



Universidade de Aveiro Departamento de Ambiente e Ordenamento
2012

Flávia Daniela Cardoso Moreira

**Avaliação da capacidade de absorção
de efluentes industriais em ETAR**



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR



**Avaliação da capacidade de absorção
de efluentes industriais em ETAR**

Estágio curricular apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizado sob a orientação do Professor Doutor Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja, Professor Associado do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro e da Engenheira Eunice Fonseca, Diretora de Exploração das Águas Residuais da empresa Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR



O júri

Presidente

Prof^a. Doutora Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais, Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro.

Vogal - Arguente Principal

Prof. Doutor Rui Alfredo da Rocha Boaventura, Investigador Principal, Universidade do Porto - Faculdade de Engenharia (aposentado).

Vogal - Orientador

Prof. Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja, Professor Associado, Universidade de Aveiro.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR



Agradecimentos

Gostaria de expressar os meus agradecimentos a todos os que, de certa forma, contribuíram para que este estágio de Mestrado se tornasse realidade.

Ao Professor Doutor Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja, meu Orientador, pela disponibilidade, orientação e ensinamentos transmitidos ao longo deste tempo.

Às Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM, pelo apoio e facilidades disponibilizadas de poder fazer o estágio nesta empresa.

À Engenheira Eunice Fonseca, Diretora de Exploração das Águas Residuais da empresa Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM, pela sua disponibilidade em me orientar.

Ao Dr. Hélder Pacheco, da empresa Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM, por me orientar e guiar ao longo destes meses de trabalho.

A todos os meus amigos que me acompanharam ao longo desta jornada e que de uma forma ou de outra contribuíram para que aqui estivesse hoje.

Um agradecimento em especial a toda a minha família pelo apoio e incentivo que me deram, em especial aos meus pais, à Márcia e ao Tiago, que muita paciência tiveram durante estes meses, e que de certa forma ajudaram-me a continuar e nunca desistir.

A todos vós dedico este meu estágio.





Palavras-Chave

Estação de Tratamento de Águas Residuais, efluentes industriais, bacia drenante, vala de oxidação, capacidade de absorção.

Resumo

Relatório de estágio curricular, em parceria com a empresa Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM, intitulado de "Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR", tendo como objetivos os três pontos que se seguem: desenvolver uma abordagem para avaliar a real capacidade de tratamento de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais já construída, ETAR de Febros, constituindo a base de uma metodologia a aplicar ao conjunto de bacias drenantes; aplicar a metodologia a um caso de estudo para a sua validação; com base no caso de estudo, identificar a informação relevante a contemplar no Regulamento Municipal de Gaia (Regulamento Municipal n.º 284/2009) para as ligações de efluentes industriais.

Neste relatório começou-se por analisar os dados de base de dimensionamento da ETAR, para posterior comparação com os dados verificados atualmente.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Fez-se também a análise ao dimensionamento dos órgãos e equipamentos da ETAR para se comparar com os valores presentes na literatura.

De seguida, analisou-se condições operacionais da ETAR em que se fez a avaliação do caudal industrial da ETAR de Febros.

Por fim, avaliou-se a capacidade adicional de absorção de efluentes industriais para esta ETAR.

Como principais conclusões, a ETAR de Febros apresenta uma capacidade adicional de absorção de caudal mesmo tendo em consideração os valores de infiltração considerados no seu projeto; e a capacidade adicional de absorção de efluentes industriais, face às ligações atualmente existentes situa-se entre 1300 m³/d considerando uma concentração em CBO₅ de efluente industrial de 800 mg/l ou de cerca de 800 m³/d se essa concentração for de 1000 mg/l.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR



Keywords

Wastewater Treatment Plant, industrial effluents, drainage basin, oxidation ditch, absorption capacity.

Abstract

This internship curricular report, in partnership with Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM, titled "Evaluation of the absorption capacity in Industrial WWTP", had three main points as objectives: developing an approach to evaluate the real capability of an already existent wastewater treatment plant (WWTP of Febros), providing a groundwork for the application of the methodology to the set of drainage basins; apply the methodology to a case study in order to test its validation; regarding the case study, identify the relevant information found in the Municipal Regulation of Gaia (Municipal Regulation n.º 284/2009) for the connections of industrial effluents.

This report started with the analysis of the WWTP design data base, in order to compare them with the currently verified data.

Analysis of the different compartments and equipment of the WWTP was also made and compared with the values in the literature.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR



Next, the WWTP's operational conditions were analyzed, evaluating the industrial wastewater flow rate of the WWTP of Febros.

Lastly, the capacity of additional absorption of industrial effluents was evaluated for the same plant.

The main conclusions from this report are as follows: the WWTP of Febros has additional capacity to absorb wastewater flow rate, already taking into account the values of infiltration considered in its design; and the additional capacity to absorb industrial wastewater, as compared to currently existing connections, showed values between 1300 m³/d considering a BOD₅ concentration of 800 mg/l or about 800 m³/d if that concentration is of 1000 mg/l.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR



Índice

Índice de Figuras	xix
Índice de Tabelas	xxiii
Lista de Abreviaturas	xxvii
Capítulo 1 - Introdução	1
Capítulo 2 - Estabelecimento da metodologia de trabalho	5
Capítulo 3 - Descrição do Sistema de Saneamento da bacia drenante de Febros	7
3.1 Sistema de drenagem	7
3.2 ETAR	8
3.2.1 Localização	8
3.2.2 Características dos órgãos e processos da ETAR	8
Capítulo 4 - Análise dos dados de base de dimensionamento da ETAR	17
4.1 Dados de projeto	17
4.1.1 População	17
4.1.2 Capitação	17
4.1.3 Caudais	18
4.1.4 Cargas	19
4.2 Dados atuais	20
4.2.1 População	20
4.2.2 Consumos	22
4.2.3 Capitações	24
4.2.4 Caudais	25
4.2.4 Concentração	25
Capítulo 5 - Análise ao dimensionamento da ETAR	27
5.1 Grelha de grossos	27
5.2 Grelha de finos	27
5.3 Desarenador	28
5.4 Tratamento Biológico (Vala de oxidação)	29



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

5.5 Decantador secundário	30
Capítulo 6 - Análise às condições operacionais da ETAR.....	31
6.1 Estimativa do caudal industrial	31
6.2 Análise aos parâmetros funcionais da ETAR.....	32
6.2.1 Desarenador	33
6.2.2 Vala de oxidação	34
6.2.3 Decantador Secundário	36
6.3 Caudal.....	37
6.4 Carga orgânica.....	37
6.5 Relação caudal concentração	38
6.6 Cálculo e análise ao equivalente populacional industrial	43
Capítulo 7 - Avaliação da capacidade adicional de absorção de efluentes industriais para a ETAR de Febros	47
7.1 Comparação dos dados de base da ETAR.....	47
Capítulo 8 - Conclusões.....	51
Referências	53
Anexo 1 - Caudais	A1.1
Anexo 2 - Parâmetros de qualidade	A2.1
2.1 Carência Bioquímica de Oxigénio ao fim de 5 dias (CBO ₅)	A2.1
2.2 Carência Química de Oxigénio (CQO).....	A2.9
2.3 Sólidos Suspensos Totais (SST).....	A2.17
2.4 Azoto (N).....	A2.25
2.5 Fósforo (P)	A2.29
Anexo 3 - Dados de dimensionamento dos órgãos da ETAR de Febros.....	A3.1
3.1 Desarenador.....	A3.1
3.2 Vala de oxidação	A3.6
3.3 Decantador secundário	A3.19



Índice de Figuras

Figura 1: Localização da ETAR de Febros, em Gaia (adaptado de [12]).....	7
Figura 2: Localização das ETAR no concelho de Gaia (adaptado de [11]).....	7
Figura 3: Localização das freguesias de Gaia que drenam os efluentes para a ETAR de Febros (adaptado de [12])	8
Figura 4: Vista da ETAR de Febros com detalhe da distribuição espacial dos diferentes órgãos de tratamento (adaptado de [11]).....	9
Figura 5: Zona de gradagem da ETAR de Febros (adaptado de [11]).....	11
Figura 6: Zona de desarenamento e desengorduramento da ETAR (adaptado de [11])	12
Figura 7: Vista dos reatores biológicos (adaptado de [11]).....	14
Figura 8: Decantador secundário da ETAR de Febros (adaptado de [11]).....	14
Figura 9: Espessador gravítico da ETAR de Febros (adaptado de [11]).....	15
Figura 10: Zona de desidratação de lamas da ETAR de Febros (adaptado de [11]) ...	15
Figura 11: Evolução da população na bacia de Febros desde 2000 a 2020.....	21
Figura 12: Evolução do caudal e do CBO ₅ afluente médios ao longo dos anos	39
Figura 13: Evolução do caudal e do CBO ₅ efluente médios ao longo dos anos	40
Figura 14: Evolução do caudal e do CBO ₅ afluente médios mensais de 2008 a 2011	41
Figura 15: Evolução do caudal e do CBO ₅ efluente médios mensais de 2008 a 2011	42
Figura 16: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m ³ /d) e média anual do ano 2004.....	A1.3
Figura 17: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m ³ /d) e média anual do ano 2005.....	A1.4
Figura 18: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m ³ /d) e média anual do ano 2006.....	A1.4
Figura 19: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m ³ /d) e média anual do ano 2007.....	A1.5
Figura 20: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m ³ /d) e média anual do ano 2008.....	A1.5
Figura 21: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m ³ /d) e média anual do ano 2009.....	A1.6
Figura 22: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m ³ /d) e média anual do ano 2010.....	A1.6
Figura 23: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m ³ /d) e média anual do ano 2011.....	A1.7



Figura 24: CBO ₅ medido no afluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2008.....	A2.4
Figura 25: CBO ₅ medido no afluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2009.....	A2.5
Figura 26: CBO ₅ medido no afluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2010.....	A2.5
Figura 27: CBO ₅ medido no afluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2011.....	A2.6
Figura 28: CBO ₅ medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2008.....	A2.6
Figura 29: CBO ₅ medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2009.....	A2.7
Figura 30: CBO ₅ medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do mesmo ano (2010).....	A2.7
Figura 31: CBO ₅ medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2011.....	A2.8
Figura 32: CQO medido no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2008.....	A2.12
Figura 33: CQO medido no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2009.....	A2.13
Figura 34: CQO medido no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2010.....	A2.13
Figura 35: CQO medido no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2011.....	A2.14
Figura 36: CQO medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2008.....	A2.14
Figura 37: CQO medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2009.....	A2.15
Figura 38: CQO medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2010.....	A2.15
Figura 39: CQO medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2011.....	A2.16
Figura 40: SST medidos no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2008.....	A2.20
Figura 41: SST medidos no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2009.....	A2.21



Figura 42: SST medidos no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2010.....	A2.21
Figura 43: SST medidos no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2011.....	A2.22
Figura 44: SST medidos no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2008.....	A2.22
Figura 45: SST medidos no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2009.....	A2.23
Figura 46: SST medidos no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2010.....	A2.23
Figura 47: SST medidos no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2011.....	A2.24
Figura 48: Azoto medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2008.....	A2.27
Figura 49: Azoto medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2009.....	A2.27
Figura 50: Azoto medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2010.....	A2.28
Figura 51: Azoto medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2011.....	A2.28
Figura 52: Fósforo medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2008.....	A2.31
Figura 53: Fósforo medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2009.....	A2.31
Figura 54: Fósforo medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2010.....	A2.32
Figura 55: Fósforo medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m ³) e média anual do ano 2011.....	A2.32





Índice de Tabelas

Tabela 1: Previsão da população para a bacia de Febros nos anos de 2000 e 2020 ..	17
Tabela 2: Capitações para a bacia de Febros nos anos de 2000 e 2020	18
Tabela 3: Caudais domésticos, industriais e de infiltração para os anos de 2000 e 2020 da ETAR de Febros	18
Tabela 4: Caudais totais com e sem infiltração para os anos de 2000 e 2020 da ETAR de Febros.....	19
Tabela 5: Cargas poluentes dos parâmetros para os cálculos de concentração assumidas para a ETAR de Febros	19
Tabela 6: Parâmetros de CBO ₅ , CQO, SST, fósforo e azoto totais, em carga (kg/d) e concentração (mg/l) dos anos de 2000 e 2020.....	20
Tabela 7: População da bacia de Febros obtida com recurso aos censos de 2001 e 2011 [17]	21
Tabela 8: Evolução da população, tendo em conta a memória descritiva (anos de 2000 e 2020) e os censos (2001 e 2011)	21
Tabela 9: Consumos de água na bacia de Febros, em 2011	22
Tabela 10: Consumo de água da população (ano de 2011) e fator de afluência à rede	23
Tabela 11: Locais de consumo, de saneamento e isentos de saneamento na bacia de Febros, em 2011	23
Tabela 12: Resumo das médias anuais de caudal (m ³ /d), desde 2004 a 2011 para a ETAR de Febros	25
Tabela 13: Resumo das concentrações analisadas na ETAR de Febros, desde 2008 a 2011	26
Tabela 14: Gama de valores típicos e valores de projeto (ano de 2020) para os parâmetros da grade de remoção de grossos da ETAR de Febros	27
Tabela 15: Gama de valores típicos e valores de projeto (ano de 2020) para os parâmetros da grade de remoção de finos da ETAR de Febros.....	28
Tabela 16: Gama de valores típicos e valores de projeto (ano de 2020) para os parâmetros do desarenador da ETAR de Febros	28
Tabela 17: Gama de valores típicos e valores de projeto (ano de 2020) para os parâmetros da vala de oxidação da ETAR de Febros	29
Tabela 18: Gama de valores típicos e valores de projeto (ano de 2020) para os parâmetros do decantador secundário da ETAR de Febros.....	30
Tabela 19: Dados para o cálculo do caudal doméstico de 2011 da ETAR de Febros	31



Tabela 20: Cálculo do caudal médio industrial de 2011 da ETAR de Febros	32
Tabela 21: Dados dos parâmetros da ETAR de Febros para o ano de 2011	32
Tabela 22: Tabela-resumo dos valores dos parâmetros funcionais do desarenador	34
Tabela 23: Tabela-resumo dos valores dos parâmetros funcionais da vala de oxidação	35
Tabela 24: Tabela-resumo dos valores dos parâmetros funcionais do decantador secundário	36
Tabela 25: Valores do caudal e CBO ₅ afluente médios anuais de 2008 a 2011	38
Tabela 26: Valores do caudal e CBO ₅ efluente médios anuais de 2008 a 2011	39
Tabela 27: Valores do caudal e CBO ₅ afluente médios mensais de 2008 a 2011	40
Tabela 28: Valores do caudal e CBO ₅ efluente médios mensais de 2008 a 2011	41
Tabela 29: Tabela-resumo com os dados para analisar a capacidade adicional de absorção de efluentes da ETAR do Febros	47
Tabela 30: Cenários potenciais para a exploração da ETAR de Febros no H.P.	48
Tabela 31: Caudal industrial (m ³ /d) em função das hipóteses de evolução populacional e da concentração de efluente industrial	49
Tabela 32: Concentração da componente doméstica (mg/l), expressa como CBO ₅	50
Tabela 33: Caudal industrial adicional (m ³ /d)	50
Tabela 34: Volume de efluente tratado na ETAR de Febros (m ³ /mês) de 2004 a 2011 com média anual	A1.1
Tabela 35: Volume de efluente tratado na ETAR de Febros (m ³ /d) de 2004 a 2011 com média anual e média mensal de 2004 a 2011	A1.2
Tabela 36: Valor Máximo de Concentração, Valor Limite de Emissão e percentagem mínima de remoção de CBO ₅ a cumprir	A2.1
Tabela 37: Valores de CBO ₅ afluente e efluente (g/m ³) obtidos nas análises e percentagem de remoção verificada; média anual de CBO ₅ afluente e efluente para os anos de 2008 a 2011	A2.1
Tabela 38: Valor Máximo de Concentração, Valor Limite de Emissão e percentagem mínima de remoção de CQO a cumprir	A2.9
Tabela 39: Valores de CQO afluente e efluente (g/m ³) obtidos nas análises e percentagem de remoção verificada; média anual de CQO afluente e efluente para os anos de 2008 a 2011	A2.9



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Tabela 40: Valor Máximo de Concentração, Valor Limite de Emissão e percentagem mínima de remoção de CQO a cumprir	A2.17
Tabela 41: Valores de SST afluente e efluente (g/m^3) obtidos nas análises e percentagem de remoção verificada; média anual de SST afluente e efluente para os anos de 2008 a 2011	A2. 17
Tabela 42: Valor Limite de Emissão e percentagem mínima de remoção de azoto a cumprir	A2. 25
Tabela 43: Valores de azoto efluente (g/m^3) obtidos nas análises; média anual de azoto no efluente para os anos de 2008 a 2011	A2. 25
Tabela 44: Valor Limite de Emissão e percentagem mínima de remoção de fósforo a cumprir	A2.29
Tabela 45: Valores de fósforo efluente (g/m^3) obtidos nas análises; média anual de fósforo no efluente para os anos de 2008 a 2011	A2. 29
Tabela 46: Cálculos justificativos do volume do desarenador (anos 2000 e 2020).....	A3. 1
Tabela 47: Parâmetros de funcionamento do desarenador (anos de 2000 e 2020).....	A3. 2
Tabela 48: Cálculo do arejamento do desarenador (anos de 2000 e 2020).....	A3. 3
Tabela 49: Cálculo de extração de areias (anos de 2000 e 2020).....	A3. 4
Tabela 50: Cálculo de extração de gorduras no desengordurador (anos de 2000 e 2020).....	A3. 4
Tabela 51: Medição e regulação de caudal no tratamento biológico (anos 2000 e 2020)	A3.6
Tabela 52: Características do efluente de entrada no tratamento biológico (anos 2000 e 2020).....	A3. 6
Tabela 53: Características do efluente (anos 2000 e 2020)	A3.7
Tabela 54: Critérios de cálculo para o dimensionamento das valas de oxidação (anos 2000 e 2020).....	A3.8
Tabela 55: Parâmetros de cálculo (anos 2000 e 2020)	A3.8
Tabela 56: Cálculo do volume dos reatores (anos 2000 e 2020).....	A3.8
Tabela 57: Parâmetros de funcionamento dos reatores (anos 2000 e 2020)	A3.9
Tabela 58: Cálculo do rendimento do processo (anos 2000 e 2020).....	A3.9
Tabela 59: Dados do processo de nitrificação para o cálculo da temperatura (anos 2000 e 2020).....	A3.10
Tabela 60: Cálculo das necessidades de oxigénio (anos 2000 e 2020)	A3.10



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Tabela 61: Cálculo do oxigénio liberto na desnitrificação (anos de 2000 e 2020) ..	A3.12
Tabela 62: Tabela-resumo das necessidades totais de oxigénio em condições de campo (anos 2000 e 2020).....	A3.13
Tabela 63: Tabela-resumo do coeficiente de transferência (anos 2000 e 2020)	A3.14
Tabela 64: Tabela-resumo das necessidades totais de oxigénio em condições normalizadas (anos 2000 e 2020).....	A3.14
Tabela 65: Tabela-resumo do sistema de arejamento (anos 2000 e 2020).....	A3.15
Tabela 66: Tabela-resumo da agitação suplementar (anos 2000 e 2020).....	A3.16
Tabela 67: Tabela-resumo do controle de oxigénio dissolvido (anos 2000 e 2020)	A3.16
Tabela 68: Tabela-resumo da recirculação do licor-mistura (anos 2000 e 2020) ...	A3.16
Tabela 69: Tabela-resumo das necessidades de rotores em condições de emergência (anos 2000 e 2020).....	A3.17
Tabela 70: Dados da recirculação de lamas (anos 2000 e 2020).....	A3.18
Tabela 71: Características do efluente (anos de 2000 e 2020)	A3.19
Tabela 72: Parâmetros de projeto do decantador secundário (anos de 2000 e 2020).....	A3.19
Tabela 73: Dimensionamento do decantador secundário (anos 2000 e 2020).....	A3.20
Tabela 74: Funcionamento do decantador secundário (anos 2000 e 2020).....	A3.21



Lista de Abreviaturas

CBO₅ - Carência Bioquímica de Oxigênio ao fim de 5 dias

CQO - Carência Química de Oxigênio

DL - Decreto-Lei

DR - Decreto Regulamentar

Eq. pop. - Equivalentes populacionais

ETAR - Estação de Tratamento de Águas Residuais

H.P. - Horizonte de projeto

INE - Instituto Nacional de Estatística

N - Azoto

N total - Azoto total

OD - Oxigênio Dissolvido

P - Fósforo

P total - Fósforo total

PDM - Plano Diretor Municipal

RM 284 - Regulamento Municipal n.º 284/2009

SST - Sólidos Suspensos Totais

SVT - Sólidos Voláteis Totais

TRH - Tempo de Retenção Hidráulico

VLE - Valor Limite de Emissão

VMC - Valor Máximo de Concentração





Capítulo 1 - Introdução

As Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) são dimensionadas para tratar as águas residuais geradas numa bacia drenante de modo a que possam ser descarregadas num meio recetor hídrico causando um impacte ambiental aceitável, tendo como referência os Valores Limite de Emissão (VLE) consignados no Anexo XVIII do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de agosto [1].

Por outro lado devem igualmente ser considerados os DL n.º 152/97 de 19 de junho [2], o DL n.º 348/98 de 9 de novembro [3], o DL n.º 149/2004 de 22 de junho [4] e o DL 198/2008 de 8 de outubro [5] que estabelecem o nível de tratamento que as ETAR que tratam águas residuais domésticas devem ter, no cumprimento da Diretiva 91/271/CE do Conselho de 21 de maio [6], alterada pela Diretiva 98/15/CE da Comissão de 27 de fevereiro de 1998 [7] e pelo Regulamento (CE) n.º 1882/2003 do Parlamento e do Conselho de 29 de setembro [8].

O Decreto Regulamentar n.º 23/95 (DR) de 23 de agosto, é um guia para a conceção, construção e exploração das ETAR. O DR refere que devem ser feitos estudos de evolução populacional, da capitação média anual de afluência à rede, dos consumos domésticos (tendo em conta os habitantes que são servidos) e dos consumos industriais, dos consumos públicos, fugas e perdas, e volumes de água para combate a incêndios [9].

Os sistemas de drenagem pública de águas residuais envolvem as redes de coletores, as instalações de tratamento (ETAR) e os dispositivos de descarga final. A sua conceção deve passar por uma análise prévia do destino final a dar aos efluentes, tanto do ponto de vista de proteção dos recursos naturais como de saúde pública e de economia global da obra [9].

Estes sistemas podem ser:

- Separativos, quando constituídos por duas redes de coletores distintas: uma rede destinada à recolha e transporte das águas residuais domésticas e industriais e outra rede destinada à drenagem das águas pluviais ou similares;
- Unitários, quando constituídos por uma única rede de coletores onde são admitidas conjuntamente as águas residuais domésticas, industriais e pluviais;



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

- Mistos, quando constituídos pela conjugação dos dois tipos de rede anteriores, em que parte da rede de coletores funciona como sistema unitário e a restante parte como sistema separativo;
- Separativos parciais ou pseudo-separativos, em que se admite, em condições excepcionais, a ligação de águas pluviais de pátios interiores ao coletor de águas residuais domésticas [9].

No entanto nem todos os produtos podem ser lançados diretamente na rede ou por intermédio de canalizações prediais, etc., nas redes de drenagem pública de águas residuais, nomeadamente:

- Matérias explosivas ou inflamáveis;
- Matérias radioativas em concentrações consideradas inaceitáveis pelas entidades competentes;
- Efluentes de laboratórios ou de instalações hospitalares que, pela sua natureza química ou microbiológica, constituam um elevado risco para a saúde pública ou para a conservação das tubagens;
- Entulhos, areias ou cinzas;
- Efluentes com temperaturas superiores a 30°C;
- Lamas extraídas de fossas sépticas e gorduras ou óleos de câmaras retentoras ou dispositivos similares, que resultem de operações de manutenção;
- Quaisquer outras substâncias, nomeadamente sobejos de comida e outros resíduos, triturados ou não, que possam obstruir ou danificar os coletores e os acessórios, ou inviabilizar o processo de tratamento;
- Efluentes de unidades industriais que contenham:
 - Compostos cíclicos hidroxilados e seus derivados halogenados;
 - Matérias sedimentáveis, precipitáveis e flutuantes que, por si só ou após mistura com outras substâncias existentes nos coletores, possam pôr em risco a saúde dos trabalhadores ou as estruturas dos sistemas;
- Substâncias que impliquem a destruição dos processos de tratamento biológico;
- Substâncias que possam causar a destruição dos ecossistemas aquáticos ou terrestres nos meios recetores;
- Quaisquer substâncias que estimulem o desenvolvimento de agentes patogénicos.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Além dos estudos, referidos anteriormente, para o dimensionamento de uma ETAR, o DR estabelece ainda, que é necessário saber:

- Fator de afluência à rede - (valor pelo qual se deve multiplicar a capitação de consumo de água para se obter a capitação de afluência à rede de águas residuais domésticas; este valor, varia consoante as zonas de características idênticas, que são função da extensão de zonas verdes ajardinadas ou agrícolas e dos hábitos de vida da população, encontrando-se na gama de 0,70 a 0,90);
- Caudal médio anual - que é calculado fazendo o produto da capitação média anual de afluência à rede pelo número de habitantes servidos;
- Caudais de infiltração - provêm da água existente no solo e devem ser ponderados no projeto de novos sistemas de drenagem. São função das características hidrogeológicas do solo e do tipo e estado de conservação do material dos coletores e das juntas;
- Caudais industriais - no caso de haver uma considerável componente industrial, é fundamental a inventariação das indústrias de modo a serem conhecidos os caudais rejeitados e estimados os futuros caudais, as suas características físicas, químicas, biológicas e bacteriológicas e os períodos de laboração [9].

A ETAR objeto de estudo retratada neste trabalho é a ETAR de Febros, que foi dimensionada segundo os critérios presentes no DR.

Quando os consumos efetivos de água são inferiores aos considerados no projeto, há a possibilidade de admitir um número adicional ao previsto de ligações industriais, dado que na realidade a ETAR passa a ter uma capacidade livre para receber novos efluentes industriais.

