lamas no reactor biológico	(g/L)
EDI	Electronic Data Interchange (intercâmbio Electrónico de dados)	
ETA	Estação de Tratamento de Águas Residuais	
EPTAR	Estação de Pré-Tratamento de Águas Residuais	
FS	Factor de segurança	
IVL	Índice volumétrico das lamas	(mL/g)
k	Taxa de remoção do substrato	(L/(mg*d))
kd	Fracção dos SSV por unidade de tempo oxidada durante respiração endógena no reactor (conhecido como a taxa de mortalidade dos microrganismos)	(kg SSV/kg SSV*d)
k _{ds}	Constante para determinação de Vi	(L/mg)
m	Massa	(kg)
MLSSV	Concentração de sólidos suspensos voláteis no licor misto. O mesmo que x _{va}	(mg/L)
N _K	Azoto Kjeldahl (N _K)	
OR	Carga hidráulica	(m ³ /(m ² *d))
Q ₀	Caudal da alimentação do reactor (saída pré-tratamento)	(m ³ /s)
R	Taxa de utilização de oxigénio	mgO ₂ /(L*d)
S ₀	Concentração de substrato na alimentação do reactor (saída pré-tratamento)	(mg O ₂ /L)

S_e	Concentração de substrato no efluente saída do decantador secundário	(mg O ₂ /L)
S_n	Matéria orgânica não biodegradável	(mg/L)
SST	Concentração de sólidos suspensos totais	(mg/L)
SSV	Concentração de sólidos suspensos voláteis	(mg/L)
t_r	Tempo de residência hidráulico no reactor	(d)
V	Volume do reactor	(L ou m ³)
V_{ds}	Volume do decantador secundário	(m ³)
V_i	Velocidade de sedimentação na interface	(m/d)
V_{max}	Velocidade máxima de sedimentação na interface	(m/h)
X_{nv}	Sólidos Suspensos não voláteis	
$X_{V,a}$	SSV no reactor. O mesmo que MLSSV	(mg/L)
X_{vu}	SSV na descarga de lamas do decantador secundário	
Y	Quantidade em massa, da biomassa produzida por unidade de massa de substrato removido	kg SSV/kg substrate
ΔX_t	Produção de lamas	kg/d
θ_c	Idade das lamas	

Nomenclatura

Acabamento	É efectuado após a preparação, tingimento ou estamperia e destina-se a tornar o artigo têxtil mais adequado à sua finalidade
Branqueio	O branqueio tem como objectivo efectuar a remoção do corante natural das fibras, assim como a eliminação de cascas ainda presentes no algodão
MIXFLO	Sistema de fornecimento de oxigénio que tem como princípio de funcionamento a dissolução de gases num fluxo pressurizado de águas residuais e recirculado por meio de uma bomba centrífuga.
Orgão	Suporte onde são enroladas as teias constituído por um rolo que tem nas duas extremidades um prato (disco)
Relação de banho	É uma característica fundamental no processo de tingimento em descontínuo e é definida pelo número de litros de banho por quilo de material têxtil seco (Ex: RB. 1:10 - 10 litros por 1 kg de tecido)
Tecelagem	É a operação de cruzamento dos fios de teia com os fios de trama de forma a produzir o tecido, sendo este processo realizado nos teares
Teia	Encontra-se posicionada na direcção do comprimento do tecido
Tingimento	Operação destinada a colorir uniformemente o substrato têxtil
Trama	Encontra-se posicionada na direcção da largura do tecido[12]
Urdissagem	Consiste na transferência dos fios das bobinas para um órgão de teia, onde estes se dispõem paralelamente uns em relação aos outros

1. Introdução

A Mundotêxtil está situada em Vizela e é o maior produtor português de atoalhados de felpo da gama média e alta. A sua estação de tratamento de efluentes por lamas activadas foi colocada em funcionamento em 2004. As principais dificuldades que ocorreram no arranque e meses seguintes residiram na eliminação da cor e na redução da concentração de CQO que ultrapassavam largamente os valores limites definidos nas normas de descarga no rio Ave e no Decreto-Lei 236/98. O efluente, quando chega à estação de tratamento biológico, tem ainda temperaturas entre 35°C e 43°C. Estas temperaturas não são muito adequadas para um tratamento biológico por lamas activadas.

A Mundotêxtil efectuou algumas acções no sentido de melhorar o funcionamento da sua ETAR biológica. Mas só a adição de um coagulante ao reactor permitiu melhorar significativamente o funcionamento da ETAR e em especial a redução da cor e da concentração de CQO do efluente tratado. Com esta solução também aumentaram substancialmente os custos de tratamento.

O objectivo deste trabalho é o de avaliar as soluções que permitem um funcionamento da estação biológica optimizado. As soluções têm de ser economicamente sustentáveis. A optimização da ETAR biológica pode começar na concepção e desenvolvimento do produto, passando pelo processo produtivo. Mas muitas vezes só é possível actuar na estação de tratamento biológico por isso neste estudo são apresentadas alguns caminhos para a melhoria.

No âmbito deste trabalho, que decorreu entre Maio e Julho de 2010 foi realizado um estudo ao efluente da Mundotêxtil no Laboratório de Tecnologia Química Professora Doutora Lídia de Vasconcelos, do Instituto Superior de Engenharia do Porto. O efluente foi recolhido após o pré-tratamento efectuado na empresa. Com este estudo pretendeu-se determinar os parâmetros cinéticos para: **1)** tratamento do efluente bruto sem qualquer tipo de pré-tratamento no laboratório; **2)** tratamento do efluente bruto submetido a pré-tratamento com coagulante Ambifloc BIO MD e **3)** tratamento com adição de fungos ao tanque de arejamento. O coagulante foi aplicado num tanque de pré-tratamento enquanto na estação de tratamento biológico da Mundotêxtil este é adicionado no tanque de arejamento. A realização de um pré-tratamento com um coagulante foi estudada para averiguar se a eficácia do tratamento melhorava. Os fungos foram adicionados ao reactor.

Com base nos resultados do estudo laboratorial efectuou-se o dimensionamento de uma instalação de tratamento por lamas activadas para o efluente da Mundotêxtil.

Paralelamente foram analisadas as fichas de segurança e consumos dos produtos químicos relativos a 2009 para além de recolha de informações junto dos técnicos da área

produtiva. Também da análise dos ciclos produtivos, tendo em consideração os diagramas dos diferentes processos, avaliaram-se os volumes e temperaturas da água necessários no processo. Por outro lado analisaram-se os volumes e temperaturas dos efluentes descarregados. Deste modo determinou-se a energia disponível nos efluentes que poderá ser utilizada para aquecer água para o processo produtivo e simultaneamente arrefecer os efluentes a tratar para temperaturas mais adequadas ao tratamento biológico.

A Mundotêxtil possui máquinas com relação de banho de 1:10 nas tinturarias excepto duas máquinas de banho curto na tinturaria de fio. Com base num caso prático e também com base nas duas máquinas de banho curto existentes na tinturaria de fio é apresentado um estudo aplicado à Mundotêxtil caso esta opte pela tecnologia de banhos curtos.

2. A Mundotêxtil

A Mundotêxtil emprega 575 colaboradores e situa-se na rua da Saudade em S. João de Vizela do concelho de Vizela. É actualmente o maior produtor nacional de atoalhados de felpos. A figura 2.1 refere-se às quantidades tingidas e acabadas nos últimos quatro anos.

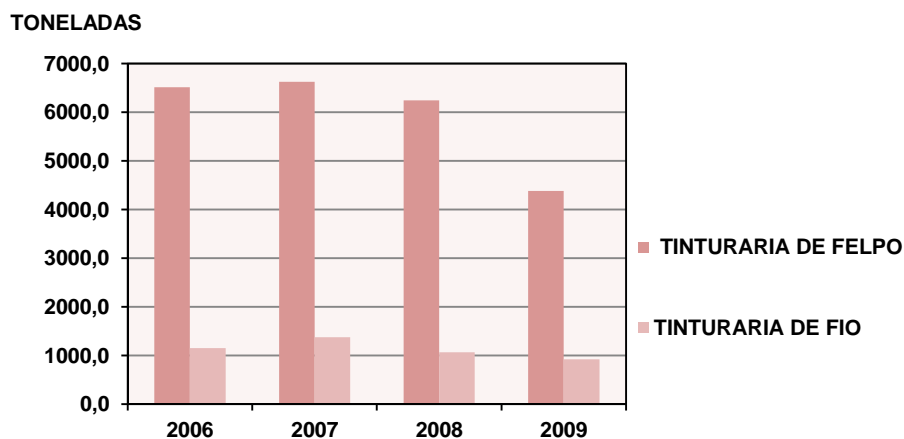


Figura 2.1 – Produção das tinturarias

2.1. Aspectos históricos da Mundotêxtil

A Mundotextil foi constituída em 1975 através da associação de três empresas que operavam em segmentos distintos mas complementares na produção de têxteis para o lar, produtos que tinham como mercados alvo Portugal e os Países Africanos de expressão portuguesa. A figura 2.2 mostra uma imagem da área administrativa

O objectivo da criação da Mundotextil foi o de promover a penetração dos produtos das empresas fundadoras em novos mercados, designadamente no mercado europeu e no mercado americano.

A vocação exportadora da Mundotextil viria a ser fundamental para uma melhor identificação das barreiras e oportunidades existentes nesses mercados, circunstância que determinou uma alteração estratégica de fundo:

- Para uma melhor adaptação da oferta às especificidades de cada mercado.
- Para satisfação da exigência de maior qualidade de produto final.
- Para responder atempadamente às solicitações dos novos e potenciais clientes a empresa teria de controlar todo o ciclo de produção (desde a concepção do produto até à sua entrega).

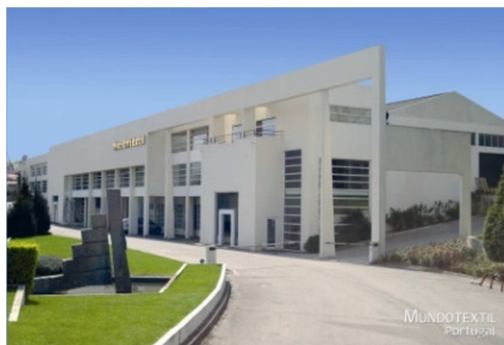


Figura 2.2 - Imagem da área administrativa

É assim que a partir de 1979 a Mundotextil deixa de ser uma empresa exclusivamente comercial para iniciar a verticalização de todo o processo produtivo.

Numa primeira fase foram feitos investimentos na Sotorce, para aumentar e melhorar a capacidade de produção de felpos, tendo sido também criada uma nova empresa, Timalha para a área de tinturaria e acabamentos.

É a partir de Janeiro de 1986, quando a família Vaz Pinheiro assume o controlo integral do capital da empresa, que a Mundotextil inicia uma agressiva política de investimentos e começa a criar uma lógica de grupo integrado verdadeiramente apostado na completa verticalização do negócio.

O sector industrial foi reforçado com a criação ou aquisição de empresas das áreas de fiação, bordados, produção de felpe jacquard e de produção de energia. A área de tecelagem foi modernizada com o aumento de teares jacquard em detrimento dos teares de maquina. No sector comercial, assumindo a sua vocação exportadora, a Mundotextil criou uma rede de escritórios de representantes e de agentes, garantindo deste modo uma maior proximidade ao cliente final e um "observatório" das tendências e particularidades de cada país onde está representada.

Em 1996 é aberta a primeira filial da Mundotextil no estrangeiro a "Bianca USA" com vista a uma maior penetração do produto no importante mercado norte-americano.

Posteriormente lançou em Itália a Realto, SRL e associou-se numa parceria com a Reig Marti em Espanha.

Já mais recentemente criou a Blank na Alemanha, projecto comercial e de marca com vista a cobrir o mercado mundial a nível do produto, de conceito e gama alta. Também na Alemanha associou-se à Centa-Star num regime de parceria com investimentos no comércio de retalho e licenciamento da marca Centa-Star.

Complementarmente às iniciativas tomadas no sector industrial e comercial, foram efectuados investimentos de relevo na área da logística, no marketing e na contratação de designers nacionais e internacionais.

Todos os investimentos efectuados e todas as iniciativas, visam um objectivo: afirmar a Mundotêxtil como um fornecedor de referência de atalhados de gama média-alta para as maiores e mais prestigiadas cadeias de retalho mundial.

2.2. O Grupo

Com o objectivo de maior racionalização e sistematização do seu negócio a Mundotêxtil iniciou um processo de reorganização em 1993 que culminou com a concentração de todas as actividades de produção, administrativos, de armazenamento e logística num único espaço em Vizela ocupando uma área de 40.000 m².

A evolução dos mercados onde está presente e as sempre renovadas exigências dos canais de distribuição são objecto de uma permanente monitorização por parte da gestão da Mundotêxtil. Investimentos avultados em estruturas de logística, apoiadas em modernas técnicas de comunicação e distribuição EDI/ASN são feitos para uma mais eficaz inter-relação com as cadeias de retalho. A Mundotêxtil tem investido continuamente na renovação modernização dos seus equipamentos, que a par do reforço das áreas de design e da contratação de estilistas nacionais e estrangeiros, a colocam na vanguarda da produção de atalhados para o segmento médio-alto e alto. A figura 2.3 mostra alguns dos inúmeros atalhados produzidos na Mundotêxtil.



Figura 2.3 – Imagem de atalhados

2.3. Processo produtivo actual da Mundotêxtil

A Mundotêxtil possui uma tinturaria de fio, uma tinturaria de tecido (felpe), duas tecelagens jacquards, duas tecelagens felpe americano, uma confecção convencional, uma confecção automática, embalagens e armazéns de expedição. A produção actual é da ordem das 400 t/mês.

2.3.1. Fluxo produtivo

O fluxo produtivo é apresentado na figura 2.4.

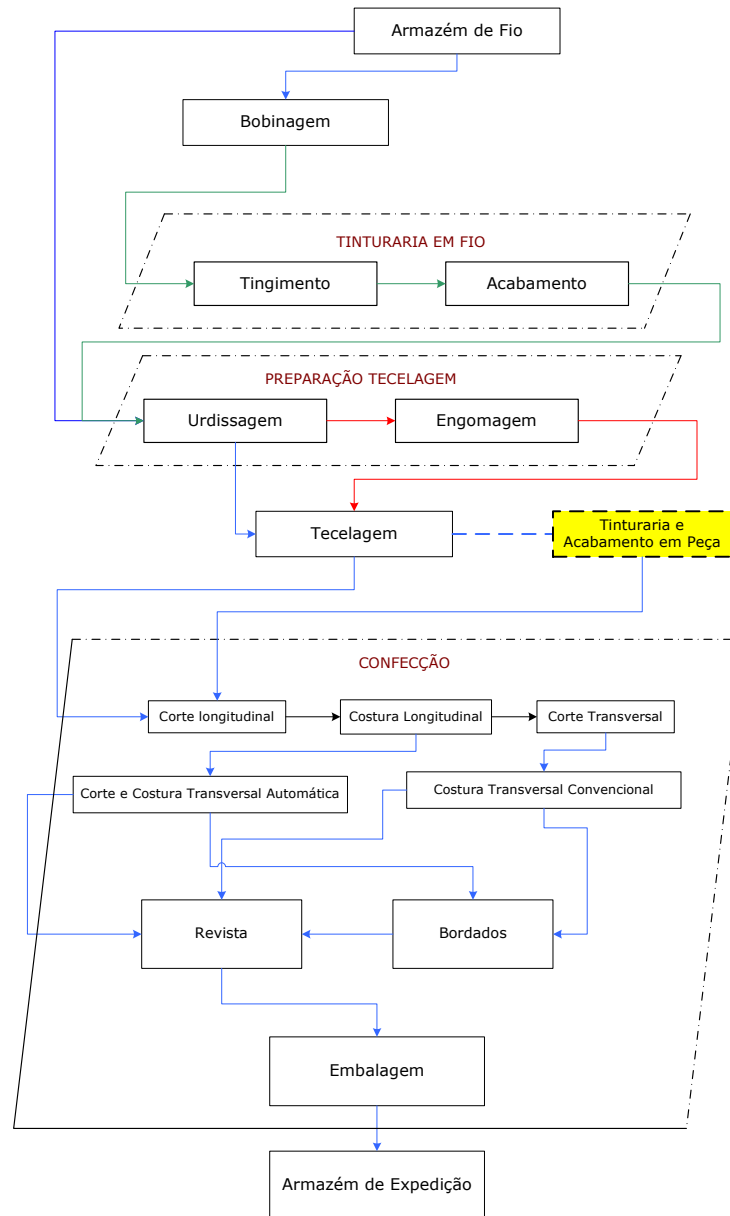


Figura 2.4 - Fluxograma da produção

2.3.2. Descrição do processo

A Mundotêxtil adquire o fio de que necessita no mercado nacional e recorrendo à importação. Há fios que são previamente tingidos na tinturaria da Mundotêxtil. A matéria-prima principal é o fio 100% de algodão.

Na preparação de tecelagem executam-se as teias e este processo divide-se nas seguintes fases:

URDISSAGEM: esta operação destina-se à execução das teias e consiste na transferência dos fios das bobines (colocadas na esquinadeira) para um órgão onde estes se dispõem paralelamente uns em relação aos outros em quantidades e cores (se for o caso) que permitem obter o felpo com as características desejadas.

ENGOMAGEM (ENCOLAGEM) aplicação de uma goma ou lubrificante à teia de modo a torná-la suficientemente resistente para suportar as tensões e fricções a que vai ser sujeita no tear.

Segue-se processo de tecelagem:

TECELAGEM: Na tecelagem obtém-se o felpo com as principais características: dimensão, peso específico, desenho e unidades necessárias a satisfazer a encomenda. Para a execução de atalhados utilizam-se duas teias, teia de base que permite executar a tela suporte dos atalhados e a teia de felpo para execução das argolas. O processo consiste no cruzamento ortogonal dos fios de trama com os fios das teias. Os fios das teias são posicionados na direcção do comprimento do tecido e os da trama na direcção da largura do tecido. A figura 2.5 refere-se a teares jacquard existentes na tecelagem 1.



Figura 2.5 - Imagem de teares jacquard da tecelagem 1

Na máquina de desenrolar para além da revista do felpo efectua-se a passagem do felpo do rolo da obra do tear para tubos de cartão. O destino seguinte é o armazém de felpo. Os felpos tingidos ainda em fio podem ser lavados e acabados na tinturaria e acabamentos de felpo e em alguns casos seguem directamente para a confecção.

TINTURARIA E ACABAMENTOS DE FELPO: os felpos em cru ou felpo com fios previamente tingidos (jacquard) têm as seguintes fases:

- Na preparação de partidas são separadas quantidades com peso adequado a cada jet.
- O peso a tingir em cada jet é dividido em cordas correspondente ao n.º de tubeiras do jet. No jet decorrem as seguintes operações:
 - Desencolagem - Caso o felpo a tingir tenha sido engomado (encolado) na preparação de tecelagem, a 1ª operação no jet é a desencolagem. Nesta operação o felpo é sujeito a uma lavagem que retira a goma bem como outras impurezas que poderão prejudicar o tingimento.
 - Lavagem (preparação de tingimento) – caso de felpo que não tenha sido engomado.

- Lavagem – caso do felpo jacquard, que é composto por fios previamente tingidos.
- Branqueamento – é processo que retira a cor natural do algodão (cru). Utiliza – se quando se pretende um felpo branco ou pode ser efectuado para que no tingimento de uma determinada cor seja mais bem reproduzida (determinados casos).
- Tingimento – Operação que consiste em colorir um tecido (no caso o felpo). Os corantes reactivos são os principais corantes utilizados.
- Lavagem após tingimento – após tingimento, o felpo tem de ser bem lavado.

No hidro o felpo é sujeito a uma centrifugação libertando-se uma quantidade substancial de água.

Na râmula o felpo é seco e termofixado tanto a nível dimensional como de cor.

No Tumbler melhora-se o aspecto do felpo onde ocorre um endireitamento das argolas. Nesta máquina o felpo é libertado das tensões que foi acumulando ao longo do processo produtivo e por outro liberta-se de poeiras e cotões.

O aquecimento de banhos é efectuado através de permutadores de calor utilizando vapor saturado. As caldeiras para a produção de vapor utilizam o gás natural como combustível. Para além desta central existe produção de vapor por recuperação térmica dos gases da combustão da cogeração. Existe uma instalação de recuperação de energia de água quente da cogeração.

O processo de acabamentos consistem somente em tratamentos físicos, não existem tratamentos químicos. A secagem efectuada nas râmulas e tumblers é efectuada por uma instalação de termofluido, em que as caldeiras utilizam o gás natural como combustível.

CONFECÇÃO: Na confecção o felpo tingido e acabado na tinturaria de felpo é sujeito a uma operação de corte longitudinal e seguido de costura longitudinal.

Nesta fase o felpo pode ter duas sequências. Se vai ser sujeito a costura manual é cortado previamente nas máquinas de corte transversal. A outra sequência é corte e costura transversal nas máquinas automáticas.

Parte dos atalhados pode ser bordados e/ou sujeitos a determinadas aplicações. Todo artigo é revistado antes de ser embalado.

O artigo segue para os clientes em caixas de cartão, acondicionados em embalagens plásticas com várias unidades de atalhados.

2.4. A Mundotêxtil e o ambiente

Nas tinturarias são utilizadas grandes quantidades de água e produtos químicos comparativamente com os outros sectores produtivos. Também nestes sectores a energia

térmica em forma de vapor, termofluido e energia de água quente tem predominância. A engomagem também é um processo húmido em que o consumo de água é pouco considerável. Os efluentes que são descarregados na ETAR dependem em quantidade e qualidade dos efluentes das tinturarias. O anexo I refere-se aos balanços das massas em todos os processos produtivos. Neste diagrama podemos conhecer os aspectos ambientais envolvidos em cada processo.

2.4.1. Uma breve história

Em 1995 a empresa decidiu efectuar estudos para uma solução de tratamento de efluentes. Tomou a opção de construir um tratamento físico-químico que permitisse que os seus efluentes pudessem ser descarregados no rio Vizela obedecendo à legislação em vigor. Devido ao interesse regional, a empresa abdicou do tratamento completo a seu cargo e construiu uma EPTAR. Os efluentes seriam depois descarregados no SIDVA após um pré-tratamento. A EPTAR foi colocada em funcionamento em 1998. Mas a construção do troço do SIDVA onde a Mundotêxtil iria descarregar foi sucessivamente adiada e só em 2006 foi possível efectivar a ligação.

Devido a uma maior consciência ambiental, reutilização de água e a pressões da comunicação social e da população da região e algumas entidades oficiais, foi colocada em funcionamento em 2004 uma estação por lamas activadas. A Mundotêxtil passou a ter uma solução para o tratamento final dos seus efluentes apesar de esta responsabilidade ter sido transferida para o sistema público. Na presente data são descarregados parte dos efluentes pré-tratados no SIDVA e parte são tratados na ETAR por lamas activadas e descarregados no rio Vizela. O anexo 2 representa o fluxo da água desde da captação, sua utilização no processo industrial, tratamento e destino final.

2.4.2. A água para o processo

Os consumos de águas nos últimos anos estão referidos na figura 2.6.

A água é captada no rio Vizela e no ribeiro de Sá e também existe a recolha de águas pluviais descarregadas nos telhados da empresa.

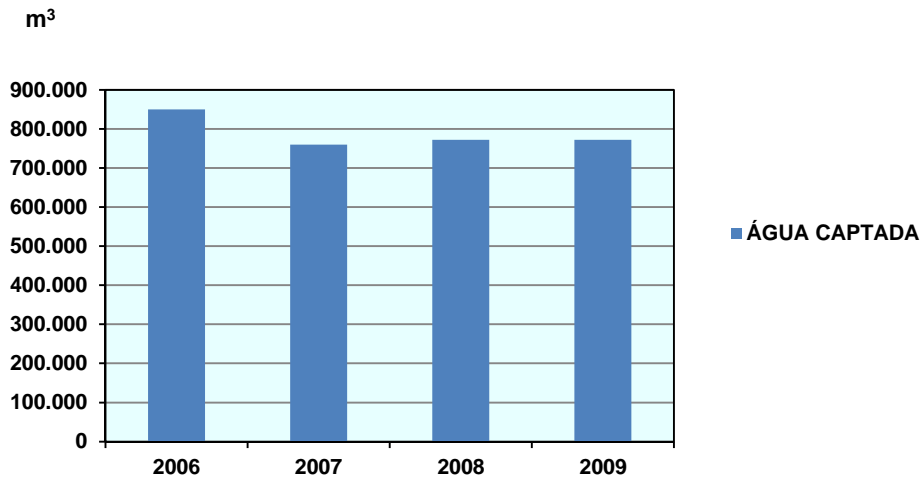


Figura 2.6 - Volume de água captada

A empresa possui uma ETA onde a água adquire características regularizadas pois podem ter diferentes origens e além disso as águas superficiais podem ter uma grande variabilidade na sua qualidade ao longo do dia. A figura 2.7 mostra uma imagem do decantador e dos filtros da ETA.



Figura 2.7 – Imagem do decantador e dos filtros da ETA

A ETA tem uma capacidade de tratamento médio na ordem dos 120 m³/h. A estação contempla as seguintes fases:

- Tanque de recepção/homogeneização
- Regularização do pH
- Oxidação Química
- Floculação
- Decantação

- Filtração em areia sílica
- Adsorção em carvão activado

A empresa possui tanques que permitem um armazenamento de 2000 m³. Nos Verões mais secos a água é escassa e a sua reutilização bem como a adopção de tecnologias e equipamentos que permitem uma redução dos consumos é um caminho a seguir.

2.4.3. Pré-tratamento efluentes

A empresa possui duas estações de pré-tratamento. A figura 2.8 apresenta uma imagem do tanque de equalização 1. A Estação de Pré-Tratamento consiste nas seguintes fases:

Primeira Fase – caixa de recepção de todos os efluentes, gradagem, tanque desarenador, tamisagem

Segunda Fase – homogeneização do efluente, arejamento, ajuste automático do pH através de uma instalação de CO₂.



Figura 2.8 – Imagem do tanque de equalização 1 da EPTAR

O efluente bruto antes de entrar no tanque desarenador é sujeito a uma gradagem bruta. Antes de entrar no tanque de equalização sofre uma tamisagem fina, ficando assim assegurada uma isenção de sólidos grosseiros sedimentáveis e de sólidos finos.

No tanque de homogeneização está montada uma electrobomba que faz recircular o efluente e simultaneamente é efectuado o arejamento através da sucção de ar atmosférico e adição de CO₂ para ajuste do pH.

Após pré-tratamento os efluentes são descarregados parte no sistema de tratamento biológico e a restante parte no colector do SIDVA. A figura 2.9 indica parte dos volumes pré-tratados e descarregados desde o início da ligação da Mundotêxtil ao SIDVA.

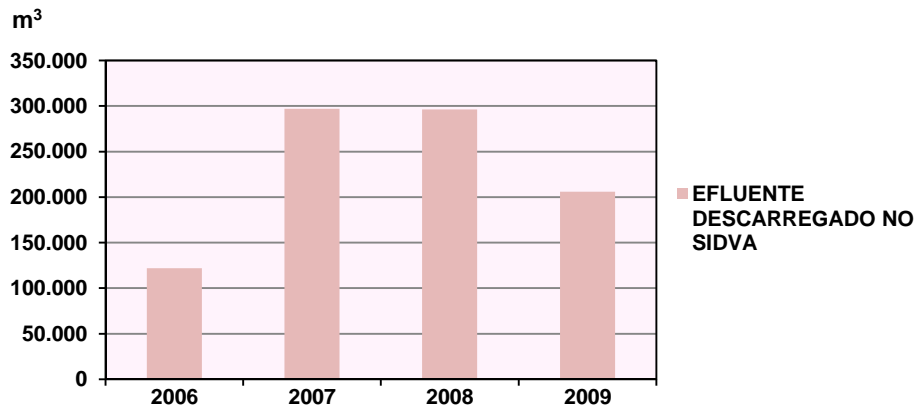


Figura 2.9 - Volume de efluente descarregado no SIDVA

2.4.4. Dados do projecto do tratamento por lamas activadas em funcionamento

Neste processo de tratamento é utilizada a tecnologia de oxigénio puro para o arejamento do tanque biológico. O fornecimento de oxigénio é efectuado através do sistema Mixflo e através de difusores no interior do tanque de arejamento. O sistema Mixflo consiste em criar um fluxo pressurizado do efluente no qual é injectado o oxigénio. Deste modo promove-se uma recirculação do efluente através de uma tubagem que é pressurizado através de uma bomba. Como resultado deste processo obtêm-se reduções em termos de CQO e de CBO_5 de 85 e 95% respectivamente. Quanto ao parâmetro SST situa-se abaixo dos 40 mg/L.

Está disponível uma instalação de doseamento dum agente coagulante a aplicar no tanque biológico. O coagulante Ambifloc BIO MD permite a remoção de cor e também da CQO. A figura 2.10 mostra uma imagem do tanque de arejamento. A tecnologia do ozono é utilizada para efectuar uma descoloração complementar sendo por isso um tratamento terciário. A tecnologia de ozono tem a vantagem de não originar a formação de lamas. A empresa adquire oxigénio puro para arejamento do reactor biológico e também possui o equipamento de ozonização.



Figura 2.10 - Imagem do tanque de arejamento do tratamento de lamas activadas da Mundotêxtil

Para o estudo de dimensionamento do tanque biológico existente, assim como de todos os outros parâmetros que regem o comportamento do tratamento biológico considerou-se que o efluente que chega ao tratamento biológico está perfeitamente homogeneizado e com pH controlado, por isso não ocorrem picos de cargas orgânicas e caudal.

Os dados característicos do tratamento biológico são os referidos na tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Características do tratamento biológico em funcionamento na Mundotêxtil

PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR
Volume	m ³	3500
Concentração licor mistura (MLSS)	mg/L	3000
Carga mássica (CQO)	kg CQOxd/kg MLSS	0,2
Diâmetro do decantador secundário	m	19,5
Diâmetro do tanque de arejamento	m	22
Altura do tanque de arejamento	m	10
Velocidade ascensional do decantador biológico	m ³ /(m ² xh)	0,4
Consumo teórico médio de oxigénio	kg/d	1360,5
	kg/h	56,7
N.º equipamentos “Mixflo” necessários	-	1
Capacidade unitária de transferência de oxigénio	kg O ₂ /h	80
Produção específica de lamas em excesso	kg MLSS CQO/kg CQO _{elim}	0,2
Produção de lamas tórica	kg MLSS/d	360
Recirculação de lamas	%	75-100
Consumo energético	kWh/d	696
Idade média das lamas	d	6

A instalação do equipamento “Mixflo” tem a capacidade de transferência unitária de oxigénio de 80 kg/h.

A recirculação de lamas do decantador biológico está compreendida entre 75 e 85%.

2.4.5. Situação do tratamento biológico por lamas activadas em funcionamento

Os maiores problemas deste tratamento residiram nos valores de CQO e cor carregada não obedecendo aos limites máximos admissíveis referido no Decreto-Lei 236/98 e as normas de descarga no rio Ave. As temperaturas no reactor biológico oscilam entre 35 °C nos dias frios de Inverno e 43 °C nos dias quentes de Verão.

A utilização do coagulante Ambifloc Bio MD referido no anexo III permitiu baixar a concentração de CQO e a cor para os valores admissíveis pela legislação. Contudo os

custos de tratamento aumentaram substancialmente além do aumento de produção de lamas. A utilização do descorante não permitiu a eliminação do tratamento final por ozonização.

A figura 2.11 indica os volumes tratados nos últimos 4 anos.

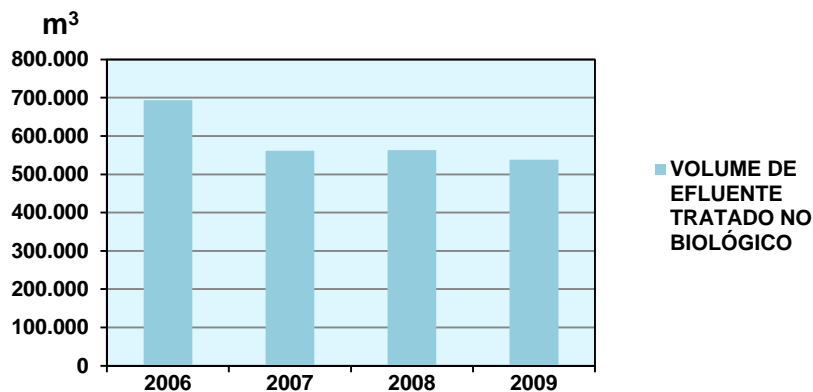


Figura 2.11 - Volume de efluente tratado no tratamento biológico

2.5. Estudo das matérias-primas e qualidade dos efluentes

Neste estudo foram analisados as fichas técnicas e de segurança e os consumos dos produtos químicos aplicados no processo produtivo em 2009. Pretendeu-se a verificar a existência de potenciais produtos que possam interferir no tratamento biológico. Os resultados são apresentados no anexo V.

Foram analisadas os consumos e as fichas de segurança disponíveis na empresa e o ano de 2009 foi tido como referência. As características dos produtos químicos considerados foram as seguintes: natureza, função, biodegradabilidade, CQO, CBO₅ e indicadores de toxicidade. Para o cálculo da concentração dos produtos químicos, carga orgânica e CQO no efluente considerou-se o seguinte:

- Volume total de efluente em 2009
- Produto descarregado para ETAR após a sua acção no processo produtivo:
 - Produtos com afinidade para o algodão: 20% descarregado para a ETAR
 - Produtos sem afinidade para o algodão: 90% descarregados para ETAR

Na determinação da percentagem da CQO no efluente considerou-se o seguinte:

- Concentração da CQO no produto químico
- Consumo anual do produto químico
- Volume anual do efluente
- Concentração do produto no efluente
- Concentração da CQO no efluente (anual)
- Determinação da percentagem de CQO

- Produtos com uma contribuição para a CQO final superior a 2,5 % poderão ter uma potencial influência no tratamento biológico

Os resultados mais significativos deste estudo estão resumidos na tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Principais resultados da análise dos produtos químicos consumidos em 2009

PRODUTO	POTENCIAL INTERFERÊNCIA
ENCOLANTE CB	Contribuição para a carga orgânica: 6,69%; quantidade presente no efluente: 97,07 mg/L
CERA TÊXTIL P. LÍQUIDA	Contribuição para a carga orgânica: 3,1%; quantidade presente no efluente: 8,22 mg/L
CERA TÊXTIL WAX 3261	Contribuição para a carga orgânica: 2,11%; quantidade presente no efluente: 3,3 mg/L
ENCOLANTE SOLAMIL 9605	Contribuição para a carga orgânica: 6,57%; quantidade presente no efluente: 39,94 mg/L
PERFIMINA P-12	Contribuição para a carga orgânica: 2,55%; quantidade presente no efluente: 9,99 mg/L; toxicidade em peixes: LC ₅₀ entre 2-20mg/L)
ÁCIDO ACÉTICO	Contribuição para a carga orgânica: 20,06%; quantidade presente no efluente: 109,27 mg/L
HIDROSSULFITO DE SÓDIO	Contribuição para a carga orgânica: 2,28 %; quantidade presente no efluente: 48,85 mg/L Toxicidade em bactérias: LC ₅₀ = 62 mg/L
MEROPAN DPE	Contribuição para a carga orgânica: 5,16%; quantidade presente no efluente: 104,02 mg/L
MEROPAN BRE-P	Contribuição para a carga orgânica: 5,97%; quantidade presente no efluente: 183,91 mg/L
INDIMINA STS	Contribuição para a carga orgânica: 12,37%; quantidade presente no efluente: 34,40 mg/L
BENZYM TEC	Contribuição para a carga orgânica: 4,48%; quantidade presente no efluente: 57,58 mg/L

O hidrossulfito apresenta toxicidade para sistemas biológicos, mas a sua presença no efluente final é reduzida ou até nula uma vez que é oxidado no arejamento do tanque de homogeneização.

A Perfimina P-12 apresenta toxicidade potencial para sistemas biológicos

O ácido acético é um produto químico que contribui significativamente para a carga orgânica mas também é facilmente biodegradável.

Podemos concluir com este estudo que os produtos químicos que têm maior potencial de interferência no tratamento biológico são: encolante CB, Cera Têxtil P. Líquida, Perfemina P-12, Meropan DPE-P, Meropan BRE-P, Indimina STS e Benzym TEC. O encolante Solamil 9605 à partida como é um amido, não interfere negativamente no tratamento.

3. O Processo por lamas activadas

O estudo do processo de lamas activadas teve um impulso significativo com Arden e Lockett em 1914 [1] e o nome derivou do facto deste consistir na aglomeração de microrganismos em forma de floco, onde o conjunto de flocos cria uma massa viva em suspensão num efluente que é sujeito a um arejamento. Portanto o tratamento por lamas activadas é um processo aeróbio, em que o teor de oxigénio dissolvido não deve ser inferior a cerca de 2 mg/L [2], [3]. O efluente normalmente é sujeito a um pré-tratamento antes de seguir para o tratamento biológico. O sistema de tratamento por lamas activadas é constituído pelo reactor (ou tanque de arejamento) e pelo clarificador secundário. No reactor ocorre a quase totalidade do processo e neste é promovido o arejamento do efluente em presença de uma cultura microbiana, denominada de lamas activadas. Denomina-se por licor misto a mistura de água residual e microrganismos. A concentração dos microrganismos é medida pela concentração de sólidos suspensos voláteis (SSV) e uma forma de a manter é efectuar a recirculação de parte da biomassa formada durante a degradação da matéria orgânica. A restante biomassa designa-se por excesso de lamas.

O conteúdo total de sólidos em suspensão traduz a medida da massa microbiana e das substâncias inertes e é designado por MLSS ("Mixed Liquor Suspended Solids". A fracção volátil é referida como matéria volátil em suspensão, MLVSS ("Mixed Liquor Volatile and Suspended Solids) e dá uma indicação mais próxima do que o MLSS, da biomassa no reactor biológico [2], [3].

Na recirculação de lamas, o volume de lamas deve ser suficiente para permitir a estabilização da matéria orgânica no reactor. Se o caudal de recirculação for insuficiente, a purificação atingida vai ser fraca, no entanto se o caudal for demasiado grande, a sedimentação no decantador secundário vai ser dificultada.

3.1. Factores que afectam a eficiência

Os factores seguintes têm um carácter genérico mas podem conter as diversas possibilidades que influenciam a eficiência de um tratamento por lamas activadas:

- Sobrecargas
- Má sedimentabilidade das lamas
- Espumas
- Problemas mecânicos

3.2. Procedimentos gerais para resolver problemas

Conforme as diversas situações anómalas que podem surgir num tratamento por lamas activadas existem formas de actuar para as debelar, contudo a experiência é que nos

permite identificar os problemas e efectuar as correcções necessárias. Os procedimentos a seguir indicados reúnem algumas das acções mais habituais para corrigir ou resolver os problemas:

- Aumentar ou diminuir o arejamento
- Ajustar caudal de recirculação
- Ajustar o caudal de purga de lamas
- Adicionar adjuvantes de coagulação e floculação para melhorar a sedimentabilidade das lamas
- Adicionar nutrientes
- Adicionar cloro

3.3. Microbiologia das lamas activadas

Os principais microrganismos existentes num tratamento por lamas activadas são as bactérias, protozoários e rotíferos [4].

As bactérias existem na forma dispersa e forma floculadas. Têm como função efectuar a oxidação da matéria orgânica e transformam os nutrientes que contribuem para o processo da floculação.

Os protozoários classificam-se em ciliados bacteriófago, flagelados, ciliados carnívoros e amibas. Ingerem bactérias, reduzem a turbidez e o CQO [4].

A presença de rotíferos dá uma indicação que o tratamento está a funcionar com eficiência. Efectuam a remoção das bactérias floculadas e protozoários e contribuem para a formação de flocos [4].

3.4. Vantagens e desvantagens das lamas activadas

As vantagens e desvantagens dum tratamento por lamas activadas têm a ver com a sua aplicação comparada com outros tratamentos. Conforme as situações que se apresentam devem ser estudadas algumas soluções e só depois escolher o tratamento a adoptar.

3.4.1. Vantagens das lamas activadas;

- Facilidade de ajustar a recirculação de lamas
- Permite poupança de espaço comparado com outros tratamentos
- Tempos de retenção curtos
- Permite tratar grandes volumes de efluentes
- Aplicam-se a uma grande variedade de efluentes

3.4.2.Desvantagens das lamas activadas;

- Requerem uma atenção contínua
- Os equipamentos têm um consumo de energia considerável
- São pouco tolerantes à variação de carga e caudal
- São vulneráveis à presença de materiais tóxicos

4. Estudo laboratorial do tratamento do efluente da Mundotêxtil

Foi efectuado um estudo no laboratório de Tecnologia Química do ISEP ao efluente da Mundotêxtil que decorreu entre Maio e Julho de 2010. Foi utilizado o sistema de tratamento por lamas activadas.

4.1. Equipamento utilizado no estudo laboratorial

O estudo laboratorial do tratamento do efluente da Mundotêxtil foi realizado usando uma instalação à escala laboratorial, constituída essencialmente por um tanque de alimentação, um reactor biológico de tratamento por lamas activadas e um decantador secundário.

Foi efectuado um estudo no laboratório de Tecnologia Química do ISEP ao efluente da Mundotêxtil recolhido após o pré-tratamento que decorreu em Maio, Junho, Julho de 2010. Foi utilizado o sistema de tratamento por lamas activadas. O estudo consistiu em 3 situações seguintes, num tratamento sem utilização de qualquer pré-tratamento, num pré-tratamento com a utilização do coagulante Ambifloc BIO MD e tratamento com fungos adicionados aos reactores.

Na tabela 4.1 e tabela 4.2. refere-se ao equipamento e materiais, respectivamente, mais significativos utilizados neste estudo.

Tabela 4.1 - Equipamento e materiais utilizados nos ensaios

EQUIPAMENTO	CARACTERÍSTICAS
Tanque de alimentação	Volume total: 100 L Geometria aproximadamente cilíndrica
Reactores	Volume total: 22,2 L Volume útil: 12,8 L Geometria paralelepípeda
Bombas de Alimentação	Bomba doseadora de membrana Marca: Prominent Caudal mínimo: 0,34 L/h Caudal máximo: 2,87 L/h
Bombas de recirculação de lamas	Bomba peristáltica, de caudal regulável Marca Multifix
Decantadores secundários	Volume total: 4,8 L Volume útil: 2,8 L Geometria tronco cónica
Difusor de ar comprimido, Válvula redutora de ar comprimido, Tubagens e acessórios	Para as ligações dos vários equipamentos e descarga para o colectador municipal
Temporizadores Coati	Programação da recirculação de lamas
Medidor multiparâmetros	Marca: Hach Lange; Modelo: Consort C562 Parâmetros medidos: pH, O ₂ dissolvido, temperatura
Colorímetro	Marca: Hach DR/2000 Parâmetros medidos: CQO, Fósforo reactivo, Azoto
Balança analítica	Kern ALJ 220-4
Bomba de vácuo	Marca: KNF
Digestor CQO	Marca Velp
Digestor de azoto Kjeldahl	Trade Raypa DNP 1500
Estufa	Marca: Memmert
Medidor de CBO ₅	Marca: Hach BOD track
Mufra	Vulcan 3-550
Cones Imhoff	1L

Tabela 4.2 - Materiais utilizados nos ensaios

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS
Material de laboratório diverso	
Coagulante	Ambifloc BIO MD (anexo III)
Fungos	Fungos KH 1611 (anexo IV)
Efluente	Efluente recolhido na empresa Mundotêxtil
Reagentes diversos para as determinações analíticas	

4.2. Descrição da instalação laboratorial

Inicialmente foi efectuada a montagem do equipamento, a ligação das tubagens, teste de funcionamento das bombas e verificou-se a estanquicidade do circuito. Os ensaios foram realizados em duas instalações de tratamento independentes, representadas no esquema da figura 4.1 e imagem da figura 4.2. O arejamento foi assegurado por uma entrada controlada de ar comprimido nos tanques de arejamento R1 e R2. O tanque de alimentação, A, foi comum aos 2 tratamentos onde foi colocado o efluente têxtil proveniente do pré-tratado da empresa Mundotêxtil. A alimentação dos reactores foi efectuada através de uma bomba de membrana B1 e B2 e a recirculação das lamas foi efectuada por uma bomba peristáltica Br1 e Br2. O caudal da alimentação foi regulado através das bombas, B1 e B2 de modo a garantir um tempo de retenção conveniente nos reactores ficando estes a funcionar em estado estacionário. No interior de cada tanque de arejamento, R1 e R2, existe um tubo do tipo “tubo ladrão” com uma altura que garante que o efluente transborde para os decantadores secundários, D1 e D2 após ser sujeito ao tratamento biológico. Nos decantadores secundários existe um tubo similar que garante uma decantação adequada do efluente tratado podendo então ser descarregado no esgoto, E (sistema aberto). No fundo do decantador secundário existe uma saída ligada à bomba peristáltica, Br1 e Br2 que permite a recirculação de lamas. O funcionamento das bombas peristálticas foi regulado por um temporizador que permitiu o accionamento das bombas durante 1 minuto de 2 em 2 horas.

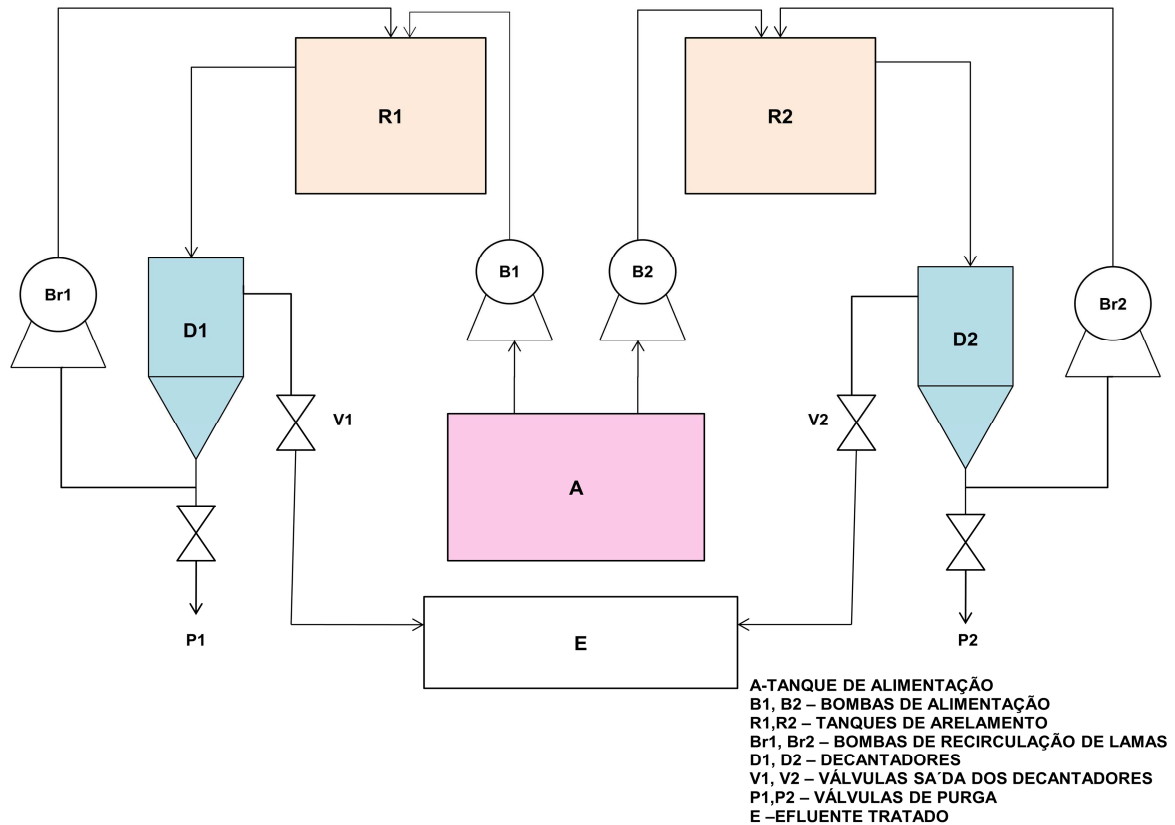


Figura 4.1 - Esquema da montagem experimental para operação em circuito aberto



Figura 4.2 - Imagem da instalação de ensaio

4.3. Ensaios efectuados

Foram efectuados 6 ensaios conforme indicado na tabela 4.3. Os ensaios são referidos na forma **a.b**, sendo **a** o número de ensaio e **b** o número do tratamento.

O estudo sem utilização de qualquer pré-tratamento correspondeu aos ensaios 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1 e 3.2.

O estudo correspondente ao ensaio com um pré-tratamento com o coagulante correspondeu aos ensaios 4.1, 4.2, 5.1, 5.2.

O estudo com adição de fungos aos tanques de arejamento correspondeu ao ensaio 6.1, 6.2.

Tabela 4.3 – Características dos ensaios efectuados

PERÍODO DE TEMPO	ENSAIO	TRATAMENTO	DESCRIÇÃO
20-5-2010 a 7-6-2010	1	1	Efluente sem diluição Caudal alimentação: 5,8 L/d Recirculação de lamas:11,28 L/d
		2	Efluente sem diluição Caudal alimentação: 3,9 L/d Recirculação de lamas:14,68 L/d
7-6-2010 a 17-6-2010	2	1	Diluição com 50% de água da torneira Caudal alimentação: 8,2 L/d Recirculação de lamas:11,28 L/d
		2	Diluição com 50% de água da torneira Caudal alimentação: 12,7 L/d Recirculação de lamas:11,28 L/d
17-6-2010 a 30-6-2010	3	1	Efluente sem diluição Caudal alimentação: 5,8 L/d Recirculação de lamas:11,28 L/d
		2	Efluente sem diluição Caudal alimentação: 8,2 L/d Recirculação de lamas:11,28 L/d
30-6-2010 a 8-7-2010	4	1	Efluente sem diluição e pré-tratado com um descorante Caudal alimentação: 5,8 L/d Recirculação de lamas: 11,28 L/d
		2	Efluente sem diluição pré-tratado com um descorante Caudal alimentação: 8,2 L/d Recirculação de lamas: 11,28 L/d
8-7-2010 a 19-7-2010	5	1	Efluente sem diluição e pré-tratado com um descorante Caudal alimentação: 10,2 L/d Recirculação de lamas: 11,28 L/d
		2	Efluente sem diluição e pré-tratado com um descorante Caudal alimentação: 6,4 L/d Recirculação de lamas: 11,28 L/d
19-7-2010 a 29-7-2010	6	1	Efluente sem diluição e pré-tratado com fungos Caudal alimentação: 10,2 L/d Recirculação de lamas : 11,28 L/d
		2	Efluente sem diluição e pré-tratado com fungos Caudal alimentação: 6,4 L/d Recirculação de lamas: 11,28 L/d

Nos ensaios 1, 2 e 3 não foi efectuado nenhum pré-tratamento no laboratório sendo ajustados diferentes caudais de entrada nos tanques de arejamento.

Nos ensaios 4 e 5 foi efectuado um pré-tratamento com o coagulante Ambifloc BIO MD

com a concentração de 150 mg/L cujas características técnicas constam no anexo III.

No ensaio 6 foram adicionados aos tanques de arejamento fungos do seguinte modo:

- Inicialmente adicionou-se 300 mg/L. As adições seguintes foram de 10 mg/L de efluente previsto entrar no tratamento
- Adição do produto:
 - Pesar a quantidade necessária
 - Juntar 300 mL de água e agitou-se cerca de 2 minutos, deixou-se decantar 10 segundos
 - Adicionou-se o sobrenadante ao reactor
 - Repetiu-se a operação 4 a 5 vezes para retirar o máximo proveito do produto. Este procedimento convém ser feito com efluente que alimenta o reactor
 - O CQO solúvel inicial da mistura do tanque de arejamento deve ser lido após adição do produto. Foi efectuada adição diária de cerca de 10 mg de fungos a cada um dos tanques de arejamento e adicionou-se directamente o pó (fungos mais suporte) sem efectuar "lavagens".

As características técnicas dos fungos apresentam-se no anexo IV.

4.4. Resultados e discussão

O efluente estudado era um efluente real pelo que teve alguma variabilidade nas suas características. Considerando os dados históricos das caracterizações da empresa, a CQO média relativa ao ano de 2009 à entrada do tratamento biológico deveria ser ordem dos 900 mg/L O₂. Contudo, inesperadamente, no período de tempo em que decorreu este estudo, as amostras recolhidas tiveram grande variabilidade nas concentrações de CQO, situando-se entre 209 e 600 mg/L O₂.

Esta situação deveu-se a alterações no processo de fabrico bem como a uma quebra acentuada na produção da empresa.

4.4.1. Tratabilidade do efluente

Na tabela 4.4 apresentam-se os valores de CBO₅ e CQO à entrada do tratamento biológico da empresa (valores médios do ano de 2009), bem como a respectiva razão CBO/CQO.

Tabela 4.4. - Resultados referentes à CBO₅ e CQO na alimentação (arquivo da empresa)

	ANO	CBO ₅ (mg/L)	CQO (mg/L)	CBO ₅ /CQO
Efluente bruto da empresa MUNDOTÊXTIL	2009	283	900	0,31

Na tabela 4.5 apresentam-se os valores de CBO₅ e CQO na água residual à entrada dos tratamentos biológicos realizados em dois dias específicos, bem como a correspondente razão CBO/CQO. Conforme referido anteriormente o tanque de alimentação foi comum aos dois tratamentos. Verifica-se que o efluente pode ser tratado por lamas activadas embora a tratabilidade biológica seja baixa. O valor típico para a razão CBO/CQO no efluente bruto da indústria têxtil é 0,48 [4] e após tratamento é de 0,04 [4].

Tabela 4.5 - Resultados referentes à CBO₅ e CQO no efluente alimentado ao tratamento biológico laboratorial

DIA	CBO ₅ (mg/L)	CQO (mg/L)	CBO ₅ /CQO
15-7-2010	173	366	0,47
28-7-2010	163	270	0,63

A razão CBO/CQO do efluente à saída do tratamento biológico da empresa e dos tratamentos biológicos em estudo estão referidos nas tabelas 4.6 e 4.7, respectivamente. No tratamento 1 verifica-se que a razão CBO/CQO é mais alta que a de referência enquanto a mesma razão CBO/CQO para o tratamento 2 está dentro dos valores habituais.

Tabela 4.6 - Resultados referentes à CBO₅ e CQO na saída do tratamento com base na CBO₅ e CQO médios e do tratamento biológico realizado na empresa

	ANO /MÊS	CBO ₅ (mg/L)	CQO (mg/L)	CBO ₅ /CQO
Efluente bruto da empresa MUNDOTÊXTIL	2010 /MARÇO	9	121	0,074

Tabela 4.7.- Resultados referentes à CBO₅ e CQO na saída do tratamento

	N.º ENSAIO	CBO ₅ (mg/L)	CQO (mg/L)	CBO ₅ /CQO
TRATAMENTO 1	Ensaio 5.1	8	70	0,11
	Ensaio 6.1	21	85	0,24
TRATAMENTO 2	Ensaio 5.2	4	98	0,04
	Ensaio 6.2	7	91	0,08

4.4.2. CQO

A determinação da CQO foi efectuada pelo método colorimétrico e com base no procedimento do laboratório, LT – REACTR/2 [8] e colorímetro Hach DR/2000 [8].

Os valores de CQO de alimentação tiveram uma grande variação ao longo do tempo. Os valores estiveram compreendidos entre 209 e 600 mg/l O₂. Esta situação não é habitual

nos efluentes da Mundotêxtil e deveu-se a uma redução significativa da produção e uma redução ligeira do consumo de água. Neste trabalho partiu-se do princípio que o CQO da alimentação não iria ter muita variabilidade o que não ocorreu por isso todos os resultados de CQO e restantes parâmetros foram influenciados por esta situação. As figuras 4.3 a 4.8 referem-se aos resultados de CQO obtidos. Os valores de CQO da alimentação foram mais altos no ensaio 1 e mais baixos no ensaio 2 (efectuada diluição). O tratamento 1 cumpre os limites máximos de descarga segundo o Decreto-Lei 236/98 excepto no ensaio 1. No tratamento 2 foram obtidos piores resultados comparado com o tratamento 1, nos ensaios 2 e 3 e 5 cumpre os limites de descarga em todas as caracterizações.