Por outro lado, é necessário avaliar igualmente a capacidade de tratamento efetiva de uma ETAR, dado que, ao serem aplicados no seu dimensionamento critérios desenvolvidos para águas residuais domésticas, no caso do tratamento de efluentes industriais as constantes cinéticas e as constantes de biodegradabilidade assumem valores diferentes, alterando as taxas de eficiência de remoção de matéria orgânica da ETAR.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Assim os objetivos deste estágio são:

- Desenvolver uma abordagem para avaliar a real capacidade de tratamento de uma ETAR já construída, constituindo a base de uma metodologia a aplicar ao conjunto de bacias drenantes das Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM;
- Aplicar a metodologia a um estudo de caso para validação;
- Com base no estudo de caso, identificar e propor informação relevante a contemplar no Regulamento Municipal de Gaia (Regulamento Municipal n.º 284/2009) para as ligações de efluentes industriais [10].



Capítulo 2 - Estabelecimento da metodologia de trabalho

Na prossecução dos objetivos no âmbito do estágio curricular na empresa Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM, foram propostas um conjunto de tarefas como constituindo a base de uma metodologia a estabelecer em estudos similares a serem levados a cabo na totalidade das bacias drenantes que constituem o sistema de tratamento de águas residuais do concelho de Vila Nova de Gaia. Assim as tarefas identificadas foram as seguintes:

i) Identificação da bacia drenante a ser usada como estudo de caso, na validação da metodologia proposta

Esta tarefa é considerada de grande importância, dado que a validação de uma metodologia pressupõe a existência de um conjunto de informação validada, que minimize o grau de incerteza e possibilite uma quantificação assertiva que se traduz em conclusões efetivas.

Considerando o âmbito de estudo, a bacia drenante da ETAR de Febros foi considerada como adequada, pelo que será objeto de descrição no capítulo 3 e considerado como estudo de caso em capítulos posteriores;

ii) Análise aos dados de base de dimensionamento da ETAR e sua comparação com os dados atuais de exploração

A tarefa consiste na comparação entre os dados de base usados no projeto (população, capitações, concentrações de Carência Bioquímica de Oxigénio - CBO₅ à entrada da ETAR) e os dados atuais.

Para a realização desta tarefa foi efetuado um tratamento estatístico (cálculo de valores médios mensais e média anual) dos diferentes parâmetros de exploração da ETAR (população, capitação, caudal, CBO₅, Carência Química de Oxigénio - CQO, Sólidos Suspensos Totais - SST e carga orgânica) quer no que respeita a dados de entrada quer a dados de saída (efluente tratado), sendo os resultados apresentados no capítulo 4 e anexos 1 e 2. A análise de dados cobriu os anos de 2008, 2009, 2010 e 2011;

iii) Análise ao dimensionamento da ETAR de Febros

Esta tarefa consiste na verificação dos critérios de dimensionamento usados no projeto da ETAR de Febros, tendo como termo de comparação valores



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

típicos ou valores médios retirados da literatura. O desenvolvimento desta tarefa encontra-se descrito no capítulo 5.

iv) Análise aos parâmetros de funcionamento dos diferentes órgãos e equipamentos que constituem a ETAR

Tendo por base os resultados obtidos nas tarefas ii) e iii) foram calculados os valores para os parâmetros de funcionamento dos diferentes órgãos e equipamentos da ETAR, tendo em vista a sua comparação com os valores de projeto e posterior utilização na avaliação da capacidade disponível de tratamento. Os resultados obtidos são apresentados no capítulo 6.

v) Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais

Face à análise efetuada na tarefa anterior (tarefa iv)) é possível estimar a quantidade (caudal) e a qualidade (carga orgânica) de efluentes industriais que poderão ser absorvidos na ETAR de Febros sendo para o efeito estabelecidos cenários de caudal e concentração.

Da análise dos cenários podem inferir-se propostas de qualidade para os efluentes industriais, tendo em vista a sua análise e discussão como contributo para a revisão do Regulamento Municipal (condições de ligação para os efluentes industriais ao sistema de saneamento das Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM).



Capítulo 3 - Descrição do Sistema de Saneamento da bacia drenante de Febros

3.1 Sistema de drenagem

O sistema de drenagem em estudo é o de Febros. A ETAR de Febros é uma das cinco ETAR do concelho de Vila Nova de Gaia, e trata águas residuais das freguesias de Avintes, Olival, Pedroso, Seixezelo, Vilar de Andorinho e uma parte da freguesia de Oliveira do Douro [11]. Na figura 1, observa-se a localização da ETAR.



Figura 1: Localização da ETAR de Febros, em Gaia (adaptado de [12])

Na figura 2, apresenta-se a delimitação do concelho em termos de bacias drenantes, destacando-se a sombreado a zona de cobertura referente à ETAR de Febros.



Figura 2: Localização das ETAR no concelho de Gaia (adaptado de [11])



Figura 4: Vista da ETAR de Febros com detalhe da distribuição espacial dos diferentes órgãos de tratamento (adaptado de [11])



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Os diferentes órgãos de tratamento estão distribuídos por três linhas de tratamento:

- linha líquida;
- linha de lamas;
- linha de desodorização.

Da linha líquida, que é onde se realiza o tratamento das águas residuais, fazem parte o tratamento preliminar que consiste na remoção de detritos (gradados), areias e gorduras, o tratamento biológico do tipo arejamento prolongado e a decantação secundária. Ainda existe o tratamento através de filtros, de modo a permitir a reutilização da água tratada como água industrial para uso da própria ETAR [11].

Da linha de tratamento de lamas fazem parte o espessamento das lamas por gravidade, homogeneização das lamas, desidratação através de centrifugação e armazenamento numa tremonha metálica para posterior transporte a destino final [11].

Na linha de desodorização há a extração de ar contaminado proveniente do espessador por gravidade e do edifício de pré-tratamento/desidratação para ser purificado numa coluna de carvão ativado [11].

Em resumo, fazem parte da ETAR de Febros os seguintes órgãos/processos:

- Gradagem, desarenamento e desengorduramento;
- 3 tanques de arejamento com volume de 6053 m³ cada;
- 3 decantadores secundários com 25 m de diâmetro;
- 1 espessador com diâmetro de 14 m;
- Desidratação mecânica de lamas com 2 centrifugas;
- Silo de armazenamento de lamas de 50 m³;
- Tratamento de odores numa coluna de desodorização com carvão ativado para 6380 m³/h de ar.



3.2.2.1 Obra de Entrada e Gradagem

Nesta fase, o objetivo principal é remover os constituintes que causem problemas de manutenção e operacionais, como os sólidos de maiores dimensões (gradagem) que poderão danificar as bombas, ou causar problemas de manutenção/operação durante os restantes tratamentos, processos ou sistemas auxiliares. Esta remoção começa por efetuar-se através de um poço de grossos, onde se encontra instalada uma grelha de limpeza manual de 100 mm de passagem.

É através de tamisadores auto-limpantes com passagem entre barras de 6 mm, que se procede à eliminação dos sólidos que atravessam a grelha de grossos, os tamisadores encontram-se instalados em canais de escoamento em superfície livre com um metro de largura.

A figura 5, mostra a zona de gradagem da ETAR de Febros.

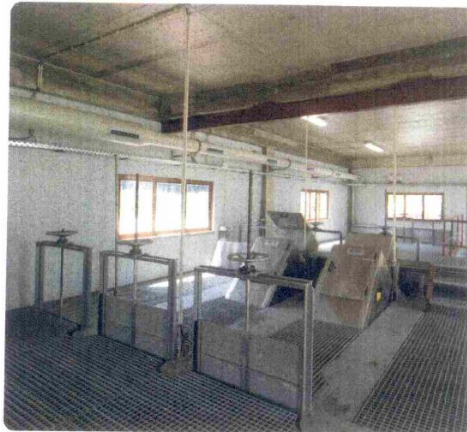


Figura 5: Zona de gradagem da ETAR de Febros (adaptado de [11])

3.2.2.2 Desarenamento e Desengorduramento

Neste ponto do processo de tratamento está prevista a remoção de areias e gorduras.

A separação de areias e gorduras do efluente a tratar é feita através de duas linhas de desarenamento/desengorduramento, com arejamento por meio de difusores de bolha grossa instalados no fundo do tanque e alimentados por moto-compressores de êmbolos rotativos [11].



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

O canal tem um comprimento de 12,50 m, uma largura de 2,50 m e uma profundidade útil de 4,10 m [3].

Na figura 6, observa-se o órgão de desarenamento e desengorduramento desta ETAR.



Figura 6: Zona de desarenamento e desengorduramento da ETAR (adaptado de [11])

3.2.2.3 Tratamento Biológico de lamas ativadas

Genericamente os principais objetivos do tratamento biológico são:

- Oxidar os constituintes biodegradáveis dissolvidos e as partículas em produtos finais aceitáveis;
- Capturar ou incorporar os sólidos suspensos e coloidais não sedimentáveis num floco biológico;
- Transformar e remover nutrientes, como azoto e fósforo;
- Remover vestígios específicos de constituintes orgânicos.

Na ETAR de Febros o tratamento biológico ocorre em valas de oxidação (variante do sistema de lamas ativadas) em que o arejamento é do tipo arejamento prolongado (através de rotores de superfície) de baixa carga mássica, com flexibilidade às variações de carga, sem haver necessidade de decantação primária. A configuração das valas de oxidação são do tipo carrossel e encontram-se instaladas três, cada uma com um volume unitário de 6054 m³. Nesta fase ocorre a oxidação biológica, assim como, a nitrificação/desnitrificação do azoto existente na água e, ao mesmo tempo a estabilização aeróbia das lamas biológicas.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Nas valas de oxidação o efluente a tratar entra no canal e é combinado com os sólidos biológicos em suspensão existentes no tanque. Da conjugação da configuração elíptica do tanque e dos mecanismos de arejamento e mistura, resulta que haja um escoamento unidirecional do canal. O método de mistura/arejamento usado cria uma velocidade de escoamento horizontal entre 0,25 - 0,30 m/s no canal, que é suficiente para manter as lamas ativadas em suspensão [14].

Tendo em consideração os parâmetros de funcionamento do sistema de vala de oxidação e a configuração adotada, estão reunidas as condições para a remoção de azoto. As principais vantagens associadas ao sistema de vala de oxidação são as seguintes:

- Sistema com grande capacidade de absorção de flutuações de carga orgânica;
- Formação de quantidades reduzidas de lamas em excesso;
- Sistema facilmente controlado;
- Consumos de energia relativamente baixos quando comparado com o sistema de lamas ativadas convencional;
- Promove facilmente a nitrificação/desnitrificação do efluente a tratar.

A principal desvantagem é que requer uma maior área do que o sistema de lamas ativadas convencional, em particular, se o tanque for largo e a profundidade pequena [15].

A operação do sistema de vala de oxidação no regime de remoção de matéria orgânica e nitrificação/desnitrificação pode ser efetuada de dois modos:

- Método contínuo: a porção a jusante do canal é usada como zona aeróbia. O efluente flui para a zona anóxica para ser desnitrificado e depois nitrificado na zona aeróbia. Manter as duas zonas a funcionar nas mesmas condições é difícil, se a concentração no efluente a tratar variar;
- Método intermitente: Temporização do funcionamento do rotor. O período de operação do rotor é feito para ser o período de arejamento, enquanto que o período de paralisação do rotor será para o período anóxico. Contudo, se houver flutuações extremas na qualidade do efluente a tratar pode haver repercussões na qualidade do efluente tratado [15].



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Na figura 7 observa-se em pormenor os reatores onde se processa o tratamento biológico.



Figura 7: Vista dos reatores biológicos (adaptado de [11])

3.2.2.4 Decantação Secundária

Nesta fase, ocorre a remoção dos sólidos biológicos sedimentáveis.

O licor-misto que se forma no tratamento biológico, é composto essencialmente por efluente e matéria em suspensão (lamas ativadas); este passa por três decantadores circulares, cada um com 25 m de diâmetro, onde é feita a eliminação da matéria sedimentável presente na água [11].

A recirculação da lama é efetuada através de 3 bombas com capacidade de recirculação de 210% do caudal médio [11].

Na figura 8, observa-se um dos 3 decantadores secundários.

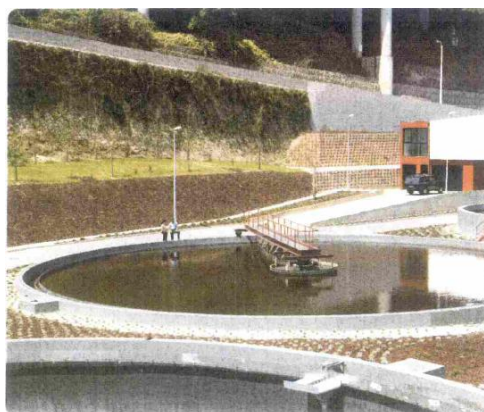


Figura 8: Decantador secundário da ETAR de Febros (adaptado de [11])



3.2.2.5 Tratamento de Lamas

O tratamento das lamas, inicia-se com o seu espessamento por gravidade, num espessador estático com extração através de duas bombas, para alimentação a duas centrífugas onde se processa a desidratação (obtendo-se uma secura de lama de 22%). Posteriormente a lama desidratada é enviada para armazenamento numa tremonha metálica. O reagente de acondicionamento da lama nas centrífugas é um polielectrólito [11].

Nas figuras 9 e 10, mostram-se o espessador gravítico e a zona de desidratação de lamas, respetivamente, da ETAR de Febros.



Figura 9: Espessador gravítico da ETAR de Febros (adaptado de [11])



Figura 10: Zona de desidratação de lamas da ETAR de Febros (adaptado de [11])



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR



Capítulo 4 - Análise dos dados de base de dimensionamento da ETAR

Neste capítulo são analisados os dados referentes ao dimensionamento da ETAR de Febros. No subcapítulo 4.1 são apresentados os dados que constam da memória descritiva que acompanha o projeto da ETAR [16]. No subcapítulo 4.2 são apresentados os dados atuais recalculados.

Quando da construção da ETAR, foram assumidos valores e feitos cálculos, para o ano de 2000 e para os anos de 2020 (horizonte de projeto - H.P.) e 2040, sendo que o ano de 2040 considera uma 2ª fase do próprio projeto da ETAR. Considerando que um dos objetivos é avaliar o comportamento da ETAR atualmente, e no H. P. de 2020, os dados referentes a 2040 não foram considerados.

4.1 Dados de projeto

Nas tabelas seguintes são apresentados os dados de projeto necessários ao dimensionamento da ETAR de Febros.

4.1.1 População

Na tabela 1, são apresentados os dados de previsão da população para a bacia de Febros nos anos de 2000 e 2020, considerados para o projeto da ETAR de Febros.

Tabela 1: Previsão da população para a bacia de Febros nos anos de 2000 e 2020

Aglomerados	Populações	
	Ano 2000	Ano 2020
Bacia de Febros	43305	59714
Bacia do Douro	6472	7993
Sistema III de Oliveira do Douro	6037	8329
Total	55814	76036

4.1.2 Capitação

A tabela 2, apresenta os valores considerados no projeto para a capitação dos anos de 2000 e 2020, na bacia de Febros. Como já referido anteriormente, os efluentes tratados na ETAR de Febros, são provenientes das freguesias de Avintes, Olival, Oliveira



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

do Douro, Pedroso, Seixezelo e Vilar de Andorinho. No que respeita à freguesia de Oliveira do Douro apenas 1/3 do efluente total da freguesia é drenado para esta ETAR.

Tabela 2: Capitações para a bacia de Febros nos anos de 2000 e 2020

Aglomerados	Capitações [l/(hab.d)]	
	Ano 2000	Ano 2020
Bacia de Febros	130	190
Bacia do Douro		
Sistema III de Oliveira do Douro	180	240

4.1.3 Caudais

Da conjugação da informação apresentada nas tabelas 1 e 2, e aplicando o fator de afluência à rede de 0,8, obtêm-se os dados apresentados na tabela 3, para os caudais médio e de ponta, de águas residuais domésticas, industriais e caudais de infiltração para os anos de 2000 e 2020.

Tabela 3: Caudais domésticos, industriais e de infiltração para os anos de 2000 e 2020 da ETAR de Febros

	Ano 2000	Ano 2020
Águas residuais domésticas		
Caudal médio [m ³ /d]	6046,1	11895
Caudal de ponta [l/s]	167,9	330
Águas residuais industriais		
Caudal médio [m ³ /d]	1290	1952
Caudal de ponta [l/s]	35,9	54
Infiltração		
Caudal médio [m ³ /d]	6376,3	6376
Caudal de ponta [l/s]	73,8	74

Assim, os caudais totais médio e de ponta com e sem infiltração, para os anos de 2000 e 2020, assumem os valores descritos na tabela 4.



Tabela 4: Caudais totais com e sem infiltração para os anos de 2000 e 2020 da ETAR de Febros

	Ano 2000	Ano 2020
Caudal médio		
Sem infiltração [m ³ /d]	7336	13847
Com infiltração [m ³ /d]	13712	20223
Caudal de ponta		
Sem infiltração [l/s]	204	385
Com infiltração [l/s]	278	458

4.1.4 Cargas

As capitações das cargas poluentes presentes na tabela 5, caracterizam um efluente doméstico. As quantidades estimadas para o fósforo e azoto totais assumem um carácter único e exclusivo das capitações apresentadas que, em si comportam também as componentes provenientes da atividade industrial. Estas capitações são as assumidas para os cálculos das cargas (kg/d) e das concentrações (mg/l) dos parâmetros de CBO₅, CQO, SST, fósforo e azoto totais, para um caudal médio sem infiltração para os anos de 2000 e 2020, presentes na tabela 6.

Tabela 5: Cargas poluentes dos parâmetros para os cálculos de concentração assumidas para a ETAR de Febros

Parâmetros		
CBO ₅	54	g/hab.d
CQO	1,8xCBO ₅	
SST	70	g/hab.d
P total	3	g/hab.d
N total	12	g/hab.d



Tabela 6: Parâmetros de CBO₅, CQO, SST, fósforo e azoto totais, em carga (kg/d) e concentração (mg/l) dos anos de 2000 e 2020

Parâmetros		Ano 2000	Ano 2020
CBO₅ (sem infiltração)	[kg/d]	3811	5334
	[mg/l]	520	385
CQO (sem infiltração)	[kg/d]	6365	8849
	[mg/l]	868	639
SST (sem infiltração)	[kg/d]	4537	6298
	[mg/l]	618	455
P total	[kg/d]	167	228
	[mg/l]	23	17
N total	[kg/d]	670	913
	[mg/l]	91	66

4.2 Dados atuais

4.2.1 População

Para a verificação dos dados da população, recorreu-se aos censos de 2001 e 2011 disponibilizados no site do Instituto Nacional de Estatística (INE) [17], tendo sido considerados os dados de população referentes às freguesias em estudo. Nas freguesias de Vilar de Andorinho, Pedroso e Olival há uma pequeníssima parte que não drena os efluentes para a bacia de Febros. Na falta de informação que permitisse desalocar à bacia de Febros este contributo, foi assumido no presente estudo que a totalidade da população drenava para a bacia de Febros, admitindo-se que o erro cometido não influenciaria os resultados de modo significativo. No caso da freguesia de Oliveira do Douro, há uma grande parte que não descarrega os efluentes para a bacia de Febros, e a empresa das Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM assume que 1/3 do caudal total drena para esta bacia, assumindo-se no presente estudo esta relação. Na tabela 7, apresenta-se a população nas freguesias que pertencem à bacia drenante de Febros, e na freguesia de Oliveira do Douro, ao valor total da população dividiu-se por 3.



Tabela 7: População da bacia de Febros obtida com recurso aos censos de 2001 e 2011 [17]

Freguesias	2001	2011
Avintes (habitantes)	11523	11497
Olival (habitantes)	5616	5812
Pedroso (habitantes)	18449	18714
Seixezelo (habitantes)	1729	1712
Vilar Andorinho (habitantes)	16710	18155
Oliveira do Douro (habitantes)	7795	7461
Total	61822	63351

Na tabela 8, apresenta-se uma tabela-resumo dos dados de base, e atuais da população (atualizados através dos censos de 2001 e 2011). Para uma melhor visualização da evolução da população e verificação das tendências de crescimento foi efetuada a representação gráfica apresentada na figura 11.

Tabela 8: Evolução da população, tendo em conta a memória descritiva (anos de 2000 e 2020) e os censos (2001 e 2011)

População (habitantes)			
Previsão 2000	Censos 2001	Censos 2011	Previsão 2020
55814	61822	63351	76036

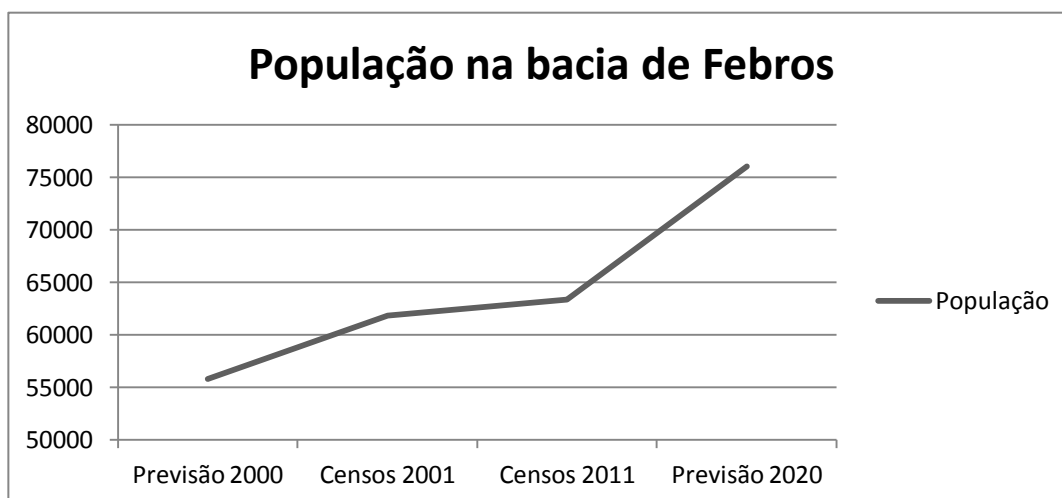


Figura 11: Evolução da população na bacia de Febros desde 2000 a 2020



Através da tabela 8, conclui-se que a previsão da população para o ano de 2000 foi inferior aos valores registados para a população no ano 2001. Para o período 2000 a 2020 a previsão de aumento da população parece ser sobrestimada dado que em 10 anos (2001 a 2011) apenas houve um aumento de população de cerca de 1500 habitantes. Assim, em 2020, não deverá ser atingida uma população de 76036 habitantes, considerando que a localização da bacia abrange território rural, não sendo de admitir um aumento de população que justifique passar de 63351 (em 2011) para 76036 (em 2020), significando um aumento global de 12685 habitantes. Assim, parece ser razoável admitir um acréscimo de população na década de 2011 a 2020 idêntico ao ocorrido na década anterior (cerca de 1500 habitantes), passando a população a ser, em 2020, de cerca de 65000 habitantes.

4.2.2 Consumos

Na tabela 9, são apresentados os dados dos consumos de água nas freguesias em estudo, tendo por base a informação compilada e fornecida pela empresa Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM, e sendo expressos em m³/ano. O consumo total na bacia de Febros é de 2410736 m³/ano. Estes dados de consumo referem-se ao ano de 2011.

Tabela 9: Consumos de água na bacia de Febros, em 2011

Consumos nas freguesias (m ³ /ano)		
	Consumo total	Consumo na bacia
Avintes	519479	519479
Olival	245604	245604
Oliveira do Douro	1013246	337749
Pedroso	581146	581146
Seixezelo	50638	50638
Vilar de Andorinho	676121	676121
TOTAL		2410736



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Com os dados do consumo da população e o fator de afluência à rede (assumido ser igual a 0,8), obtém-se o valor do caudal de efluente doméstico. Na tabela 10, encontram-se estes dados resumidos.

Tabela 10: Consumo de água da população (ano de 2011) e fator de afluência à rede

consumo população (m³/ano)	2410736
consumo população (l/d)	6604757
fator de afluência à rede	0,8

$$\text{Caudal ef. dom.} = \text{consumo população} \times \text{fator} = 2410736 \times 0,8 = 1928589 \text{ m}^3/\text{ano} \quad [\text{Eq. 1}]$$

Então, através da equação 1, o caudal de efluente doméstico que chega à ETAR de Febros, em 2011, é igual a 1928589 m³/ano.

Na tabela 11, apresentam-se os locais de consumo e de saneamento, e isentos de saneamento das freguesias da bacia de Febros. Estes dados referem-se ao ano de 2011 e foram fornecidos pela empresa.

Tabela 11: Locais de consumo, de saneamento e isentos de saneamento na bacia de Febros, em 2011

Freguesia	Locais de consumo	Isentos de saneamento	Locais de saneamento
Avintes	4382	314	4068
Olival	1934	319	1615
Oliveira do Douro	10053	553	9500
Pedroso	6516	395	6121
Seixezelo	640	28	612
Vilar de Andorinho	7436	174	7262
Totais	24259	1414	22845



Os locais de consumo são os totais, enquanto os locais de saneamento não incluem os locais isentos de saneamento. Com os valores globais para os locais de consumo e de saneamento é possível obter a percentagem de serviço na bacia através da equação 2.

$$\% \text{ de serviço} = \frac{\text{Total de Locais de Saneamento}}{\text{Total de Locais de consumo}} \times 100 = \frac{22845}{24259} \times 100 = 94,2\% \quad [\text{Eq. 2}]$$

Assim, é possível obter a população servida na bacia (equação 3), através da população total dada pelos censos de 2011 (63351 habitantes) e a percentagem de serviço (94,2%), assumindo que a totalidade da população é servida pelo sistema público de abastecimento de água.

$$\text{população servida} = \text{população total} \times \% \text{ serviço} = 63351 \times 0,942 = 59677 \text{ habitantes} \quad [\text{Eq. 3}]$$

4.2.3 Capitações

Através das equações 4 e 5, são calculadas a capitação do consumo real na bacia e a capitação de efluente doméstico na bacia.

$$\text{Capitação do consumo real} = \frac{\text{consumo população}}{\text{população servida}} = \frac{6604757 \text{ l}}{59677 \text{ hab} \cdot \text{d}} = 111 \text{ l/hab} \cdot \text{d} \quad [\text{Eq. 4}]$$

$$\text{Capitação do ef. dom.} = \text{Cap. de consumo real} \times 0,8 = 111 \times 0,8 = 88,8 \text{ l/hab} \cdot \text{d} \quad [\text{Eq. 5}]$$

Comparando os valores previstos no projeto para a capitação (130 l/hab.d em 2000 e 190 l/hab.d em 2020), com a capitação real, em 2011 (111 l/hab.d) é possível concluir que a capitação real é muito inferior quando comparada com o valor referido para



o H.P. Este facto era previsível considerando a localização da bacia e a tipologia da zona (predominantemente zona rural).

4.2.4 Caudais

Tendo por base os dados de registo de caudais à entrada da ETAR de Febros para os anos de 2004 a 2011, e após tratamento gráfico e estatístico (anexo 1), a tabela 12 apresenta os valores médios anuais de caudal (em m³/d).

Tabela 12: Resumo das médias anuais de caudal (m³/d), desde 2004 a 2011 para a ETAR de Febros

Caudal (m ³ /d)	
Ano	Média anual:
2004	4521
2005	4222
2006	5450
2007	6341
2008	6778
2009	7377
2010	8103
2011	7246

A análise destes valores face aos valores de projeto (considerando os valores sem infiltração) para os anos de 2000 e 2020, (respetivamente 7336 m³/d e 13847 m³/d) permite concluir que o caudal que chega à ETAR é muito inferior ao previsto para o H.P., sendo da mesma ordem de grandeza do valor estimado para o ano 2000, apesar de já terem decorrido 12 anos.

4.2.4 Concentração

Na tabela 13, são expostas as médias anuais das concentrações de cada parâmetro de qualidade analisadas na ETAR de Febros desde 2008 a 2011. Os dados



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

originais e que se encontram em anexo (Anexo 2) foram fornecidos pela empresa, tendo sido efetuado um tratamento gráfico e estatístico com o cálculo das médias anuais.

Tabela 13: Resumo das concentrações analisadas na ETAR de Febros, desde 2008 a 2011

Ano	CBO ₅ (mg/l)		CQO (mg/l)		SST (mg/l)		Azoto total (mg/l)	Fósforo total (mg/l)
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Efluente	Efluente
2008	304	4	598	41	253	16	20	4
2009	247	4	709	38	252	11	17	4
2010	309	8	620	36	227	12	12	3
2011	317	4	619	34	253	11	17	4

Comparando os dados atuais (tabela 13) com os de projeto (tabela 6), em relação ao CBO₅, CQO e SST os valores atuais verificados na ETAR são inferiores aos valores referentes ao H.P.. Em relação aos dados de azoto e fósforo totais, em 2011, são superiores aos previstos para 2020.



Capítulo 5 - Análise ao dimensionamento da ETAR

Neste capítulo apresentam-se os dados de dimensionamento dos órgãos da ETAR de Febros e os cálculos de verificação dos mesmos. Estes dados foram obtidos através da memória descritiva da ETAR [16].

5.1 Grelha de grossos

São apresentados os valores para a verificação do dimensionamento da grade de remoção de grossos presente na ETAR de Febros. Na tabela 14 são referidos os valores da gama de valores típicos [14], e na coluna de valores de projeto são os valores usados para o dimensionamento da ETAR para o ano de 2020.

Tabela 14: Gama de valores típicos e valores de projeto (ano de 2020) para os parâmetros da grade de remoção de grossos da ETAR de Febros

Grade de remoção de grossos (grade manual)		
Parâmetros	Gama de valores típicos [14]	Valores de projeto
Largura das barras (mm)	5 - 15	20
Espaçamento entre barras (mm)	25 - 50	100
Velocidade máxima (m/s)	0,3 - 0,6	1,15

Com a observação da tabela 14, é possível concluir que os valores adotados no projeto de dimensionamento da ETAR de Febros para a grade de remoção de grossos, encontram-se acima da gama proposta por Metcalf & Eddy, significando que a eficiência da grade proposta é inferior ao que tipicamente devia ser assumido como equipamento de proteção, nomeadamente a proteção do equipamento de bombagem.

5.2 Grelha de finos

Neste tópico, são expostos os valores da grade de remoção de finos para a averiguação do dimensionamento efetuado quando da construção da ETAR. Na tabela 15 encontram-se a gama de valores típicos [14], e os valores de projeto utilizados em 2020.



Tabela 15: Gama de valores típicos e valores de projeto (ano de 2020) para os parâmetros da grade de remoção de finos da ETAR de Febros

Grade de remoção de finos		
Parâmetros	Gama de valores típicos [14]	Valores de projeto
Tamanho (mm)	0,02 - 0,035	6
Perda de carga na peneira (mm)	75 - 150	200

A análise dos valores da tabela 15 permite concluir no mesmo sentido referido para a grade de remoção de grossos.

5.3 Desarenador

Na tabela 16 são apresentados os valores dos parâmetros presentes na bibliografia e os valores de projeto adotados para o ano de 2020 para o dimensionamento do desarenador.

Tabela 16: Gama de valores típicos e valores de projeto (ano de 2020) para os parâmetros do desarenador da ETAR de Febros

Desarenador		
Parâmetros	Gama de valores típicos [14]	Valores de projeto
Tempo de retenção no caudal de pico (min)	2 - 5	7,18
Dimensões:		
Profundidade (m)	2 - 5	4,60
Comprimento (m)	7,5 - 20	12,50
Largura (m)	2,5 - 7	2,50
Ar fornecido por unidade de comprimento (m ³ /h)	150 - 375	160,00
Produção de areias (m ³ /10 ³ m ³)	0,004 - 0,20	0,03
Relação comprimento-largura	3:1 a 5:1	5:1

Analisando a tabela 16, todos os valores de projeto para o dimensionamento do desarenador presente na ETAR de Febros encontram-se na gama de valores típicos à



exceção do tempo de retenção no caudal de pico, que se encontra acima dos valores referidos por Metcalf & Eddy. Este valor não significa que o dimensionamento esteja incorreto, apenas que o efluente permanece mais tempo no desarenador, permitindo uma maior remoção de areias, ainda que marginal.

5.4 Tratamento Biológico (Vala de oxidação)

A tabela 17 apresenta os valores dos parâmetros de dimensionamento e de operação para a vala de oxidação.

A gama de valores típicos dos quatro primeiros parâmetros da tabela 17, são retirados do livro Metcalf & Eddy [14], enquanto os valores típicos relativos às necessidades de oxigénio, são retirados de outras fontes bibliográficas devidamente identificadas.

**Tabela 17: Gama de valores típicos e valores de projeto (ano de 2020)
para os parâmetros da vala de oxidação da ETAR de Febros**

Vala de oxidação		
Parâmetros	Gama de valores típicos	Valores de projeto
TRH (horas) [14]	20 - 30	31,48
Carga orgânica volúmica (kg CBO ₅ /m ³ .d) [14]	0,1 - 0,3	0,29
Carga orgânica mássica (kg CBO ₅ /kg MLSS.d) [14]	0,04 - 0,10	0,07
MLSS (mg/l) [14]	2000 - 5000	4500
Necessidade de oxigénio para a síntese (kg/kg CBO ₅ el.) [18]	0,5 - 0,6	0,6568
Necessidade de oxigénio para a respiração endógena (kg/kg CBO ₅) [18]	0,8 - 0,9	0,81
Necessidades de oxigénio para a nitrificação (kg O ₂ /kg N rede) [19]	4,57	4,57
Oxigénio liberto na desnitrificação (kg O ₂ /kg N-NO ₃) [18]	2,86	2,86

Da análise da tabela 17 pode-se concluir que os valores de projeto adotados estão na generalidade dentro dos valores típicos.



5.5 Decantador secundário

Foi prevista a construção de três decantadores secundários para esta ETAR no H.P.. Cada um terá as características indicadas na tabela 18.

Tabela 18: Gama de valores típicos e valores de projeto (ano de 2020) para os parâmetros do decantador secundário da ETAR de Febros

Decantador secundário		
Parâmetros	Gama de valores típicos [14]	Valores de projeto
Carga superficial média ($m^3/m^2.d$)	8 - 16	12
Carga superficial ponta ($m^3/m^2.d$)	24 - 32	24
Carga de sólidos média ($kg/m^2.h$)	1,0 - 5,0	1,8
Carga de sólidos ponta ($kg/m^2.h$)	7	4,5

Da análise aos valores referidos para os diferentes parâmetros indicados na tabela 18, é possível observar que, para o caso da carga superficial os valores de projeto encontram-se dentro da gama de valores típicos. Para a carga de sólidos, no caso dos valores para o caudal médio, este encontra-se na gama de valores. Quanto ao valor da carga de sólidos de ponta, o valor de projeto é mais conservador do que os valores referenciados na literatura, pelo que o valor adotado no projeto é mais favorável.



Capítulo 6 - Análise às condições operacionais da ETAR

Neste capítulo são apresentados e analisados os dados atuais de funcionamento da ETAR para os diferentes parâmetros considerados: caudal industrial, concentração de CBO₅, CQO e SST. De igual modo são calculadas e avaliadas as condições de funcionamento para os diferentes órgãos da ETAR.

6.1 Estimativa do caudal industrial

A equação (6) é utilizada para calcular o caudal doméstico. Na tabela 19, expõem-se os dados para o cálculo deste caudal.

$$Q_{dom} = população \times capitação \times fator\ afluência \times \% \text{ serviço} \quad [\text{Eq. 6}]$$

Tabela 19: Dados para o cálculo do caudal doméstico de 2011 da ETAR de Febros

População (hab)	Capitação (l/hab.d)	Fator afluência	% serviço	Q doméstico (l/d)	Q doméstico (m ³ /d)
63351	111	0,8	0,942	5299286	5299

Considerando os valores de caudal medido à entrada da ETAR de Febros nos meses de junho, julho, setembro e outubro de 2011 (meses em que a precipitação não foi significativa), e o caudal doméstico calculado anteriormente, é possível estimar o caudal industrial que chega à ETAR nestes meses. Assim, o valor do caudal médio mensal industrial para o ano de 2011 é obtido fazendo a subtração do caudal doméstico ao caudal total que chega à ETAR nos meses considerados, de acordo com os valores inscritos na tabela 20.



Tabela 20: Cálculo do caudal médio industrial de 2011 da ETAR de Febros

Mês	Q total que chega à ETAR no mês (m ³ /d)	Q doméstico (m ³ /d)	Q industrial (m ³ /d)	Q médio industrial (m ³ /d)
junho	6558	5299	1259	1193
julho	6440	5299	1141	
setembro	6421	5299	1121	
outubro	6550	5299	1251	

Em conclusão o caudal médio mensal industrial, no ano de 2011, pode ser estimado em 1193 m³/d.

6.2 Análise aos parâmetros funcionais da ETAR

Na tabela 21, são apresentados os valores médios para o efluente à entrada da ETAR de Febros para o caudal total, concentração de CBO₅, CQO e SST para o ano de 2011. Estes valores irão ser os dados considerados para a análise ao funcionamento dos diferentes órgãos que constituem a ETAR.

Tabela 21: Dados dos parâmetros da ETAR de Febros para o ano de 2011

Parâmetros	Ano 2011
Caudal total (m ³ /d)	7246
CBO ₅ (g/m ³)	317
CQO (g/m ³)	619
SST (g/m ³)	253



6.2.1 Desarenador

No caso do desarenador calcula-se apenas o valor do tempo de retenção hidráulico (TRH), com a ajuda da equação 7. O volume do desarenador utilizado para o cálculo foi o volume total, dado que a ETAR tem instalados 2 desarenadores e estão ambos a funcionar atualmente. O volume unitário útil de cada desarenador é de 98,74 m³; pelo que o volume total útil é de 197,49 m³.

$$TRH = \frac{V_{\text{útil}}}{Q} = 197,49 \text{ m}^3 \times \frac{d}{7246 \text{ m}^3} = 0,027 \text{ d} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ d}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 38,88 \text{ min} \quad [\text{Eq. 7}]$$

Sabendo que este valor de TRH é para o caudal médio, e sabendo também qual a razão entre caudal médio e o caudal de ponta (fator de ponta) previsto para 2020, é possível obter o TRH para o caudal de ponta (com vista à comparação com os valores da gama típica da literatura), assumindo que o fator de ponta é válido.

Assim,

$$\frac{Q_{\text{médio}}}{Q_{\text{ponta}}} = \frac{576,95 \text{ m}^3/\text{h}}{1384,56 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,42 \quad [\text{Eq. 8}]$$

Logo,

$$38,88 \times 0,42 = 16,33 \text{ minutos} \quad [\text{Eq. 9}]$$

Para o desarenador o TRH ao caudal de pico é de 16,33 minutos, no ano de 2011.

A tabela 22 é uma tabela-resumo com os dados do TRH do dimensionamento da ETAR para os anos de 2000 e 2020, o valor de TRH atual verificado e a gama de valores típicos.



Tabela 22: Tabela-resumo dos valores dos parâmetros funcionais do desarenador

Desarenador				
	Ano 2000	Ano 2011	Ano 2020	Gama valores típicos
TRH ao caudal máximo (minutos)	11,86	16,33	7,18	2 - 5

Resumindo, os valores de TRH para o desarenador, encontram-se fora da gama de valores típicos independentemente dos anos e condições de cálculo.

6.2.2 Vala de oxidação

No caso da vala de oxidação os parâmetros calculados foram o TRH, a carga orgânica volúmica e a carga orgânica mássica. Considerando a situação de funcionamento existente no ano 2011. O TRH é calculado da mesma maneira que no desarenador, através da equação 10. O valor do volume da vala (12109 m^3) utilizado é o volume total útil dos reatores para o funcionamento de 2 valas de oxidação, pois é a situação que se encontra neste momento a ocorrer na ETAR de Febros.

$$TRH = \frac{V_{\text{órgão}}}{Q} = 12109 \text{ m}^3 \times \frac{d}{7246 \text{ m}^3} = 1,67 \text{ d} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ d}} = 40,11 \text{ h} \quad [\text{Eq. 10}]$$

Através da equação 11, calcula-se a carga orgânica volúmica para a vala de oxidação.

$$Carga \text{ org. vol.} = Conc_{CBO_5} \times \frac{Q}{V} = 317 \frac{g \text{ } CBO_5}{m^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times 7246 \frac{m^3}{d} \times \frac{1}{12109 \text{ m}^3} = 0,190 \frac{kg \text{ } CBO_5}{m^3 \cdot d} \quad [\text{Eq. 11}]$$

Por fim, a carga orgânica mássica é calculada com a ajuda da equação 12, assumindo uma concentração de biomassa na vala de oxidação de 4500 mg/l expressa em termos de SST.



$$Carga\ org.\ más. = 0,190 \frac{kg\ CBO_5}{m^3.d} \times \frac{m^3}{4,5\ kg\ MLSS} = 0,04 \frac{kg\ CBO_5}{kg\ MLSS.d} \quad [Eq. 12]$$

A tabela 23 é uma tabela-resumo com todos os dados calculados para a vala de oxidação e a gama de valores típicos presentes na literatura.

Tabela 23: Tabela-resumo dos valores dos parâmetros funcionais da vala de oxidação

Vala de oxidação				
	Ano 2000	Ano 2011	Ano 2020	Gama valores típicos
TRH (horas)	39,61	40,11	31,48	20 - 30
Carga orgânica volúmica (kg CBO ₅ /m ³ .d)	0,31	0,190	0,29	0,1 - 0,3
Carga orgânica mássica (kg CBO ₅ /kg MLSS.d)	0,07	0,04	0,07	0,04 - 0,10

Comparando os dados dos parâmetros funcionais do dimensionamento da vala de oxidação, e do valor atual calculado com a gama de valores típicos, observa-se que para o TRH, os valores obtidos são superiores ao limite inferior da gama de valores típicos. Para a carga orgânica volúmica e mássica, verifica-se que os valores do dimensionamento estão dentro da gama de valores típicos. No ano de 2011 verifica-se que a vala de oxidação encontra-se a funcionar em condições de operação que favorecem um funcionamento em condições de nitrificação completa e potencialmente com etapa de desnitrificação.



6.2.3 Decantador Secundário

Para o decantador secundário, calcula-se apenas o valor da carga hidráulica superficial. Sabendo que atualmente, na ETAR de Febros estão em funcionamento 3 decantadores, e sabendo que a superfície total dos 3 decantadores secundários é de 1473 m², a carga hidráulica superficial é calculada com recurso à equação 13.

$$Carga\ hid.\ sup. = \frac{Q}{Área} = 7246 \frac{m^3}{d} \times \frac{1}{1473\ m^2} = 4,92 \frac{m^3}{m^2.d} \quad [Eq. 13]$$

Logo, a carga hidráulica superficial do decantador secundário é de 4,92 m³/m².d

A tabela 24 apresenta os valores da carga hidráulica superficial ao longo dos anos em questão e a gama de valores típicos.

Tabela 24: Tabela-resumo dos valores dos parâmetros funcionais do decantador secundário

Decantador secundário				
	Ano 2000	Ano 2011	Ano 2020	Gama valores típicos
Carga hidráulica superficial (m³/m².d)	12,00	4,92	24,00	8 - 16

Assim, verifica-se que no caso da carga hidráulica superficial do decantador secundário, para o ano de 2000 foi bem dimensionado pois encontra-se dentro da gama de valores típicos; para o ano de 2020, este valor é superior aos da gama, mas o facto de ser superior não significa má operação (se o valor do TRH fosse menor que o valor mínimo da gama significaria que o risco de os sólidos biológicos decantarem mal seria efetivo e a qualidade do efluente final seria inferior).



6.3 Caudal

Com os valores dos caudais real e de projeto anteriormente apresentados, é possível obter a percentagem de serviço hidráulico da ETAR denominada por percentagem de serviço hidráulico 1, através da equação 14.

$$\% \text{ serviço hidráulico } 1 = \left(\frac{Q_{real}}{Q_{projeto}} \right) \times 100 = \frac{7246}{13847} \times 100 = 52,3\% \quad [\text{Eq. 14}]$$

Através da aplicação da equação 14, ao ano de 2011, conclui-se que a percentagem de serviço hidráulico 1 era de 52,3% significando que à ETAR de Febros só chega 52,3% do caudal previsto no projeto.

6.4 Carga orgânica

Como verificado com o caudal, a carga orgânica de projeto é igual à doméstica mais a industrial (equação 15).

$$Carga \text{ orgânica}_{projeto} = Carga \text{ orgânica}_{doméstica} + Carga \text{ orgânica}_{industrial} \quad [\text{Eq. 15}]$$

Considerando os dados de 2011 e usando a definição de carga orgânica (equação 16), obtém-se:

- $Q \text{ médio}_{real} = 7246 \frac{m^3}{d}$ e,
- $CBO_5 \text{ médio medido à entrada ETAR} = 317 \frac{g \text{ CBO}_5}{m^3}$

$$Carga \text{ org}_{real} = Q \text{ médio}_{real} \times CBO_5 \text{ medido à entrada ETAR} = \frac{7246 \times 317}{1000} = 2297 \frac{kg \text{ CBO}_5}{d} \quad [\text{Eq. 16}]$$



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Dado que a carga orgânica de projeto é igual a 5334 kg/d, pode concluir-se que a carga orgânica real é inferior à carga orgânica de projeto.

Definindo percentagem de serviço mássica de acordo com a equação 17, e aplicando aos dados referentes do ano de 2011, obtém-se:

$$\% \text{ serviço mássica } 2 = \left(\frac{\text{Carga } org_{real}}{\text{Carga } org_{projeto}} \right) \times 100 = \frac{2297}{5334} \times 100 = 43,1\% \quad [\text{Eq. 17}]$$

Assim verifica-se que, no ano de 2011, a carga orgânica afluyente à ETAR de Febros é 43,1% da carga orgânica afluyente à ETAR no H.P..

6.5 Relação caudal concentração

Tendo por base os registos de caudal à entrada da ETAR de Febros e os valores de CBO₅ efetuados ao mesmo efluente durante os anos de 2008 a 2011, foram construídas as tabelas 25 e 27 cujos valores foram representados nas figuras 12 e 14. Os gráficos destas figuras são gráficos de evolução mensal considerando os valores médios anuais e os valores médios mensais para o conjunto dos anos em análise.

De igual modo foram construídas as tabelas 26 e 28 assim como a sua representação gráfica (figuras 13 e 15) os quais têm em consideração a qualidade do efluente à saída da ETAR expressa em CBO₅.

Tabela 25: Valores do caudal e CBO₅ afluyente médios anuais de 2008 a 2011

Ano	Caudal médio anual (m ³ /d)	CBO ₅ médio anual do afluyente (g/m ³)
2008	6778	304
2009	7377	247
2010	8103	309
2011	7246	317

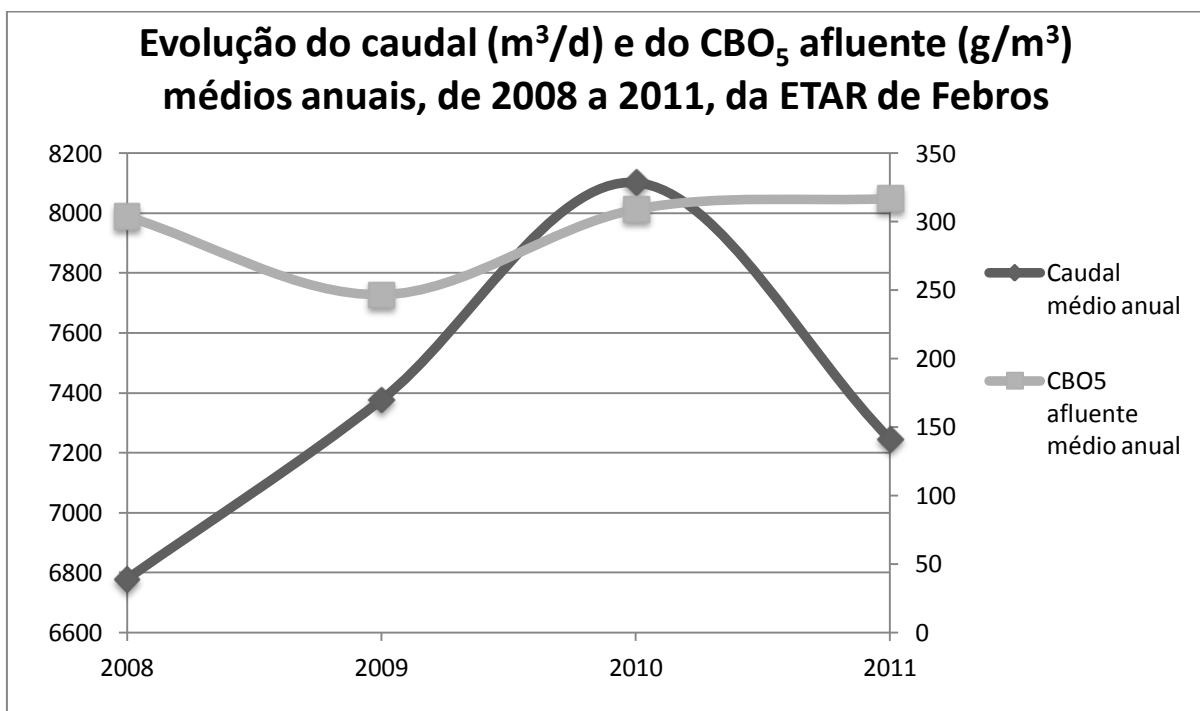


Figura 12: Evolução do caudal e do CBO_5 afluente médios ao longo dos anos

Tabela 26: Valores do caudal e CBO_5 efluente médios anuais de 2008 a 2011

Ano	Caudal médio anual (m^3/d)	CBO_5 efluente (g/m^3)
2008	6778	4
2009	7377	4
2010	8103	8
2011	7246	4

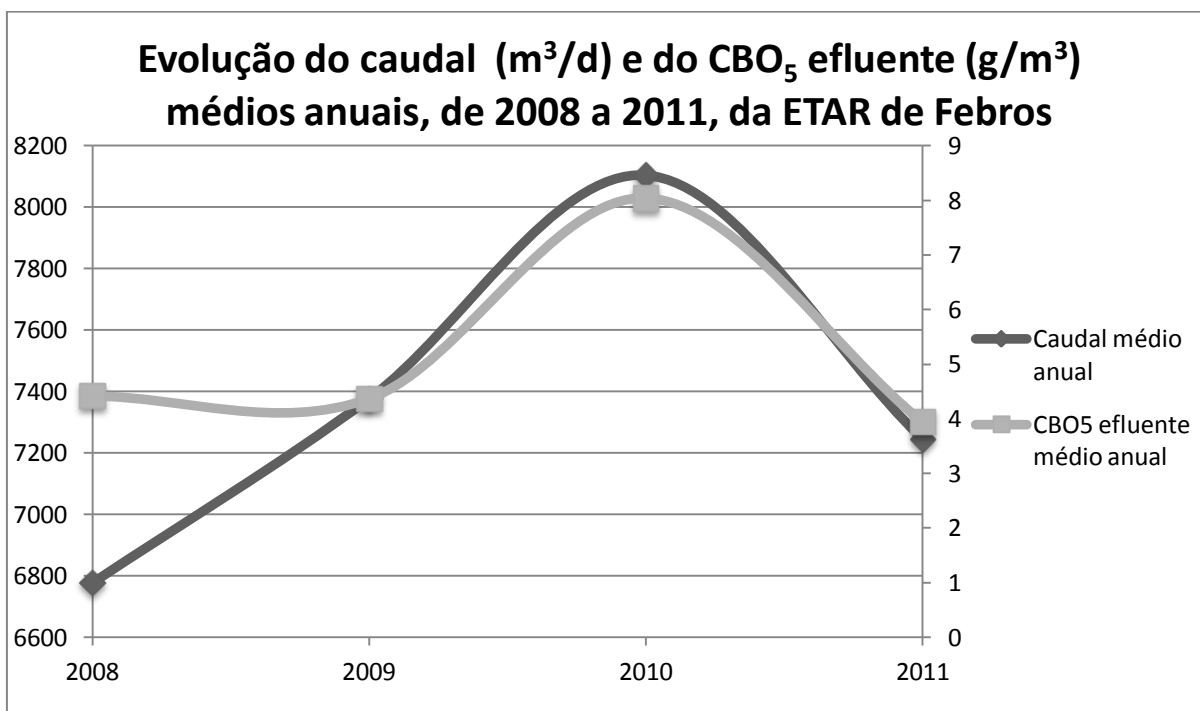


Figura 13: Evolução do caudal e do CBO_5 efluente médios ao longo dos anos

Tabela 27: Valores do caudal e CBO_5 afluente médios mensais de 2008 a 2011

Mês	Caudal médio mensal (m^3/d)	CBO_5 afluente (g/m^3)
janeiro	9438	204
fevereiro	8439	270
março	7593	258
abril	7989	324
maio	7275	327
junho	6722	372
julho	6330	352
agosto	5794	340
setembro	5952	351
outubro	6540	278
novembro	7655	252
dezembro	8784	203