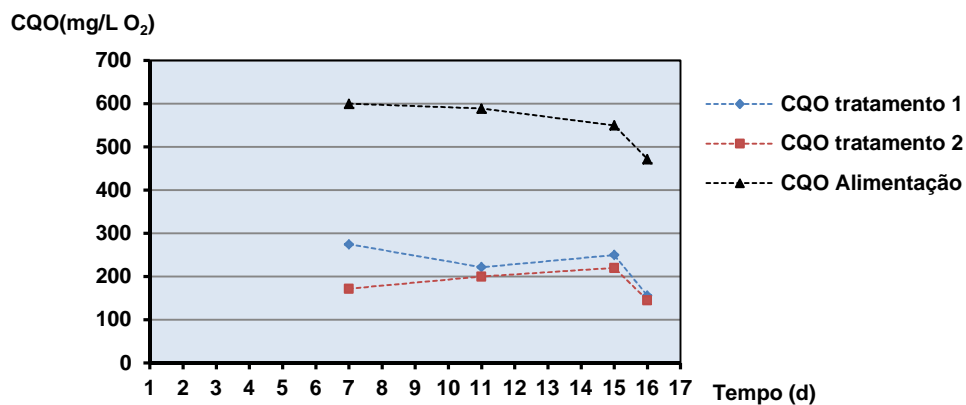


Figura 4.3 - Evolução da CQO do efluente alimentado ao tanque de arejamento e dos efluentes tratados, obtida ao longo dos ensaios 1.1 e 1.2

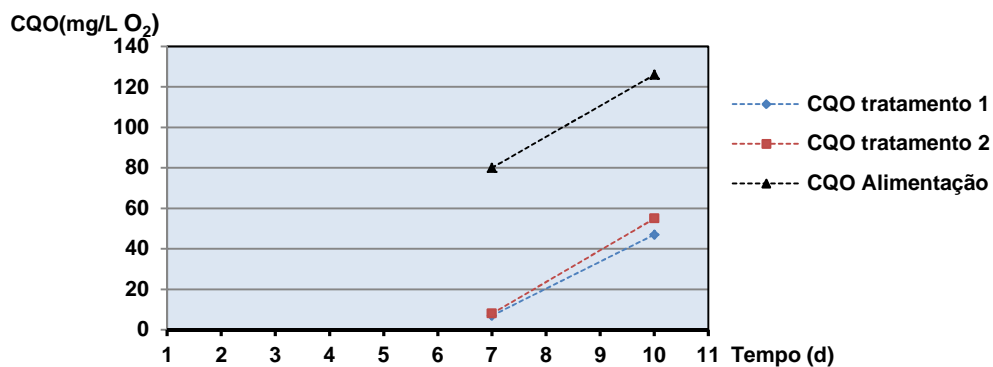


Figura 4.4 - Evolução da CQO do efluente alimentado ao tanque de arejamento e dos efluentes tratados, obtida ao longo dos ensaios 2.1 e 2.2

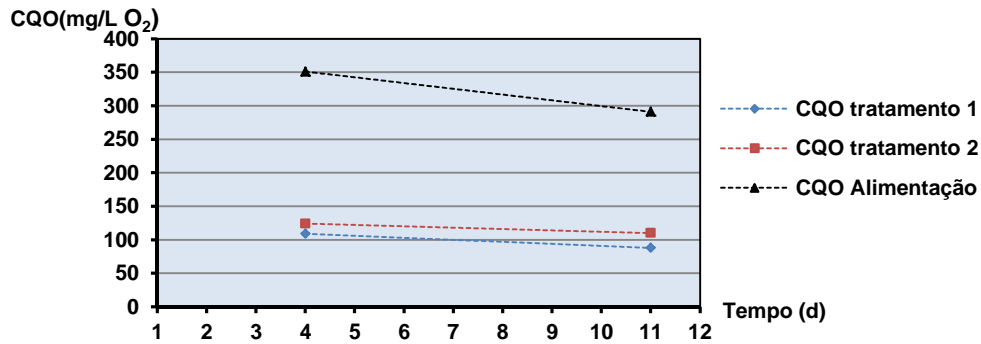


Figura 4.5 - Evolução da CQO do efluente alimentado ao tanque de arejamento e dos efluentes tratados, obtida ao longo dos ensaios 3.1 e 3.2

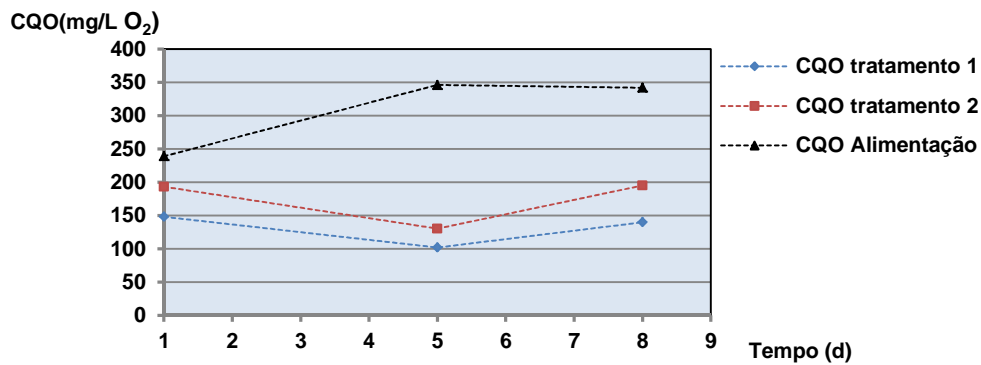


Figura 4.6 - Evolução da CQO do efluente alimentado ao tanque de arejamento e dos efluentes tratados, obtida ao longo dos ensaios 4.1 e 4.2

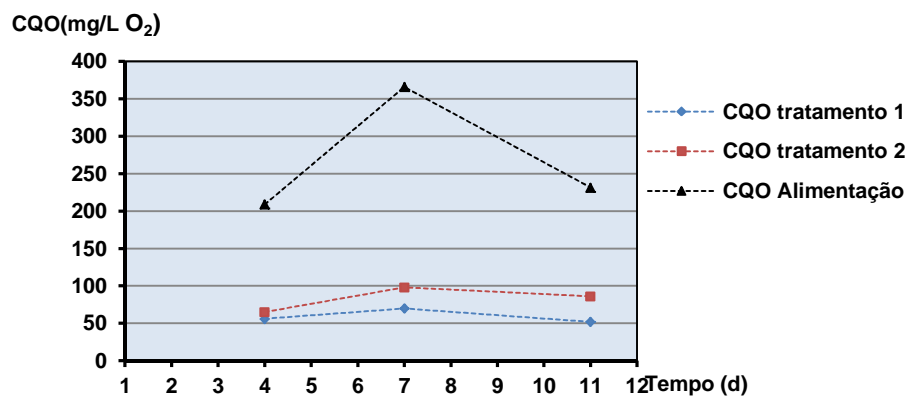


Figura 4.7 - Evolução da CQO do efluente alimentado ao tanque de arejamento e dos efluentes tratados, obtida ao longo dos ensaios 5.1 e 5.2

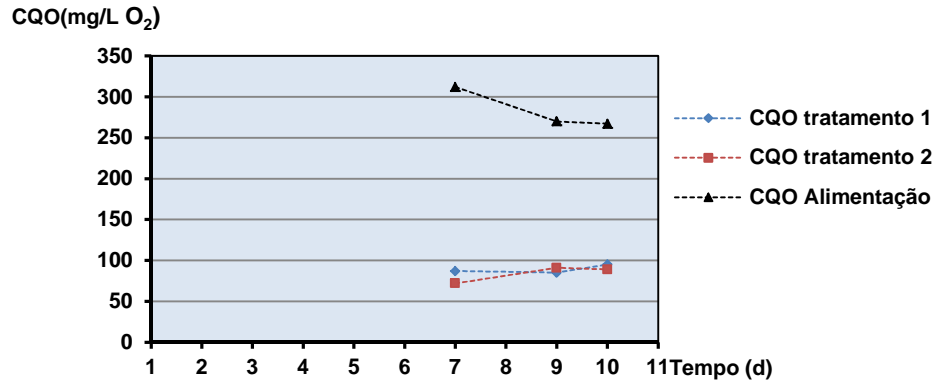


Figura 4.8 - Evolução da CQO do efluente alimentado ao tanque de arejamento e dos efluentes tratados, obtida ao longo dos ensaios 6.1 e 6.2

A figura 4.9 e figura 4.10 referem-se à taxa de remoção de CQO obtida nos 2 tratamentos do presente trabalho. A taxa de remoção mais alta ocorreu no ensaio 2. Possivelmente tal foi originado pela diluição do efluente a tratar. Pela análise dos gráficos verificamos que no ensaio 5 foram obtidos melhores resultados e um melhor desempenho para as condições do ensaio 5.1.

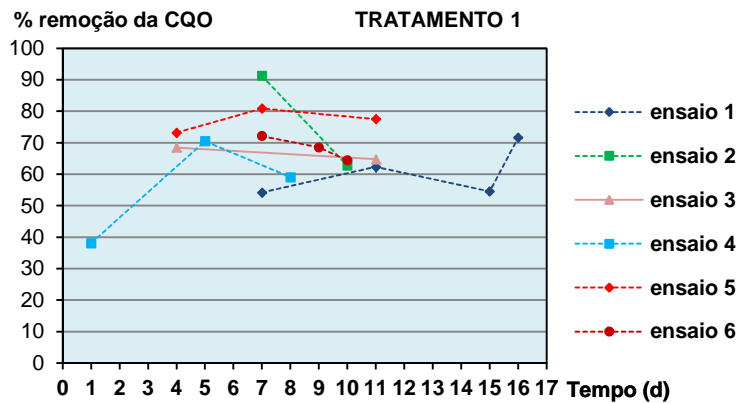


Figura 4.9 - Taxa de redução do CQO (tratamento 1)

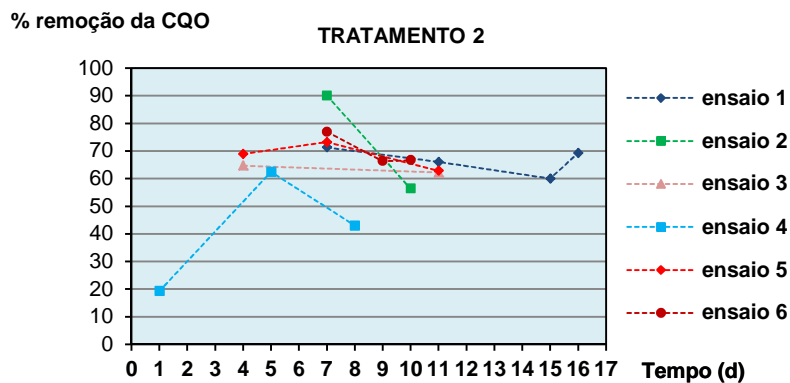


Figura 4.10 - Taxa de redução da CQO (tratamento 2)

4.4.3. Concentração de sólidos suspensos totais;

Para a determinação da concentração de SST efectuaram-se análises gravimétricas recorrendo à balança analítica Kern ALJ 220-4, estufa Memmert, mufla Vulcan 3-550 [10].

Analisando a figura 4.11 verifica-se que as concentrações de SST no licor misto dos reactores são inferiores a 2000 mg/L em todos os ensaios. No ensaio 5 verificamos um melhor desempenho do tanque de arejamento 1 e o pior desempenho, de todos os ensaios, do tanque de arejamento 2. Neste ensaio o tempo de retenção hidráulico do reactor foi o menor de todos os ensaios.

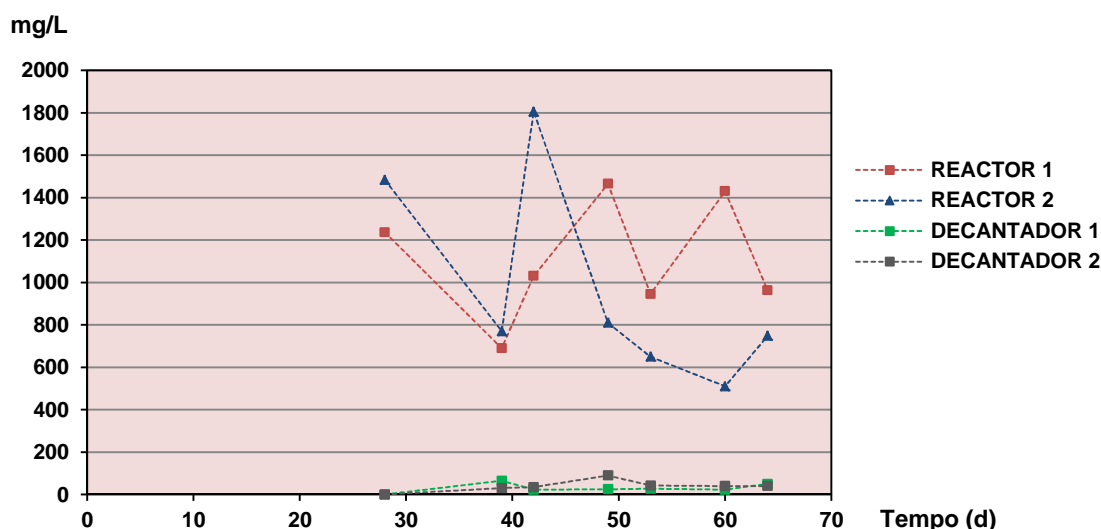


Figura 4.11 - Concentração de SST ao longo dos ensaios 3 a 6

4.4.4. Concentração de sólidos suspensos voláteis

Para a determinação de SSV efectuaram-se análises gravimétricas recorrendo à balança analítica Kern ALJ 220-4, estufa Memmert, mufla Vulcan 3-550 [10].

Analisando a figura 4.12 verifica-se que as concentrações de SSV são inferiores a 2000 mg/L nos reactores em todos os ensaios e nos 2 tratamentos. A concentração de SSV tem o mesmo comportamento das concentrações dos SST. Este facto poderá ser explicado pela insuficiente sedimentabilidade da biomassa. Um valor compreendido entre 2000 e 3000 mg/L indica um bom funcionamento dum tratamento biológico [3].

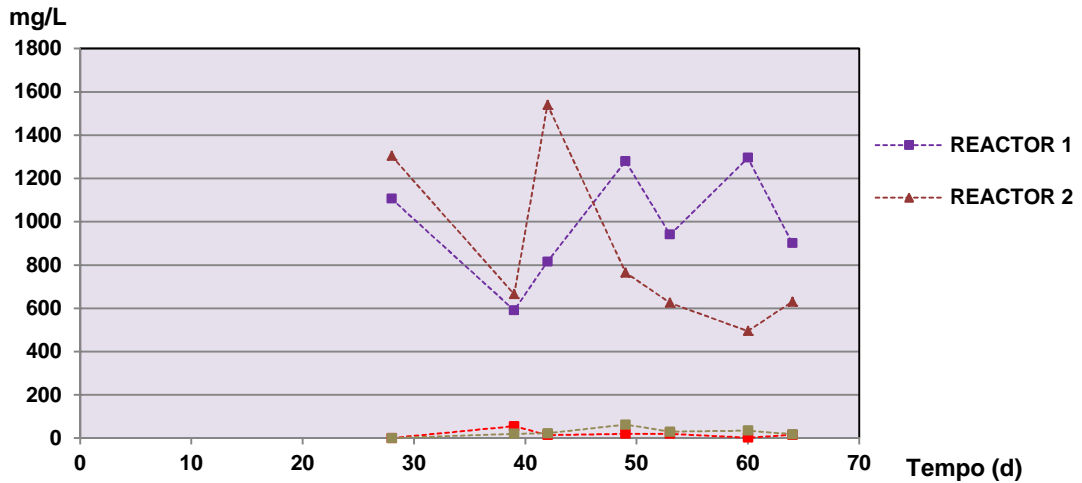


Figura 4.12 - Concentração de SSV ao longo dos ensaios 3 a 6

4.4.5. pH

A determinação do pH foi efectuada pelo medidor multiparamétrico Hach Lange, Consort C565 [8].

As figuras 4.13 a 4.18 referem-se aos valores de pH obtidos em todos os ensaios. Verifica-se que o pH do efluente alimentado é sempre inferior ao pH dos reatores. O pH do licor misto dos tanques de arejamento está compreendido entre 7,45 e 8,5. É conveniente que o pH num tratamento biológico esteja compreendido ente 6 e 8. O pH do efluente tratado à saída dos decantadores, está compreendido entre 7 e 8,0 (excepto o pH do decantador 2 medido a 17-6-2010) cumprindo deste modo os limites de descarga definidos no Decreto-Lei nº 236/98 e normas de descarga do rio Ave.

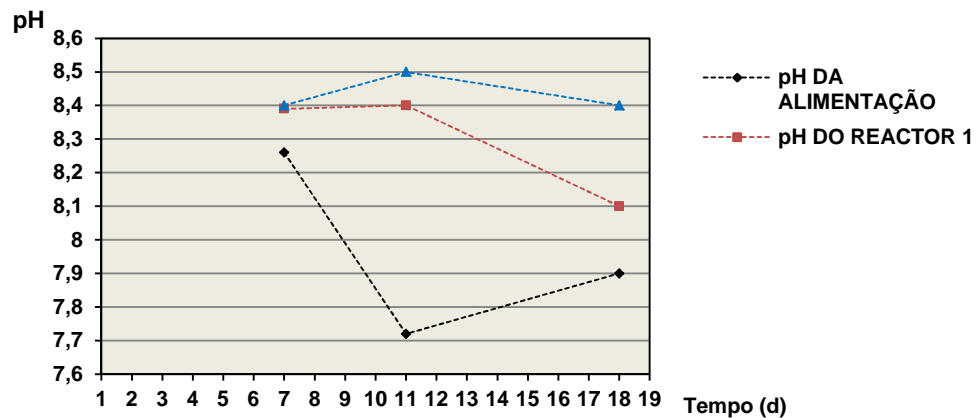


Figura 4.13 - Resultados do pH ao longo dos ensaio 1.1 e ensaio 1.2

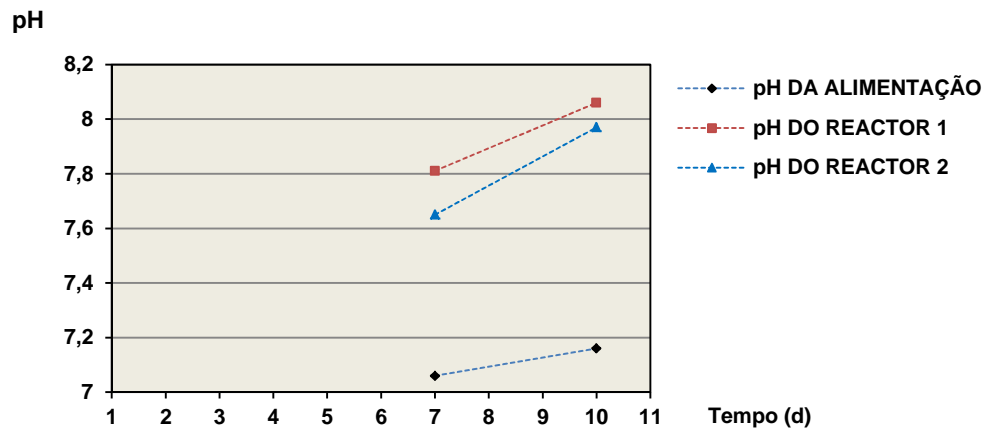


Figura 4.14 - Resultados do pH ao longo dos ensaios 2.1 e 2.2

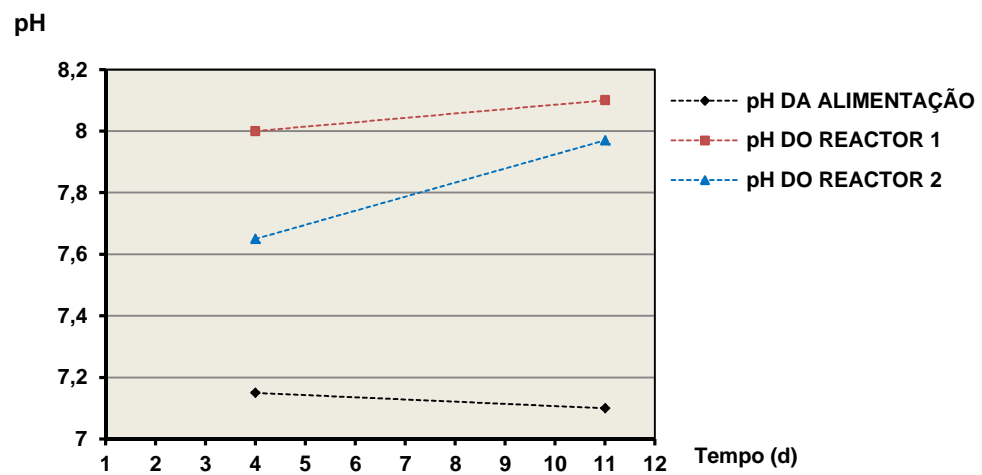


Figura 4.15 - Resultados do pH ao longo dos ensaios 3.1 e 3.2

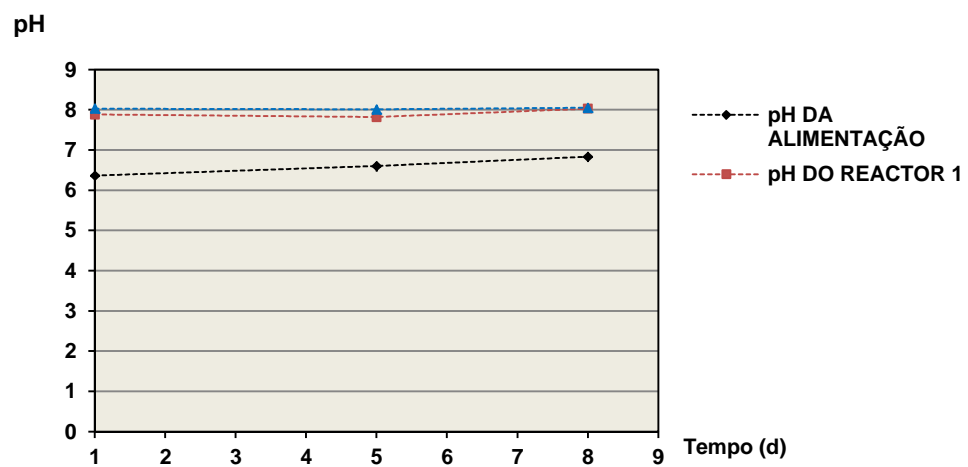


Figura 4.16 - Resultados do pH dos ensaios 4.1 e 4.2

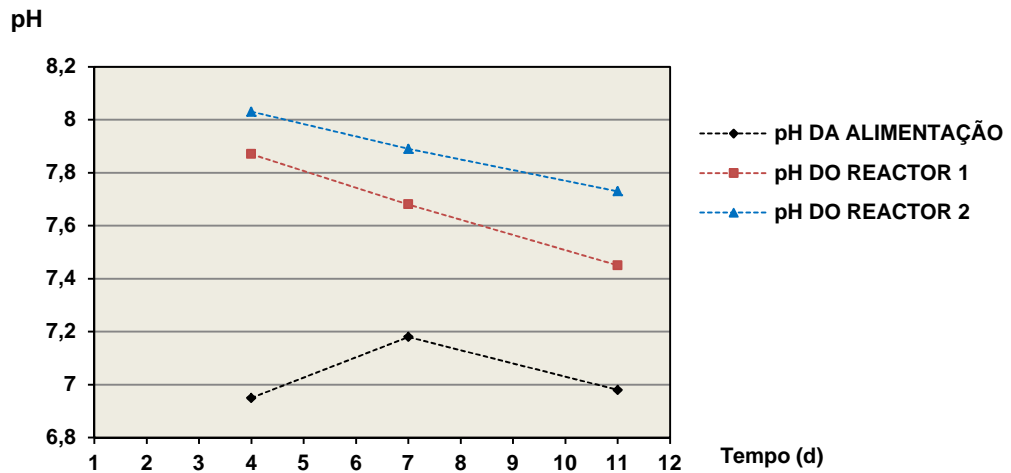


Figura 4.17 - Resultados do pH dos ensaios 5.1 e 5.2

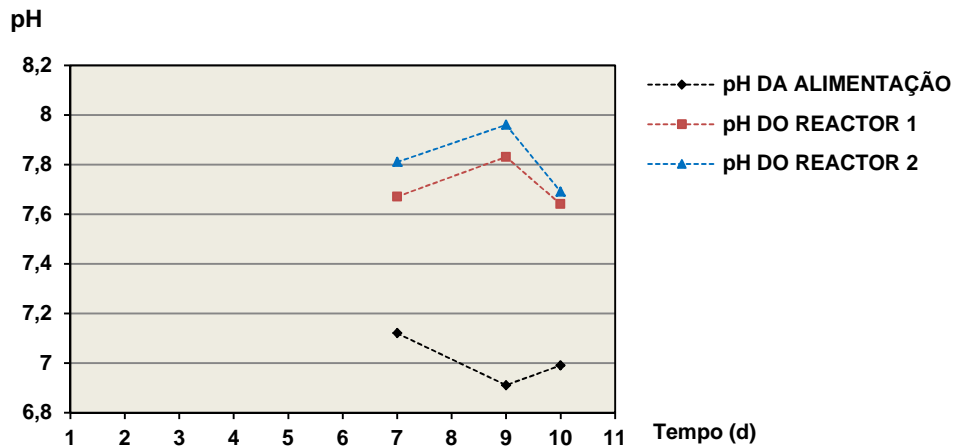


Figura 4.18 - Resultados do pH ao longo dos ensaios 6.1 e 6.2

4.4.6. Temperatura

A temperatura do tratamento é influenciada pela temperatura ambiente do laboratório e também pelo arejamento no caso dos reactores. As temperaturas nos reactores e decantadores secundários estiveram compreendidas entre 22 e 27°C. Estas temperaturas são adequadas para um tratamento biológico. As temperaturas adequadas a um bom funcionamento do tratamento biológico devem estar compreendidas entre 25 e 35 °C. As figuras 4.19 a 4.24 dão a indicação da evolução da temperatura nos dois tratamentos.