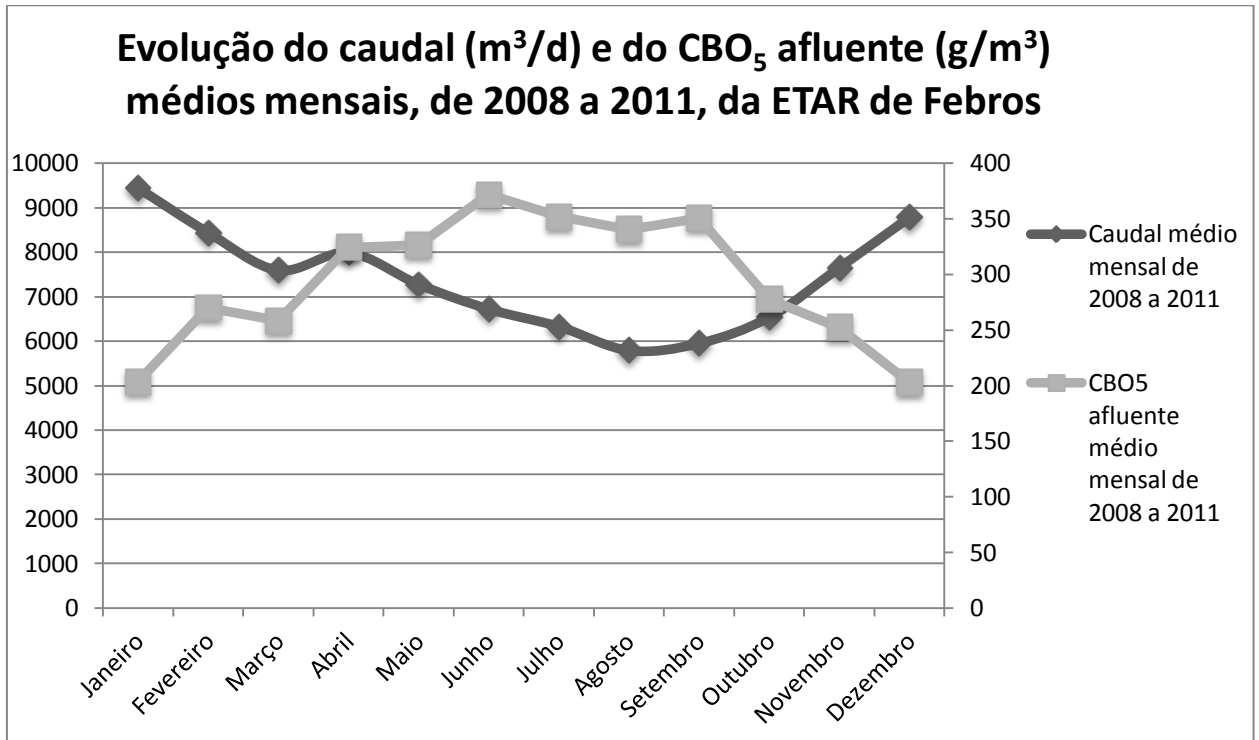


Figura 14: Evolução do caudal e do CBO_5 afluente médios mensais de 2008 a 2011

Tabela 28: Valores do caudal e CBO_5 efluente médios mensais de 2008 a 2011

Mês	Caudal médio mensal (m^3/d)	CBO_5 efluente (g/m^3)
janeiro	9438	4
fevereiro	8439	6
março	7593	4
abril	7989	4
maio	7275	4
junho	6722	4
julho	6330	8
agosto	5794	7
setembro	5952	8
outubro	6540	4
novembro	7655	5
dezembro	8784	4

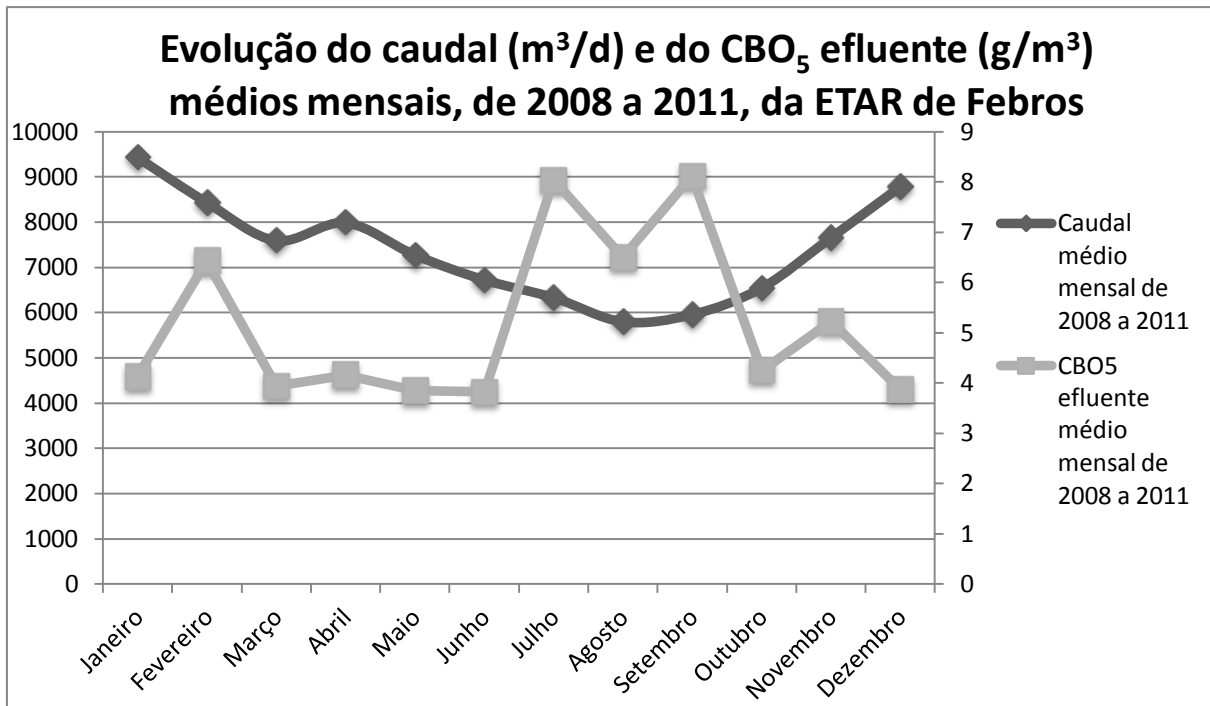


Figura 15: Evolução do caudal e do CBO_5 efluente médios mensais de 2008 a 2011

Da análise da figura 12 é possível verificar que em termos de caudal médio anual, o ano de 2010 representa o máximo dos valores em análise tendo sido registado um valor da ordem de $8100 m^3/d$. É de salientar que a gama de valores foi de aproximadamente $6800 m^3/d$ (ano de 2008) e $8100 m^3/d$, sendo que os anos de 2009 e 2011 apresentam valores de caudal médio diário aproximado a $7300 m^3/d$. Relativamente ao CBO_5 afluente à ETAR, a tendência de valores é diferente da tendência apresentada para o caudal, tendo atingido um valor próximo de $300 g/m^3$ no ano de 2011 e um valor mínimo próximo de $250 g/m^3$ (ano de 2009) enquanto que para os de 2008 e 2010, os valores de concentração em CBO_5 médio anual do efluente à ETAR apresentam valores semelhantes e da ordem dos $305 g/m^3$.

Da análise da evolução do caudal representado na figura 14 pode-se inferir que há uma influência da precipitação nos valores registados à entrada da ETAR de Febros dado que os valores para o caudal médio mensal (expressos em m^3/d) nos meses considerados húmidos (janeiro, fevereiro, novembro e dezembro) são os meses que apresentam valores mais elevados (entre $8000 m^3/d$ e $9500 m^3/d$) enquanto que nos meses considerados secos (julho, agosto e setembro) os valores de caudal oscilam entre



5800 m³/d (agosto) e 6300 m³/d (julho). Por outro lado, e avaliando a curva correspondente à concentração do CBO₅ obtido como o valor médio dos valores médios mensal verifica-se que as concentrações são mais elevadas nos meses considerados secos, apresentando concentrações à volta de 350 g/m³, enquanto que nos meses considerados húmidos essa concentração é inferior a 250 g/m³.

No que respeita à qualidade da água residual tratada na ETAR de Febros, verifica-se que com exceção do ano de 2008, o comportamento da curva do CBO₅ médio anual apresenta uma tendência igual à tendência apresentada pelo caudal (figura 13), enquanto que a figura 15 mostra que o comportamento da ETAR é sensível aos valores de concentração do efluente a tratar pelo que é nos meses classificados como secos que a concentração do CBO₅ médio mensal é maior. Os valores obtidos nos meses secos chegam mesmo a atingir um valor que é o dobro do que é obtido maioritariamente nos meses húmidos (8 g/m³ vs. 4 g/m³). Saliente-se no entanto, que mesmo nos meses de verão a ETAR apresenta valores de CBO₅ na água residual tratada que podem ser classificados como baixos.

6.6 Cálculo e análise ao equivalente populacional industrial

Considerando o conceito de equivalente populacional (tradução da carga orgânica de um efluente em termos de carga orgânica relativa a um habitante) é importante calcular o equivalente populacional atual para a fração da água residual afluenta à ETAR de Febros correspondente ao efluente industrial quando se toma por referencial o CBO₅. Assim, para o ano de 2011, através da equação 18, é possível calcular a carga orgânica total.

$$Carga\ orgânica\ total\ (kg/d) = carga\ org.\ dom. + carga\ org.\ ind. \quad [Eq. 18]$$

Sabe-se que a carga orgânica pode ser dada pela equação 19.

$$C.\ org.\ (kgCBO_5/d) = n^o\ equivalentes \times capitação\ do\ eq.\ (= 54g\ CBO_5/hab.\ d) \quad [Eq. 19]$$



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

A carga orgânica da componente doméstica das águas residuais em 2011, pode assim ser dada pela equação 20.

$$C. org. dom. (kgCBO_5/d) = população \times eq. pop. \times 0,942 \quad [Eq. 20]$$

Logo,

$$C. org. dom. (2011) (kgCBO_5/d) = \frac{63351 \times 54 \times 0,942}{1000} = 3223 \text{ kg } CBO_5/d$$

Considerando os valores de CBO_5 obtidos nas análises de autocontrole para a água residual à entrada da ETAR de Febros, nos meses secos dos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011, foi adotado o valor de 600 mg/l para a água residual doméstica (valor máximo obtido para a concentração de CBO_5 em meses secos - outubro de 2011) como valor mais conservador no objetivo do cálculo da carga orgânica disponível para os efluentes industriais. Assim, e através da utilização da equação 21 foi calculada a carga orgânica total afluyente à ETAR de Febros, para o ano de 2011, considerando a média dos valores de caudal referentes aos meses secos (junho, julho, setembro e outubro).

$$C. org. total (kg CBO_5/d) = Q_{médio 2011} \times \frac{[CBO_5]}{1000} \quad [Eq. 21]$$

Então,

$$C. org. total (kg CBO_5/d) = 6492 \times \frac{600}{1000} = 3895 \text{ kg } CBO_5/d$$

Assim, a carga orgânica da componente industrial da água residual afluyente à ETAR de Febros é dada pela equação 18, quando expressa em termos de CBO_5 .

$$Carga \text{ org. ind.} = C. org. total - C. org. dom. = 3895 - 3223 = 672 \text{ kg } CBO_5/d$$

Pela utilização da equação 21 aplicada ao efluente industrial obtém-se a concentração para o efluente industrial.

$$[CBO_5]_{ind.} (mg/l) = \frac{C. org. ind.}{Q_{médio ind.}} \times 1000 = \frac{672}{1193} \times 1000 = 563 \text{ mg/l}$$



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Verifica-se assim que o efluente industrial no ano de 2011 apresenta uma concentração em CBO_5 da ordem dos 563 mg/l, valor este que será considerado no estabelecimento de cenários para a proposta final do presente relatório de estágio.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR



Capítulo 7 - Avaliação da capacidade adicional de absorção de efluentes industriais para a ETAR de Febros

7.1 Comparação dos dados de base da ETAR

A tabela 29 resume a informação relativa à ETAR de Febros que servirá de base para a avaliação da capacidade desta ETAR receber no H.P. efluentes industriais garantindo a capacidade hidráulica e de carga orgânica considerada no seu projeto.

Tabela 29: Tabela-resumo com os dados para analisar a capacidade adicional de absorção de efluentes da ETAR do Febros

Dados	Ano		
	2000	2011	2020
População (habitantes)	55814		76036
Capitação (l/hab.d)	130		190
Caudal Doméstico (m ³ /d)	6046		11895
Caudal Industrial (m ³ /d)	1290		1952
Caudal total sem infiltração (m ³ /d)	7336		13847
População (habitantes)		63351	
Caudal da ETAR (m ³ /d)		7246	
População (habitantes)		63351	
População servida (habitantes)		59677	
Consumo de água (m ³ /ano)		2410736	
Consumo de água (l/d)		6604757	
Capitação real (l/hab.d)		111	
Caudal da ETAR (m ³ /d)		7246	
Caudal doméstico real (m ³ /d)		5299	
Estimativa Caudal industrial (m ³ /d)		1193	
Carga Orgânica CBO ₅ (sem infiltração) (kg/d)	3811		5334
Concentração CBO ₅ (sem infiltração) (mg/l)	520		385
Carga Orgânica CBO ₅ real (kg/d)		2297	
Concentração CBO ₅ (mg/l)		317	

Considerando a análise efetuada no capítulo 6 relativa à população, capitações e carga orgânica, foram estabelecidos cenários constantes da tabela 30, tendo por base duas hipóteses de evolução de população da bacia drenante de Febros.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

A hipótese A considera um aumento populacional entre os anos de 2011 e o H.P. (ano de 2020) igual ao aumento populacional verificado através da análise aos censos de 2001 e 2011; e a hipótese B que considera um aumento populacional correspondente ao dobro do aumento considerado na hipótese A.

Tabela 30: Cenários potenciais para a exploração da ETAR de Febros no H.P.

	Hipótese A: População 65000 habitantes				Hipótese B: População 66500 habitantes			
	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D	Cenário E	Cenário F	Cenário G	Cenário H
Capitação (l/hab.d)	111	120	150	190	111	120	150	190
Caudal de projeto sem infilt. (m ³ /d)	13847	13847	13847	13847	13847	13847	13847	13847
Caudal dom. estimado (m ³ /d) ⁽¹⁾	5437	5878	7348	9307	5563	6014	7517	9522
Caudal ind. estimado (m ³ /d) ⁽²⁾	8410	7969	6499	4540	8284	7833	6330	4325
Caudal ind. adicional (m ³ /d) ⁽³⁾	7217	6776	5306	3347	7091	6640	5137	3132

⁽¹⁾ $Q_{\text{dom estimado}} = \text{População} \times \text{capitação} \times 0,8 \times 0,942$

⁽²⁾ $Q_{\text{ind. estimado}} = Q_{\text{proj}} - Q_{\text{dom estimado}}$

⁽³⁾ $Q_{\text{ind. adicional}} = Q_{\text{ind. estimado}} - Q_{\text{ind. atual}}$

Considerando que os valores de capitação atuais e adotados no projeto para o H.P. são significativamente diferentes (111 l/hab.d e 190 l/hab.d), mas atendendo a uma potencial tendência de aumento de consumo de água pela população abrangida, foram desenhados os cenários B e C considerando capitações de 120 l/hab.d e 150 l/hab.d, respetivamente.

Nestas condições, verifica-se que a ETAR de Febros dispõe de uma capacidade adicional hidráulica que varia entre 7217 m³/d (Cenário A) e 3132 m³/d (Cenário H), a qual pode ser usada para novas ligações de efluentes industriais, desde que o efluente industrial tenha características de qualidade semelhantes às características do efluente doméstico.

Outro aspeto importante na avaliação da capacidade de tratamento da ETAR de Febros é a qualidade dos efluentes industriais quando da sua ligação à bacia drenante.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Esta avaliação, quando expressa em termos de concentração de CBO_5 (e raciocínio análogo poderá ser feito em relação ao CQO e SST embora com o recurso ao estabelecimento de premissas relacionadas com as características de biodegradabilidade da componente orgânica e da capacidade de solubilização e absorção dos sólidos suspensos por parte do consórcio microbiológico do sistema de tratamento), permite avaliar o caudal de efluente industrial assumindo para esta componente da água residual afluente à ETAR de Febros diferentes concentrações máximas de CBO_5 .

Deste modo, foram adotadas as concentrações em CBO_5 para o efluente industrial de 500 mg/l, 800 mg/l e 1000 mg/l a partir das quais, e considerando as duas hipóteses de evolução populacional, é possível calcular os caudais de efluente industrial que a ETAR pode absorver para a capacidade de carga orgânica no H.P..

Assim, e considerando a hipótese A (população no H.P. de 65000 habitantes) o caudal de efluente industrial passível de ser absorvido pela ETAR de Febros para as concentrações em CBO_5 adotadas são as constantes da tabela 31. Para o cálculo destes valores foram adotadas as equações 20 (descrita anteriormente) e 22 (apresentada de seguida).

$$Carga\ org.\ ind. = carga\ org.\ proj. - carga\ org.\ dom. \quad [Eq. 22]$$

Em que, a carga org. proj. é 5334 kg/d.

Tabela 31: Caudal industrial (m^3/d) em função das hipóteses de evolução populacional e da concentração de efluente industrial

Concentração do ef. ind. (mg/l)	Hipótese A (65000 hab.)	Hipótese B (66500 hab.)
500	4056	3900
800	2535	2438
1000	2028	1950

Por outro lado, o efluente doméstico, consoante as capitações consideradas terá concentração em CBO_5 a variar na proporção dessas capitações consideradas. A tabela



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

32, apresenta estes valores os quais são independentes das hipóteses de população consideradas.

Tabela 32: Concentração da componente doméstica (mg/l), expressa como CBO₅

Capitação (l/hab.d)	Concentração (mg/l)
111	608
120	563
150	450
190	355

Da análise conjugada das tabelas 30 e 31, verifica-se que é a componente carga orgânica que determina a capacidade de absorção de efluentes industriais da ETAR de Febros dado que os valores da tabela 31 são todos inferiores ao valor mínimo de caudal industrial estimado para os diferentes cenários considerados para a capitação (4325 m³/d). Deste modo, a capacidade adicional que a ETAR de Febros tem para absorver efluente industrial, considerando as atuais ligações, é o constante na tabela 33.

Tabela 33: Caudal industrial adicional (m³/d)

Concentração do ef. ind. (mg/l)	Hipótese A (65000 hab.)	Hipótese B (66500 hab.)
500	2863	2707
800	1342	1245
1000	835	757

Assim, considera-se que a ETAR de Febros tem capacidade para suportar ligações de efluentes industriais podendo adotar no seu Regulamento Municipal a concentração de 800 mg/l ou mesmo 1000 mg/l expresso em termos de CBO₅ como qualidade máxima para os efluentes industriais.



Capítulo 8 - Conclusões

As principais conclusões do trabalho desenvolvido durante o estágio efetuado na empresa Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM no âmbito da unidade curricular Dissertação/Estágio/Projeto do Mestrado em Engenharia do Ambiente são as seguintes:

- O projeto da ETAR de Febros adotou no dimensionamento dos principais órgãos e equipamentos que a constituem critérios cujos valores estão dentro das gamas consideradas como de boas práticas podendo ser em alguns casos considerados como conservadores;
- A população considerada para a bacia drenante da ETAR de Febros no H.P. parece excessiva tendo por base o aumento de população ocorrido entre os censos de 2001 e 2011;
- A capitação de 190 l/hab.d considerada para o H.P., apesar de justificada pelo disposto no artigo 13.º do Título II do Regulamento geral dos sistemas públicos e prediais de distribuição de águas residuais publicado através do Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto, parece ser demasiado otimista dado que, tendo por base os dados de consumo de água registados pela empresa Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM, no ano de 2011, terem sido 111 l/hab.d;
- A ETAR de Febros apresenta uma capacidade adicional de absorção de caudal mesmo tendo em consideração os valores de infiltração considerados no seu projeto;
- A capacidade adicional de absorção de efluentes industriais, face às ligações atualmente existentes situa-se entre 1300 m³/d considerando uma concentração em CBO₅ de efluente industrial de 800 mg/l ou de cerca de 800 m³/d se essa concentração for de 1000 mg/l;
- A realização deste estágio curricular permitiu desenvolver e aplicar as competências adquiridas durante os estudos conducentes à obtenção do grau de licenciado e da parte curricular do Mestrado em Engenharia do Ambiente, assim como adquirir competências complementares decorrentes da integração nas equipas de trabalho da exploração e manutenção da ETAR de Febros, assim como da equipa de planeamento e obras ambas pertencentes à empresa Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR



Referências

- [1] <http://dre.pt/pdf1s/1998/08/176A00/36763722.pdf>, acessido a 20 de novembro de 2012.
- [2] <http://dre.pt/pdf1s/1997/06/139A00/29592967.pdf>, acessido a 20 de novembro de 2012.
- [3] <http://dre.pt/pdf1s/1998/11/259A00/59825983.pdf>, acessido a 20 de novembro de 2012.
- [4] <http://dre.pt/pdf1s/2004/06/145A00/38053809.pdf>, acessido a 20 de novembro de 2012.
- [5] <http://dre.pt/pdf1s/2008/10/19500/0713007133.pdf>, acessido a 20 de novembro de 2012.
- [6] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1991:135:0040:0052:PT:PDF>, acessido a 20 de novembro de 2012.
- [7] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:067:0029:0030:PT:PDF>, acessido a 20 de novembro de 2012.
- [8] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:284:0001:0053:PT:PDF>, acessido a 20 de novembro de 2012.
- [9] <http://dre.pt/pdf1sdip/1995/08/194b00/52845319.PDF>, acessido a 20 de novembro de 2012.
- [10] <http://www.aguasgaia.eu/FileUpload/files/RegulamentoAGEEM090709.pdf>, acessido a 7 de setembro de 2012.
- [11] Panfleto da empresa Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM, cedido pela própria empresa.
- [12] <https://maps.google.pt/maps?ct=reset&tab=ll>, acessido a 6 de setembro de 2012.
- [13] http://www.aguasgaia.eu/pt/dados.php?ref=san_etar_febros, acessido a 7 de setembro de 2012.
- [14] Metcalf and Eddy, Inc., 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 4th edition. New York: McGraw Hill.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

[15] http://www.gec.jp/jsim_data/water/water_2/html/doc_231.html, acedido a 7 de setembro de 2012.

[16] "*Construção da ETAR do Febros, do sistema de drenagem e tratamento de águas residuais das bacias do Douro Nordeste - Bacias do Rio Febros*". janeiro de 2001. Projeto de execução. Vila Nova de Gaia.

[17] http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main, acedido em março de 2012.

[18] <http://www.wastewater.com/pdf/135.pdf>, acedido a 5 de novembro de 2012.

[19] <http://www.eolss.net/EolssSampleChapters/C06/E6-13-04-05/E6-13-04-05-TXT-02.aspx>, acedido a 5 de novembro de 2012.



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Anexo 1 - Caudais

Como já foi referido anteriormente, apresentam-se de seguida, todos os gráficos que antecederam ao objetivo final deste relatório de estágio. Os gráficos foram obtidos com os dados disponibilizados pela empresa Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM. As médias mensais e anuais dos dados foram calculadas e todo o tratamento estatístico envolvido.

A empresa disponibilizou os dados do volume de efluente tratado na ETAR de Febros desde 2004 até 2011. Os dados encontram-se em unidades de m³/mês.

Fez-se a conversão das unidades para m³/dia, esta foi feita, dividindo o volume tratado pelos correspondentes dias do mês, tendo em conta os meses com 30 ou 31 dias e em relação ao mês de fevereiro também foi tido em conta se o ano é bissexto ou não.

Na tabela 34, apresenta-se os dados disponibilizados pela empresa.

Tabela 34: Volume de efluente tratado na ETAR de Febros (m³/mês) de 2004 a 2011 com média anual

Ano	Mês												Média anual:
	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	
2004	145396	124112	112710	132210	149245	178905	137727	146338	112855	148930	129906	136483	137901
2005	112789	113942	146987	130223	131504	109997	114700	115270	114476	149432	138519	164259	128508
2006	158252	153745	195260	172719	137957	130882	120187	109596	142929	176533	216680	273956	165725
2007	190916	225415	242867	204207	209461	207632	189846	146412	165069	172355	178040	177484	192475
2008	226802	195169	213906	263295	241129	206414	195704	176335	179988	187221	167906	226888	206730
2009	270244	248753	228683	224771	206594	193359	193408	175488	164542	206105	247806	330062	224151
2010	360292	275430	283631	263422	235796	210115	196204	177280	177142	214586	272613	287505	246168
2011	312987	232509	215282	207159	218580	196751	199638	189389	192621	203061	230228	244748	220246



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Na tabela 35, encontram-se os valores do caudal tratado por dia com a conversão feita.

Tabela 35: Volume de efluente tratado na ETAR de Febros (m³/d) de 2004 a 2011 com média anual e média mensal de 2004 a 2011

Ano	Mês												Média anual:
	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	
2004	4690	4280	3636	4407	4814	5964	4443	4721	3762	4804	4330	4403	4521
2005	3638	4069	4742	4341	4242	3667	3700	3718	3816	4820	4617	5299	4222
2006	5105	5491	6299	5757	4450	4363	3877	3535	4764	5695	7223	8837	5450
2007	6159	8051	7834	6807	6757	6921	6124	4723	5502	5560	5935	5725	6341
2008	7316	6730	6900	8777	7778	6880	6313	5688	6000	6039	5597	7319	6778
2009	8718	8884	7377	7492	6664	6445	6239	5661	5485	6649	8260	10647	7377
2010	11622	9837	9149	8781	7606	7004	6329	5719	5905	6922	9087	9274	8103
2011	10096	8304	6945	6905	7051	6558	6440	6109	6421	6550	7674	7895	7246
Média mensal de 2004 a 2011:	9438	8439	7593	7989	7275	6722	6330	5794	5952	6540	7655	8784	



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Os gráficos apresentados de seguida foram obtidos através dos dados presentes na tabela 35.

Primeiramente, são apresentados os gráficos dos caudais mensais que a ETAR de Febros recebe todos os dias desde o ano de 2004 até 2011. Os caudais mensais são apresentados com o respetivo erro desvio padrão, é apresentada também a linha da média anual.

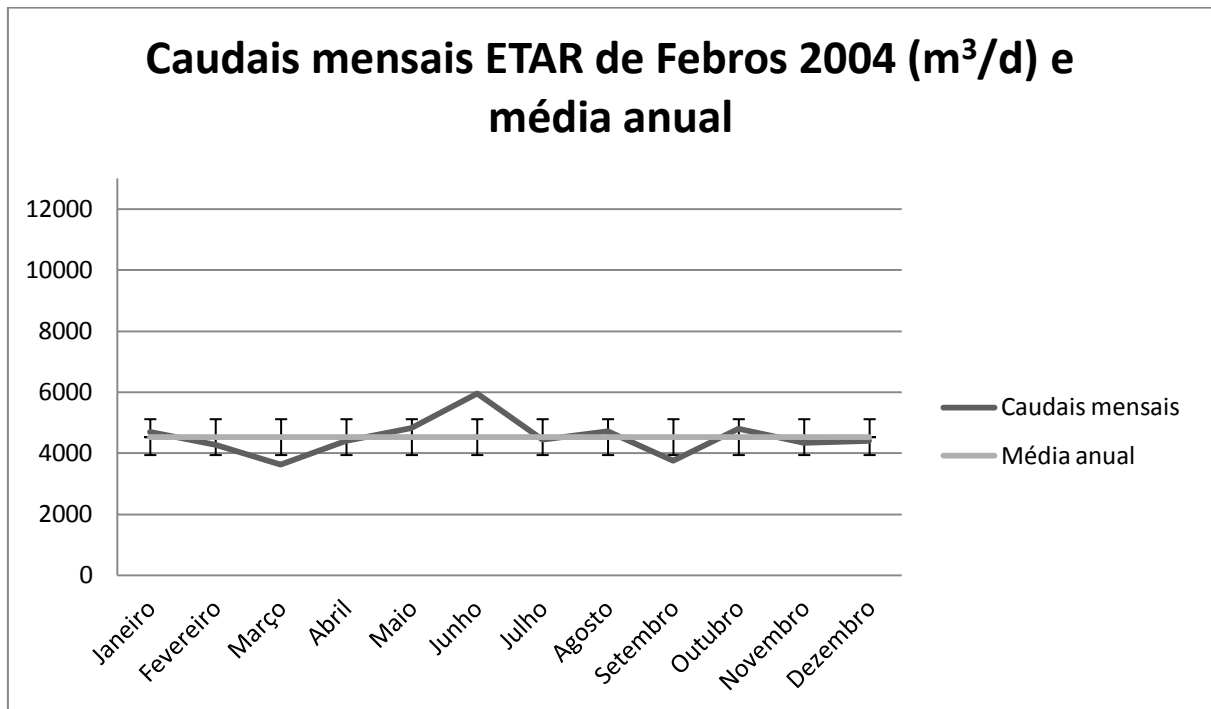


Figura 16: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m³/d) e média anual do ano 2004

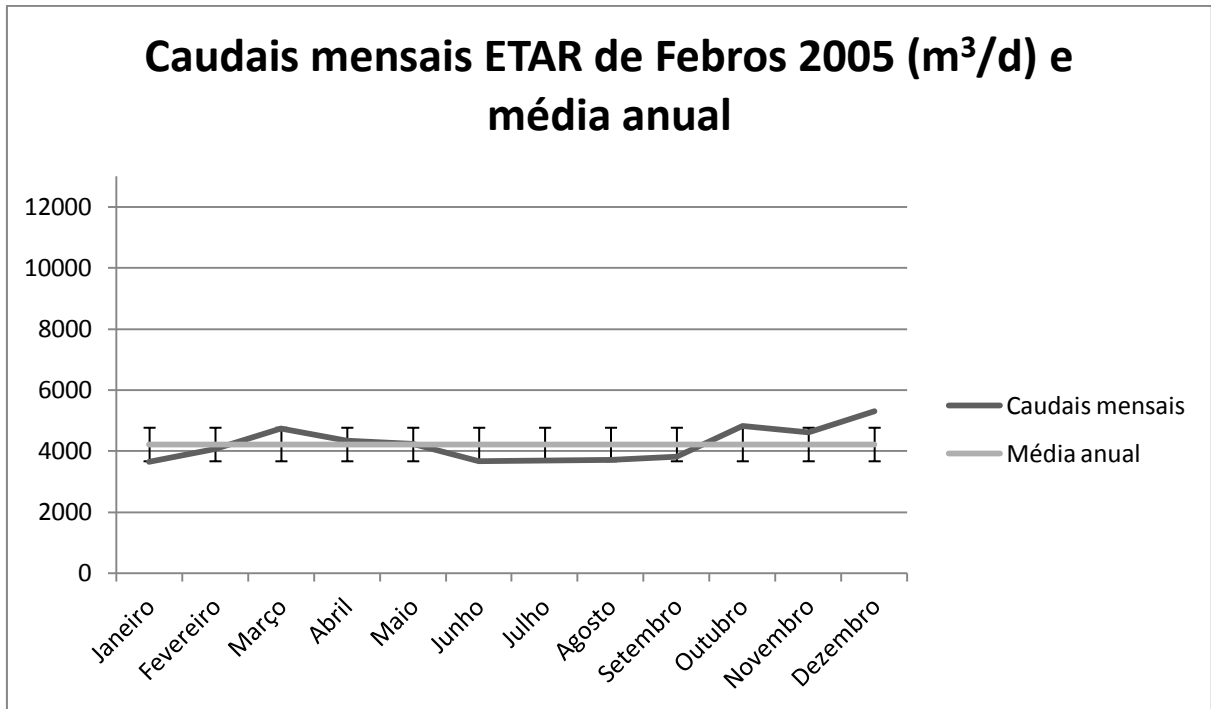


Figura 17: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m³/d) e média anual do ano 2005

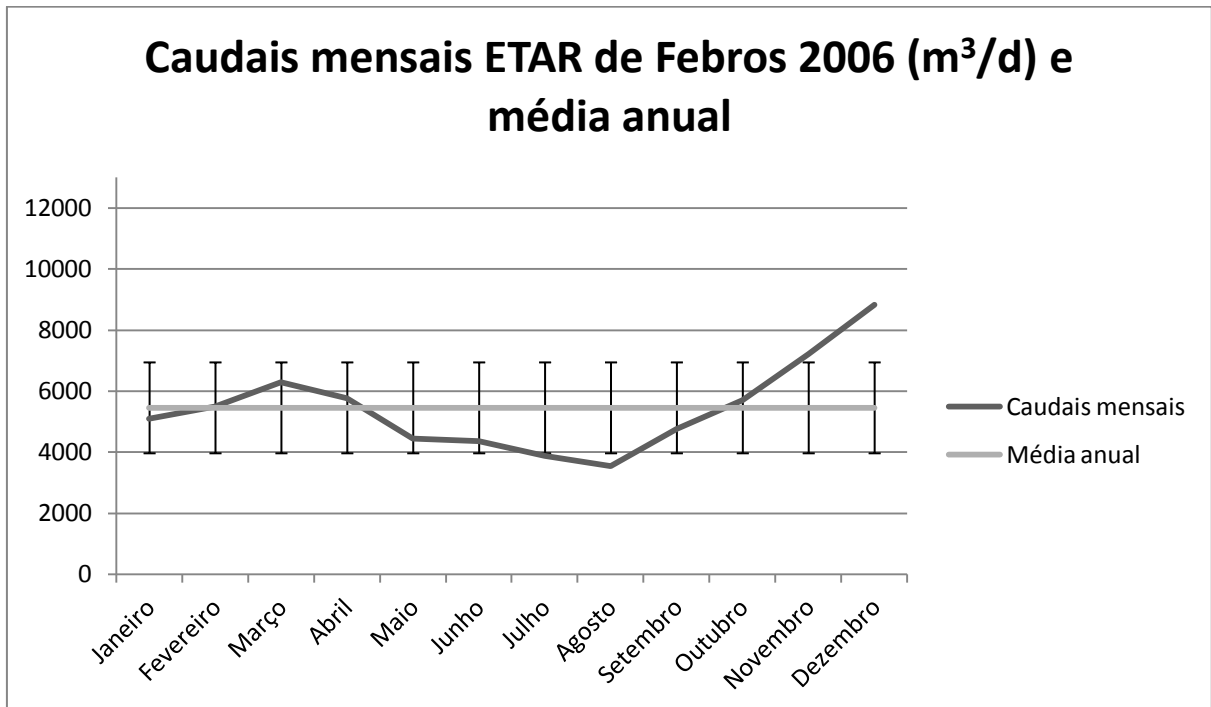


Figura 18: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m³/d) e média anual do ano 2006

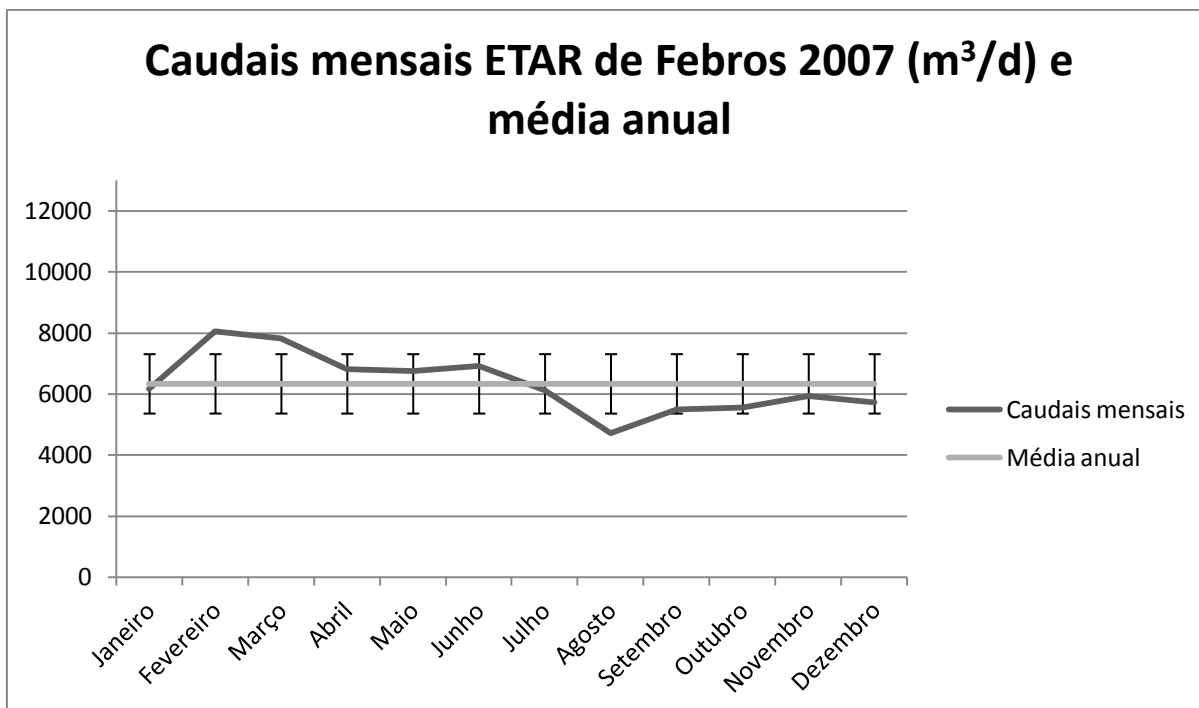


Figura 19: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m³/d) e média anual do ano 2007

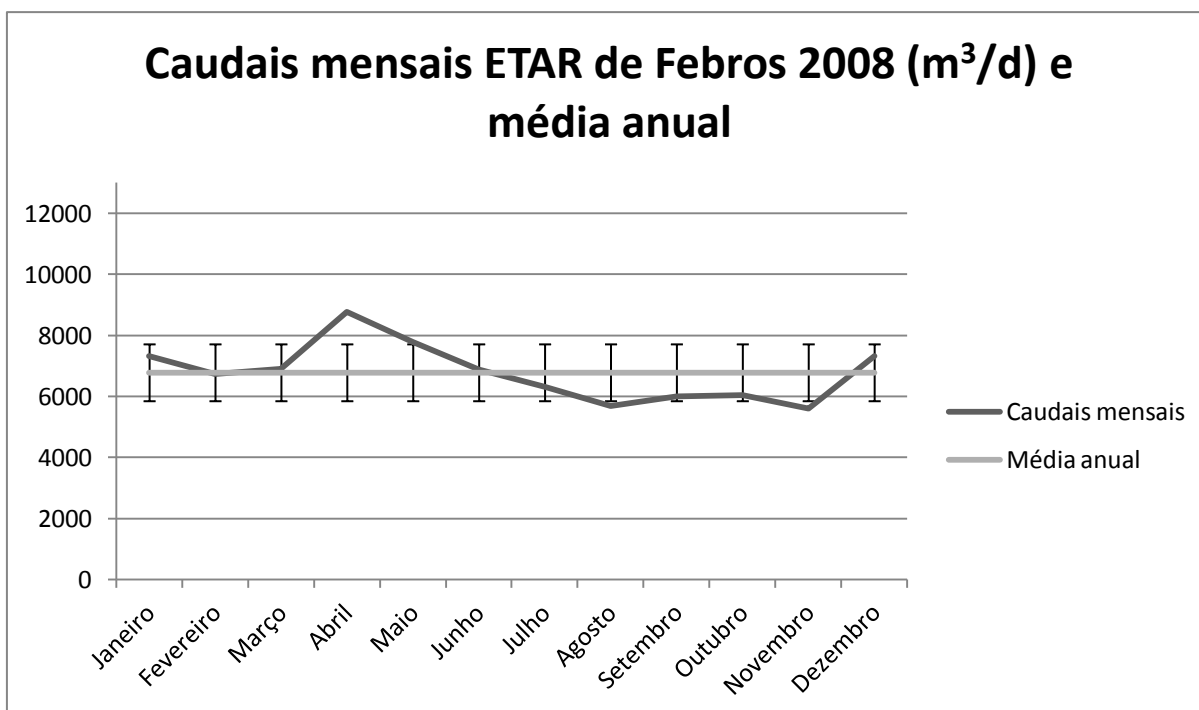


Figura 20: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m³/d) e média anual do ano 2008

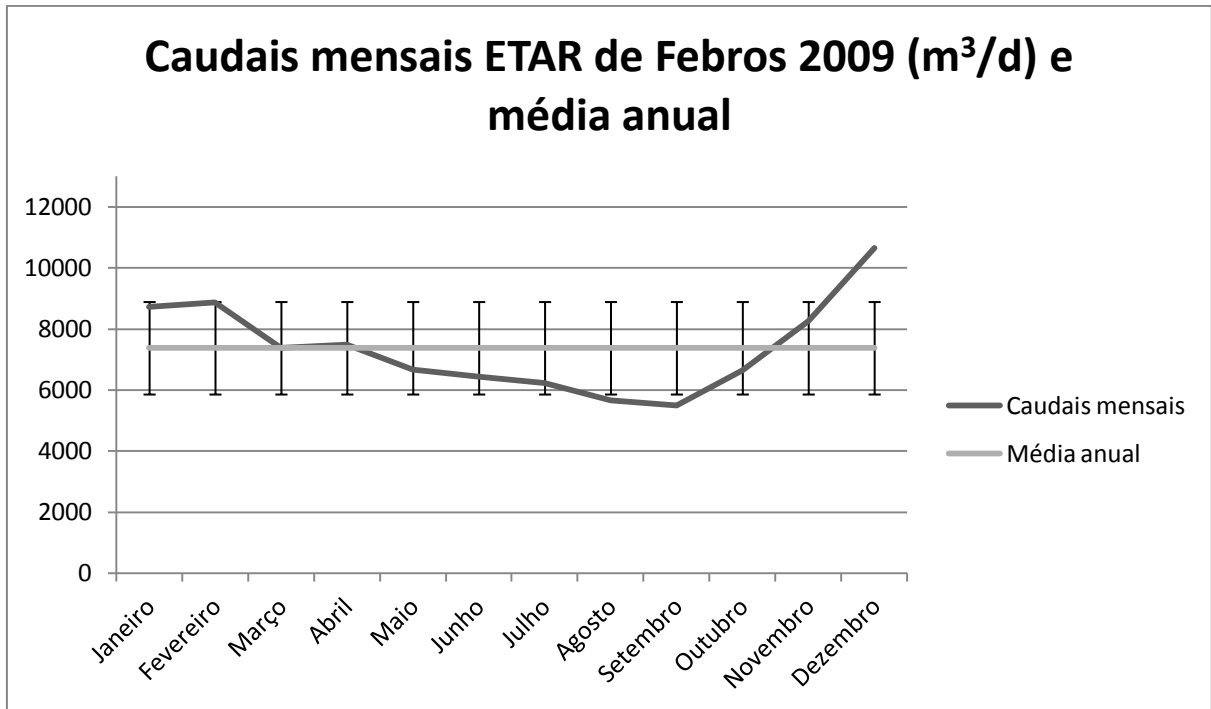


Figura 21: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m³/d) e média anual do ano 2009

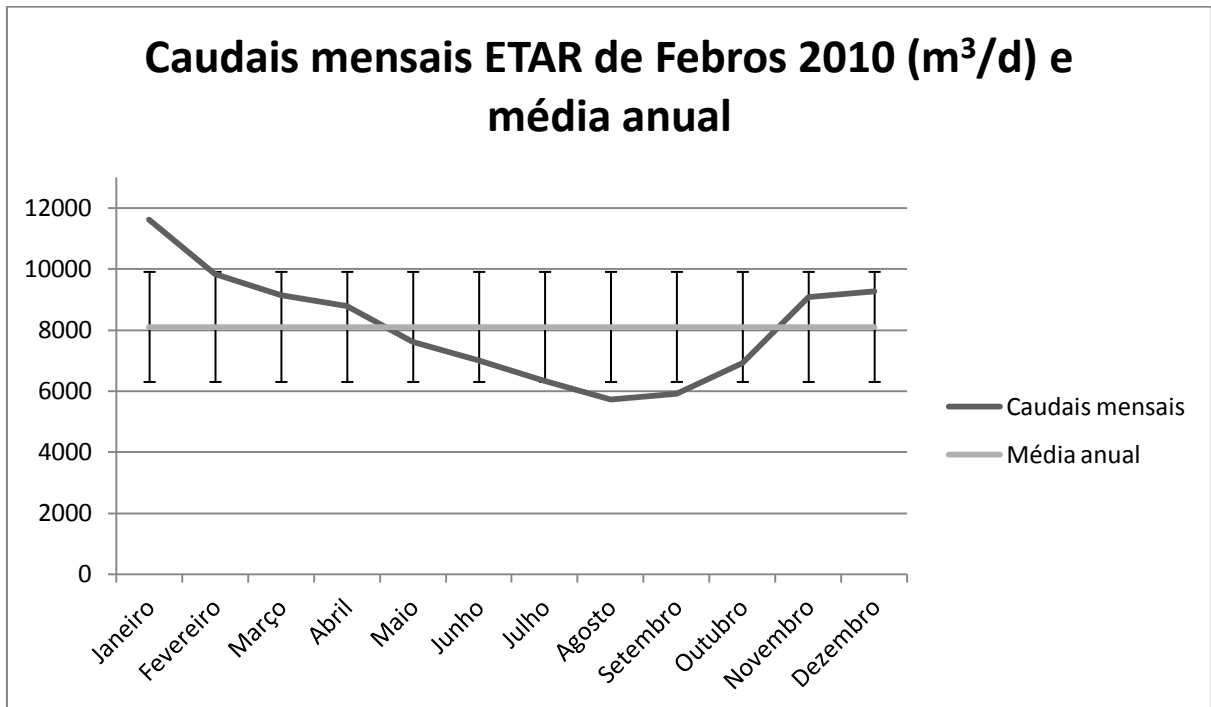


Figura 22: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m³/d) e média anual do ano 2010

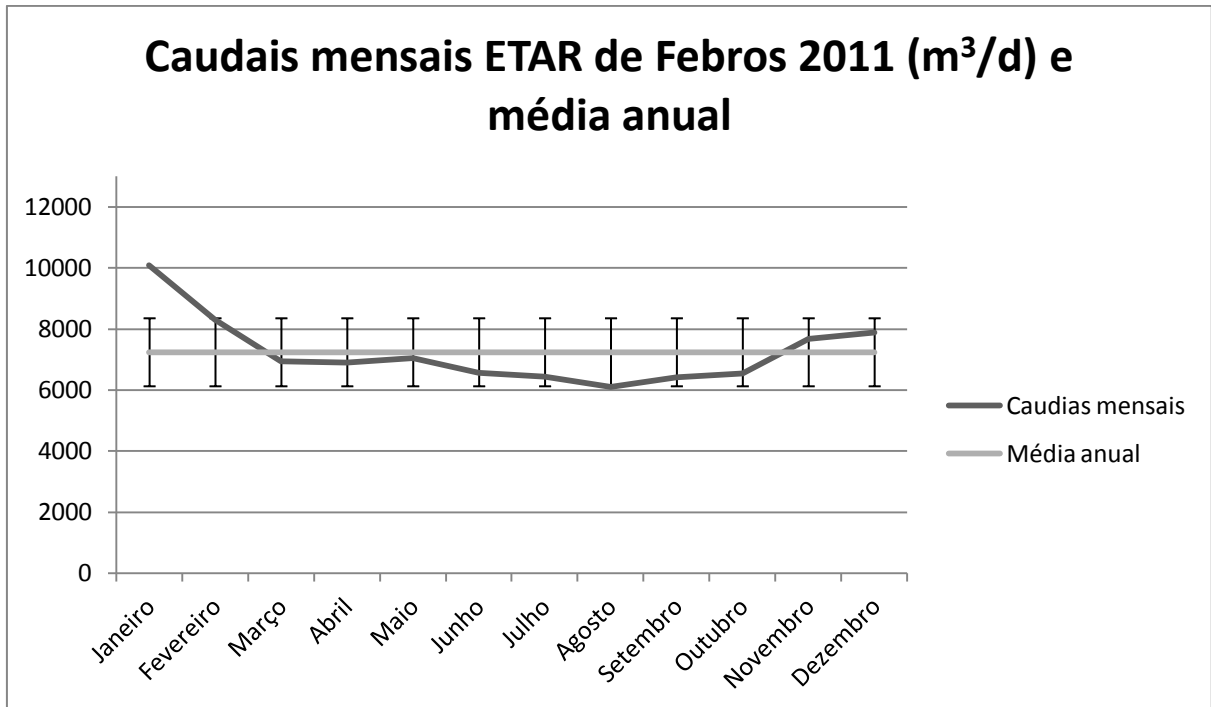


Figura 23: Caudal mensal de efluente da ETAR de Febros (em m³/d) e média anual do ano 2011



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR



Anexo 2 - Parâmetros de qualidade

2.1 Carência Bioquímica de Oxigênio ao fim de 5 dias (CBO₅)

De seguida, são apresentadas a tabela 37 com os dados compilados das análises efetuadas ao afluente e efluente da ETAR de Febros, e que posteriormente são apresentados em forma de gráficos para uma melhor observação dos dados fornecidos pela empresa. As análises são efetuadas duas vezes por mês, de seguida, analisaram-se os dados para se verificar se obedeciam aos Valores Máximos de Concentração (VMC) e Valores Limite de Emissão (VLE) e/ou à percentagem de remoção estipulados (tabela 36). Calculou-se também a média anual para os dados. Os dados são referentes aos anos desde 2008 a 2011. Os resultados da CBO₅ mensal são apresentados com o respetivo erro desvio padrão. Os valores de VLE foram retirados do DL 152/97 [2] e os valores de VMC do RM 284/2009 da empresa [10]. Os dados que não se encontram em conformidade não foram ignorados pois não se achou necessário, até porque não é esse o objetivo deste estágio.