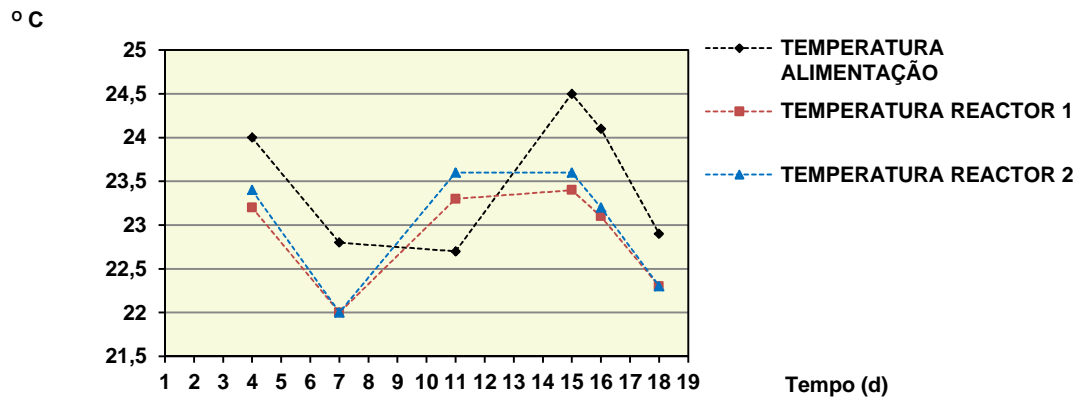


Figura 4.19 - Resultados da temperatura ao longo dos ensaios 1.1 e 1.2

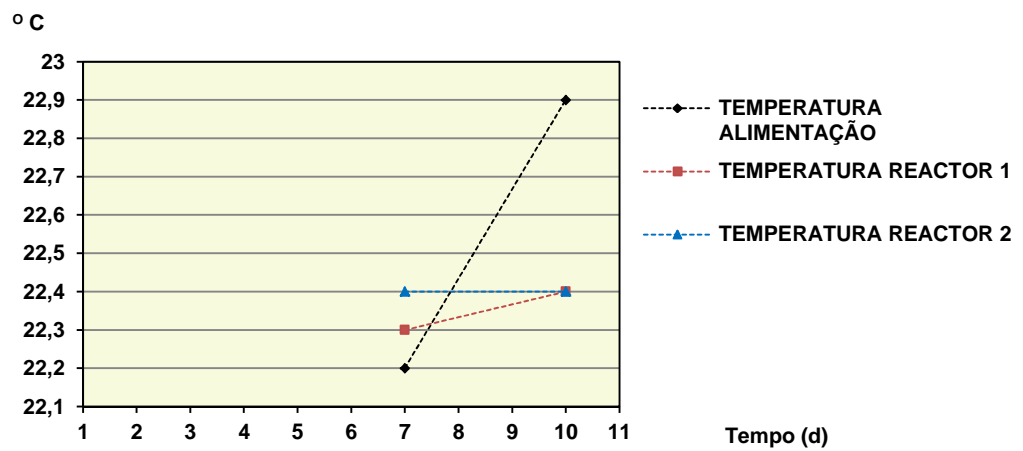


Figura 4.20 - Resultados da temperatura ao longo dos ensaios 2.1 e 2.2

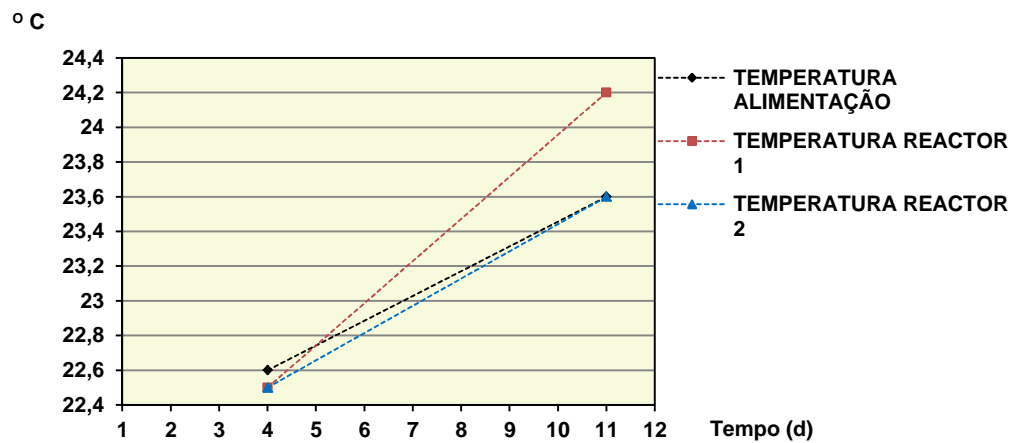


Figura 4.21 - Resultados da temperatura ao longo dos ensaios 3.1 e 3.2

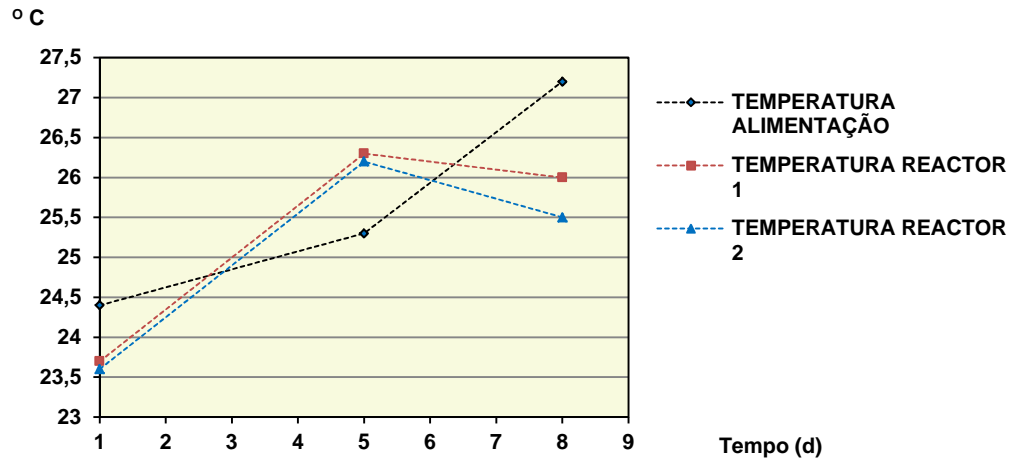


Figura 4.22 - Resultados da temperatura ao longo dos ensaios 4.1 e 4.2

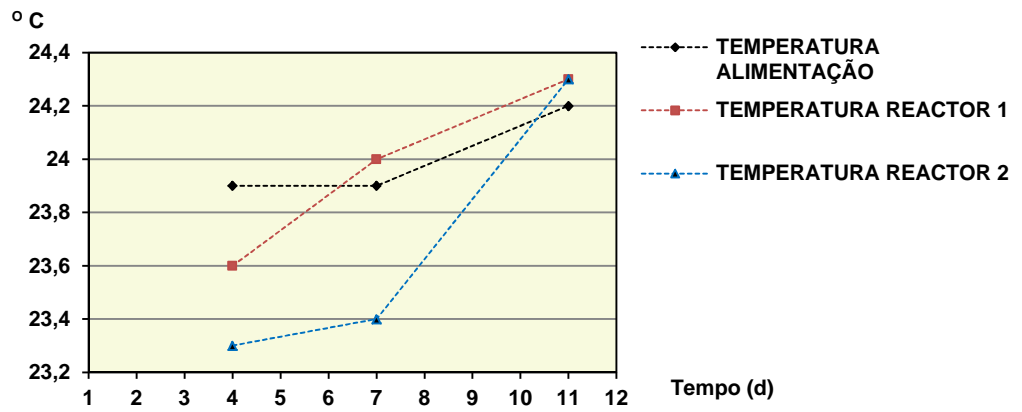


Figura 4.23 - Resultados da temperatura ao longo dos ensaios 5.1 e ensaio 5.2

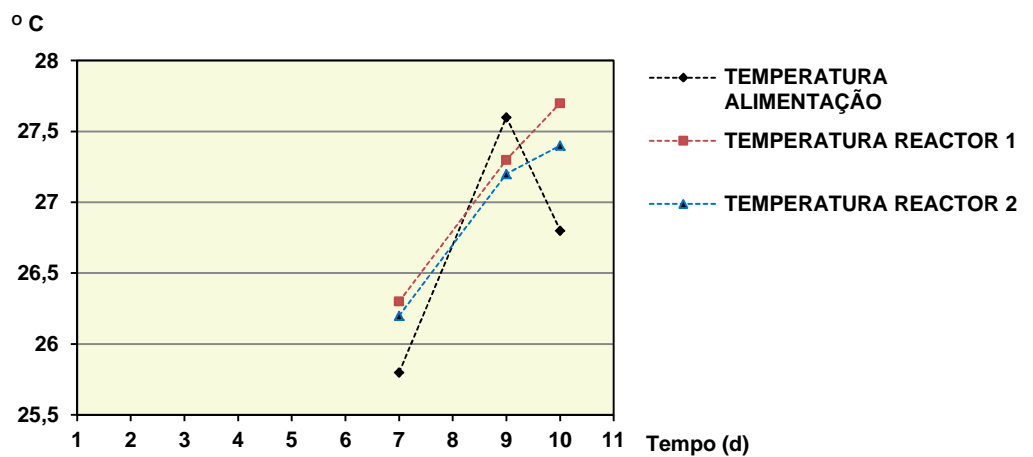


Figura 4.24 - Resultados da temperatura ao longo dos ensaios 6.1 e ensaio 6.2

4.4.7. Concentração de oxigénio dissolvido

A medição da concentração do oxigénio dissolvido foi efectuada com o medidor multiparamétrico Hach Lange Consort C565 [10].

As figuras 4.25 a 4.30 referem-se aos valores medidos da concentração de oxigénio dissolvido nos reactores. Verifica-se que os valores da concentração de oxigénio são sempre superiores a 2 mg O₂ dissolvido /L e estão compreendidos entre 4,7 e 9,25 mg O₂ dissolvido/L. Os valores são elevados e possivelmente algumas medições foram influenciadas pelas oscilações de caudal da rede de ar comprimido bem como mau funcionamento do medidor. Para garantir uma quantidade suficiente de oxigénio dissolvido para satisfazer as necessidades metabólicas dos microrganismos a concentração deve ser superior a 2 mg O₂ dissolvido /L [2][3].

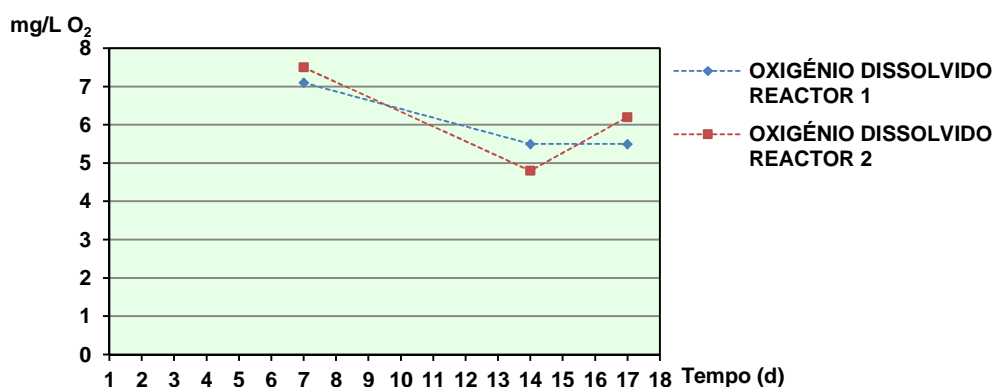


Figura 4.25 - Resultados da concentração do oxigénio dissolvido ao longo dos ensaios 1.1 e 1.2

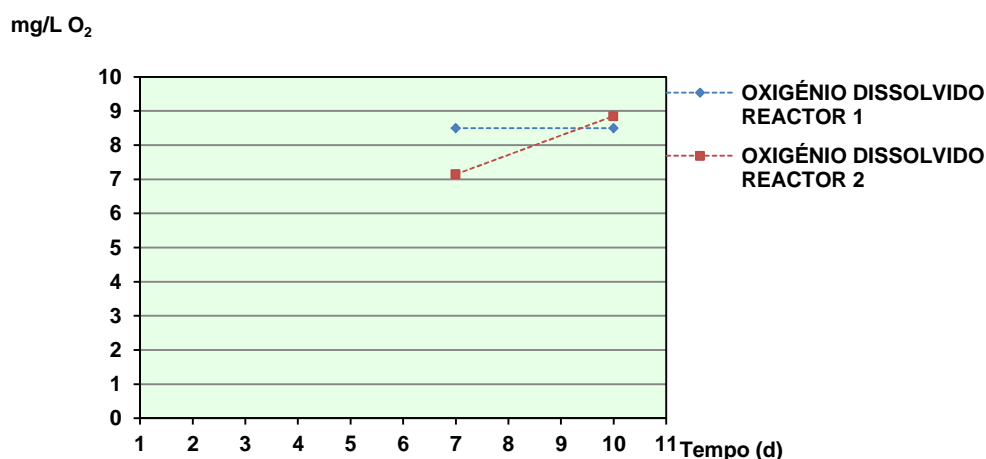


Figura 4.26 - Resultados da concentração do oxigénio dissolvido ao longo dos ensaios 2.1 e 2.2

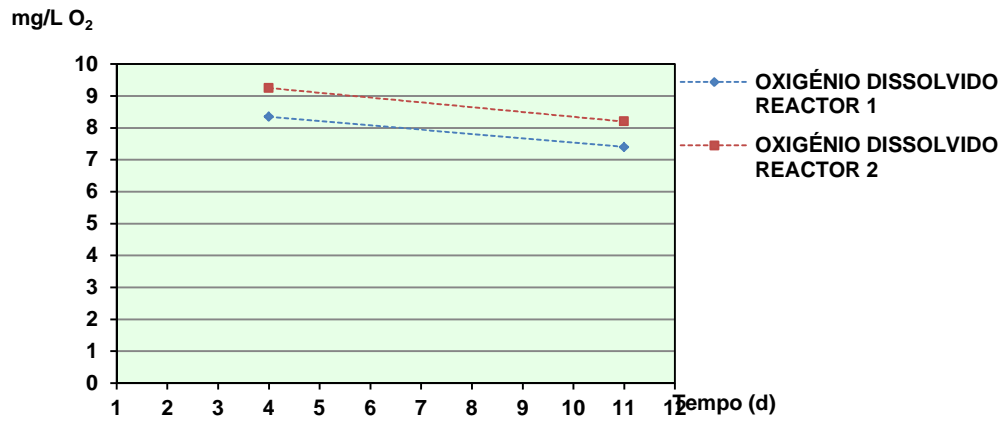


Figura 4.27 - Resultados da concentração do oxigénio dissolvido ao longo dos ensaios 3.1 e 3.2

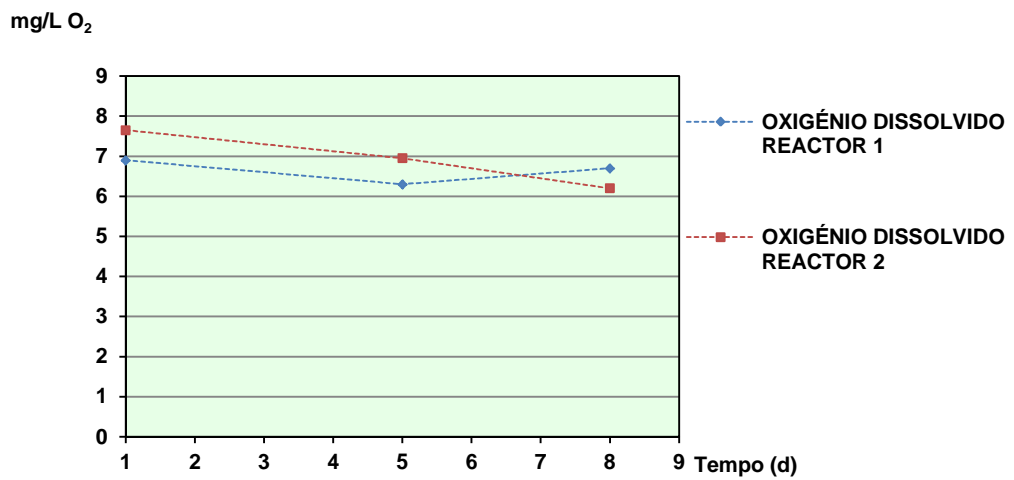


Figura 4.28 - Resultados da concentração do oxigénio dissolvido ao longo dos ensaios 4.1 e 4.2

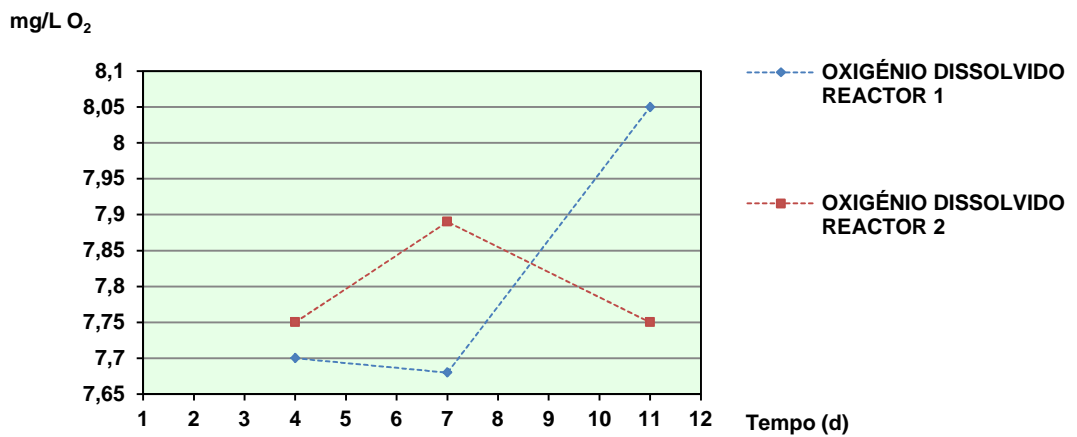


Figura 4.29 - Resultados da concentração do oxigénio dissolvido ao longo dos ensaios 5.1 e 5.2

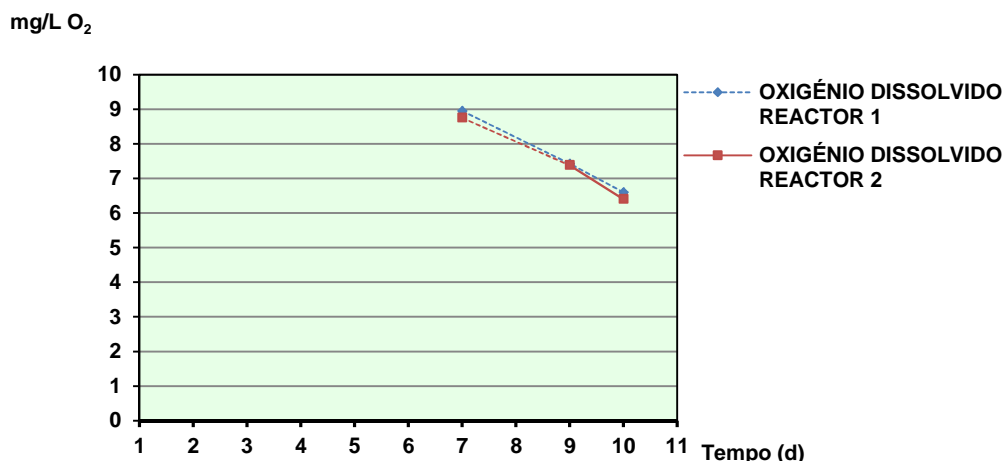


Figura 4.30 - Resultados da concentração do oxigênio dissolvido ao longo dos ensaios 6.1 e 6.2

4.4.8. Concentração de azoto Kjeldahl

Foi utilizado o procedimento LT - DEST/1 do laboratório para a medição do azoto Kjeldahl [8].

A tabela 4.8 apresenta a caracterização do azoto Kjeldahl (N_K) efectuada no dia 15 de Julho, ensaio 5. Com a presente caracterização podemos dizer que ocorreu uma maior remoção de N_K no tratamento 1.

Tabela 4.8 - Resultados medidos para o azoto Kjeldahl, mg/L N

	ALIMENTAÇÃO	REACTOR	DECANTADOR
TRATAMENTO 1	16,8	4,4	4,4
TRATAMENTO 2	16,8	4,2	6,7

4.4.9. Concentração de fósforo (reactivo)

Foi utilizado o procedimento do manual do colorímetro Hach DR/2000 [8] para a medição do fósforo.

A figura 4.31 apresenta os resultados da concentração de fósforo reactivo dos ensaios 2 a 6. Verifica-se uma maior remoção do fósforo (reactivo) no tratamento 1. Os valores obtidos estão compreendidos entre 2,2 e 3,7 mg/L P, na alimentação; 0,67 e 1,7 mg/L P no reactor 1; 1,21 e 3,01 mg/L P no reactor 2; 0,44 e 1,41 mg/L P no decantador 1; 0,87 e 1,89 no decantador 2. Os valores obedecem aos limites máximos de descarga definidos pelo Decreto-Lei nº 236/98.

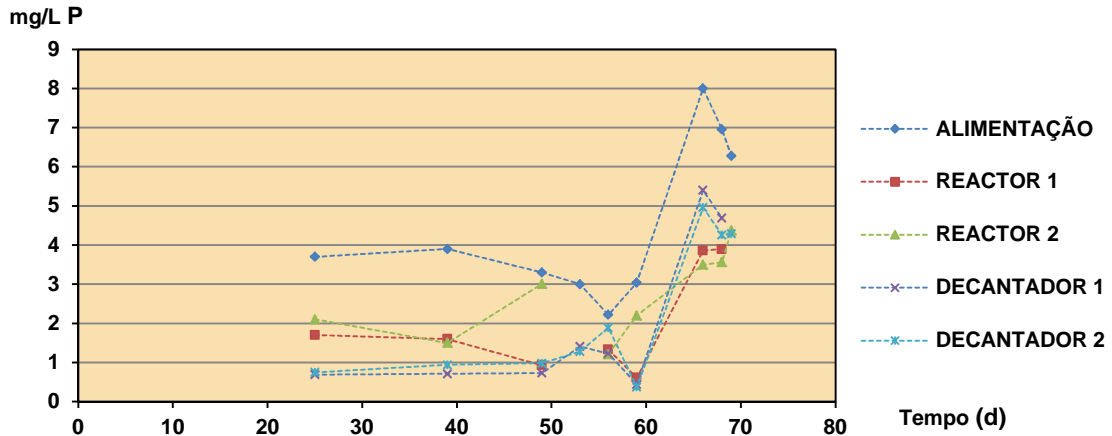


Figura 4.31 - Resultados da concentração de fósforo reactivo obtidos ao longo dos ensaios 2 a 6

4.4.10. Razão CQO : N : P no efluente a tratar

A tabela 4.9 apresenta a relação entre CQO, azoto Kjeldahl e fósforo (reactivo). A relação recomendada para CQO:N:P é 150:5:1. Podemos constatar que a concentração de azoto do efluente de alimentação é superior à recomendada e a concentração do fósforo reactivo é inferior à recomendada.

Tabela 4.9.- Razão CQO:N:P

Dia		CQO (mgO ₂ /L)	N (mg/L)	P(mg/L)
15-6-2010	ALIMENTAÇÃO	366	16,8	2,22
	RAZÃO CQO:N:P	165	8	1

4.4.11. Tempo de retenção hidráulico (reactores)

O tempo de retenção hidráulico nos reactores e por ensaio estão mencionados na tabela 4.10 e está referido em dias. No ensaio 2 para além de ser reduzido o tempo de retenção hidráulico foi efectuada uma diluição de 50 % com água da torneira do efluente de alimentação. Mas constatou-se que a carga química e biológica baixou bastante como se verificou pela concentração de CQO e o tratamento ficou bastante instável. Por isso voltou-se a ajustar o tratamento às condições do ensaio 1. Pelos valores obtidos e pela estabilidade do tratamento verificou-se no ensaio 5 que a redução do tempo de retenção é possível. Convém referir que no ensaio 4 e ensaio 5 foi efectuada um pré-tratamento com um coagulante. A diminuição do tempo de retenção no ensaio 5 teve como objectivo

conseguir um aumento dos SST e SSV. Verificou-se um aumento no tratamento 1 e uma diminuição no tratamento 2.

Tabela 4.10 - Tempo de retenção hidráulico nos reactores [d]

N.º ENSAIO	TRATAMENTO 1	TRATAMENTO 2
1	2,21	3,28
2	1,56	0,99
3	2,21	3,28
4	2,21	3,28
5	1,25	2
6	1,25	2

4.4.12. Índice volumétrico de lamas

O IVL traduz a qualidade de sedimentação das lamas. Os valores de IVL menores que 80 traduzem uma excelente qualidade de sedimentação de lamas, entre 80 e 150 uma qualidade de sedimentação moderada e maior que 150 uma qualidade de sedimentação fraca [2] [3]. Verificamos que a sedimentabilidade das lamas foi muito fraca no ensaio 1 e os melhores valores foram obtidos no ensaio 4. No tratamento 1 foram obtidos melhores resultados excepto no ensaio 4. As figuras 4.32 a 4.37 apresentam os resultados obtidos nos ensaios.

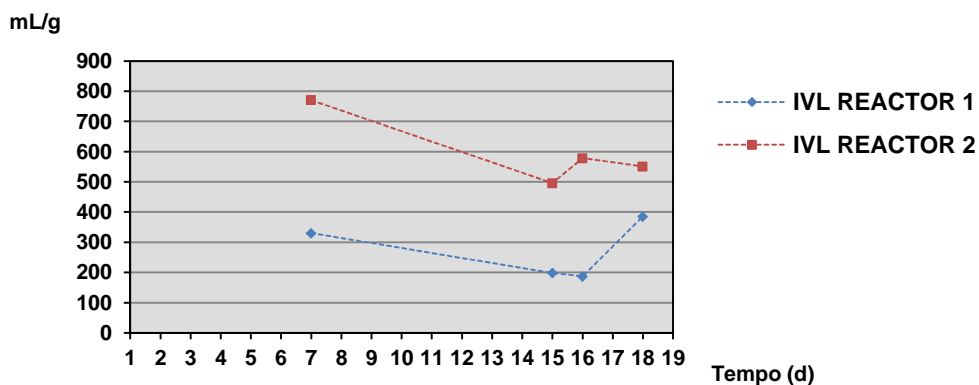


Figura 4.32 - Resultados do IVL ao longo dos ensaios 1.1 e 1.2

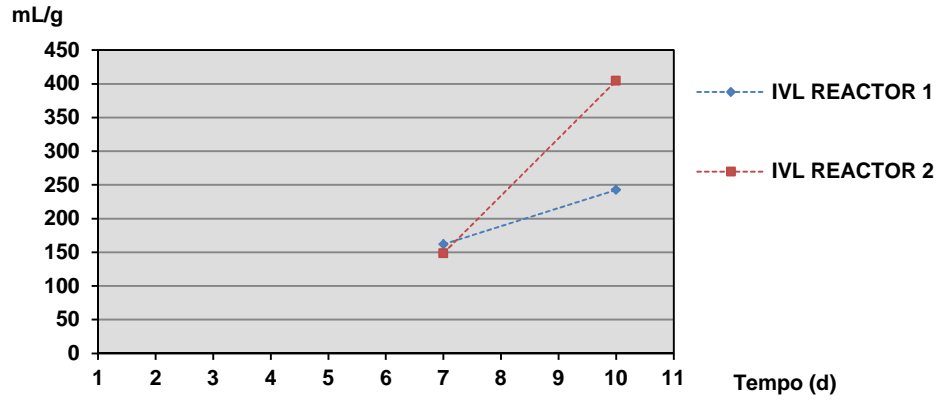


Figura 4.33 - Resultados do IVL ao longo dos ensaios 2.1 e 2.2

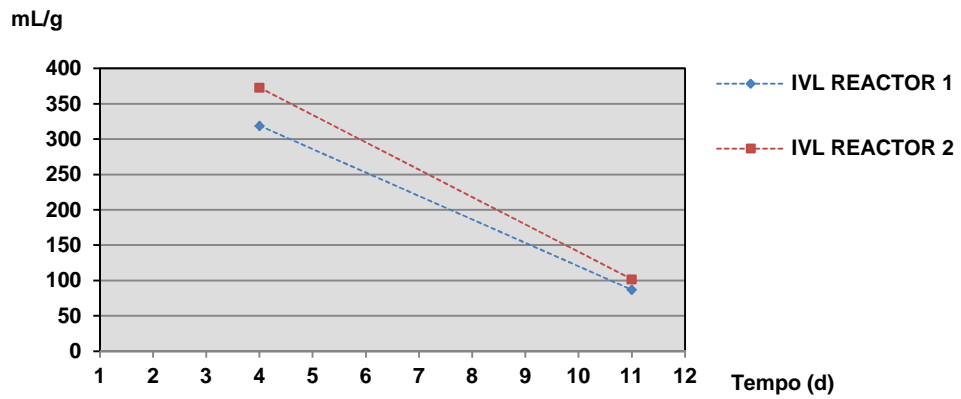


Figura 4.34 - Resultados do IVL ao longo dos ensaios 3.1 e 3.2

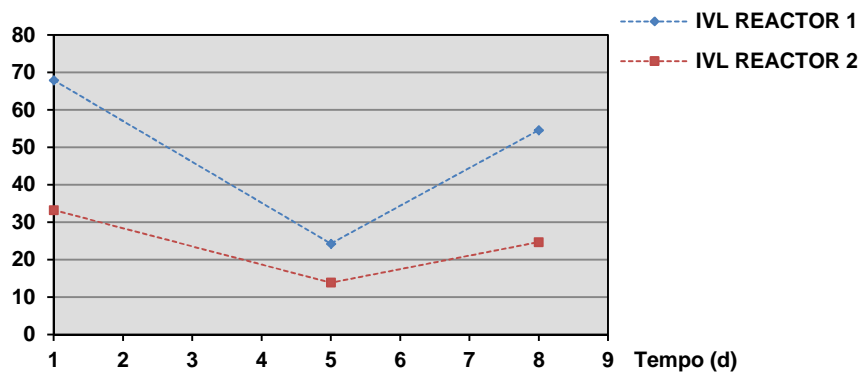


Figura 4.35 - Resultados do IVL ao longo dos ensaios 4.1 e 4.2

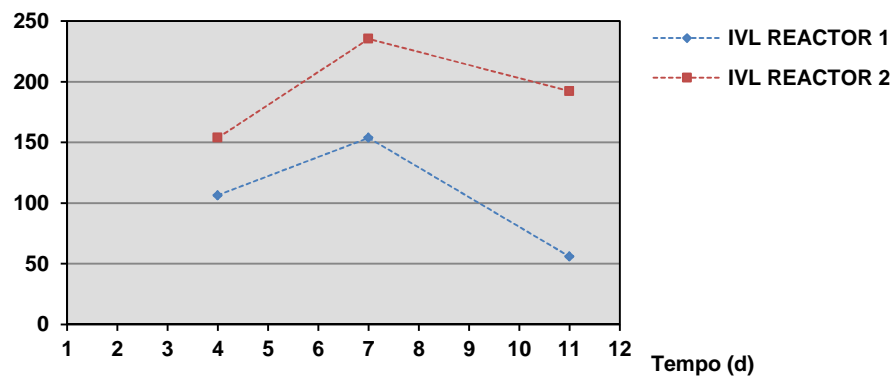


Figura 4.36 - Resultados do IVL ao longo dos ensaios 5.1 e 5.2

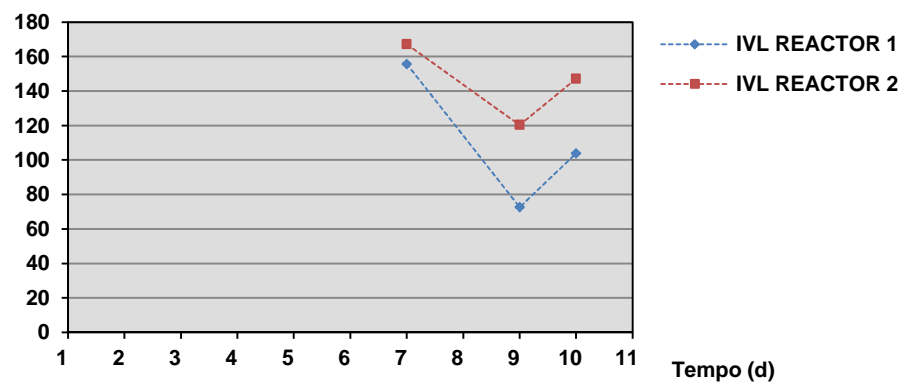


Figura 4.37 - Resultados do IVL ao longo dos ensaios 6.1 e 6.2

4.4.13. RAZÃO A/M

Analisando a tabela 4.11 verifica-se que os valores obtidos para a razão A/M são baixos se considerarmos um sistema de lamas activadas convencional. Para este tipo de sistema, os valores da razão A/M normalmente estão compreendidos entre 0,3 e 0,6 kg CBO₅/kg SSV*d [1], [2], [3]. Mas segundo Conchon [5] o sistema de lamas activadas por arejamento prolongado é o melhor para tratar efluentes têxteis devido a estes se caracterizarem por uma cor carregada. Os valores típicos de A/M para um sistema a operar em regime de arejamento prolongado estão compreendidos entre 0,05 e 0,15 kg CBO₅/kg SSV*d [6] e [7], embora outros autores sugiram valores compreendidos entre 0,1 e 0,25 kg CBO₅/kg SSV*d [3]. Deste modo e considerando que os tempos de retenção hidráulica foram superiores a 24 horas, podemos inferir que os resultados obtidos para A/M enquadram - se num tratamento de lamas activadas em regime de arejamento prolongado. O anexo XVII apresenta as características deste regime.