Tabela 36: Valor Máximo de Concentração, Valor Limite de Emissão e percentagem mínima de remoção de CBO₅ a cumprir

	CBO ₅ (mg/l O ₂)	Percentagem mínima de redução (%)
VMC	500	-
VLE	25	70-90

Tabela 37: Valores de CBO₅ afluente e efluente (g/m³) obtidos nas análises e percentagem de remoção verificada; média anual de CBO₅ afluente e efluente para os anos de 2008 a 2011

Ano:	Data:	CBO ₅ (g/m ³)		Percentagem remoção (%)	Média anual:	
		Afluente:	Efluente:		Afluente:	Efluente:
2008	07-01-2008	300	3	99	304	4
	21-01-2008	380	3	99		
	06-02-2008	450	4	99		
	25-02-2008	360	10	97		
	10-03-2008	330	3	99		



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

	25-03-2008	460	5	99		
	07-04-2008	350	4	99		
	21-04-2008	66	4	94		
	06-05-2008	290	6	98		
	20-05-2008	240	3	99		
	04-06-2008	260	5	98		
	26-06-2008	250	3	99		
	08-07-2008	270	7	97		
	22-07-2008	410	8	98		
	06-08-2008	550	3	99		
	20-08-2008	160	3	98		
	10-09-2008	580	6	99		
	24-09-2008	230	3	99		
	08-10-2008	400	3	99		
	22-10-2008	240	3	99		
	05-11-2008	290	6	98		
	17-11-2008	160	6	96		
	03-12-2008	27	3	89		
	16-12-2008	240	3	99		
2009	06-01-2009	200	6	97	247	4
	20-01-2009	160	3	98		
	03-02-2009	130	3	98		
	17-02-2009	290	6	98		
	03-03-2009	170	3	98		
	17-03-2009	230	3	99		
	07-04-2009	310	3	99		
	21-04-2009	340	6	98		
	05-05-2009	360	6	98		
	19-05-2009	230	3	99		
	02-06-2009	340	3	99		
	16-06-2009	340	4	99		
	07-07-2009	560	6	99		
	21-07-2009	15	12	20		
	04-08-2009	250	5	98		
	18-08-2009	395	3	99		
	08-09-2009	217	3	99		
22-09-2009	294	4	99			
07-10-2009	109	4	96			



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

	20-10-2009	73	4	95		
	03-11-2009	257	4	98		
	17-11-2009	133	4	97		
	02-12-2009	222	4	98		
	15-12-2009	297	3	99		
	07-01-2010	223	6	97		
	19-01-2010	45	6	87		
	02-02-2010	179	5	97		
	19-02-2010	342	11	97		
	02-03-2010	90	6	93		
	16-03-2010	346	6	98		
	06-04-2010	121	4	97		
	20-04-2010	367	3	99		
	04-05-2010	443	3	99		
	18-05-2010	279	4	99		
	14-06-2010	431	7	98		
2010	22-06-2010	364	3	99	309	8
	06-07-2010	320	3	99		
	20-07-2010	463	22	95		
	03-08-2010	517	19	96		
	17-08-2010	300	13	96		
	08-09-2010	300	19	94		
	21-09-2010	375	13	97		
	07-10-2010	238	6	97		
	19-10-2010	350	6	98		
	03-11-2010	325	11	97		
	16-11-2010	363	5	99		
	02-12-2010	238	7	97		
	14-12-2010	400	5	99		
	11-01-2011	51	3	94		
	25-01-2011	270	3	99		
	07-02-2011	230	3	99		
	24-02-2011	180	9	95		
2011	09-03-2011	150	3	98	317	4
	22-03-2011	290	3	99		
	12-04-2011	340	3	99		
	27-04-2011	700	6	99		
	10-05-2011	330	3	99		



24-05-2011	440	3	99
14-06-2011	610	3	100
28-06-2011	380	3	99
12-07-2011	390	3	99
26-07-2011	390	3	99
09-08-2011	310	3	99
23-08-2011	240	3	99
13-09-2011	460	14	97
27-09-2011	350	3	99
11-10-2011	600	5	99
25-10-2011	210	3	99
08-11-2011	240	3	99
22-11-2011	250	3	99
13-12-2011	78	3	96
27-12-2011	120	3	98

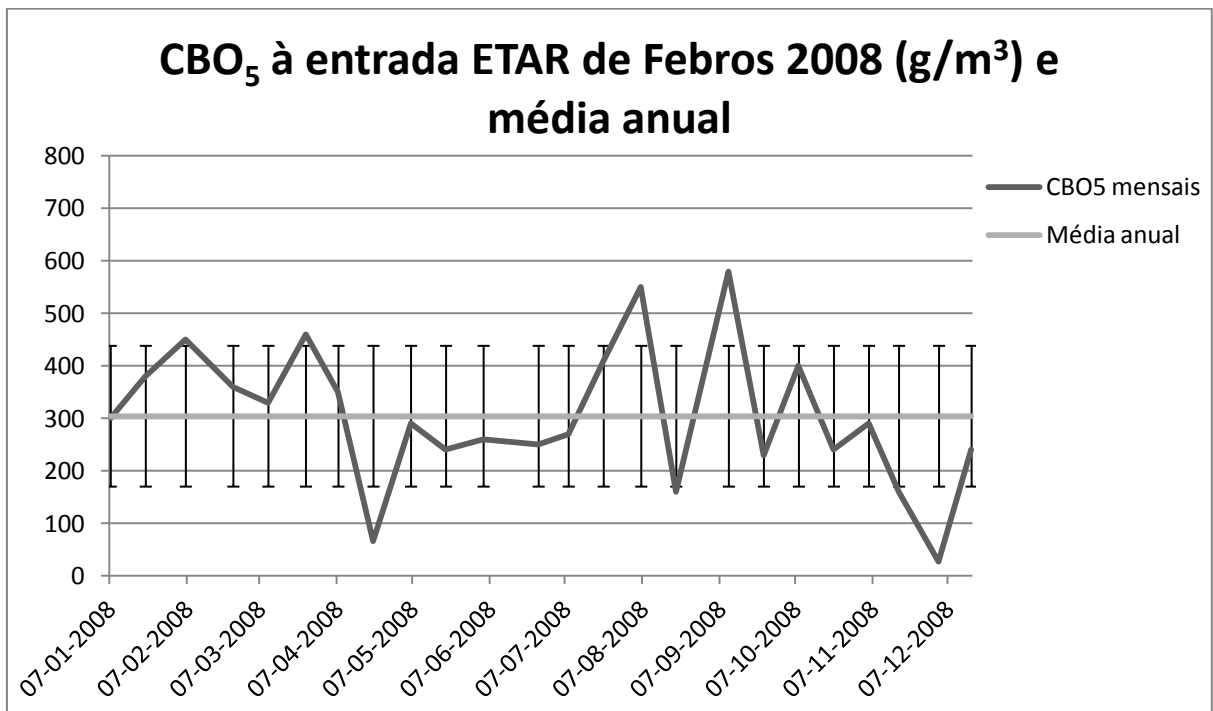


Figura 24: CBO₅ medido no afluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2008

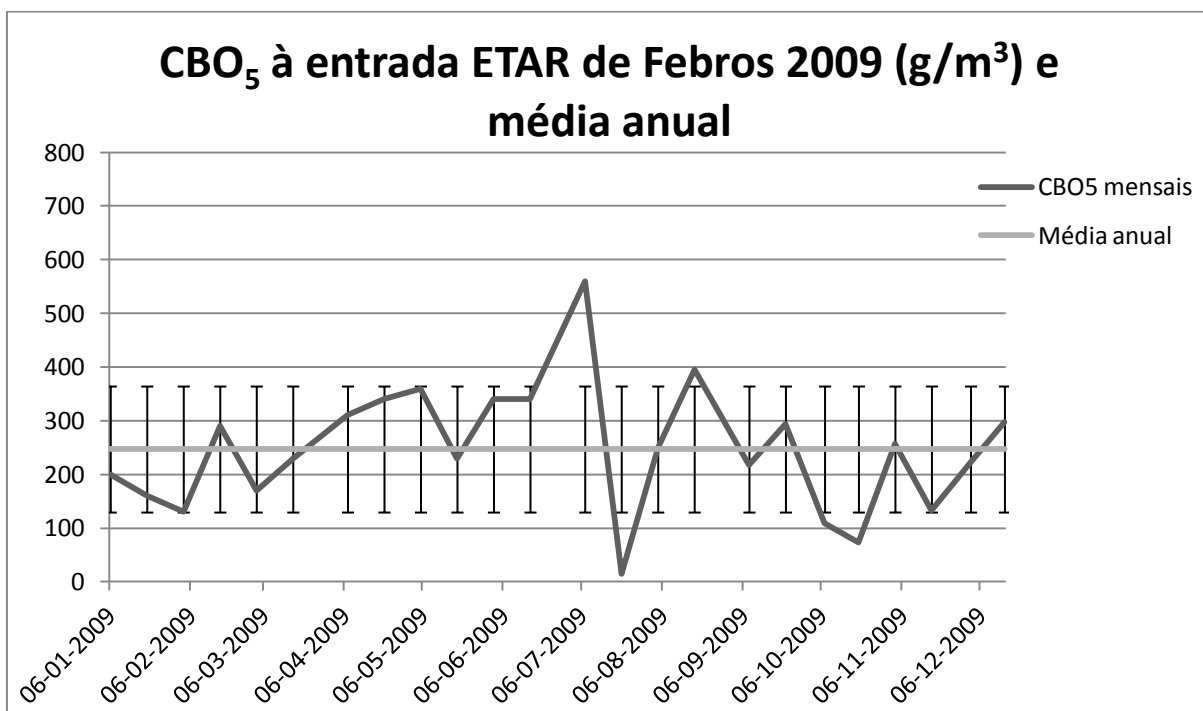


Figura 25: CBO₅ medido no afluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2009

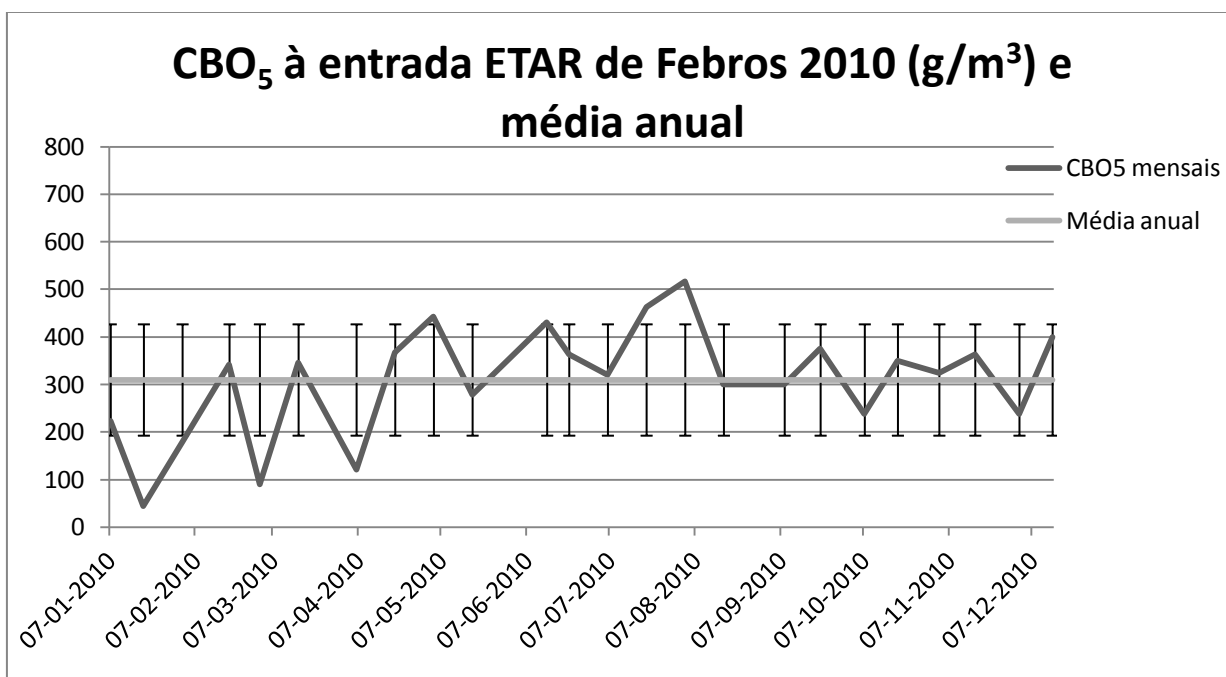


Figura 26: CBO₅ medido no afluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2010

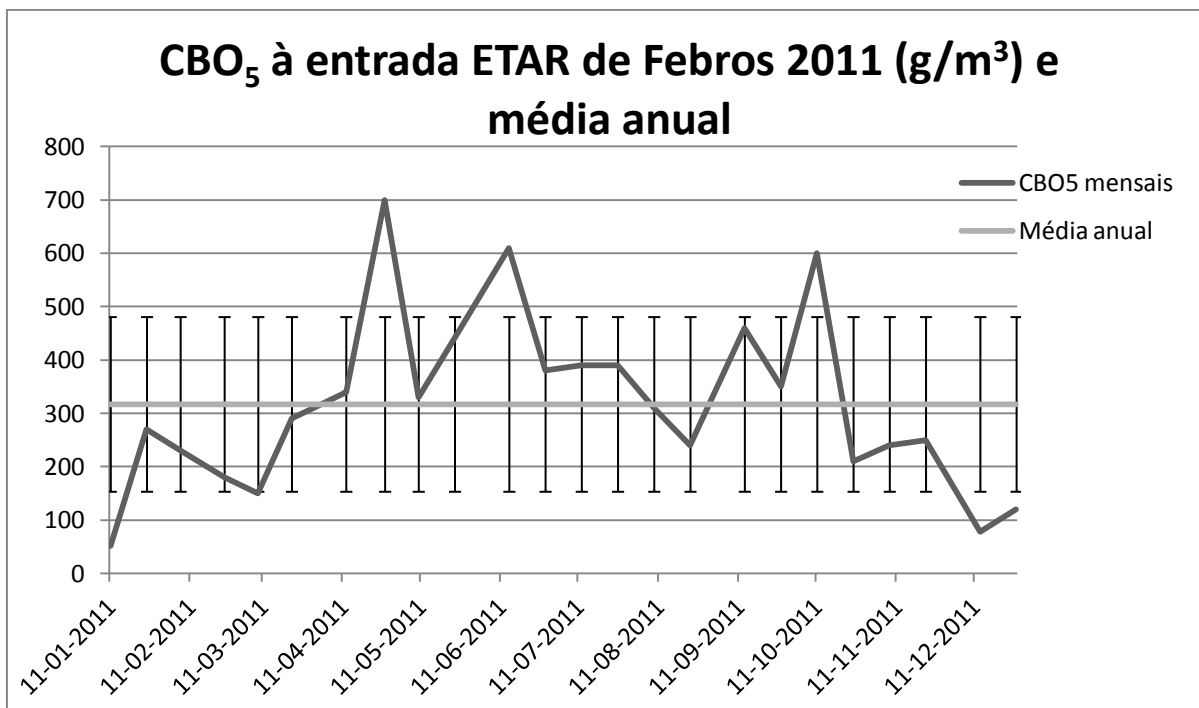


Figura 27: CBO₅ medido no afluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2011

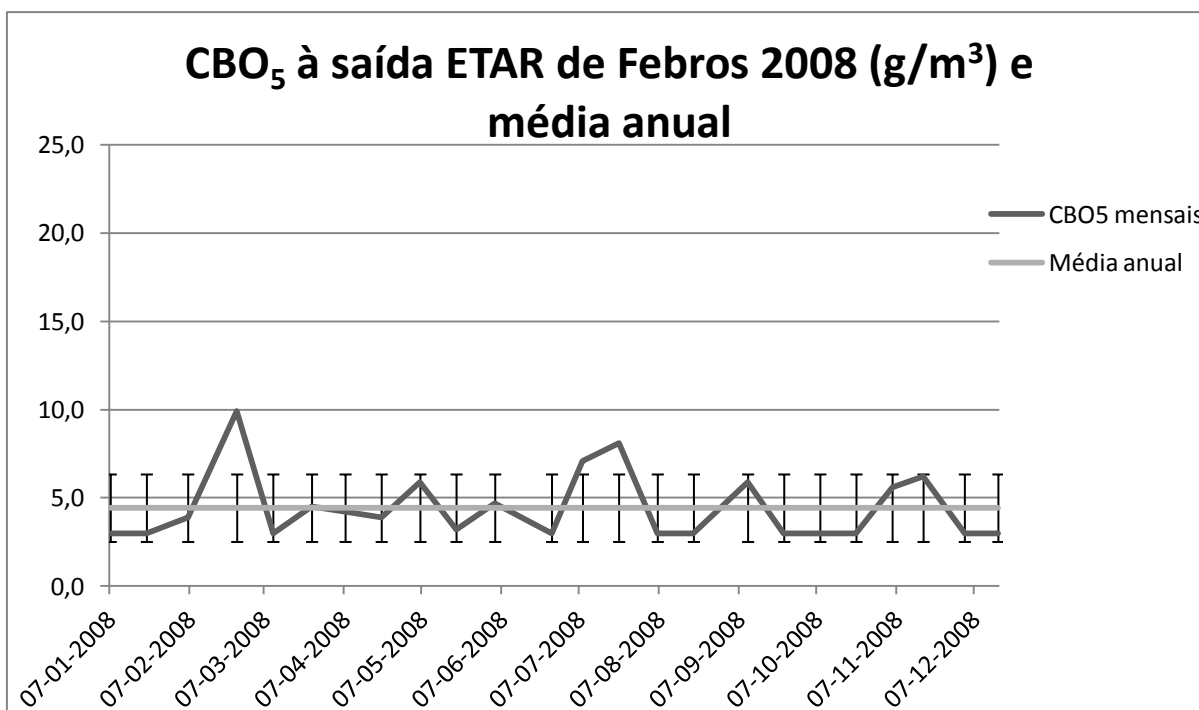


Figura 28: CBO₅ medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2008

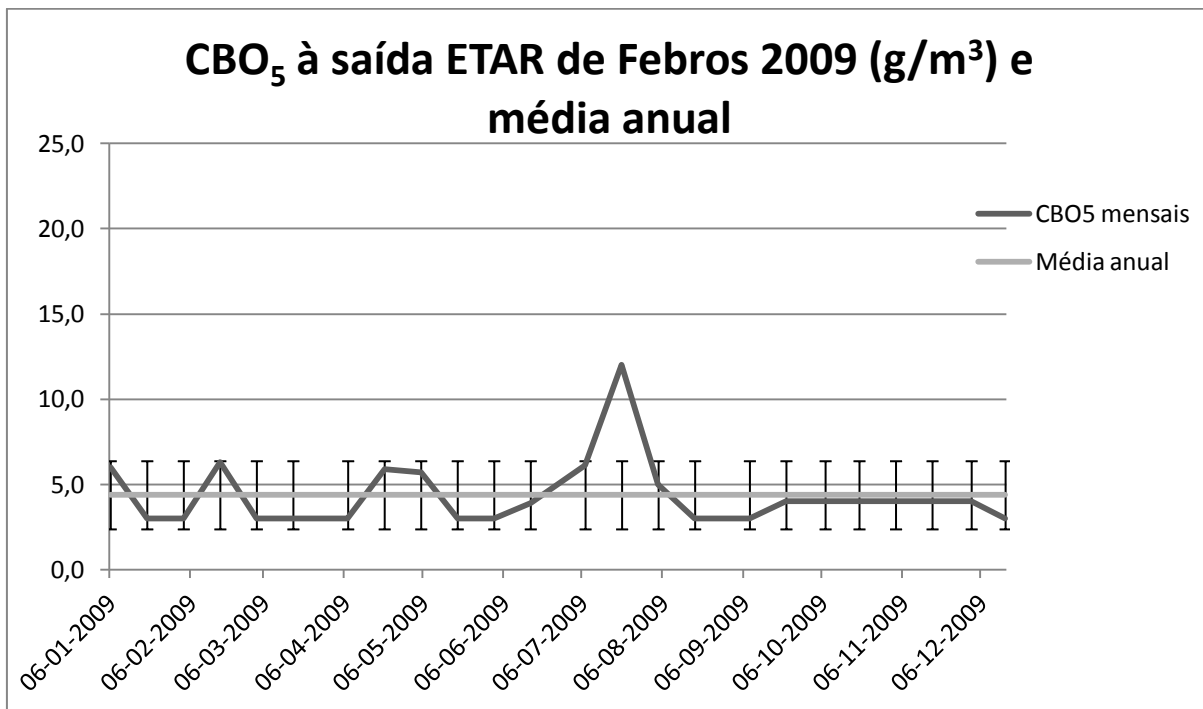


Figura 29: CBO₅ medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2009

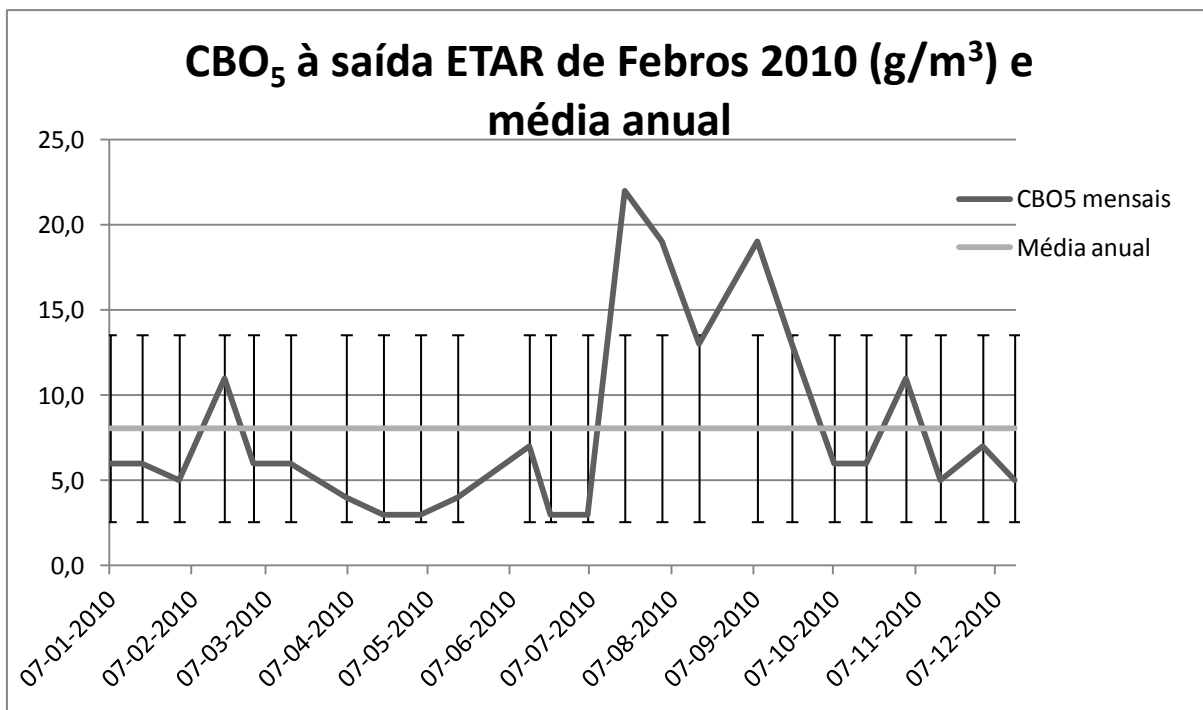


Figura 30: CBO₅ medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do mesmo ano (2010)

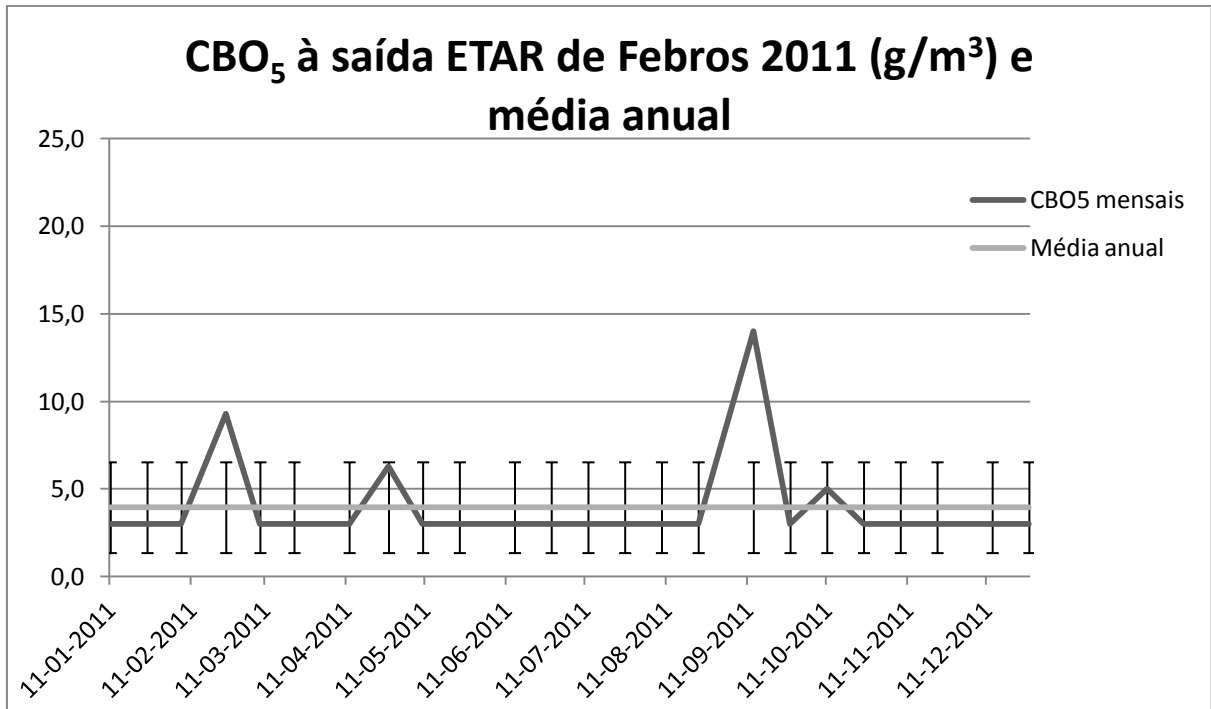


Figura 31: CBO₅ medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2011



2.2 Carência Química de Oxigênio (CQO)

Apresenta-se abaixo a tabela 39 e os gráficos como foi apresentado para o CBO_5 mas agora para o CQO. As análises foram efetuadas e analisaram-se os dados para ver a conformidade com os VMC e VLE e/ou à percentagem de remoção estipulados (tabela 38). Apresenta-se a média anual para os dados. Estes são desde 2008 a 2011. Os resultados da CQO mensal são apresentados com o respetivo erro desvio padrão. Como já foi dito anteriormente, os valores de VMC foram retirados do Regulamento n.º 284/2009 [10] da empresa e os VLE do DL 152/97 [2]. Os dados que não se encontram em conformidade não foram ignorados pois não se achou necessário, até porque não é esse o objetivo deste estágio.