Tabela 4.11 Valores de A/M obtidos

	TRATAMENTO 1	TRATAMENTO 2
	$A/M=(Q_f*(S_f-S_e)/(tr*X_{va})$ [kg CBO₅/(kg SSV*d]	
ENSAIO 1	0,10	0,08
ENSAIO 2	0,03	0,04
ENSAIO 3	0,06	0,08
ENSAIO 4	0,05	0,06
ENSAIO 5	0,07	0,14
ENSAIO 6	0,15	0,13

4.4.14. CBO₅

Para a determinação da CBO₅ seguiu-se o procedimento do laboratório APRCBO/01 [8][10].

A determinação da CBO₅ nos efluentes dos tratamentos foi efectuada no período em que estavam a decorrer os ensaios 5 e 6. Os resultados obtidos são os referidos na tabela 4.12.

Tabela 4.12 - Resultados medidos para CBO₅, mg/L, O₂

		ALIMENTAÇÃO	DECANTADOR
TRATAMENTO 1	Ensaio 5	173	35
	Ensaio 6	163	21
TRATAMENTO 2	Ensaio 5	173	4
	Ensaio 6	163	7

Os valores da concentração da CBO₅ obtidos à saída dos decantadores obedecem aos limites de descarga do Decreto-Lei 236/98.

4.4.15. Relações cinéticas

A concentração da CBO₅ foi determinada 2 vezes, para calcular os parâmetros cinéticos considerou-se a relação CBO₅/CQO referidos na tabela 4.5 para o afluente ao reactor e da tabela 4.7 para o efluente do reactor. Devido a este facto os valores de concentração de CBO₅ foram obtidos a partir das concentrações de CQO.

Para obtenção da taxa de consumo de oxigénio dos reactores foram efectuadas leituras em intervalos de 1 minuto durante 15 minutos e para cada reactor [1].

Os parâmetros cinéticos foram determinados considerando as seguintes situações. Ensaios sem utilização de coagulante (ensaios 1, 2 e 3), ensaios com utilização de coagulante (ensaio 4, ensaio 5) e ensaios com utilização de fungos (ensaio 6). As figuras

4.38 a 4.46 indicam os valores obtidos. Da leitura dos gráficos podemos retirar as constantes cinética obtidas.

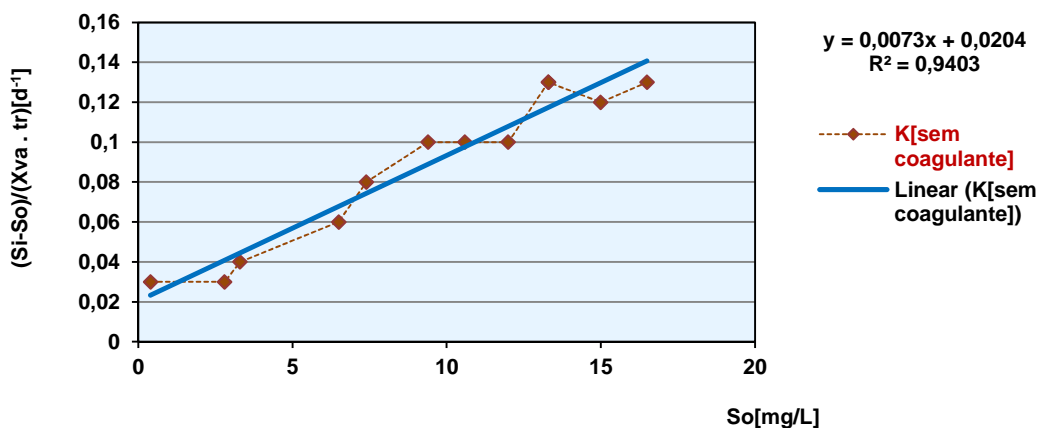


Figura 4.38 - Determinação de k e Sn do ensaio sem coagulante

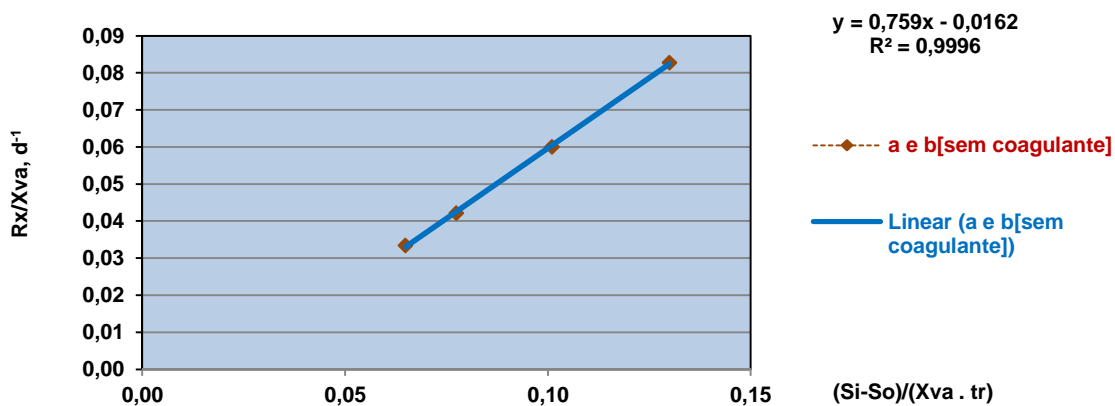


Figura 4.39 - Determinação de a e b do ensaio sem coagulante

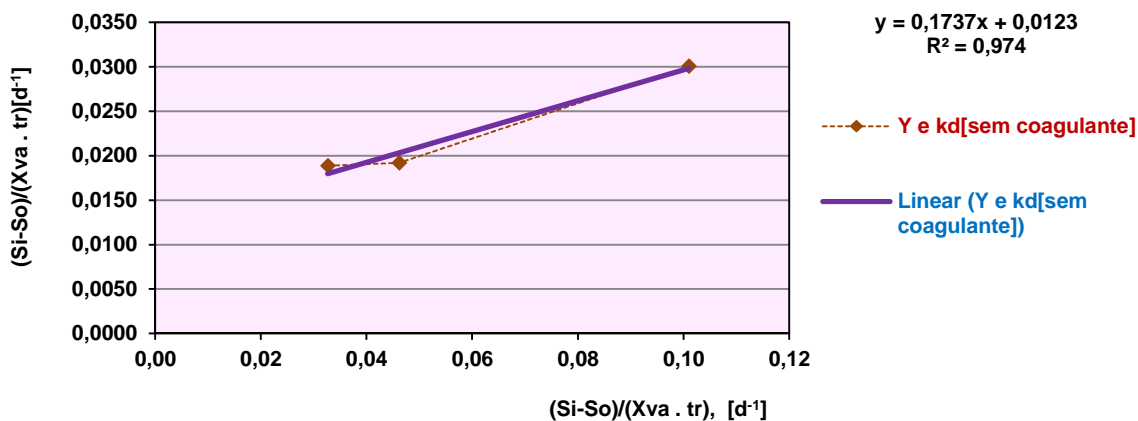


Figura 4.40 - Determinação de y e kd para o tratamento sem coagulante

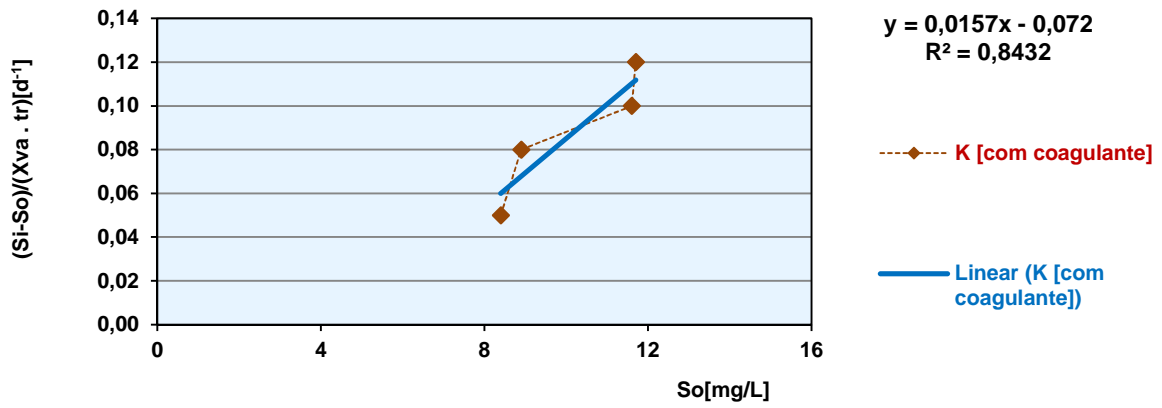


Figura 4.41 - Determinação de k e Sn do ensaio com coagulante

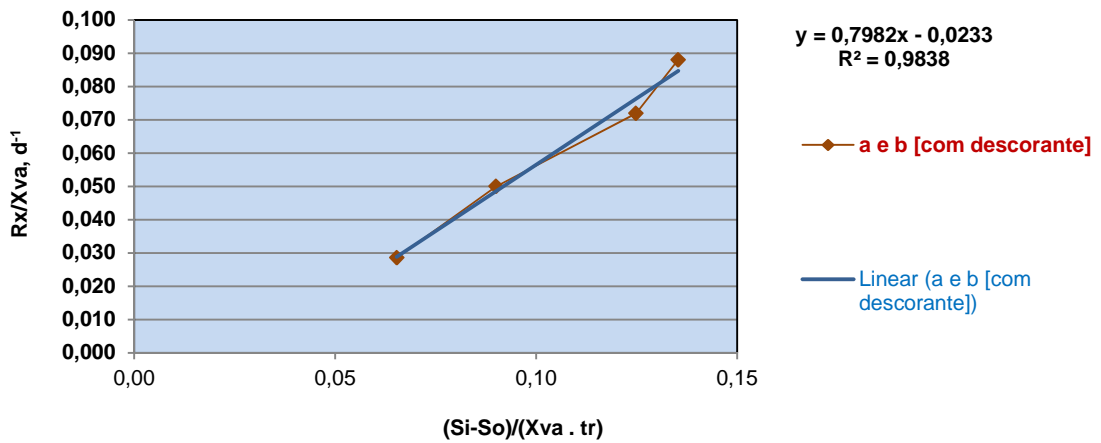


Figura 4.42 - Determinação de a e b do ensaio com coagulante

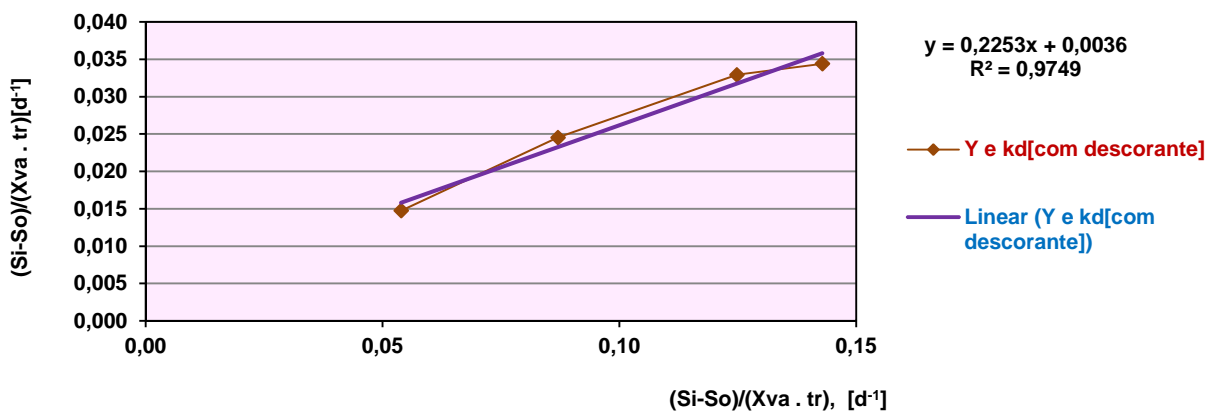


Figura 4.43 - Determinação de y e kd do ensaio com descorante

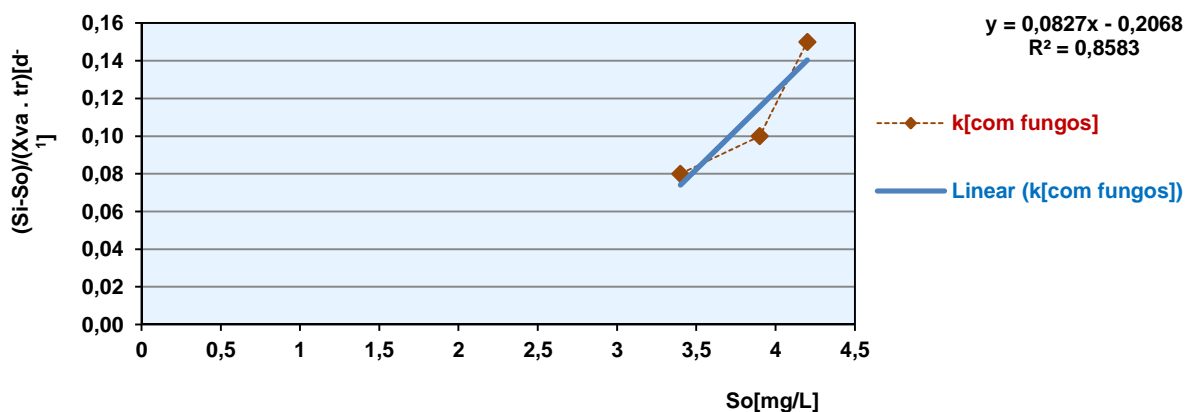


Figura 4.44 - Determinação de k e S_n do ensaio com decolorante

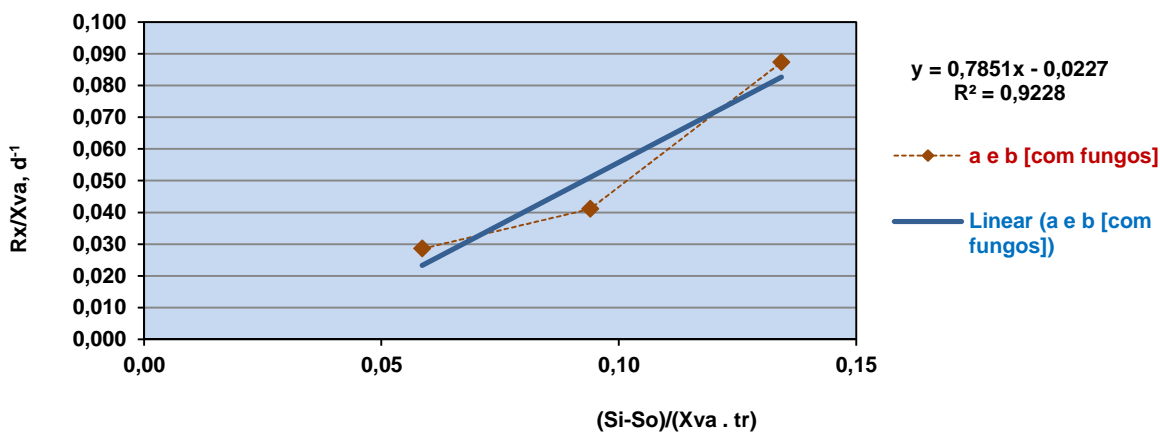


Figura 4.45 - Determinação de a e b do ensaio com fungos

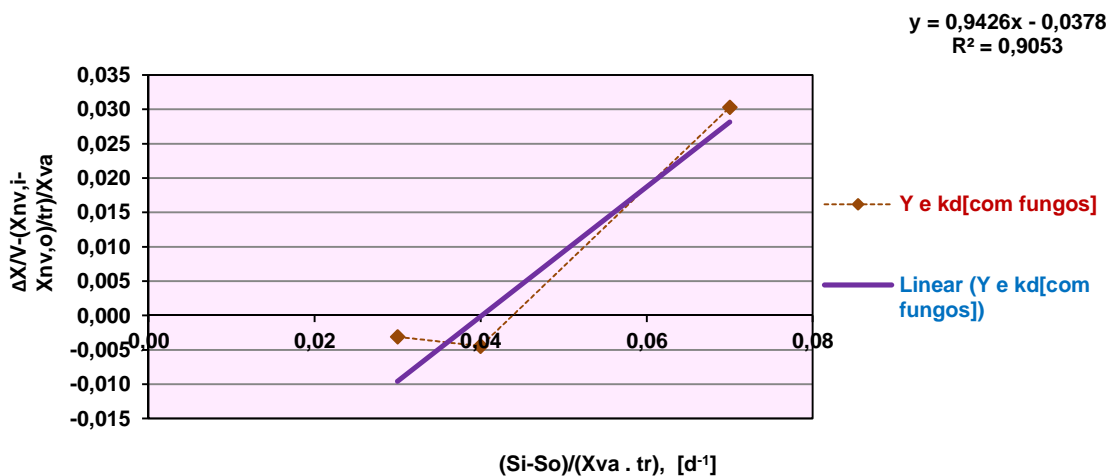


Figura 4.46 - Determinação de y e k_d do ensaio com fungos

Da leitura dos gráficos podemos retirar as constantes cinética obtidas e que estão referidas na tabela 4.13.

Tabela 4.13.- Resultados obtidos para as cinéticas

	K [L/(mg _{SSVxd})]	Sn [mg/L]	a [kg O ₂ /kg CBO _{5rem}]	b [kgO ₂ /(kg _{SSVxd})]	Y [kg _{SSV} /kg _{CBO5rem}]	Kd [kg _{SSV} /(kg _{SSVxd})]
SEM COAGULANTE	0,0073	2,79	0,759	0,0162	0,1737	0,0123
COM COAGULANTE	0,015	12,00(a)	0,7982	0,0233	0,2253	0,0036
COM FUNGOS	0,083	2,50	0,7851	0,0227	0,9426	0,0038

a) Efectuado ajuste

Os valores orientativos para **a** estão compreendidos entre 0,5 a 0,9 kg de O₂/kg de CBO removido e para **b** estão compreendidos entre 0,05 a 0,2 kg de O₂/kg de CBO removido mas dependem sempre de vários factores como a composição do efluente real a tratar, por isso é conveniente serem determinados experimentalmente em testes laboratoriais [2].

5. Dimensionamento da estação de tratamento biológico com base no estudo laboratorial

5.1. Tanque de arejamento (reactor)

Com base nos parâmetros cinéticos obtidos nos ensaios com coagulante e aplicando o formulário do anexo V e tendo em consideração as características do efluente da Mundotêxtil e por outro lado a normas de descarga no rio Ave (anexo XVI) e o Decreto-Lei nº 236/98 foram determinadas algumas características para uma estação de tratamento por lamas activadas. O caudal considerado refere-se ao que actualmente é descarregado no tratamento biológico da Mundotêxtil não sendo considerado o que é descarregado no SIDVA. A tabela 5.1 refere-se aos resultados obtidos.

Tabela 5.1.- Resultados dos cálculos para dimensionamento de uma ETAR por lamas activadas

k=	0,015	[L/(mg SSVxd)]	PARÂMETROS OBTIDOS NO ENSAIO COM DESCORANTE
Sn=	12	[mg/L]	
a=	0,7982	[kg O ₂ /kg CBO ₅]	
b=	0,0233	[kgO ₂ /(kg SSVxd)]	
y=	0,2253	[kgSSV/kg CBO ₅]	
kd=	0,0036	[kgSSV/(kg SSVxd)]	
CAUDAL =	2040	m ³ /d	Não incluído o caudal descarregado no SIDVA
CBO _f =	240	mg/L	À saída do pré-tratamento
CBO _e =	15	mg/L	Conforme as Normas de descarga no Rio Vizela, período de estiagem
SSNV ₀ =	15	mg/L	À saída do pré-tratamento
SSNV _e =	20	mg/L	Normas de descarga no Rio Vizela, período de estiagem (SST ≤ 30mg/L)
SSV ₀ =	24	mg/L	À saída do pré-tratamento
SSV _e =	20	mg/L	Normas de descarga no Rio Vizela, período de estiagem (SST ≤ 30mg/L)
Xva =	2,8	g/L	No licor misto (reactor)
Cr =	10	g/L	Teor de sólidos na recirculação
Xvu =	6,3	g/L	
Tempo retenção =	1,79	d	
F/M=	0,05		
F/V=	0,14		
Volume tanque =	3643	m ³	
Oxig. Neces. =	604	kg/d	
Prod. lama biológica =	67	kg/d	
Prod. lama mineral =	39	kg/d	
Prod. Lamas =	105	kg/d	
Caudal de lamas =	11	m ³ /d	
Razão de recirculação =	0,8		

5.2. Decantador secundário

O decantador secundário efectua a função de clarificação do efluente e o espessamento das lamas que vão ser sujeitas a recirculação. As lamas obtidas são recirculadas em parte para o reactor para manter a concentração de sólidos suspensos voláteis ou seja a biomassa. As características de decantabilidade das lamas podem ser avaliadas pelo IVL. Um decantador deve ser bem dimensionado para que o efluente não saia turvo. Atendendo à elevada concentração de sólidos suspensos, o efluente do tanque de arejamento apresenta características de sedimentação impedida, sendo a característica mais importante a velocidade de sedimentação, V_s , da interface suspensão/líquido clarificado, que representa a carga superficial máxima a aplicar, Q_e/A , em que Q_e é o caudal de efluente tratado e A a área de decantação. Este valor não deve ser superior a 2 m/h, em caudal de ponta. Para os caudais normais aquele valor varia entre 0,4 e 1,0 m/h. [2]

Os cálculos a seguir mencionados têm como base o referido por *Metcalf & Eddy* [1] e Wesley [7].

$$OR = (V_i \cdot 24) / FS$$

Onde

OR – Carga hidráulica [$m^3/(m^2 \cdot d)$]

V_i – velocidade de sedimentação na interface (m/d)

24 – Conversão de OR para m/d

FS – Factor de segurança, normalmente entre 1,75 e 2,5

$$V_i = V_{max} \cdot \exp(-k_{ds} \cdot E - 6 \cdot X_v \cdot a)$$

Onde

V_{max} – velocidade máxima de sedimentação na interface, normalmente é 7 m/h

k_{ds} é uma constante, normalmente vale 600 L/mg

Então

$$V_i = 7 \cdot \exp(-600 \cdot E - 6 \cdot 2800) = 1,3 \text{ m/h}$$

$$e \quad OR = (1,3 \cdot 24) / 2,5 = 12,48 \text{ m}^3 / (m^2 \cdot d)$$

$$A = Q_e / OR = 163,5 \text{ m}^2;$$

O diâmetro do decantador secundário é 14,42 m => 15 m;

A altura do mesmo é $H=3\text{m}$ e o volume é $V=163,5 \cdot 3=490,5\text{ m}^3$

Devemos dar uma folga de 0,3 m na altura, pelo que $H=3+0,3=3,3\text{ m}$ e então $V_{\text{total}}=539,5\text{ m}^3 \Rightarrow 540\text{ m}^3$

O tempo de retenção hidráulico é $tr=V/Q_e=490,5/2040=0,24\text{ d}=5,76\text{ h}$.

O valor de tr é superior ao recomendado, o que pode originar fenómenos de anaerobiose, mas como o efluente têxtil tem normalmente cor carregada é adequado adoptar valores superiores.

6. Economia de Recursos

6.1. Energia térmica dos efluentes

Como já foi referido as temperaturas no reactor biológico estão compreendidas entre 35°C e 43°C no período de Inverno e no período de Verão respectivamente. Esta gama de temperaturas já não é muito recomendável para um tratamento por lamas activadas existentes na empresa. A optimização da ETAR biológica passa pela redução da temperatura para valores mais adequados à entrada do tratamento biológico. Por outro lado a energia retirada aos efluentes permitirá aquecer água fria que pode ser utilizada no processo. Tendo em vista esta possibilidade, apresenta-se de seguida um estudo que abre caminho a uma solução com vantagens globais para a empresa.

6.1.1. Condições de operação das tinturarias

A tinturaria de felpo é constituída por 27 *Jets* com uma relação de banho de 1 para 10. A capacidade produtiva diária instalada é de 31.000 kg. A tinturaria de fio é constituída por 7 máquinas de tingir, duas das quais são de banho curto (1:7), as restantes máquinas têm uma relação de banho de 1:10. A capacidade diária instalada é de 4300 kg.

A empresa dispõe de uma rede de água quente que tem proveniência da transferência de energia de água quente da co-geração. Esta energia resulta do arrefecimento do motor da co-geração. A energia dos gases de combustão do motor co-geração permite também a produção de vapor. Existem 2 centrais de produção de vapor para além da co-geração. Por outro lado a água de arrefecimento dos banhos dá um contributo para a disponibilidade de água quente. Constata-se que o tanque de água quente da tinturaria de felpo tem pouca autonomia sendo necessário instalar um tanque com mais capacidade.

6.1.2. Ciclos de tingimento

Os processos das tinturarias são descontínuos. As máquinas durante um processo de tingimento são sujeitas a vários enchimentos e descargas de água (banhos). Os diferentes processos são:

- Desencolagem
- Meio-Branqueio
- Branqueio
- Tingimento directo
- Tingimento reactivo

Podemos ter um processo só de desencolagem ou branqueio bem como a combinação de alguns dos processos referidos.

Em termos médios podemos considerar que a produção anual se distribui em 10% de descolagens, 5% em tingimentos directos, 13% em branqueios, 77% em meios branqueios e 82% em tingimentos reactivos. O consumo de água (quente e fria) bem como de energia variam também com a proporção de cores claras e cores escuras.

6.1.3. Recuperação de efluentes das tinturarias

A tinturaria de fio não vai ser considerada na abordagem seguinte porque actualmente esta possui autonomia de água quente.

A tabela 6.1 resulta da análise do número de descargas e temperatura das descargas durante um dia e tendo em consideração a distribuição dos processos referidos em 6.1.2.

Tabela 6.1.- Volume de efluente dia da tinturaria de felpo

	VOLUME [m ³]					
	30°C	40°C	60°C	70°C	80°C	95°C
Descolagem	21	42				
Meio-Branqueio	163	163			326	
Branqueio	28	28			28	28
Tingimento directo	21	11			11	
Tingimento reactivo – cores escuras	208	104	520	208	104	
Tingimento reactivo – cores escuras	69	69	208	139	69	
Total	510	417	729	347	537	28
Total dia	2567					

Os valores apresentados são valores médios porque existe uma grande variação dos processos de dia para dia. Teve-se em consideração os diagramas de cada processo apresentados nas figuras 6.1 a 6.5.