Tabela 38: Valor Máximo de Concentração, Valor Limite de Emissão e percentagem mínima de remoção de CQO a cumprir

	CQO (mg/l O ₂)	Percentagem mínima de redução (%)
VMC	1000	-
VLE	125	75

Tabela 39: Valores de CQO afluente e efluente (g/m³) obtidos nas análises e percentagem de remoção verificada; média anual de CQO afluente e efluente para os anos de 2008 a 2011

Ano:	Data:	CQO (g/m ³)		Percentagem remoção (%)	Média anual:	
		Afluente:	Efluente:		Afluente:	Efluente:
2008	07-01-2008	590	26	96	598	41
	21-01-2008	770	11	99		
	06-02-2008	570	34	94		
	25-02-2008	570	44	92		
	10-03-2008	480	40	92		
	25-03-2008	750	55	93		
	07-04-2008	490	51	90		
	21-04-2008	210	32	85		
	06-05-2008	440	51	88		
	20-05-2008	550	55	90		
	04-06-2008	560	41	93		
	26-06-2008	510	46	91		



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

	08-07-2008	740	51	93		
	22-07-2008	490	59	88		
	06-08-2008	710	45	94		
	20-08-2008	250	38	85		
	10-09-2008	860	26	97		
	24-09-2008	470	37	92		
	08-10-2008	1500	34	98		
	22-10-2008	780	41	95		
	05-11-2008	810	56	93		
	17-11-2008	510	56	89		
	03-12-2008	60	29	52		
	16-12-2008	680	29	96		
2009	06-01-2009	300	43	86	709	38
	20-01-2009	290	26	91		
	03-02-2009	330	42	87		
	17-02-2009	450	38	92		
	03-03-2009	670	36	95		
	17-03-2009	540	36	93		
	07-04-2009	770	38	95		
	21-04-2009	910	42	95		
	05-05-2009	890	48	95		
	19-05-2009	1100	42	96		
	02-06-2009	950	44	95		
	16-06-2009	780	39	95		
	07-07-2009	990	45	95		
	21-07-2009	1100	64	94		
	04-08-2009	700	50	93		
	18-08-2009	970	38	96		
	08-09-2009	1200	42	97		
	22-09-2009	930	31	97		
	07-10-2009	460	23	95		
	20-10-2009	372	28	92		
	03-11-2009	800	41	95		
	17-11-2009	339	37	89		
	02-12-2009	490	5	99		
15-12-2009	690	33	95			
2010	07-01-2010	600	43	93	620	36
	19-01-2010	190	28	85		



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

	02-02-2010	294	20	93		
	19-02-2010	780	31	96		
	02-03-2010	353	47	87		
	16-03-2010	760	22	97		
	06-04-2010	383	26	93		
	20-04-2010	810	30	96		
	04-05-2010	440	47	89		
	05-05-2010	440	47	89		
	18-05-2010	700	39	94		
	14-06-2010	540	24	96		
	22-06-2010	1040	50	95		
	06-07-2010	830	28	97		
	20-07-2010	884	32	96		
	03-08-2010	970	82	92		
	17-08-2010	661	48	93		
	08-09-2010	621	25	96		
	21-09-2010	694	40	94		
	07-10-2010	461	26	94		
	19-10-2010	633	41	94		
	03-11-2010	677	58	91		
	16-11-2010	643	16	98		
	02-12-2010	480	25	95		
	14-12-2010	628	34	95		
2011	11-01-2011	110	35	68	619	34
	25-01-2011	510	22	96		
	07-02-2011	560	22	96		
	24-02-2011	390	24	94		
	09-03-2011	350	37	89		
	22-03-2011	650	29	96		
	12-04-2011	770	47	94		
	27-04-2011	1200	37	97		
	10-05-2011	710	18	97		
	24-05-2011	880	29	97		
	14-06-2011	760	27	96		
	28-06-2011	830	42	95		
	12-07-2011	790	31	96		
	26-07-2011	750	36	95		
	09-08-2011	620	34	95		



23-08-2011	390	24	94
13-09-2011	746	49	93
27-09-2011	710	44	94
11-10-2011	1100	38	97
25-10-2011	400	28	93
08-11-2011	510	35	93
22-11-2011	510	27	95
13-12-2011	300	72	76
27-12-2011	320	31	90

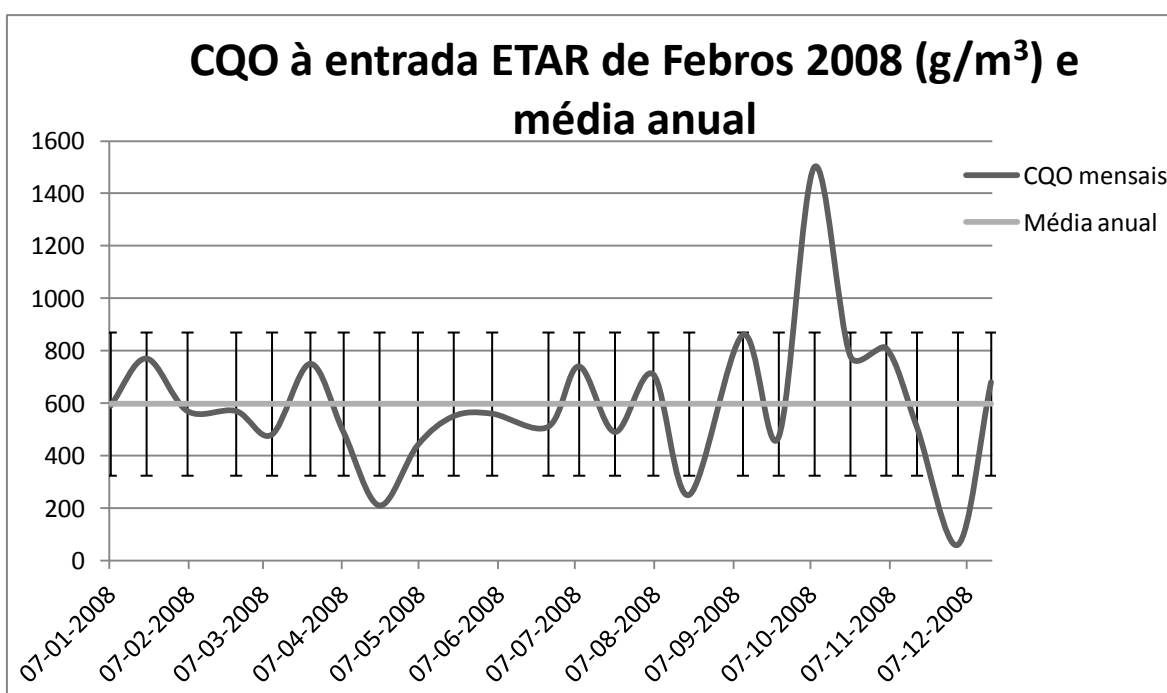


Figura 32: CQO medido no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2008

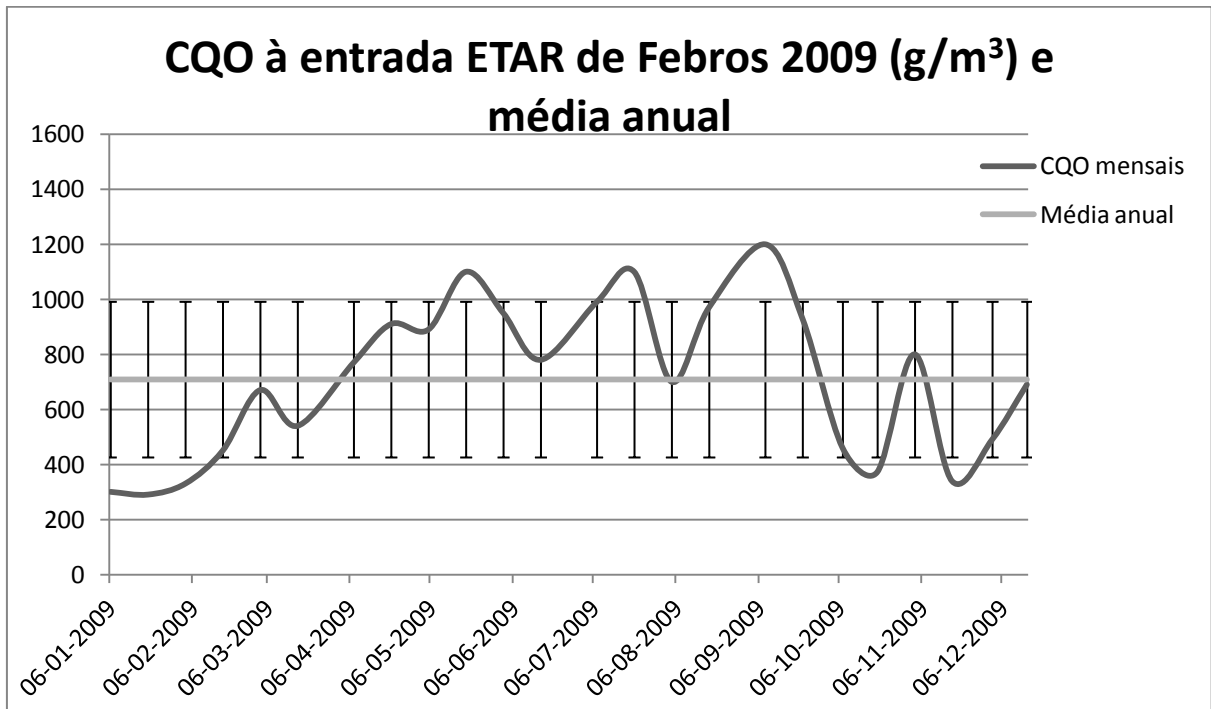


Figura 33: CQO medido no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2009

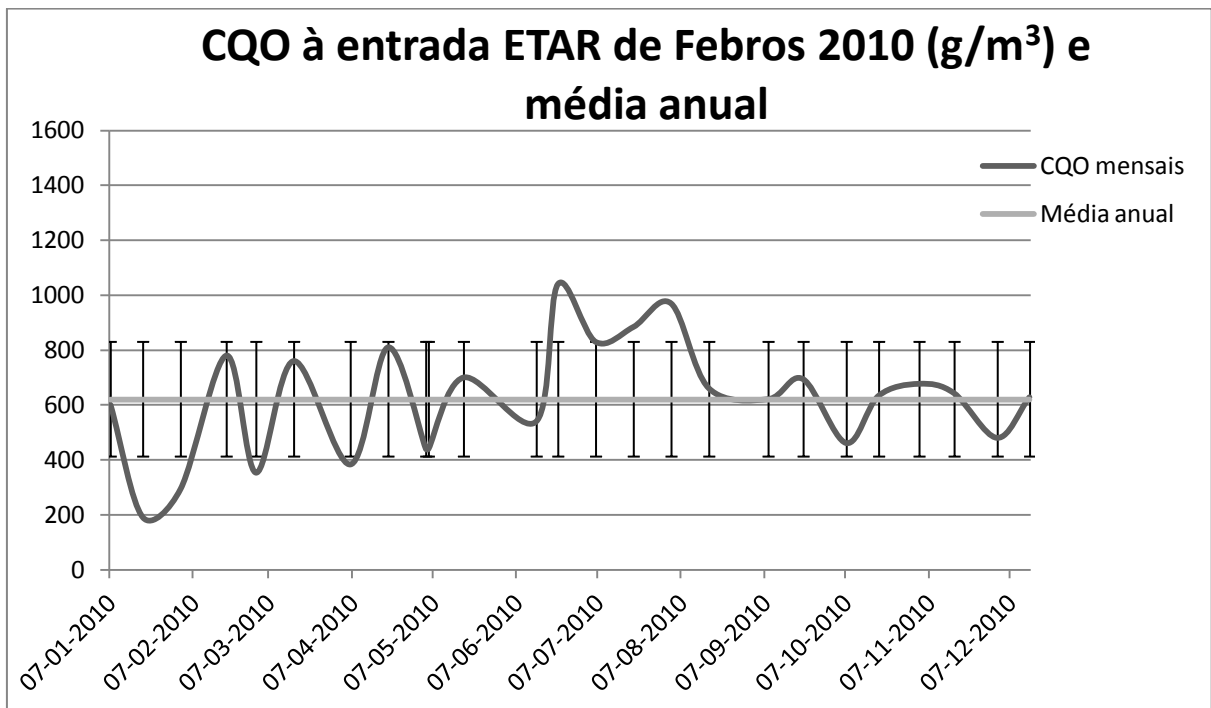


Figura 34: CQO medido no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2010

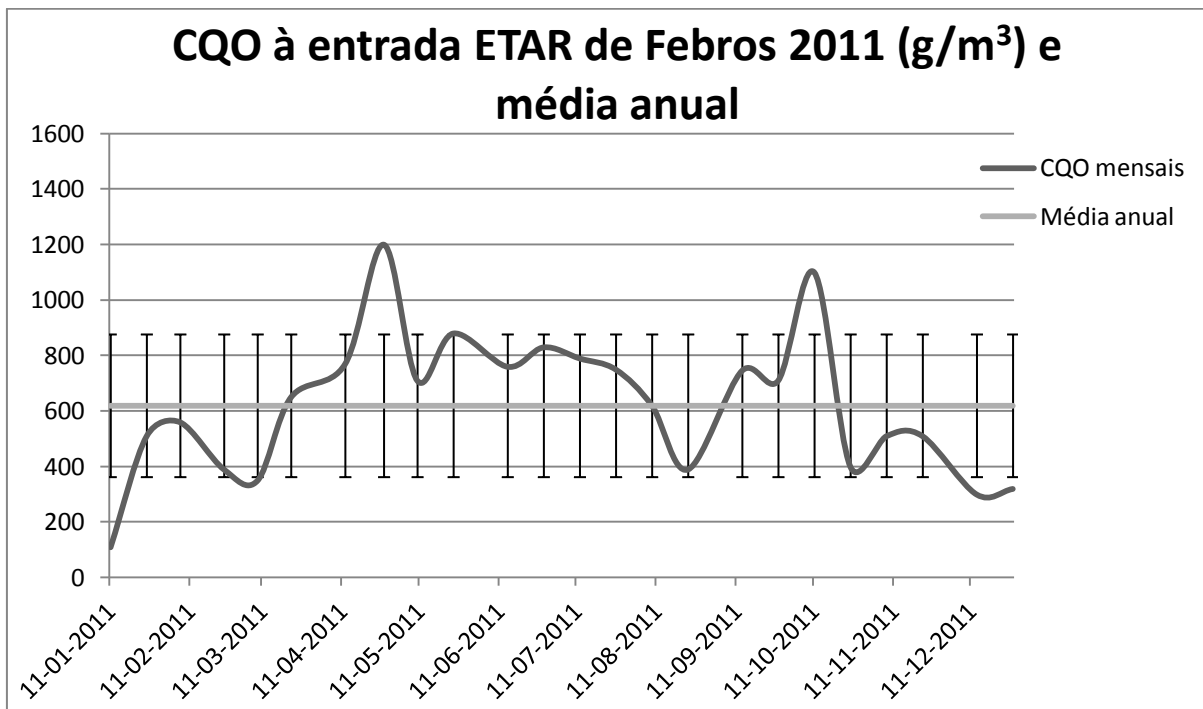


Figura 35: CQO medido no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2011

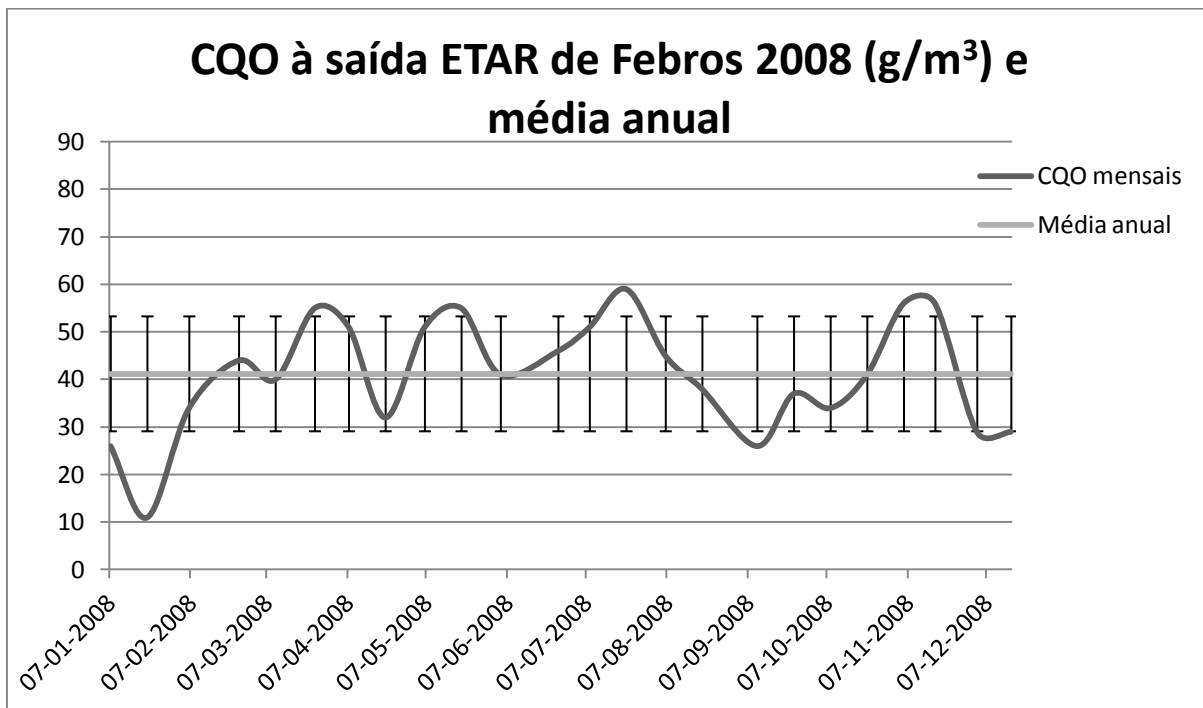


Figura 36: CQO medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2008

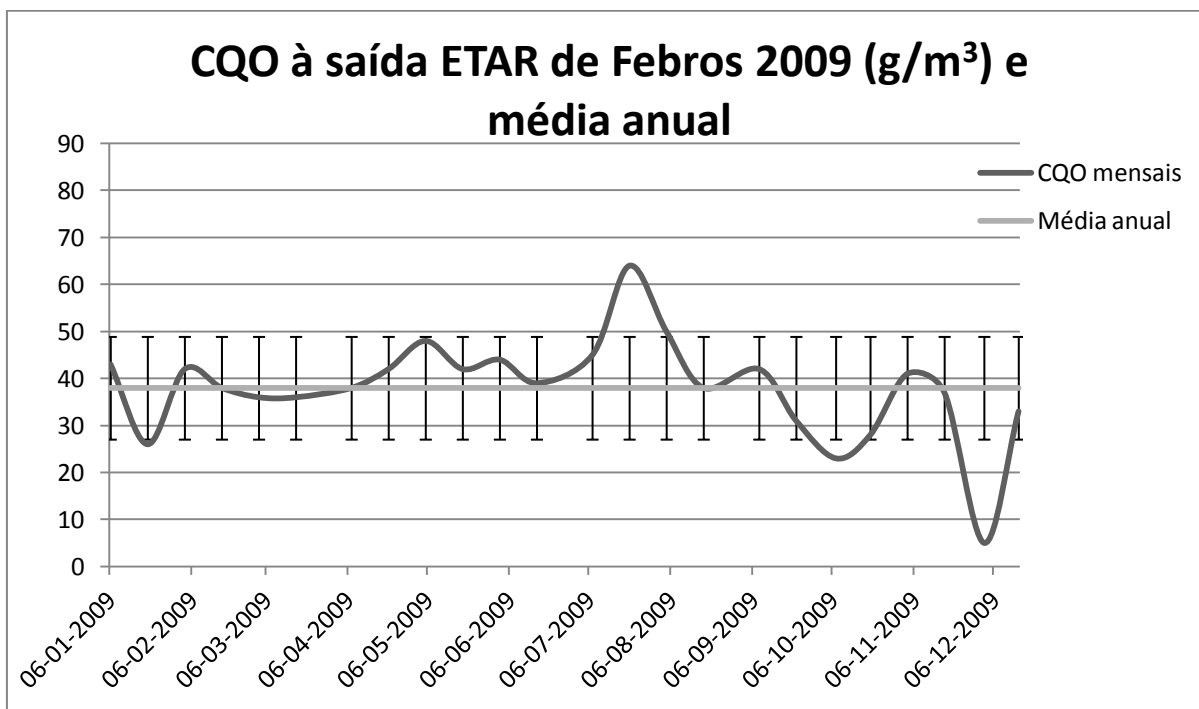


Figura 37: CQO medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2009

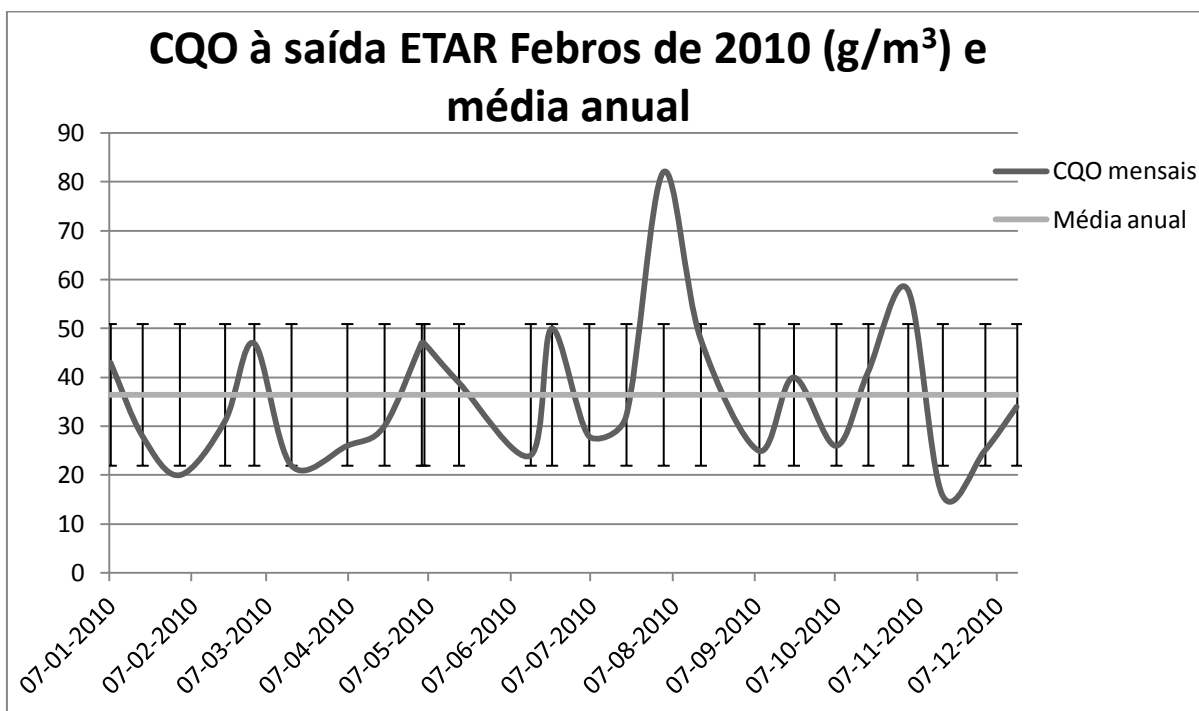


Figura 38: CQO medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2010

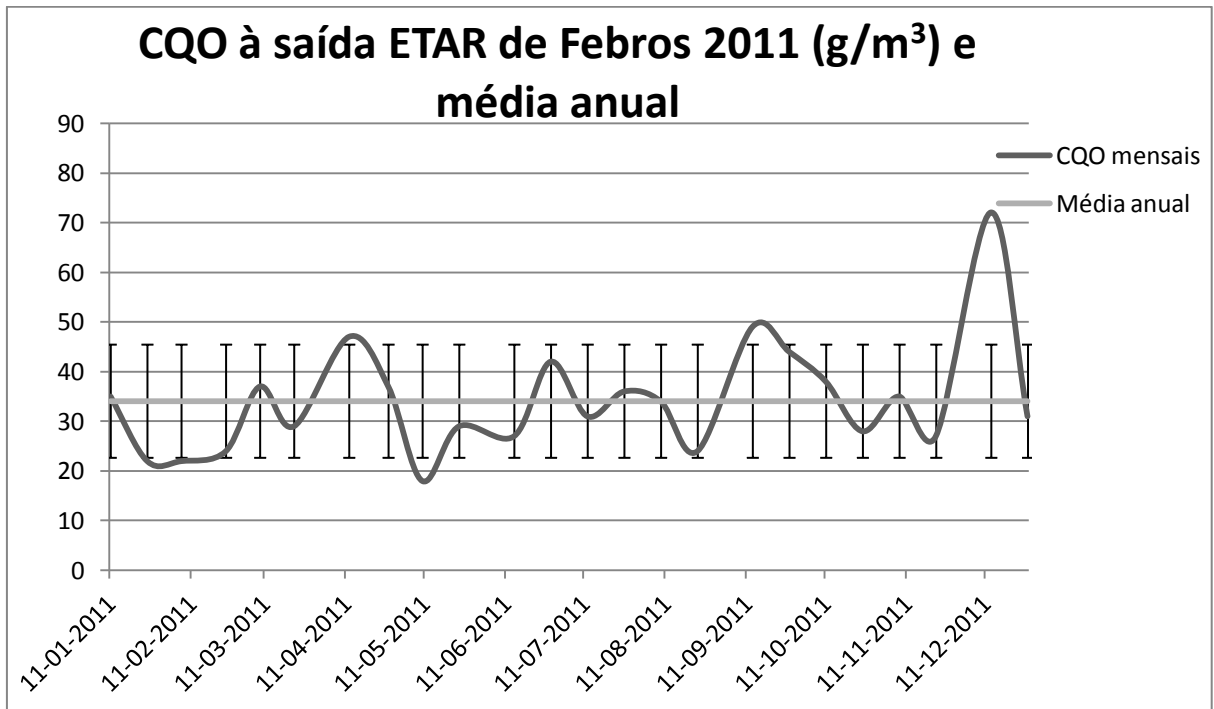


Figura 39: CQO medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2011



2.3 Sólidos Suspensos Totais (SST)

Seguidamente são apresentados a tabela 41 e os gráficos das concentrações de SST. Foram analisados os dados para verificar a conformidade com os VMC e VLE e/ou à percentagem de remoção estabelecidos (tabela 40). É também apresentada a média anual dos dados desde 2008 a 2011. Como para os outros parâmetros, os valores de SST mensal são apresentados com o respetivo erro desvio padrão. E mais uma vez, os valores de VMC foram retirados do Regulamento n.º 284/2009 [10] e os VLE do DL n.º 152/97 [2]. Os dados que não se encontram em conformidade não foram ignorados pois, mais uma vez, não se achou necessário, até porque não é esse o objetivo deste estágio.