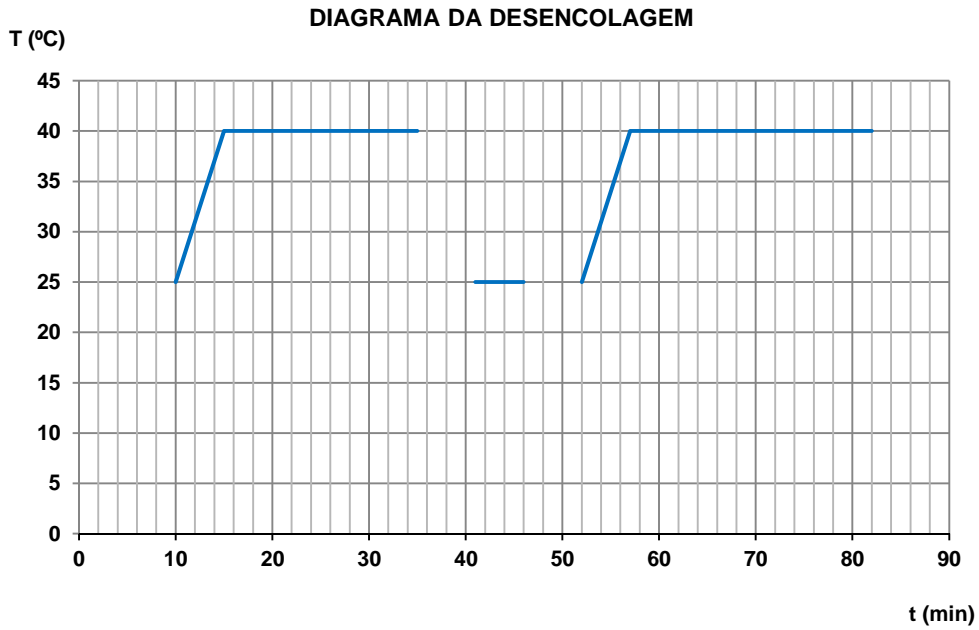


Figura 6.1 - Diagrama do processo de desengolagem

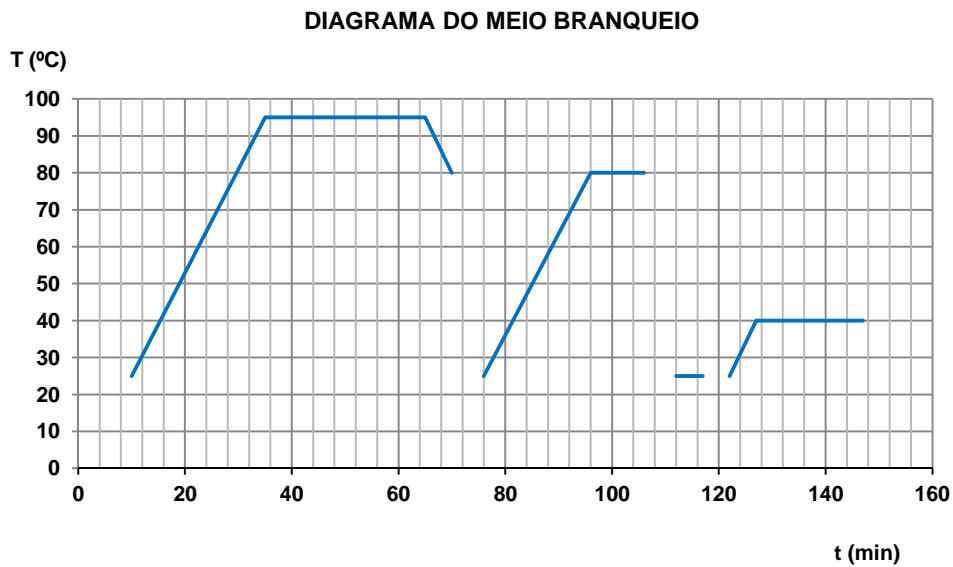


Figura 6.2 - Diagrama do processo de meio branqueio

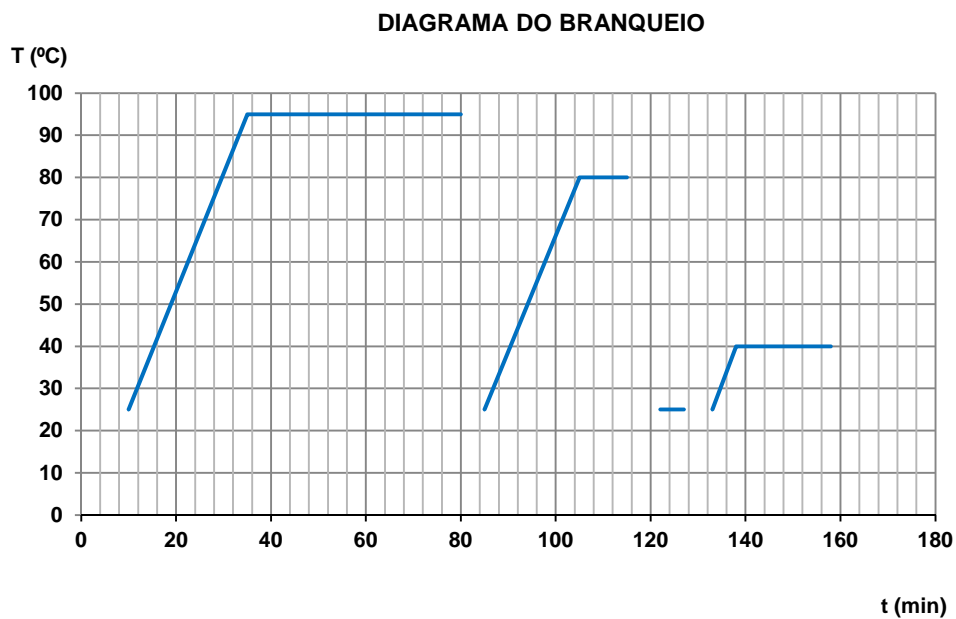


Figura 6.3 - Diagrama do processo de branqueio

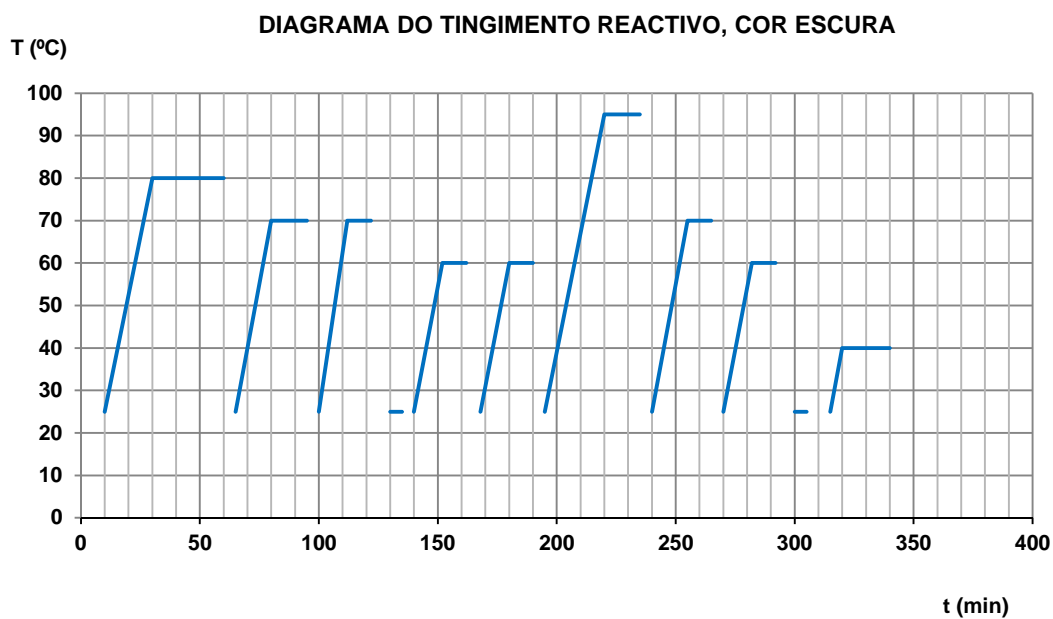


Figura 6.4 - Diagrama do processo de tingimento de reactivo, cor escura

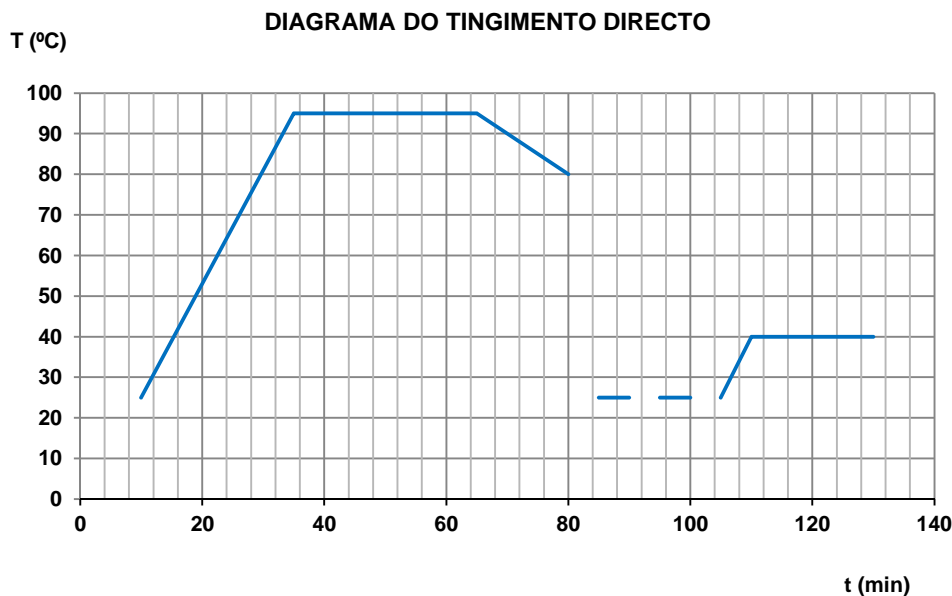


Figura 6.5 - Diagrama do processo de tingimento directo

Se importa calcular a energia disponível nos efluentes também temos de conhecer as necessidades de água quente da tinturaria. A tabela 6.2 resultou da análise dos diagramas do processo.

Tabela 6.2.- Necessidades de água quente da tinturaria de felpo

	VOLUME [m ³]						
	25°C	30°C	40°C	60°C	70°C	80°C	95°C
Desencolagem	21		42				
Meio-Branqueio	163		326			163	
Branqueio	28		55			28	
Tingimento directo	21	11	11				
Tingimento reactivo – cores escuras	312		104	416	208		104
Tingimento reactivo – cores escuras	139		69	139	139		69
Total	684	11	607	729	347	190	173
Total dia	2567						

Pela análise das tabelas 6.1 e 6.2 concluímos que o volume de efluente acima dos 40 °C é de 1640 m³/d e a temperatura média é de 69 °C. O volume de água necessária para o tingimento a uma temperatura igual ou superior a 40 °C é de cerca de 1870 m³/d. A água de arrefecimento dos banhos foi estimada em 520 m³/d.

6.1.4. Que solução a adoptar?

Uma solução que permite ao mesmo tempo baixar a temperatura do efluente à entrada

do tratamento biológico e obter uma melhor transferência de energia do efluente para aquecer água consiste em separar o efluente com temperatura igual ou superior a 60°C para um tanque e o restante seguir para o tanque de equalização.

Convém frisar que o efluente abaixo de 60 °C contém uma parte substancial de água fria. Junto ao tanque de efluente de água mais quente terá de ser instalado um permutador de calor e outros equipamentos para aquecimento de água não esquecendo que na tinturaria de felpo tem de ser aumentada a capacidade de armazenamento de água quente. O efluente depois de ceder parte substancial do seu calor à água fria segue para o tratamento biológico.

6.1.5. Algumas considerações

Perante o exposto podemos afirmar que a recuperação de energia dos efluentes é vantajosa porque permite melhorar o rendimento do tratamento biológico, permite poupança de combustíveis e em especial o consumo de gás natural e diminuir os tempos de aquecimento de banhos e por consequência o aumento da produtividade da tinturaria.

7. Instalação de máquinas de banho curto nas tinturarias

As melhorias ambientais passam também pela redução dos consumos de água e energia e se possível manter e até melhorar a qualidade dos produtos. Existem actualmente resultados bastante positivos na utilização de máquinas de tingir fio e também de felpo do tipo banho curto. A Mundotêxtil possui 2 máquinas deste tipo na tinturaria de fio. As máquinas de banho curto permitem baixar os consumos de água, energia e produtos químicos. Nesta tecnologia é utilizada uma “almofada de ar comprimido” na parte superior da máquina que não é ocupada com o banho. Outra aplicação técnica que permite reduzir a relação de banhos consiste em fazer circular o banho em duas direcções. A tabela 7.1 ilustra bem esta situação de redução de água. São apresentados resultados para o tingimento de 720 kg de felpo numa máquina convencional de relação de banho 1 para 10 e uma máquina de banho curto. Este caso foi disponibilizado pelo construtor de máquinas Brazzoli.

Tabela 7.1.- Caso prático de redução de consumos de água, produtos químicos e energia no tingimento de felpo por máquinas de banhos curtos, fornecido pelo construtor de máquinas Brazzoli

TINGIMENTO DE 720 kg DE FELPO 100% DE ALGODÃO				
PRODUTOS QUÍMICOS	RELAÇÃO DE BANHO 1 POR 10		BANHO CURTO (1 por 6,5)	
	CONCENTRAÇÃO NO BANHO g/L	QUANTIDADE (g)	CINCENTRAÇÃO NO BANHO g/L	QUANTIDADE (g)
INVATEEX AC	0,5	3600	0,5	2340
CLARITE	0,3	2160	0,3	1404
ULTRAVON	0,5	3600	0,5	2340
FUMEXOÇ	0,3	2160	0,3	1404
AGUA OXIGENADA	2,7	19.440	2,7	12.636
SODA CAUSTICA PALHETAS	2	14.400	2	9360
ÁCIDO ACÉTICO	1	3600	1	4680
LAVA CELL BIO	0,2	216	0,2	216
SERA ZYME C-SX	0,3	2160	0,3	1404
ALBATEX CO	0,5	3600	0,5	2340
SERA LUBE M-CF	0,5	3600	0,5	2340
INVADINE LUN	0,5	3600	0,5	2340
CLORETO DE SÓDIO	40	28.8000	40	187.200
CARBONATO DE SÓDIO	13	93.600	13	60.840
SERA QUEST M-FDS	1	7200	1	4680
AQUASOFT LV	1,5	10.800	1,5	10.800
ÁGUA		69.840 L		28.180 L
ENERGIA ELÉCTRICA		60 kWh		28,8 kWh
VAPOR		7000 kg		3600 kg

Da análise da tabela 7.1 podemos inferir o seguinte:

- Redução de 35 % no consumo dos produtos químicos

- Redução de 40 % no consumo de água
- Redução de 52 % no consumo de energia eléctrica
- Redução de 51 % no consumo de vapor

Podemos acrescentar também a redução do tempo do processo de tingimento e por consequência o aumento da produtividade.

Os valores apresentados têm um carácter indicativo podendo ocorrer alguma variação conforme se trate de uma cor escura ou clara, a gramagem do tecido (felpo) entre outros factores.

Com base na tabela 7.1. apresenta-se uma estimativa da redução de água/efluente caso a Mundotêxtil substitui-se as 27 *jets* da tinturaria de felpo e 5 máquinas de tingir fio (estão em funcionamento 2 máquinas de tingir fio de banho curto) tendo como base a capacidade instalada de produção das máquinas. A tabela 7.2. mostra as reduções nos consumos de água.

Tabela 7.2.- Redução de consumos de água, produtos químicos e energia no tingimento de felpo por máquinas de banhos curtos da Mundotêxtil

MÁQUINA	CAPACIDADE kg	N.º DE PARTIDAS DIA	N.º DE ENCHIMENTOS POR PARTIDA (média)	N.º DIAS ANO	CONSUMO DE ÁGUA (m ³ /ANO)		
					01:10	01:06,5	DIFERENÇA
JET 1	300	3	8	220	15.840	10.296	5.544
JET 2	400	3	8	220	21.120	13.728	7.392
JET 3	300	3	8	220	15.840	10.296	5.544
JET 4	200	3	8	220	10.560	6.864	3.696
JET 5	300	3	8	220	15.840	10.296	5.544
JET 6	200	3	8	220	10.560	6.864	3.696
JET 7	600	3	8	220	31.680	20.592	11.088
JET 8	600	3	8	220	31.680	20.592	11.088
JET 9	50	3	8	220	2.640	1.716	924
JET 10	600	3	8	220	31.680	20.592	11.088
JET 11	800	3	8	220	42.240	27.456	14.784
JET 12	800	3	8	220	42.240	27.456	14.784
JET 13	800	3	8	220	42.240	27.456	14.784
JET 14	600	3	8	220	31.680	20.592	11.088
JET 15	600	3	8	220	31.680	20.592	11.088
JET 16	600	3	8	220	31.680	20.592	11.088
JET 17	600	3	8	220	31.680	20.592	11.088
JET 18	600	3	8	220	31.680	20.592	11.088
JET 19	600	3	8	220	31.680	20.592	11.088
JET 20	150	3	8	220	7.920	5.148	2.772
JET 21	-	-	8	-	-	-	-
JET 22	400	3	8	220	21.120	13.728	7.392
JET 23	800	3	8	220	42.240	27.456	14.784
JET 24	400	3	8	220	21.120	13.728	7.392
JET 25	600	3	8	220	31.680	20.592	11.088
JET 26	600	3	8	220	31.680	20.592	11.088
JET 27	600	3	8	220	31.680	20.592	11.088
MÁQUINA DE TINGIR FIO 1	400	3	8	220	21.120	13.728	7.392
MÁQUINA DE TINGIR FIO 2	400	3	8	220	21.120	13.728	7.392
MÁQUINA DE TINGIR FIO 3	200	3	8	220	10.560	6.864	3.696
MÁQUINA DE TINGIR FIO 4	100	3	8	220	5.280	3.432	1.848
MÁQUINA DE TINGIR FIO 5	50	3	8	220	2.640	1.716	924
TOTAL					752.400	489.060	263.340

8. Sugestões para otimizar a operação da ETAR biológica

As sugestões a seguir referidas enquadram-se nos aspectos estudados neste trabalho directamente e indirectamente. Neste trabalho não foram abordados os benefícios económicos mas depreende-se que estes podem ser consideráveis. Claro que a implementação das soluções implica sempre a necessidade de investimentos.

Sugestão 1: Instalação de um sistema de recuperação do calor dos efluentes

Como foi abordado em 6., a recuperação de calor dos efluentes permite reduzir a factura dos combustíveis e por lado aumenta a produtividade devido à redução dos tempos de aquecimento. Por outro lado permite a redução da temperatura no tratamento biológico para valores recomendáveis ao seu bom funcionamento. O consumo de oxigénio poderá sofrer uma redução devido a uma maior dissolução a temperaturas inferiores.

Sugestão 2: Adoptar alternativas aos produtos químicos que contribuem mais para os valores da concentração de CQO no efluente a tratar.

A análise dos consumos de produtos químicos e das fichas de segurança permitiu verificar quais os produtos que podem ter uma potencial interferência no funcionamento da estação de tratamento biológica. A tabela 2.2 indica os que são mais influentes. A utilização de produtos alternativos e mais convenientes ao melhor desempenho da estação biológica é um caminho a seguir.

Sugestão 3: Substituição das máquinas convencionais das tinturarias por máquinas de relação de banho curto

A aplicação desta sugestão envolve elevados custos e também terá de ser avaliada a qualidade dos produtos com a nova tecnologia. Contudo várias empresas estão a adquirir estas máquinas. A redução de água, produtos químicos e energia são bastante elevadas. As exigências cada vez maiores para a protecção ambiental e a grande competitividade do mundo actual forçam a adopção de tecnologias mais limpas e eficientes.

Sugestão 4: Instalar um pré-tratamento para o coagulante utilizado

Os resultados obtidos no laboratório, no ensaio com um pré-tratamento com o coagulante foram positivos e também neste ensaio os resultados foram os melhores em relação ao ensaio sem qualquer pré-tratamento e ensaio com fungos. O tanque para pré-tratamento com coagulante pode ser construído dentro do tanque de

equalização 1. Deste modo basta construir duas paredes no interior do tanque e utilizando a instalação de banho do coagulante existente. Deste modo o tanque de equalização fica dividido em 2 tanques.

Sugestão 5 – Arejamento com uma instalação de ar comprimido

O arejamento através de oxigénio puro é eficiente mas também tem custos elevados. A empresa poderá efectuar o arejamento do reactor biológico recorrendo a uma instalação de ar comprimido. À partida os custos com o arejamento vão baixar. Claro que a compra de oxigénio puro deixa de ser necessário se também não existir a necessidade utilização de ozono como tratamento terciário.

Sugestão 6 – Instalação de um tanque de água quente com capacidade de 100m³ (o actual tem 30 m³).

Esta sugestão é necessária para executar a sugestão 1. Mas deve ser executada mesmo que não seja executada a sugestão 1 porque a tinturaria de felpo não retira a totalidade dos benefícios devido à baixa autonomia que o tanque actual possibilita.

Face às sugestões propostas neste capítulo e em particular a sugestão 4 apresenta-se de seguida um esquema comparativo entre a ETAR existente actualmente a aquela que resultaria após as alterações sugeridas. A figura 8.1 refere-se à situação actual ou seja, o coagulante é adicionado no tanque de arejamento; a figura 8.2 à situação sugerida.

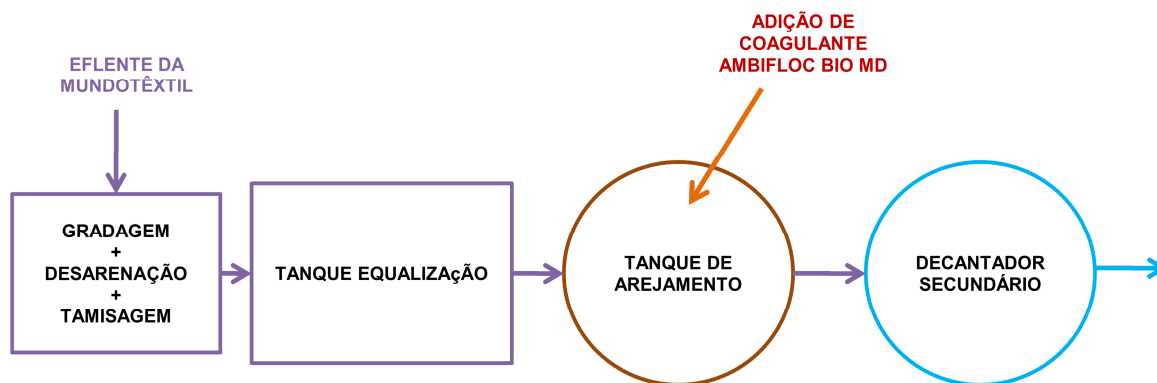


Figura 8.1 – Esquema da situação actual, adição do coagulante no tanque de arejamento

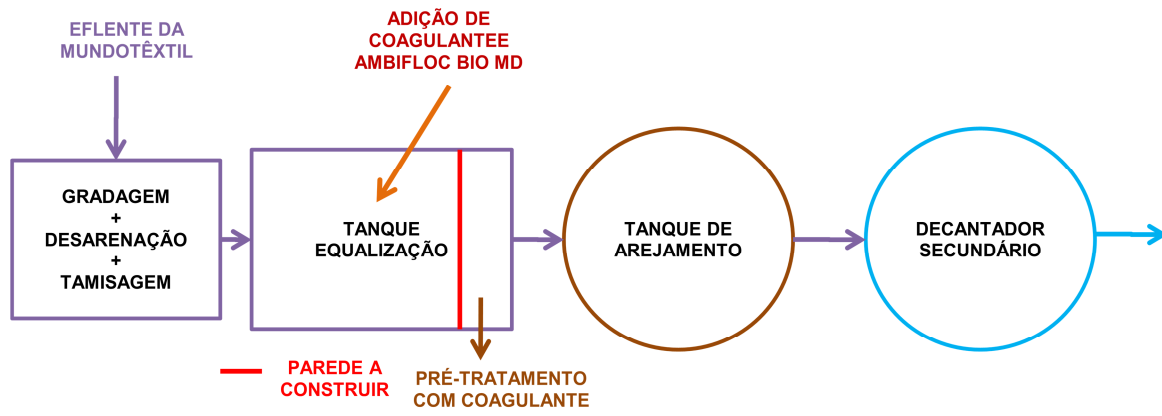


Figura 8.2 – Esquema da situação sugerida, adição do coagulante no tanque de equalização

9. Conclusões

Este trabalho teve como finalidade avaliar as possibilidades de optimização da estação de tratamento da empresa Mundotêxtil. O estudo laboratorial foi efectuado para três situações distintas: **1)** tratamento do efluente bruto sem qualquer tipo de pré-tratamento; **2)** tratamento do efluente bruto submetido a pré-tratamento com coagulante Ambifloc BIO MD e **3)** tratamento com adição de fungos ao tanque de arejamento. Tendo como base os resultados obtidos no estudo laboratorial conclui-se o seguinte:

- A tratabilidade do efluente é baixa mas a razão entre a concentração de CBO_5 e a concentração de CQO do efluente bruto está dentro dos valores típicos para os efluentes têxteis. O valor de referência é 0,48 e os valores obtidos no estudo laboratorial estão compreendidos entre 0,47 e 0,63.
- No ensaio 1 os valores da concentração de CQO do efluente de alimentação foram os mais altos de todos os ensaios e os valores do ensaio 2 foram os mais baixos. Efectuou-se uma diluição do efluente bruto a 50% com água da torneira no ensaio 2. A taxa de remoção de CQO foi de 90 % para o tratamento 1 sendo o valor da CQO de alimentação o mais baixo em todos os ensaios. Os melhores resultados globais de remoção de CQO foram obtidos no ensaio 5 e estes valores estão compreendidos entre 73,2% e 77,5% no tratamento 1 e 62,9 e 73,2% no tratamento 2. O tempo de retenção hidráulica foi de 1,25 e 2 dias no tratamento 1 e tratamento 2, respectivamente. Verifica-se que os resultados foram melhores para o tempo de retenção de 1,25 d. Por outro foi efectuado um pré-tratamento com coagulante neste ensaio. No ensaio 2, ensaio 5 e no ensaio 6 foram obtidos valores de concentração de CQO no efluente à saída dos decantadores que cumprem as normas de descarga para o Rio Ave e os limites referidos no Decreto-Lei nº 236/98. Os valores mais altos no efluente à saída dos decantadores foram obtidos no ensaio 1 correspondendo também a ensaios em que os valores de CQO para o efluente bruto a tratar foram os mais altos.
- As concentrações de SST e SSV nos tanques de arejamento foram inferiores a 2000mg/L. Os valores mais altos para o SST e SSV foram obtidos no ensaio 4 e tanque de arejamento 2. O valor de SST é de 1805 mg/L e SSV é de 1540 mg/L. O tempo de retenção hidráulica foi de 1,56 d. Os melhores resultados globais ocorreram no ensaio 3 e no ensaio 4 e os tempos de retenção hidráulica nestes ensaios foram por um lado iguais em cada tratamento e por outro lado os mais altos. Nesta avaliação não foi considerado o ensaio 1 e o ensaio 2. Podemos concluir que o coagulante contribui para um aumento da

concentração de SST e SSV nos tanques de arejamento. Convém realçar que o caudal de recirculação de lamas foi mantido em todos os ensaios.

As concentrações de SST e SSV à saída dos decantadores cumprem os valores limite de descarga referidos no Decreto-Lei n.º 236/98 excepto o valor medido no dia 8-7-2010 no ensaio 4 e efluente do decantador 2. Os valores mais baixos foram obtidos nos ensaios com descorante.

- Os valores de pH nos tanques de arejamento estão compreendidos entre 7,5 e 8,5. É recomendável que estes valores estejam compreendidos entre 6 e 8 para tratamento de lamas activadas. Os valores obtidos para o pH do efluente do tanque de alimentação foram os mais baixos de todos. Os valores de pH dos efluentes à saída dos decantadores cumprem os limites de descarga referidos no Decreto-Lei N.º 236/98.
- A temperatura nos reactores oscilou entre 22 e 27,7°C, e está dentro das gamas para um bom funcionamento dos tratamentos por lamas activadas. Estas temperaturas são influenciadas pela temperatura ambiente do laboratório.
- Os valores da concentração de oxigénio dissolvido foram sempre superiores a 2 mg/L. Deste modo foi assegurado o fornecimento de oxigénio necessário a bom funcionamento dos tratamentos – embora se pudessem ter utilizado valores substancialmente inferiores que permitiriam uma economia nos custos de arejamento.
- Os tempos de retenção hidráulica podem baixar com a utilização do coagulante, como verificamos no ensaio 5.
- A sedimentabilidade das lamas foi muito fraca no ensaio 1 e os melhores resultados foram obtidos no ensaio 4. Neste ensaio o IVL foi sempre inferior a 80 mL/g por isso podemos dizer que a decantabilidade foi excelente. A utilização do coagulante contribuiu para estes resultados pois também no ensaio 5 foram obtidos bons resultados.
- A avaliação da concentração da CBO₅ é muito importante neste tipo de estudo para a determinação de alguns parâmetros para o projecto de uma instalação. Os valores obtidos neste trabalho cumprem os limites de descarga impostos pelo Decreto-lei 236/98.
- Os parâmetros cinéticos obtidos para os ensaios com coagulante são os que melhor se

ajustam ao projecto de uma instalação de tratamento biológico por lamas activadas do efluente da Mundotêxtil. Os valores obtidos, após ajuste, para a situação com descorante são os que permitem um dimensionamento mais adequado de uma instalação de tratamento por lamas activadas do efluente em estudo.

Os valores obtidos são os seguintes: $k=0,015$ L/(mg SSV*d); $S_n=12$ mg/L; $a=0,7982$ kg O_2 /kg CBO_5 ; $b=0,0233$ [kg O_2 /(kg SSV*d)]; $y=0,2253$ kg SSV /kg CBO_5 ; $k_d=0,0036$ kg SSV /(kg SSV*d).

- As principais características do tanque de arejamento para tratar os efluentes da Mundotêxtil são as seguintes: tempo de retenção hidráulica de 1,79 d, volume igual a 3643 m³, 604 kg/d de oxigénio, razão de recirculação igual a 0,8. A quantidade de oxigénio necessária é baixa e o valor mais adequado deverá ser na ordem dos 1200 kg/d. Este valor deve-se ao coeficiente de utilização de oxigénio determinado ser considerado constante em todos os ensaios.
O decantador secundário deverá ter um diâmetro de 15 m e volume de 540 m³.
- Da análise de algumas características obtidas no estudo laboratorial e também das análises efectuadas pela empresa Mundotêxtil verifica-se que os tratamentos enquadram-se num tratamento de lamas activadas em regime de arejamento prolongado. Os valores obtidos para o tempo de retenção hidráulica, razão A/M e MLSS estão dentro da gama dos valores referidos no anexo XVII.
- No estudo laboratorial não foi analisada a influência da temperatura no desempenho dos tratamentos mas refere-se na literatura [1] e [3] que para temperaturas superiores a 35 °C um tratamento por lamas activadas tem um desempenho menos eficiente. O estudo apresentado neste trabalho para recuperação energética dos efluentes mostra que é possível um arrefecimento do efluente para temperaturas consentâneas com um tratamento biológico. Paralelamente a recuperação de energia vai baixar o consumo de gás natural da empresa, a tinturaria de felpo vai dispor de água quente que vai permitir diminuir os tempos de aquecimento, aumentando a produtividade.
- No dimensionamento da estação de tratamento considerou-se um caudal de efluente de 2040 m³/d que corresponde ao caudal que a Mundotêxtil trata presentemente. Mas a empresa descarrega cerca de 1000 m³/d de efluente pré-tratado no SIDVA. Constata-se neste trabalho que a instalação de tratamento por lamas activadas em funcionamento

não é suficiente para tratar a totalidade dos efluentes de modo a cumprir os limites legais de descarga. Por outro lado a empresa pode reduzir substancialmente os seus consumos de água e por consequência os volumes dos seus efluentes se substituir as máquinas das tinturarias por outras com relações de banho menores. Actualmente já foi constatado por algumas empresas que as máquinas de banho curto, sem perda da qualidade dos produtos fabricados, permitem o seguinte:

- Redução de 35 % no consumo dos produtos químicos
- Redução de 40 % no consumo de água
- Redução de 52 % da energia eléctrica
- Redução de 51 % da quantidade de vapor (energia térmica)

Reduzir 40% nos efluentes e 35% nos produtos químicos permite que a estação de tratamento biológico da empresa funcione de um modo mais uniforme em termos de caudais e carga orgânica. Por outro lado permite que a empresa possa tratar a totalidade dos efluentes sem alterar significativamente a ETAR existente.

- O estudo efectuado aos produtos químicos consumidos pela empresa na área das tinturarias permite avaliar a influência destes nas características do efluente descarregado na ETAR, principalmente no que diz respeito à concentração de CQO. Por outro lado, caso seja conveniente, poderão ser seleccionados produtos que tenham menos impacto negativo nos efluentes gerados na empresa. Podemos considerar que os produtos que têm maior potencial de interferência no tratamento biológico são: encolante CB, Cera Têxtil P. Líquida, Perfemina P-12, Meropan DPE-P, Meropan BRE-P, Indimina STS e Benzym TEC.
- Uma forma mais económica para fornecimento de oxigénio ao reactor consiste numa instalação de ar comprimido, embora à partida menos eficiente que a tecnologia do oxigénio puro mas globalmente mais económica. A análise dos consumos de oxigénio puro que a empresa tem actualmente permite concluir que parte do oxigénio é libertada pela superfície livre tanque de arejamento. Esta situação deverá ser avaliada.
- No estudo laboratorial foi efectuado um pré-tratamento com o coagulante Ambifloc BIO MD enquanto na empresa este é adicionado no tanque de arejamento. Considerando as conclusões relativas ao estudo laboratorial podemos afirmar que, de um modo geral, o tratamento com coagulante teve melhor desempenho. No estudo laboratorial não foi analisada a situação do coagulante ser adicionado ao

reactor. Constatou-se no entanto que o pré-tratamento com o coagulante permite uma diminuição considerável da cor e da concentração da CQO à entrada do reactor. Deste modo poderá ser vantajoso à empresa Mundotêxtil efectuar um pré-tratamento com o coagulante. Este pré-tratamento permitirá regularizar a concentração da CQO e a cor considerando as grandes variações destas características do efluente. É possível que a utilização de ozono possa ser reduzida ou até eliminada. A construção do tanque para o pré-tratamento pode ser efectuada no tanque de equalização 1, para tal basta construir uma parede dentro deste tanque do lado onde o efluente é captado para o tratamento biológico. Este tanque possui uma saída que pode servir para retirar as lamas que entretanto se formarão no pré-tratamento.

10. Sugestões para trabalhos futuros

Na realização de ensaios com vista à determinação de parâmetros cinéticos:

- Avaliar de um modo mais preciso e frequente a taxa de consumo de oxigénio;
- Avaliar a CBO_5 no início e no fim de cada ensaio;
- As características do efluente de alimentação devem ser regulares ao longo dos ensaios por isso é conveniente preparar um efluente simulado;
- Estudar a influência da temperatura na eficiência do tratamento biológico de um efluente têxtil;
- Estudar as espécies de microrganismos mais adaptadas a um tratamento por lamas activadas de um determinado efluente têxtil;
- Estudar a influência de fungos e bactérias na tratabilidade de um efluente têxtil

Referências bibliográficas

- [1] Metcalf & Eddy, Tchobanoglous, G; Burton, F; Stensel H; 2003, *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 4th Ed. McGraw-Hill Professional
- [2] Francisco Teixeira, 2009, *Apontamentos da disciplina de Tratamento de Águas*, ISEP
- [3] Ramalho, R. S. 1996. *Tratamiento de Aguas Residuales*. Editorial Reverté, SA.
- [4] Bitton, G. 2005. *Waste Water Microbiology*. 3rd ed. John Wiley and Sons, Inc. New Jersey
- [5] Conchon, J.A. 1995, *Indústria Têxtil e o Meio Ambiente*. Química Têxtil. São Paulo: ABQCT, XVIII, Set, 13 -16
- [6] Peavy, H; Rowe, D.; Tchobanoglous, G; 1985, *Environmental Engineering*, International Edition, McGraw-Hill, 1st edition
- [7] Wesley. W.E, 1989, *Industrial Water Pollution Control*, International Edition, McGraw-Hill, 2nd edition
- [8] *Laboratório de tecnologia Química do ISEP*, Procedimentos de ensaio
- [9] APHA, AWWA, WPCF, 1998. Standard Methods for Examination of Water
- [10] Sónia Figueiredo e Rosário Costa, 2009, *Apontamentos da disciplina de Laboratório de Tecnologias Ambientais I*, ISEP
- [11]. <http://www.cognitex.pt/cont/mod/glossary/view.php?id=4&mode=letter&hook=T&sortkey=&sortorder=asc>, acessado em 21 de Outubro de 2010

11. Anexos

11.1. Anexo I - Balanço de massas e fluxo das actividades da Mundotêxtil

11.2. Anexo II - Esquema do ciclo da água na Mundotêxtil

11.3. Anexo III - Ficha técnica do coagulante Ambifloc BIO MD

SNF/AMBIENTÁGUA	Rua do Convento, 144 – Apartado 298 Zona Industrial de Fontiscos 4780 427 Santo Tirso Telefone: 252852713 Fax: 252853085
------------------------	---

FICHA DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

AMBIFLOC BIO MD

O Ambifloc BIO MD, é um coagulante / agente descorante, solúvel em água, de alta densidade catiónica e alto peso molecular.

A combinação sinérgica de poliaminas, tem por fim a inibição de cargas iónicas de várias famílias de corantes, destabilizando o meio e complexando-as.

Pela sua natureza, pode ser utilizado em sistemas biológicos, já que o seu efeito é progressivo nos remanescentes livres, aumentando a sua eficiência, nos casos de remoção de cor e redução de CQO e CBO₅.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- Aspecto: Líquido viscoso, amarelo claro
- Natureza: Catiónico
- Densidade a 25 °C (g/cm³): 1.24± 0.02
- Viscosidade a 25 °C (cP): 500 - 2500 (Brookfield LVT, LV1, 3 rpm)
- Solubilidade: Total em água

APLICAÇÃO E ARMAZENAMENTO:

O Ambifloc BIO MD é normalmente aplicado em soluções aquosas, cuja concentração é determinada em função da bomba doseadora ajustada de acordo com as necessidades do meio. Como o Ambifloc BIO MD é fácil e completamente solúvel em água, não existe necessidade de equipamento específico de dissolução ou crivos para remoção de sólidos não dissolvidos.

O Ambifloc BIO MD, tal e qual, tem boas características de armazenamento. As temperaturas inferiores a 5 °C e superiores a 35 °C devem ser evitadas porque diminuem o tempo de vida do produto, que em condições normais é de 1 ano

HIGIENE E SEGURANÇA:

O Ambifloc BIO MD tem um grau de toxicidade baixo e não necessita cuidados especiais de manuseamento. Para mais detalhes consultar a ficha de segurança.

SERVIÇO TÉCNICO:

A assistência técnica está implícita na venda do Ambifloc BIO MD. Isto inclui conselhos técnicos, ensaios laboratoriais e ensaios em campo.

11.4. Anexo IV - Ficha técnica dos fungos KH1611

ESPECIALIDADES BIOTECNOLÓGICAS BIOTECHNOLOGY

INDUSTRIA – IWT

DESCRIPCIÓN

KH 1611 es una formulación en polvo con una elevada concentración de cepas micelianas adaptadas por presión selectiva. Aplicado regularmente en el reactor biológico, **KH 1611** va a producir *in situ* una amplia variedad de enzimas, asegurando la degradación de las moléculas orgánicas mediante un tipo de metabolismo distinto a la clásica degradación bacteriana.

Las cepas que integran **KH 1611** se han seleccionado por su capacidad para descomponer numerosos compuestos recalcitrantes, como por ejemplo: moléculas mono y poliaromáticas, celulosa, licores negros y ciertos compuestos de la lignina.

VENTAJAS

- Aumenta los rendimientos de eliminación de la DQO y COT.
- Asiste a la población bacteriana mejorando la degradación de materias orgánicas recalcitrantes (DQO dura).
- Reduce el consumo de oxígeno (la descomposición fúngica consume menos oxígeno que la descomposición bacteriana).
- Mejora la floculación biológica: la particular forma de los microorganismos fúngicos mejora la estructura del floc biológico.
- Mejora y estabiliza la decantación del fango biológico.
- Disminuye la concentración de MES en el agua tratada en salida de planta.
- Actúa también en medios poco aireados.
- Resiste a los *shocks* tóxicos y tolera los efluentes de carácter ácido.
- Controla los malos olores derivados de sistemas biológicos tales como lagunas, balsas de fangos activos y filtros percoladores.

APLICACIONES

- Industria Papelera
- Refinerías e Industrias Químicas
- Industrias Farmacéuticas
- Industria Agroalimentaria

CARACTERÍSTICAS

- **Aspecto:** polvo de color marrón
- **Olor:** de levadura
- **Densidad:** 0,5 – 0,6 Kg/litro
- **Humedad:** 15%
- **pH de utilización:** 6,0 – 8,5

DOSIFICACIÓN

La dosificación depende de numerosos factores: caudal de agua residual, tipo de instalación, los valores de DBO y DQO, la naturaleza y concentración de contaminantes. Por ello, se establecerá por nuestro Servicio Técnico en colaboración con el responsable de la instalación. Es indispensable iniciar el tratamiento con una dosis de siembra con el fin de implantar la biomasa específica, para aplicar a continuación unas dosis de mantenimiento cuyo objetivo es el de mantener la población establecida.

MODO DE EMPLEO

Añadir la dosis diaria a las aguas residuales a la entrada del sistema de tratamiento biológico. Mezclar enérgicamente el producto con agua a temperatura ambiente (del agua de la estación) durante unos 60 minutos. El agua de preparación debe comprender 1 parte de influente y 4 partes de agua corriente.

Con el fin de mejorar la eficacia es importante respetar las condiciones óptimas de desarrollo de los microorganismos en los sistemas de depuración:

- **Temperatura** comprendida entre 8 y 45 °C
- **pH** entre 6,0 y 8,5 (preferiblemente entre 7,0 y 7,5)
- **Nitrógeno y Fósforo:** conservar una relación DBO/N-NH₄/P-PO₄ de 100/5/1. En la práctica, mantener al menos 1 ppm en exceso en el efluente.

SEGURIDAD – PRECAUCIONES

- **Almacenar el producto en un lugar fresco y seco.**
- **Mantener bien cerrados los embalajes tras la utilización del producto.**
- **Tras su manipulación, lavarse las manos con agua y jabón.**

EMBALAJES

- **No retornables**
- **Bidones con 25 bolsas hidrosolubles x 454 gramos**

Las informaciones contenidas en nuestros boletines, cartas e informes técnicos tienen como finalidad aconsejarles, dejando constancia de que los ensayos efectuados lo han sido con un interés constante de objetividad pero sin ningún compromiso por su parte.

Los resultados de nuestros análisis están destinados igualmente a prestarles servicio para un mejor conocimiento de sus problemas y, al mismo tiempo, aconsejarles de la forma más útil posible.

Dado que nuestra Sociedad no está facultada para ejercer ensayos oficiales, los resultados que le comunicamos en buena fe y con toda objetividad no podrán ser utilizados, en ningún caso, contra nadie a título de informe oficial, por ejemplo.

Nuestros agentes comerciales y nuestros técnicos quedan a su entera disposición para efectuar con Uds. y sobre su propio material las pruebas necesarias para poner a punto las correspondientes aplicaciones. Nuestros productos deberán ser utilizados en estricta conformidad con su propio modo de empleo o bajo nuestros consejos, sin que ello implique una garantía o responsabilidad por nuestra parte bajo ningún concepto.

Nuestra responsabilidad no queda en ningún momento comprometida en caso de copia de patentes o marcas.

11.5. Anexo V - Resultados do estudo do consumo de produtos químicos

Tabela A1 – Estudo do consumo de produtos químicos consumidos em 2009 pelas tinturarias e engomadeiras

Volume tratado em 2009: 540.745.000 L														
Produto	Natureza	Função	Biodegradabilidade	CQO(mg O ₂ /g)	CBO ₅ (mgO ₂ /g)	Toxicidade				Consumo anual (kg/ano)	Drenagem no efluente (%)	Conc. de produto no efluente (mg/l)	CQO	
						Em peixes LC ₅₀ (mg/l)	Em bactérias (lamas activadas) LC ₅₀ (mg/l)	LD ₅₀ (mg/kg)	DEV-L2DEV-L3 (mg/l)				mg/O ₂	%
ENCOLANTE CB	Poliacrilato	Encolante	<20% (OCDE303A)	310	50	>1000	----	>5000	>5000 (L2)	58.325	90	97,07	30,09	6,69
CERA TÊXTIL VS	Gordura natural e tensioactivos não iónicos	Encolante	>70% (OCDE302B)	965	----	>100	----	>2000	----	4.000	90	6,66	6,42	1,43
CERA TÊXTILP. LÍQUIDA	Poliglicol	Encolante	>70% (OCDE301A)	1695	----	>500	----	>5000	----	4.940	90	8,22	13,94	3,10
CERA TÊXTILWAX 3261	Éster de ácido gordo	Encolante	>70% (OCDE302B)	2850	1280	----	----	>2000	----	2.000	90	3,33	9,49	2,11
ENCOLANTE SOLAMIL 9605	Amido Modificado	Encolante	----	740	----	----	----	>2000	----	24.000	90	39,94	29,56	6,57
PERFEMINA P-12	Mistura de álcoois gordos etoxilados	Agente humectante	Facilmente biodegradável	1150	----	2-20	----	>2000	----	6.000	90	9,99	11,48	2,55
ISOFIX VP	Amida de ácido gordo e resina polietilénica poliamínica	Fixador	>50%	350	----	>100	----	>2000	----	2.000	20	0,74	0,26	0,06
UVITEX BHLÍQ.	Derivado de ácido estilbeno-dissulfónico	Branco óptico	50-60%	760	370	1000	----	5000-10000	----	720	20	0,27	0,20	0,04
ÁCIDO ACÉTICO	Ácido acético	Ajuste pH	Facilmente biodegradável	848	----	75	----	3310	----	65.650	90	109,27	92,66	20,60
IMOPER PRL	Produto de condensação de ácidos arilsulfónicos com metileno	Igualizador	50-100%	136	9	>100	>10000	>2000	----	10.700	90	17,81	2,42	0,54

Corresponde a 80% da CQO do ácido acético (1060mg O₂/g), uma vez que o ácido usado é a 80%.

(continuação 1)

Produto	Natureza	Função	Biodegradabilidade	CQO (mg O ₂ /g)	CBO ₅ (mg O ₂ /g)	Toxicidade				Consumo anua (kg/ano)	Drenagem no efluente (%)	Conc. de produto no efluente (mg/l)	CQO	
						Em peixes LC ₅₀ (mg/l)	Em bactérias (lamas activadas) LC ₅₀ (mg/l)	LD ₅₀ (mg/kg)	DEV-L2DEV-L3 (mg/l)				mg/IO ₂	%
ISDOR TR	Mistura de sais e hidróxido	Ajuste pH	----	35	----	----	----	----	----	10.000	90	16,64	0,58	0,13
DERQUASY	Polifosfato de sódio	Corrector de água	----	----	----	1600	----	>2000	----	5.850	90	9,74	----	----
SODA CÁUSTICA	Hidróxido de sódio	Ajuste pH	----	----	----	72	----	----	----	342.100	90	569,38	----	----
CARBONATO DE SÓDIO	Carbonato de sódio	Ajuste pH	Não biodegradável	----	----	300	----	>2000	----	51.592	90	85,87	----	----
HIDROSSULFITO DE SÓDIO	Hidrossulfito de sódio	Redutor	----	210	----	10	62	2500	----	29.350	90	48,85	10,26	2,28
SAL CENTRIFUGADO	Cloreto de sódio	Sal	----	----	----	>10000	----	3000	----	2.254.430	90	3752,21	----	----
LEVAFIX AMARELO CA	Corante reactivo azóico	Corante	Não é facilmente biodegradável	740	30	>100	>1000	>2000	----	50	20	0,02	0,01	0,00
LEVAFIX AMARELO OURO EG 150%	Corante reactivo azóico	Corante	<10%	----	----	>100	1000	>5000	----	38	20	0,01	----	----
LEVAFIX VERMELHO BRILHANTE E4BA	Corante reactivo azóico	Corante	----	739	----	100-500	>10000	>5000	----	20	20	0,01	0,01	0,00
CIBACRONE AZUL FN-R	Corante formazan metal complexo	Corante	<10%	900	----	560	>100	>5000	----	1.450	20	0,54	0,48	0,11
CIBACRONE AMARELO F4G	Corante azo	Corante	<10%	735	10	335	>300	>5000	----	75	20	0,03	0,02	0,00

(continuação 2)

Produto	Natureza	Função	Biodegradabilidade	CQO (mg O ₂ /g)	CBO ₅ (mg O ₂ /g)	Toxicidade				Consumo anual (kg/ano)	Drenagem no efluente (%)	Conc. De produto no efluente (mg/l)	CQO	
						Em peixes LC ₅₀ (mg/l)	Em bactérias (lamas activadas) LC ₅₀ (mg/l)	LD ₅₀ (mg/kg)	DEV-L2 DEV-L3 (mg/l)				mg/l O ₂	%
NOVACRON AMARELO FN-2R	Corante azo	Corante	<10%	895	4	>300	>320	>2000	----	925	20	0,34	0,31	0,07
NOVACRON VERMELHO FN-R	Corante azo	Corante	<10%	695	0	870	>100	4935	----	650	20	0,24	0,17	0,04
NOVACRON MARINHO FN-GN	Corante azo	Corante	<10%	900	0	>100	>1000	>2000	----	280	20	0,10	0,09	0,02
DRIMARENE AZUL CLBR	Corante de antraquinona reactivo	Corante	40%	----	----	10-100	>100	>2000	----	175	20	0,06		
DRIMARENE AMARELO CL2R	Corante reactivo azóico	Corante	6% (pouca ou nenhuma degradação)	717	----	>100	>1000	>2000	----	75	20	0,03	0,02	0,00
DRIMARENE AMARELO K4G	Corante reactivo azóico	Corante	<10% (OCDE301D)	----	----	>1000	>100	>5000	----	77	20	0,03	----	----
DRIMARENE VERMELHO CL-5B	Corante reactivo azóico	Corante	8% (pouca ou nenhuma degradação)	690	----	>100	>1000	>2000	----	405	20	0,15	0,10	0,02
DRIMARENE TURQUESA CL-B	Corante de cobre ftalocianina reactivo	Corante	75%	----	----	350	1200	>2000	----	595	20	0,22	----	----
PROCION BLUE HEGN	Corante reactivo	Corante	----	1200	----	>100	>100	>2000	----	1.380	20	0,51	0,61	0,14
PROCION BLUE HERD	Corante complexo metálico	Corante	----	1800	----	>100	>10	>2000	----	2.235	20	0,83	1,49	0,33
PROCION YELLOW HE4R	Corante reactivo azóico	Corante	----	800	----	>100	>50	>5000	----	500	20	0,18	0,15	0,03

(continuação 3)

Produto	Natureza	Função	Biodegradabilidade	CQO (mg O ₂ /g)	CBO ₅ (mg O ₂ /g)	Toxicidade				Consumo anual (kg/ano)	Drenagem no efluente (%)	Conc. De produto no efluente (mg/l)	CQO	
						Em peixes LC ₅₀ (mg/l)	Em bactérias (lamas activadas) LC ₅₀ (mg/l)	LD ₅₀ (mg/kg)	DEV-L2 DEV-L3 (mg/l)				mg/l O ₂	%
PROCION YELLOW HEXL	Corante reactivo azóico	Corante	----	1300	----	>100	>100	>2000	----	4.825	20	1,78	2,32	0,52
PROCION RED HE7B	Corante reactivo azóico	Corante	----	600	----	>100	>100	>2000	----	2.194	20	0,81	0,49	0,11
PROCION NAVY HEXL	Corante reactivo azo bismonocloro-triazina	Corante	50-100%	1000	<50	>100	>100	----	----	2.700	20	1,00	1,00	0,22
PROCION CRIMPSON HEXL	Corante reactivo azo bismonocloro-triazina	Corante	0%	1000	0	>100	>100	----	----	5.590	20	2,07	2,07	0,46
BEZACTIV BLACK V-CMR	Corante reactivo	Corante	----	860	----	>100	>100	>2000	----	12.000	20	4,44	3,82	0,85
MEROPAN DPE	Policarboxilatos e fosfonatos	Ensaboador de reactivos	Difícil de decompor	223	5	----	----	----	>1000 (L3)	62.500	90	104,02	23,20	5,16
DEKOL SN	Poliacrilato	Protector coloidal	>90%	345	15	>500	>1000	>5000	----	68.400	90	113,84	39,28	8,73
FELOSAN NFG	Etoxilatos modificados	Anti-óleo, detergente de preparação	>60%	900	350	1-10	>1000	>2000	----	38.000	90	63,25	56,92	12,66
ÁGUA OXIGENADA 50%	Água oxigenada	Branqueio	Biodegradável se for diluído a uma conc. inferior a 1%	----	----	----	----	----	----	201.675	90	335,66	----	----
INDITOL HP BS	Éster de ácido fosfónico orgânico	Estabilizador de H ₂ O ₂	----	0,1	0	748	0,62	>20000	----	43.917	90	73,09	0,01	0,00

(continuação 4)

Produto	Natureza	Função	Biodegradabilidade	CQO (mg O ₂ /g)	CBO ₅ (mg O ₂ /g)	Toxicidade				Consumo anual (kg/ano)	Drenagem no efluente (%)	Conc. De produto no efluente (mg/l)	CQO	
						Em peixes LC ₅₀ (mg/l)	Em bactérias (lamas activadas) LC ₅₀ (mg/l)	LD ₅₀ (mg/kg)	DEV-L2 DEV-L3 (mg/l)				mg/l O ₂	%
BLANCOTE X 2BA LIQ.	Bistriazinila-mino estilbeno	Branco óptico	----	----	----	----	----	>2000	----	4.020	20	1,49	----	----
ALKASET TT 1165	Solução tampão alcalina	Ajuste pH	Fácil degradação	----	----	>10	----	----	----	181.000	90	301,25	----	----
MEROPAN BRE-P	Composto de exofre	Destruir o H ₂ O ₂ residual	Inerentemente biodegradável	146	78	>1000	----	----	>1000 (L3)	110.500	90	183,91	26,85	5,97
INDIGAL PAL LIQ.	3-Nitrobenzeno sulfonato de sódio	Anti-redução de corantes	----	0,25	0,2	>100	>100	>5000	----	73.018	90	121,53	0,03	0,01
INDIMINASTS	Tensioactivos catiónicos e não iónicos	Amaciador	----	1617	----	----	----	----	----	93.000	20	34,40	55,62	12,37
TUBINGAL HSB	A base de produto de condensação de ácido gordo e derivados de silicone	Amaciador	96%	477	55	----	----	----	>1000 (L3)	26.000	20	9,62	4,59	1,02
TUBINGAL ASW	Organosiloxa-nos modificados e compostos quaternários anfotéricos	Amaciador	Inerentemente biodegradável	351	----	----	>1000	>2000	----	4.000	20	1,48	0,52	0,12
BENZYM TEC	Celulase	Antipilling	Prontamente biodegradável	350	211	----	----	>2000	>1000 (L3)	34.595	90	57,58	20,15	4,48
BIAVIN BPA	Poliacrilamida	Antivinco	Inerentemente biodegradável	63	23	----	----	>2000	>2000 (L3)	90.000	20	33,29	2,10	0,47
												449,78	100	

11.6. Anexo VI - Formulário para cálculo das constantes cinéticas de um tratamento por lamas activadas

Cálculo de k e S_n

K – constante cinética [L/(mg * d)]

S_n – Matéria orgânica não biodegradável [mg/L]

$$[Q_0 * (S_0 - S_e)] / (V * x_{v,a}) = k * S_e - k S_0 \quad [13.1]$$

$$S_n = k S_0 \quad [13.2]$$

Cálculo de a e b

a – Fracção do substrato removido utilizada para a produção de energia por oxidação do substrato [kg O₂ / kg substrato removido]

b – Massa de O₂ consumida por unidade de tempo e por unidade de massa de SSV durante a respiração endógena no reactor [kg O₂ / kg SSV * d]

$$m_{O_2} / (V * x_{v,a}) = a * [Q_0 * (S_0 - S_e) / (V * x_{v,a})] + b; \quad m_{O_2} / (V * x_{v,a}) = R / x_{v,a} \quad [13.3]$$

Cálculo de y e k_d

y – Quantidade em massa, da biomassa produzida por unidade de substrato removido [kg SSV / kg substrato removido]

k_d – Fracção dos SSV por unidade de tempo oxidada durante a respiração endógena no reactor

$$[\Delta X_i / V - (X_{nv,i} - X_{nv,o}) / tr] / X_{va} = y * [(S_0 - S_e) * Q_0 / tr] - k_d \quad [13.4]$$

11.7. Anexo VII - Formulário para dimensionamento de um tratamento por lamas activadas

$$X_{vu} = (Cr \cdot \text{produção lamas biológicas}) / \text{produção de lamas} \quad [13.5]$$

Cr= concentração de sólidos na recirculação

$$\text{Produção de lamas} = a \cdot Q_0 \cdot (CBO_0 - CBO_e) / 1000 - (b \cdot x_{va} \cdot V + Q_0 \cdot SSV_0 / 1000 + [Q_0 \cdot (SSNV_0 - SSV_e)] / 1000) \quad [13.6]$$

$$\text{Produção de lamas biológicas} = y \cdot Q_0 \cdot (CBO_0 - CBO_e) / 1000 - kd \cdot x_{va} \cdot V \quad [13.7]$$

$$\text{Produção de lamas minerais} = \text{Produção de lamas} - \text{Produção de lamas biológicas} \quad [13.8]$$

$$\text{Tempo de retenção hidráulico (tr)} = (CBO_0 - CBO_e) / [(CBO_e - S_n \cdot k \cdot x_{va} \cdot 1000)] \quad [13.9]$$

$$\text{Volume do reactor} = \text{tempo de retenção hidráulico} \cdot Q_0 \quad [13.10]$$

$$\text{Caudal de lamas} = \text{produção de lamas} / \text{concentração da recirculação de lamas} \quad [13.11]$$

$$\text{Oxigénio necessário} = [a \cdot Q_0 \cdot (CBO_0 - CBO_e)] / 1000 + b \cdot V \cdot x_{va} \quad [13.12]$$

$$\text{Razão de circulação} = [Q_0 \cdot (x_{va} - SSV_0 / 1000) - \text{Produção de lamas biológicas}] / [Q_0 \cdot (x_{vu} - x_{va})] \quad [13.13]$$

$$A/M = CBO_0 / (x_{va} \cdot tr \cdot 1000) \quad [13.14]$$

$$OR = (Vi \cdot 24) / FS \quad [13.15]$$

$$Vi = V_{max} \cdot \exp(-k_{ds} \cdot E - 6 \cdot X_{v,a}) \quad [13.16]$$

$$A = Q_e / OR \quad [13.17]$$

11.8. Anexo VIII - Resultados obtidos para a concentração de CQO nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados

Tabela A2 - Resultados para a concentração (mg/L de O₂) de CQO

DATA	N.º AVALIAÇÃO	ALIMENTAÇÃO	SAÍDA T1	SAÍDA T2	TAXA DE REMOÇÃO T1	TAXA DE REMOÇÃO T2
ENSAIO 1						
27-05-2010	1	600	275	172	54,17	71,33
31-05-2010	2	589	222	200	62,31	66,04
04-06-2010	3	550	250	220	54,55	60,00
05-06-2010	4	472	156	145	71,64	69,28
ENSAIO 2						
14-06-2010	1	80	7	8	91,25	90,00
17-06-2010	2	126	47	55	62,70	56,35
ENSAIO 3						
21-06-2010	1	351	109	124	68,95	64,67
28-06-2010	2	291	88	110	69,76	62,20
ENSAIO 4						
01-07-2010	1	239	148	193	38,08	19,25
05-07-2010	2	346	102	130	70,52	62,43
08-07-2010	3	342	140	195	59,06	42,98
ENSAIO 5						
12-07-2010	1	209	56	65	73,21	68,90
15-07-2010	2	366	70	98	80,87	73,22
19-07-2010	3	231,5	52	86	77,54	62,85
ENSAIO 6						
26-07-2010	1	312	87	72	72,12	76,92
28-07-2010	2	270	85	91	68,52	66,30
29-07-2010	3	267	95	89	64,42	66,67

11.9. Anexo IX - Resultados obtidos para a concentração de SST e SSV nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados

Tabela A3 - Resultados para a concentração de SST e SSV (mg/L)

DATA	N.º ENSAIO	ALIMENTAÇÃO		REACTOR 1		REACTOR 2		DECANTADOR 1	DECANTADOR 2	RECIRCULAÇÃO1		RECIRCULAÇÃO 2	
		SST	SSV	SST	SSV	SST	SSV	SST	SST	SST	SSV	SST	SSV
17-06-2010	3	-	-	1236	1106	1484	1304	-	-	3520	3170	2980	2670
28-06-2010	3	-	-	690	590	770	665	65	30	2210	1965	4310	3580
01-07-2010	4	-	-	1030	815	1805	1540	23	35	5515	4590	4360	3665
08-07-2010	4	-	-	1465	1280	810	765	25	90	2225	2195	3905	3505
12-07-2010	4	45	40	945	940	650	625	28	43	3610	2425	2745	2470
19-07-2010	5	46	40	1430	1295	510	495	23	40	8805	7690	7430	6960
23-07-2010	6	105	80	963	900	748	630	50	40	5485	4850	3545	4850

11.10. Anexo X - Resultados obtidos para o pH nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados

Tabela A4 - Resultados obtidos para o pH dos ensaios efectuados

DATA	N.º AVALIAÇÃO	ALIMENTAÇÃO	REACTOR 1	REACTOR 1	DECANTADOR 1	DECANTADOR 2
ENSAIO 1						
27-05-2010	1	8,26	8,39	8,4	7,1	7,1
31-05-2010	2	7,72	8,4	8,5	7	7
07-06-2010	3	7,9	8,1	8,4	7,2	7,3
ENSAIO 2						
14-06-2010	1	7,06	7,81	7,65	7,77	7,5
17-06-2010	2	7,16	8,06	7,97	7,25	5,9
ENSAIO 3						
21-06-2010	1	7,15	8	8,04	7,9	7,96
28-06-2010	2	7,1	8,1	8,2	7,6	7,8
ENSAIO 4						
01-07-2010	1	6,36	7,88	8,03	7,58	7,8
05-07-2010	2	6,6	7,82	8,01	7,57	7,45
08-07-2010	3	6,83	8,03	8,05	7,7	7,7
ENSAIO 5						
12-07-2010	1	6,95	7,87	8,03	7,68	7,72
15-07-2010	2	7,18	7,68	7,89	7,51	7,61
19-07-2010	3	6,98	7,45	7,73	7,73	7,63
ENSAIO 6						
26-07-2010	1	7,12	7,67	7,81	7,54	7,56
28-07-2010	2	6,91	7,83	7,96	7,6	7,72
29-07-2010	3	6,99	7,64	7,69	7,67	7,74

11.11. Anexo XI - Resultados obtidos para as temperaturas nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados

Tabela A5 - Resultados obtidos para as temperaturas (°C) dos ensaios efectuados

DATA	N.º AVALIAÇÃO	ALIMENTAÇÃO	REACTOR 1	REACTOR 2	DECANTADOR 1	DECANTADOR 2	AMBIENTE
ENSAIO 1							
24-05-2010	1	24	23,2	23,4	23,4	24	21
27-05-2010	2	22,8	22	22	22,6	22,6	24,8
31-05-2010	3	22,7	23,3	23,6	23,9	24	27,6
04-06-2010	4	24,5	23,4	23,6	23,9	24	22
05-06-2010	5	24,1	23,1	23,2	23,2	23,6	23,7
07-06-2010	6	22,9	22,3	22,3	22,6	22,3	21
ENSAIO 2							
14-06-2010	1	22,2	22,3	22,4	22,6	22,6	24,4
17-06-2010	2	22,9	22,4	22,4	22,8	22,8	24,6
ENSAIO 3							
21-06-2010	1	22,6	22,5	22,5	22,8	22,8	20
28-06-2010	2	23,6	24,2	23,6	24,6	24,2	25
ENSAIO 4							
01-07-2010	1	24,4	23,7	23,6	23,9	23,7	25,1
05-07-2010	2	25,3	26,3	26,2	27	26,9	
08-07-2010	3	27,2	26	25,5	26,5	26,5	27,8
ENSAIO 5							
12-07-2010	1	23,9	23,6	23,3	23,8	23,7	25,3
15-07-2010	2	23,9	24	23,4	23,6	23,7	26,1
19-07-2010	3	24,2	24,3	24,3	24,3	24,3	25,6
ENSAIO 6							
26-07-2010	1	25,8	26,3	26,2	26,7	26,7	29
28-07-2010	2	27,6	27,3	27,2	27,9	27,9	29,4
29-07-2010	3	26,8	27,7	27,4	28	28	29,9

11.12. Anexo XII - Resultados obtidos para as concentrações de oxigénio dissolvido nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados

Tabela A6 - Resultados obtidos para as concentrações (mg/L) do oxigénio dissolvido dos ensaios efectuados

DATA	N.º AVALIAÇÃO	REACTOR 1	REACTOR 2
ENSAIO 1			
27-05-2010	1	7,1	7,5
4-06-2010	2	5,5	4,8
07-06-2010	3	5,5	6,2
ENSAIO 2			
14-06-2010	1	8,5	7,15
17-06-2010	2	8,5	8,85
ENSAIO 3			
21-06-2010	1	8,35	9,25
28-06-2010	2	7,4	8,2
ENSAIO 4			
01-07-2010	1	6,9	7,65
05-07-2010	2	6,3	6,95
08-07-2010	3	6,7	6,2
ENSAIO 5			
12-07-2010	1	7,7	7,75
15-07-2010	2	7,68	7,89
19-07-2010	3	8,05	7,75
ENSAIO 6			
26-07-2010	1	8,95	8,75
28-07-2010	2	7,42	7,38
29-07-2010	3	6,60	6,40

11.13. Anexo XIII - Resultados obtidos para as concentrações do fósforo reactivo nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados

Tabela A7 - Resultados obtidos para as concentrações (mg/L) do fósforo reactivo dos ensaios efectuados

DATA	N.º ENSAIO	ALIMENTAÇÃO	REACTOR 1	REACTOR 2	DECANTADOR 1	DECANTADOR 2
14-06-2010	2	3,70	1,70	2,10	0,69	0,75
28-06-2010	3	3,90	1,60	1,50	0,71	0,94
08-07-2010	4	3,30	0,93	3,01	0,73	0,98
12-07-2010	5	3,00			1,41	1,28
15-07-2010	5	2,22	1,33	1,21	1,23	1,89
19-07-2010	6	3,04	0,61	2,2	0,44	0,37
26-07-2010	6	8	3,86	3,5	5,4	4,96
28-07-2010	6	6,96	3,89	3,56	4,69	4,26
29-07-2010	6	6,28		4,37		4,29

11.14. Anexo XIV - Resultados obtidos para o IVL nos efluentes a tratar e nos efluentes tratados ao longo dos ensaios efectuados

Tabela A8 - Resultados obtidos o IVL (mL/g) dos ensaios efectuados

TESTE CONE IMOHOFF (mL)						CÁLCULO DO IVL (mL/g)		
DATA	N.º AVALIAÇÃO	REACTOR 1	REACTOR 2	SST REACT. 1	SST REACT. 2	N.º AVALIAÇÃO	REACTOR 1	REACTOR 2
ENSAIO 1								
27-05-2010	1	300	700	908	908	1	330	771
04-06-2010	2	180	450	908	908	2	198	496
05-06-2010	3	170	525	908	908	3	187	578
07-06-2010	4	350	500	908	908	4	385	551
ENSAIO 2								
14-06-2010	1	200	220	1236	1484	1	162	148
17-06-2010	2	300	600	1236	1484	2	243	404
ENSAIO 3								
21-06-2010	1	220	350	690	590	1	319	373
28-06-2010	2	60	50	690	590	2	87	102
ENSAIO 4								
01-07-2010	1	70	60	1030	1805	1	68	33
05-07-2010	2	25	25	1030	1805	2	24	14
08-07-2010	3	80	20	1465	810	3	55	25
ENSAIO 5								
12-07-2010	1	100	100	940	650	1	106	154
15-07-2010	2	220	120	1430	510	2	154	235
19-07-2010	3	80	98	1430	510	3	56	192
ENSAIO 6								
26-07-2010	1	150	125	963	748	1	156	167
28-07-2010	2	70	90	963	748	2	73	120
29-07-2010	3	100	110	963	748	3	104	147

11.15. Anexo XV - Dados usados para efectuar o cálculo dos parâmetros cinéticos

Tabela A9 - Dados do tratamento biológico 1 usados para efectuar cálculos dos parâmetros cinéticos

N.º de ensaio	CBO5	CBO5	X_{VA}	Q0	R	V	CQO	CQO	tr
	entrada	saída	reactor	aliment	taxa utiliz. O ₂	reactor	entrada	saída	
	mg/L	mg/L	mg/L	L/d	mgO ₂ /L dia	L	mg/L	mg/L	
1	282,0	16,5	940	5,8	37	12,8	600	275	2,21
	276,8	13,3	940	5,8	37	12,8	589	222	2,21
	258,5	15,0	940	5,8	37	12,8	550	250	2,21
	221,8	9,4	940	5,8	37	12,8	472	156	2,21
2	37,6	0,4	1106	8,2	37	12,8	80	7	1,56
	59,2	2,8	1106	8,2	37	12,8	126	47	1,56
3	165,0	6,5	1106	5,8	37	12,8	351	109	2,21
	136,8	5,3	590	5,8	37	12,8	291	88	2,21
4	112,3	8,9	590	5,8	37	12,8	239	148	2,21
	162,6	6,1	815	5,8	37	12,8	346	102	2,21
	160,7	8,4	1280	5,8	37	12,8	342	140	2,21
5	98,2	3,4	1280	10,24	37	12,8	209	56	1,25
	172,0	4,2	940	10,24	37	12,8	366	70	1,25
	108,8	3,1	1295	10,24	37	12,8	231,5	52	1,25
6	98,2	3,4	1295	10,24	37	12,8	209	56	1,25
	172,0	4,2	900	10,24	37	12,8	366	70	1,25
	108,8	3,1	900	10,24	37	12,8	231,5	52	1,25

a)

b)

a) Considerar CBO5e/ CQOe=0,47 b) considerar CBO5s/ CQOs=0,06

Tabela A10 - Dados do tratamento biológico 2 usados para efectuar cálculos dos parâmetros cinéticos

N.º de ensaio	CBO5	CBO5	X _{VA}	Q0	R	V	CQO	CQO	tr d
	entrada	saída	reactor	aliment	taxa utiliz. O ₂	reactor	entrada	saída	
	mg/L	mg/L	mg/L	L/d	mgO ₂ /L dia	L	mg/L	mg/L	
1	282,0	10,6	797	3,9	55	12,8	600	177	3,28
	276,8	12,0	797	3,9	55	12,8	589	200	3,28
	258,5	13,2	797	3,9	55	12,8	550	220	3,28
	221,8	0,8	797	3,9	55	12,8	472	14	3,28
2	37,6	0,5	797	12,7	55	12,8	80	8	1,01
	59,2	3,3	1304	12,7	55	12,8	126	55	1,01
3	165,0	7,4	1304	8,2	55	12,8	351	124	1,56
	136,8	6,6	665	8,2	55	12,8	291	110	1,56
4	112,3	11,6	665	8,2	55	12,8	239	193	1,56
	162,6	7,8	1540	8,2	55	12,8	346	130	1,56
	160,7	11,7	765	8,2	55	12,8	342	195	1,56
5	98,2	3,9	765	6,4	55	12,8	209	65	2,00
	172,0	2,9	625	6,4	55	12,8	366	48	2,00
	108,8	5,2	495	6,4	55	12,8	231,5	86	2,00
6	98,2	3,9	495	6,4	55	12,8	209	65	2,00
	172,0	2,9	630	6,4	55	12,8	366	48	2,00
	108,8	5,2	630	6,4	55	12,8	231,5	86	2,00

11.16. Anexo XVI - Normas de descarga no rio Ave (Despacho 27286/2004, de 30 de Dezembro)

Tabela A11 - Valor limite conforme normas de descarga no rio Ave

PARÂMETRO	UNIDADES	VALOR LIMITE	
		Normal	Estiagem ⁽¹⁾
pH	-	-----	—
CBO ₅	mg/L O ₂	25	15
CQO	mg/L O ₂	125	100
SST	mg/L	35	30
Cor na diluição 1:20	-	Não visível 1:20	Não visível 1:20
Azoto Total	mg/L N	15	15
Fósforo Total	mg/L P	10	10

(1) Período de estiagem: 1 de Junho a 30 de Setembro

11.17. Anexo XVII – Características de um sistema a operar em regime de arejamento prolongado

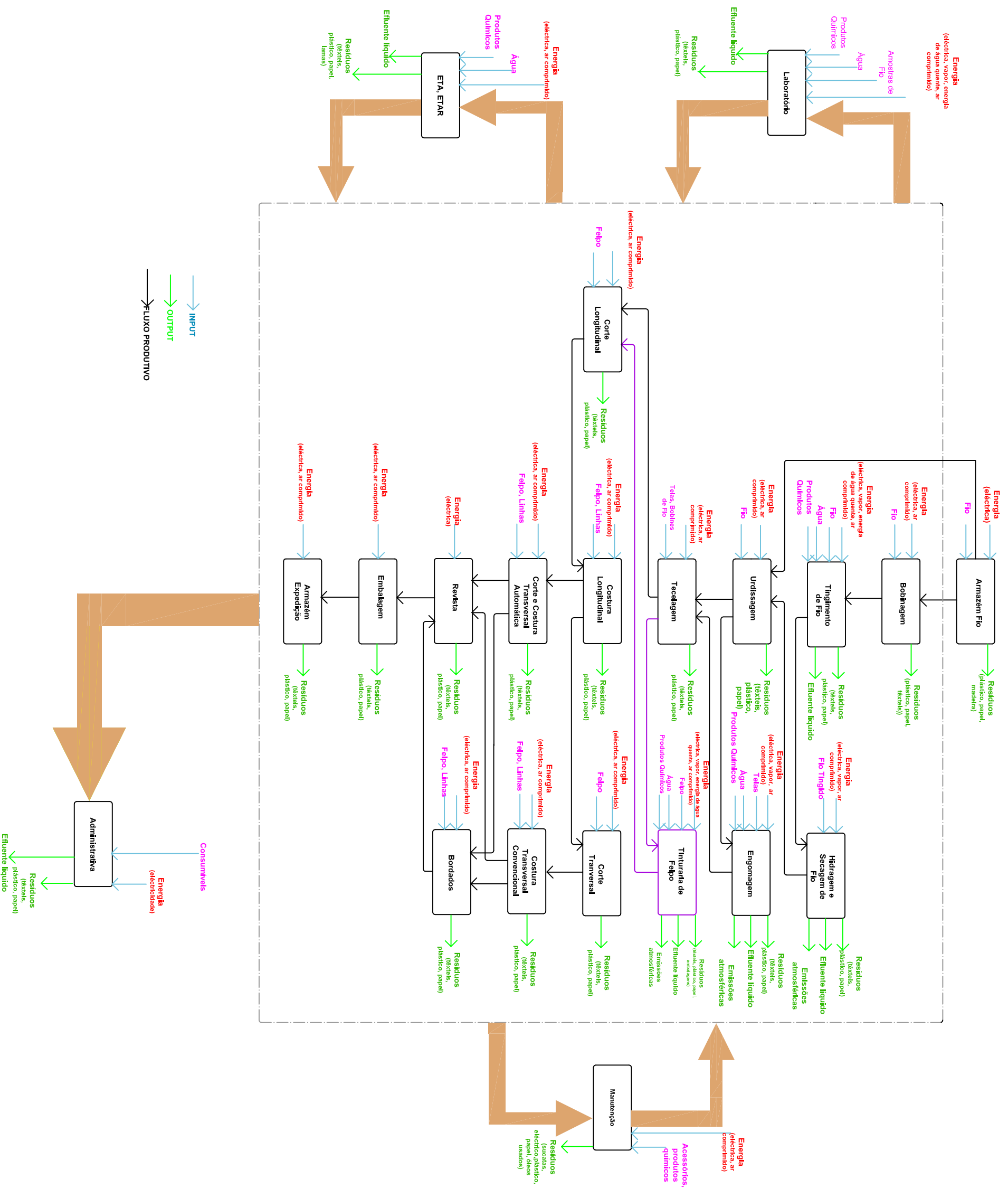
Tabela A12 – Características de um arejamento prolongado

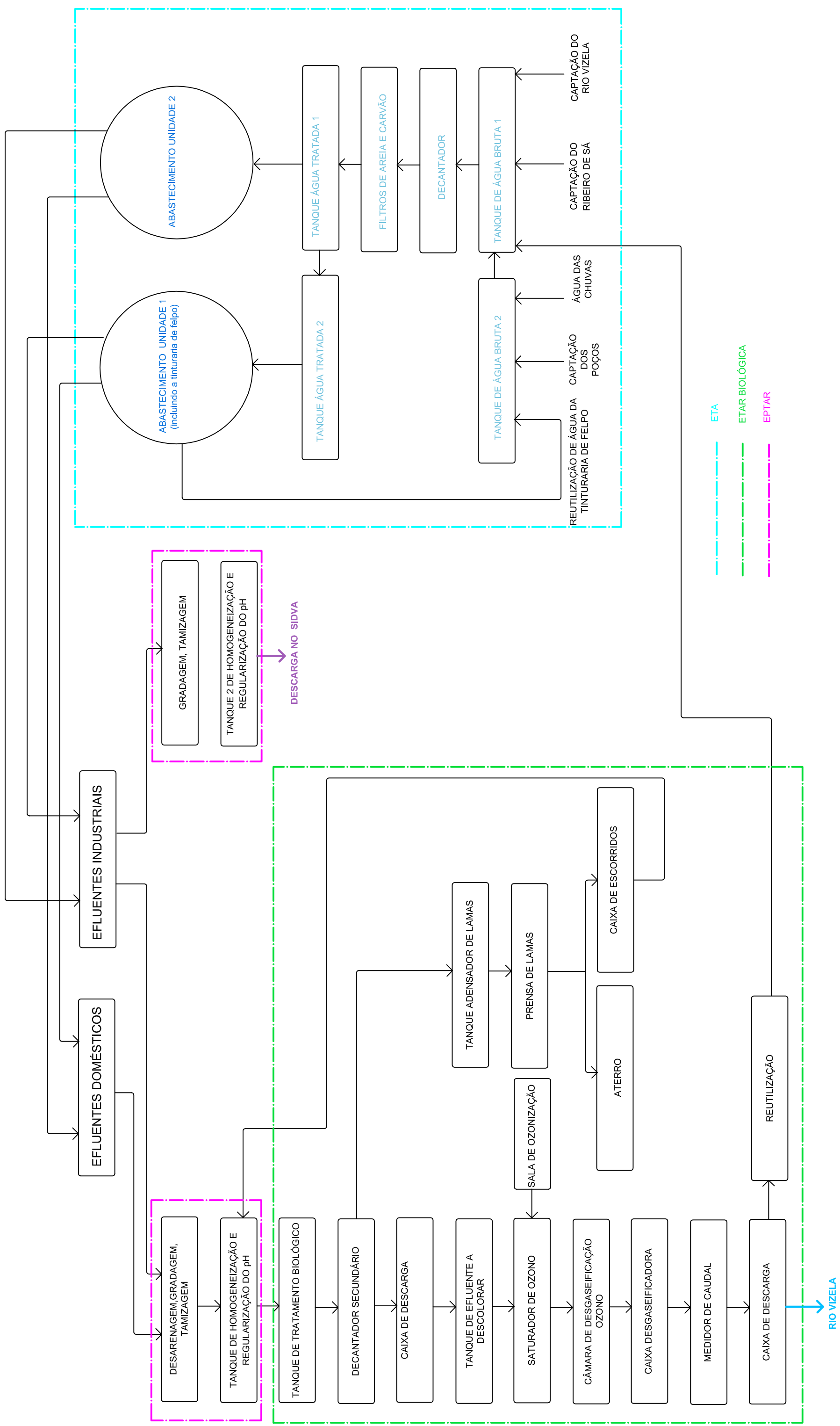
PARÂMETRO	UNIDADES	VALORES TÍPICOS
Idade das lamas, θ_c	d	20-30
A/M	Kg CBO ₅ /kg MLSS	0,05-0,15
Carga volumétrica	Kg CBO ₅ /m ³	0,16-0,40
Tempo de retenção hidráulica no reactor	h	18-24
Sólidos suspensos no licor misto	mg/L	3000-6000
Razão de recirculação de lamas	-	0,75-1,50
Eficiência de remoção de CBO ₅	%	75-90
Fornecimento de ar	m ³ /kg CBO ₅	90-125

Nota: adaptado do livro "Environmental Engineering", International Edition [6]

BALANÇO DAS MASSAS E FLUXOGRAMA DAS ACTIVIDADES

MUNDOTÊXTIL





FICHA DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

AMBIFLOC BIO MD

O Ambifloc BIO MD, é um coagulante / agente descorante, solúvel em água, de alta densidade catiónica e alto peso molecular.

A combinação sinérgica de poliaminas, tem por fim a inibição de cargas iónicas de várias famílias de corantes, destabilizando o meio e complexando-as.

Pela sua natureza, pode ser utilizado em sistemas biológicos, já que o seu efeito é progressivo nos remanescentes livres, aumentando a sua eficiência, nos casos de remoção de cor e redução de CQO e CBO₅.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- Aspecto: Líquido viscoso, amarelo claro
- Natureza: Catiónico
- Densidade a 25 °C (g/cm³): 1.24± 0.02
- Viscosidade a 25 °C (cP): 500 - 2500 (Brookfield LVT, LV1, 3 rpm)
- Solubilidade: Total em água

APLICAÇÃO E ARMAZENAMENTO:

O Ambifloc BIO MD é normalmente aplicado em soluções aquosas, cuja concentração é determinada em função da bomba doseadora ajustada de acordo com as necessidades do meio. Como o Ambifloc BIO MD é fácil e completamente solúvel em água, não existe necessidade de equipamento específico de dissolução ou crivos para remoção de sólidos não dissolvidos.

O Ambifloc BIO MD, tal e qual, tem boas características de armazenamento. As temperaturas inferiores a 5 °C e superiores a 35 °C devem ser evitadas porque diminuem o tempo de vida do produto, que em condições normais é de 1 ano

HIGIENE E SEGURANÇA:

O Ambifloc BIO MD tem um grau de toxicidade baixo e não necessita cuidados especiais de manuseamento. Para mais detalhes consultar a ficha de segurança.

SERVIÇO TÉCNICO:

A assistência técnica está implícita na venda do Ambifloc BIO MD. Isto inclui conselhos técnicos, ensaios laboratoriais e ensaios em campo.

ESPECIALIDADES BIOTECNOLÓGICAS BIOTECHNOLOGY

INDUSTRIA – IWT

DESCRIPCIÓN

KH 1611 es una formulación en polvo con una elevada concentración de cepas micelianas adaptadas por presión selectiva. Aplicado regularmente en el reactor biológico, KH 1611 va a producir *in situ* una amplia variedad de enzimas, asegurando la degradación de las moléculas orgánicas mediante un tipo de metabolismo distinto a la clásica degradación bacteriana.

Las cepas que integran KH 1611 se han seleccionado por su capacidad para descomponer numerosos compuestos recalcitrantes, como por ejemplo: moléculas mono y poliaromáticas, celulosa, licores negros y ciertos compuestos de la lignina.

VENTAJAS

- Aumenta los rendimientos de eliminación de la DQO y COT.
- Asiste a la población bacteriana mejorando la degradación de materias orgánicas recalcitrantes (DQO dura).
- Reduce el consumo de oxígeno (la descomposición fúngica consume menos oxígeno que la descomposición bacteriana).
- Mejora la floculación biológica: la particular forma de los microorganismos fúngicos mejora la estructura del floc biológico.
- Mejora y estabiliza la decantación del fango biológico.
- Disminuye la concentración de MES en el agua tratada en salida de planta.
- Actúa también en medios poco aireados.
- Resiste a los *shocks* tóxicos y tolera los efluentes de carácter ácido.
- Controla los malos olores derivados de sistemas biológicos tales como lagunas, balsas de fangos activos y filtros percoladores.

APLICACIONES

- Industria Papelera
- Refinerías e Industrias Químicas
- Industrias Farmacéuticas
- Industria Agroalimentaria

CARACTERÍSTICAS

- **Aspecto:** polvo de color marrón
- **Olor:** de levadura
- **Densidad:** 0,5 – 0,6 Kg/litro
- **Humedad:** 15%
- **pH de utilización:** 6,0 – 8,5

DOSIFICACIÓN

La dosificación depende de numerosos factores: caudal de agua residual, tipo de instalación, los valores de DBO y DQO, la naturaleza y concentración de contaminantes. Por ello, se establecerá por nuestro Servicio Técnico en colaboración con el responsable de la instalación. Es indispensable iniciar el tratamiento con una dosis de siembra con el fin de implantar la biomasa específica, para aplicar a continuación unas dosis de mantenimiento cuyo objetivo es el de mantener la población establecida.

MODO DE EMPLEO

Añadir la dosis diaria a las aguas residuales a la entrada del sistema de tratamiento biológico. Mezclar enérgicamente el producto con agua a temperatura ambiente (del agua de la estación) durante unos 60 minutos. El agua de preparación debe comprender 1 parte de influente y 4 partes de agua corriente.

Con el fin de mejorar la eficacia es importante respetar las condiciones óptimas de desarrollo de los microorganismos en los sistemas de depuración:

- **Temperatura comprendida entre 8 y 45 °C**
- **pH entre 6,0 y 8,5 (preferiblemente entre 7,0 y 7,5)**
- **Nitrógeno y Fósforo: conservar una relación DBO/N-NH₄/P-PO₄ de 100/5/1. En la práctica, mantener al menos 1 ppm en exceso en el efluente.**

SEGURIDAD – PRECAUCIONES

- **Almacenar el producto en un lugar fresco y seco.**
- **Mantener bien cerrados los embalajes tras la utilización del producto.**
- **Tras su manipulación, lavarse las manos con agua y jabón.**

EMBALAJES

- **No retornables**
- **Bidones con 25 bolsas hidrosolubles x 454 gramos**

Las informaciones contenidas en nuestros boletines, cartas e informes técnicos tienen como finalidad aconsejarles, dejando constancia de que los ensayos efectuados lo han sido con un interés constante de objetividad pero sin ningún compromiso por su parte. Los resultados de nuestros análisis están destinados igualmente a prestarles servicio para un mejor conocimiento de sus problemas y, al mismo tiempo, aconsejarles de la forma más útil posible. Dado que nuestra Sociedad no está facultada para ejercer ensayos oficiales, los resultados que le comunicamos en buena fe y con toda objetividad no podrán ser utilizados, en ningún caso, contra nadie a título de informe oficial, por ejemplo. Nuestros agentes comerciales y nuestros técnicos quedan a su entera disposición para efectuar con Uds. y sobre su propio material las pruebas necesarias para poner a punto las correspondientes aplicaciones. Nuestros productos deberán ser utilizados en estricta conformidad con su propio modo de empleo o bajo nuestros consejos, sin que ello implique una garantía o responsabilidad por nuestra parte bajo ningún concepto. Nuestra responsabilidad no queda en ningún momento comprometida en caso de copia de patentes o marcas.