Tabela 40: Valor Máximo de Concentração, Valor Limite de Emissão e percentagem mínima de remoção de CQO a cumprir

	SST (mg/l)	Percentagem mínima de redução (%)
VMC	500	-
VLE	35	90

Tabela 41: Valores de SST afluente e efluente (g/m^3) obtidos nas análises e percentagem de remoção verificada; média anual de SST afluente e efluente para os anos de 2008 a 2011

Ano:	Data:	SST (g/m^3)		Percentagem remoção (%)	Média anual:	
		Afluente:	Efluente:		Afluente:	Efluente:
2008	07-01-2008	77	17	78	253	16
	21-01-2008	220	17	92		
	06-02-2008	210	17	92		
	25-02-2008	190	39	79		
	10-03-2008	180	10	94		
	25-03-2008	200	10	95		
	07-04-2008	170	10	94		
	21-04-2008	64	26	59		
	06-05-2008	110	18	84		
	20-05-2008	140	10	93		
	04-06-2008	230	13	94		
	26-06-2008	200	10	95		
	08-07-2008	320	12	96		
	22-07-2008	390	22	94		



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

	06-08-2008	70	10	86		
	20-08-2008	150	10	93		
	10-09-2008	520	12	98		
	24-09-2008	300	22	93		
	08-10-2008	1000	10	99		
	22-10-2008	500	21	96		
	05-11-2008	370	12	97		
	17-11-2008	230	27	88		
	03-12-2008	45	10	78		
	16-12-2008	180	12	93		
2009	06-01-2009	190	10	95	252	11
	20-01-2009	170	11	94		
	03-02-2009	130	26	80		
	17-02-2009	100	10	90		
	03-03-2009	210	10	95		
	17-03-2009	310	10	97		
	07-04-2009	230	10	96		
	21-04-2009	420	13	97		
	05-05-2009	350	15	96		
	19-05-2009	540	10	98		
	02-06-2009	330	13	96		
	16-06-2009	310	16	95		
	07-07-2009	420	10	98		
	21-07-2009	200	5	98		
	04-08-2009	210	5	98		
	18-08-2009	330	5	98		
	08-09-2009	300	5	98		
	22-09-2009	200	5	98		
	07-10-2009	89	6	93		
	20-10-2009	250	11	96		
03-11-2009	290	5	98			
17-11-2009	150	11	93			
02-12-2009	120	5	96			
15-12-2009	190	29	85			
2010	07-01-2010	280	53	81	227	12
	19-01-2010	65	13	80		
	02-02-2010	110	6	95		
	19-02-2010	230	13	94		



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

	02-03-2010	150	16	89		
	16-03-2010	200	5	98		
	06-04-2010	89	5	94		
	20-04-2010	260	5	98		
	05-05-2010	170	5	97		
	18-05-2010	320	7	98		
	15-06-2010	250	5	98		
	22-06-2010	380	5	99		
	06-07-2010	120	5	96		
	20-07-2010	344	10	97		
	03-08-2010	284	10	96		
	17-08-2010	99	17	83		
	08-09-2010	286	10	97		
	21-09-2010	258	10	96		
	07-10-2010	168	10	94		
	19-10-2010	292	10	97		
	03-11-2010	295	26	91		
	16-11-2010	315	26	92		
	02-12-2010	243	10	96		
	14-12-2010	242	10	96		
2011	11-01-2011	120	10	92	253	11
	25-01-2011	140	10	93		
	07-02-2011	150	20	87		
	24-02-2011	120	18	85		
	09-03-2011	120	10	92		
	22-03-2011	400	10	98		
	12-04-2011	510	10	98		
	27-04-2011	370	11	97		
	10-05-2011	280	10	96		
	24-05-2011	470	10	98		
	14-06-2011	290	10	97		
	28-06-2011	340	12	96		
	12-07-2011	260	10	96		
	26-07-2011	240	10	96		
	09-08-2011	250	10	96		
	23-08-2011	190	10	95		
	13-09-2011	304	13	96		
27-09-2011	340	10	97			



11-10-2011	320	10	97
25-10-2011	150	10	93
08-11-2011	210	10	95
22-11-2011	230	10	96
13-12-2011	110	15	86
27-12-2011	160	11	93

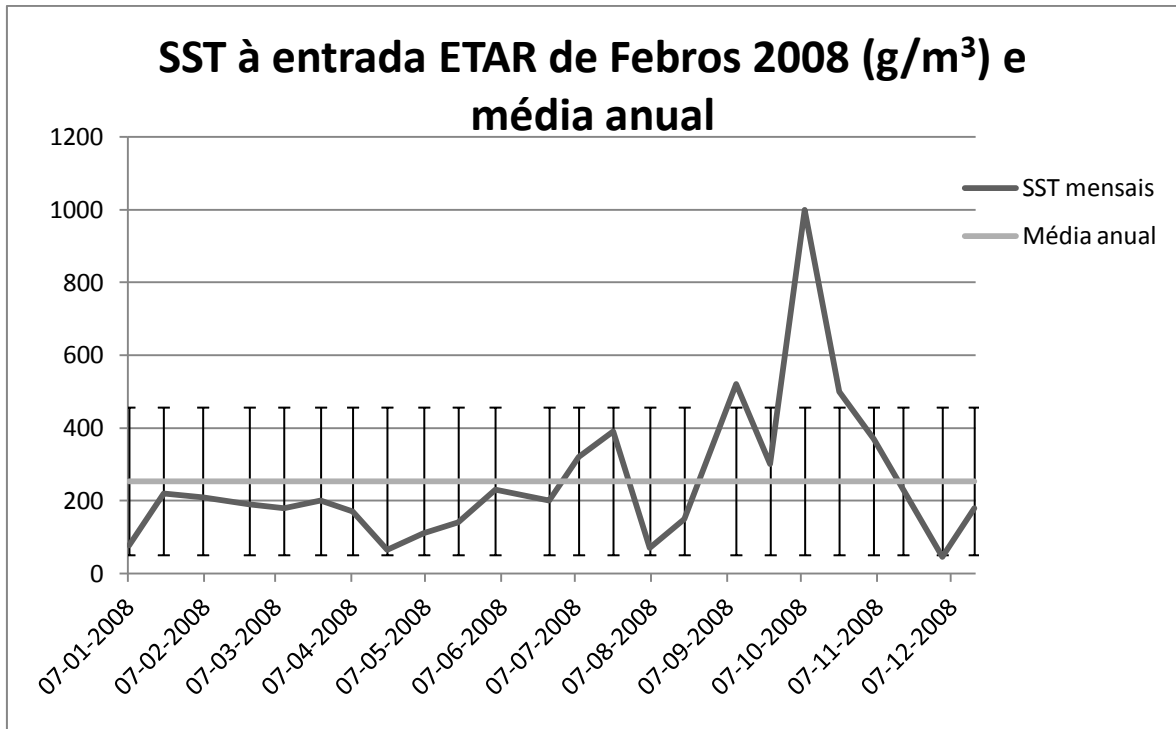


Figura 40: SST medidos no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m^3) e média anual do ano 2008

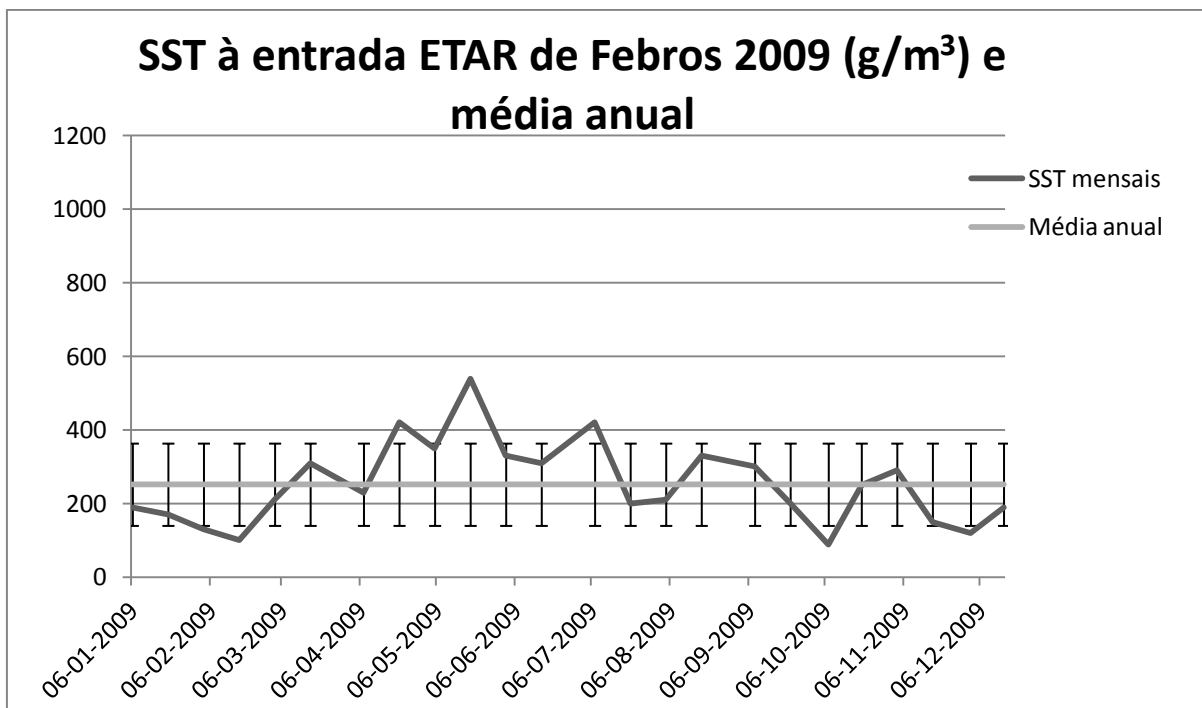


Figura 41: SST medidos no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2009

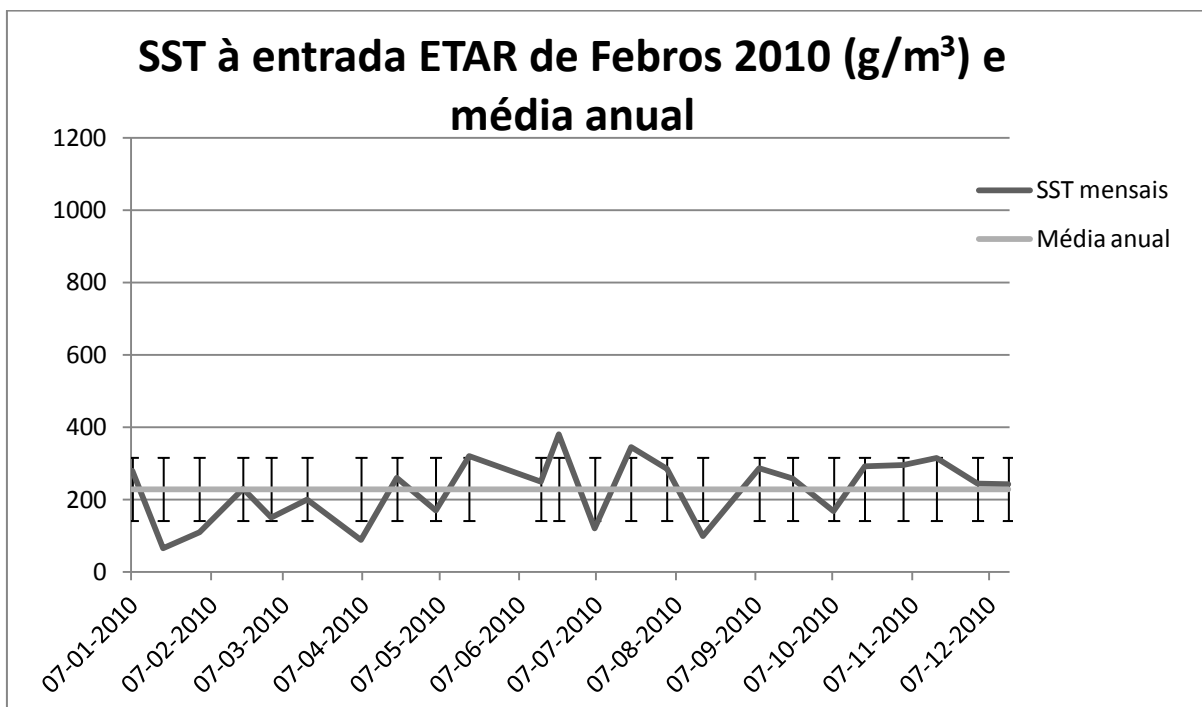


Figura 42: SST medidos no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2010

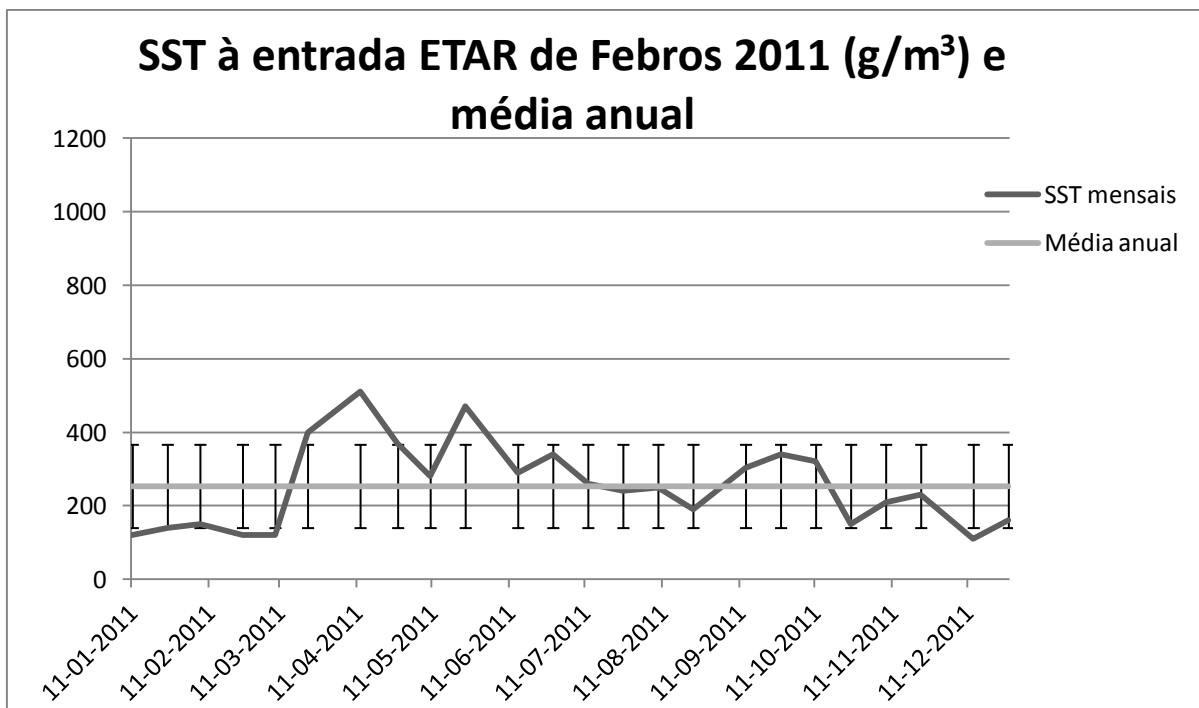


Figura 43: SST medidos no efluente à entrada da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2011

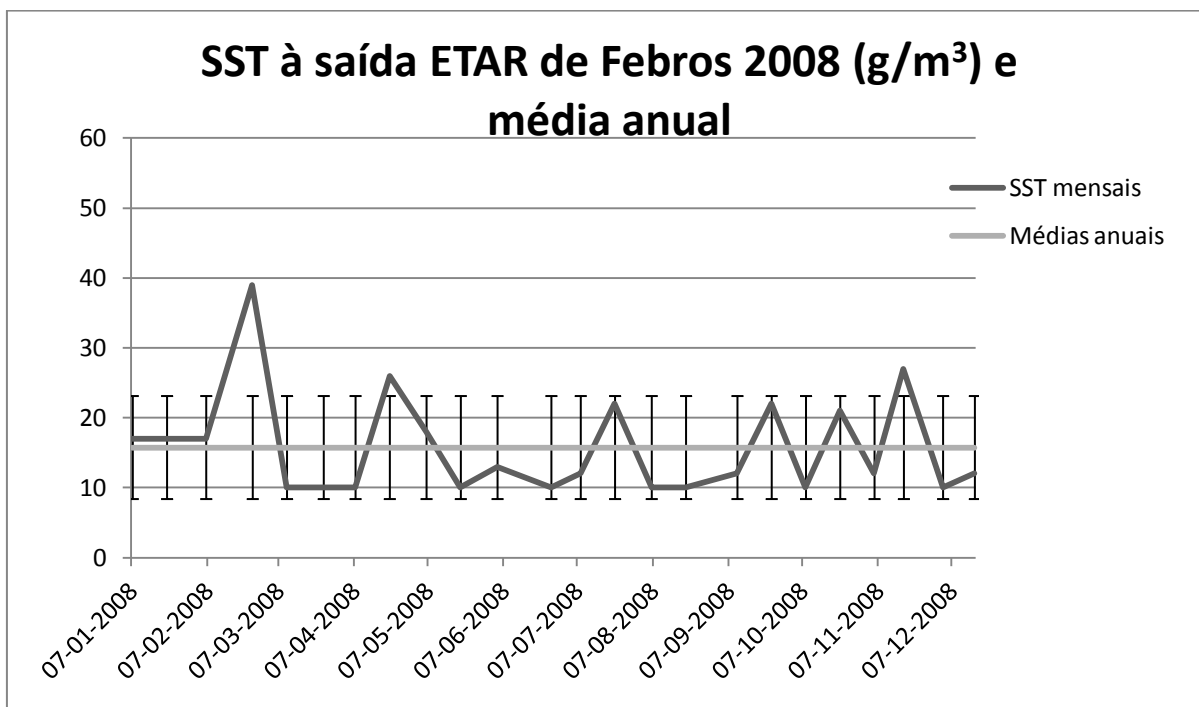


Figura 44: SST medidos no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2008

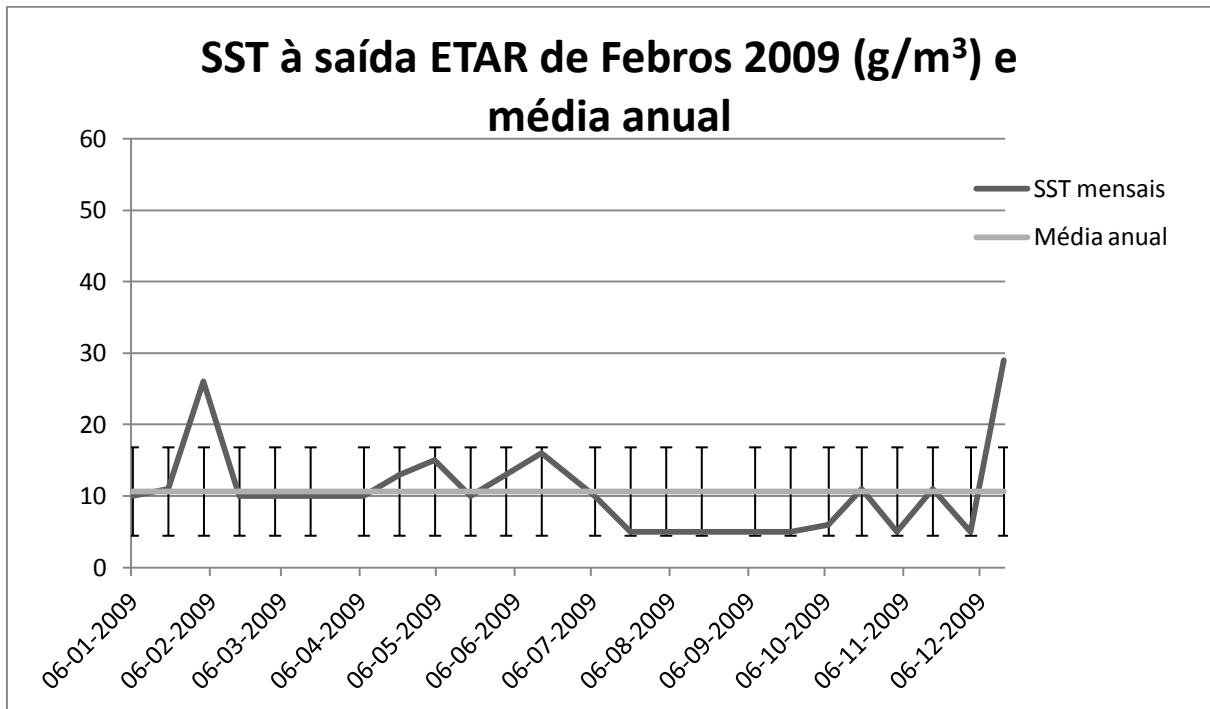


Figura 45: SST medidos no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2009

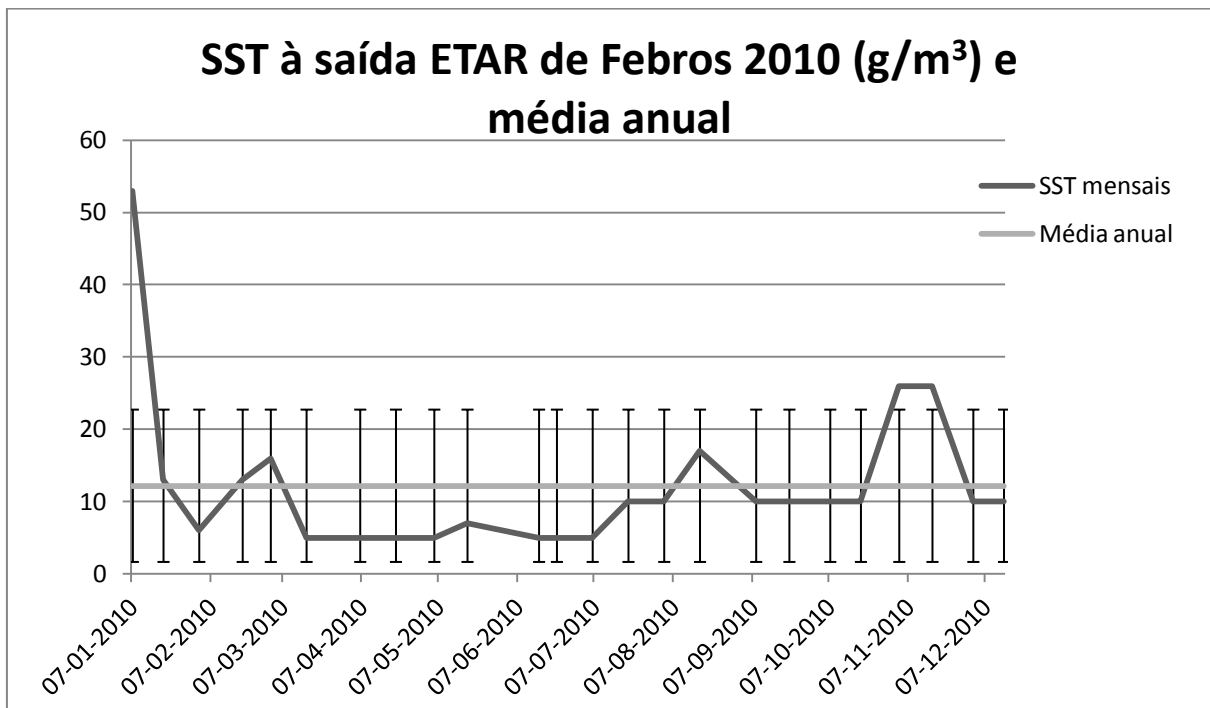


Figura 46: SST medidos no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2010

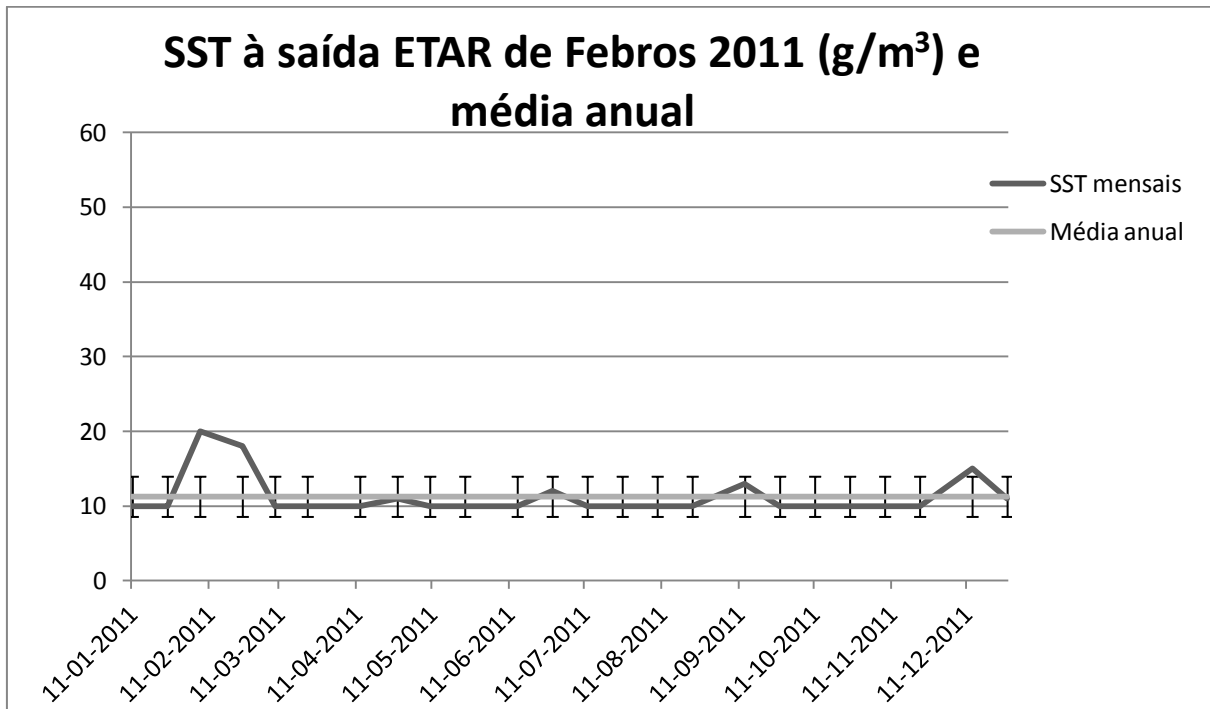


Figura 47: SST medidos no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2011



2.4 Azoto (N)

Agora apresentam-se a tabela 43 e os gráficos com os dados de azoto mensais à saída da ETAR de Febros que resultam das análises efetuadas ao efluente desde 2008 até 2011, é apresentada também a média anual. O azoto mensal é apresentado com o respetivo erro desvio padrão. Não há medição de azoto à entrada da ETAR. Os dados foram analisados para verificar a conformidade com o VLE e/ou à percentagem de remoção estabelecidos (tabela 42), neste caso foi apenas com o VLE pois não se pode comparar a percentagem de remoção pois não há análise do afluente. Os valores de VLE foram retirados do DL n.º 152/97 [2]. Os dados que não se encontram em conformidade não foram ignorados pois, mais uma vez, não se achou necessário, até porque não é esse o objetivo deste estágio.

Tabela 42: Valor Limite de Emissão e percentagem mínima de remoção de azoto a cumprir

Azoto (g/m ³)		Percentagem mínima de redução (%)
VLE	15	70-80

Tabela 43: Valores de azoto efluente (g/m³) obtidos nas análises; média anual de azoto no efluente para os anos de 2008 a 2011

Ano:	Data:	N (g/m ³)	Média anual:
		Efluente:	Efluente:
2008	21-01-2008	3	20
	06-02-2008	2	
	10-03-2008	25	
	21-04-2008	27	
	20-05-2008	42	
	26-06-2008	43	
	22-07-2008	36	
	20-08-2008	4,2	
	24-09-2008	14	
	22-10-2008	8,6	
	17-11-2008	30	
	16-12-2008	8,3	
2009	06-01-2009	12	17



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

	03-02-2009	23	
	03-03-2009	19	
	07-04-2009	10	
	05-05-2009	29	
	02-06-2009	23	
	07-07-2009	42	
	04-08-2009	18	
	08-09-2009	6	
	07-10-2009	6	
	03-11-2009	6	
	02-12-2009	8	
	07-01-2010	23	
	02-02-2010	25	
	03-03-2010	14	
	06-04-2010	7	
	05-05-2010	8	
2010	15-06-2010	6	11
	06-07-2010	6	
	04-08-2010	2,9	
	08-09-2010	2,8	
	08-10-2010	3	
	04-11-2010	23	
	03-12-2010	17	
	12-01-2011	18	
	07-02-2011	9,6	
	09-03-2011	20	
	12-04-2011	5,2	
	10-05-2011	3,9	
2011	14-06-2011	22	17
	12-07-2011	11	
	09-08-2011	17	
	13-09-2011	36	
	11-10-2011	35	
	08-11-2011	4,8	
	13-12-2011	18	

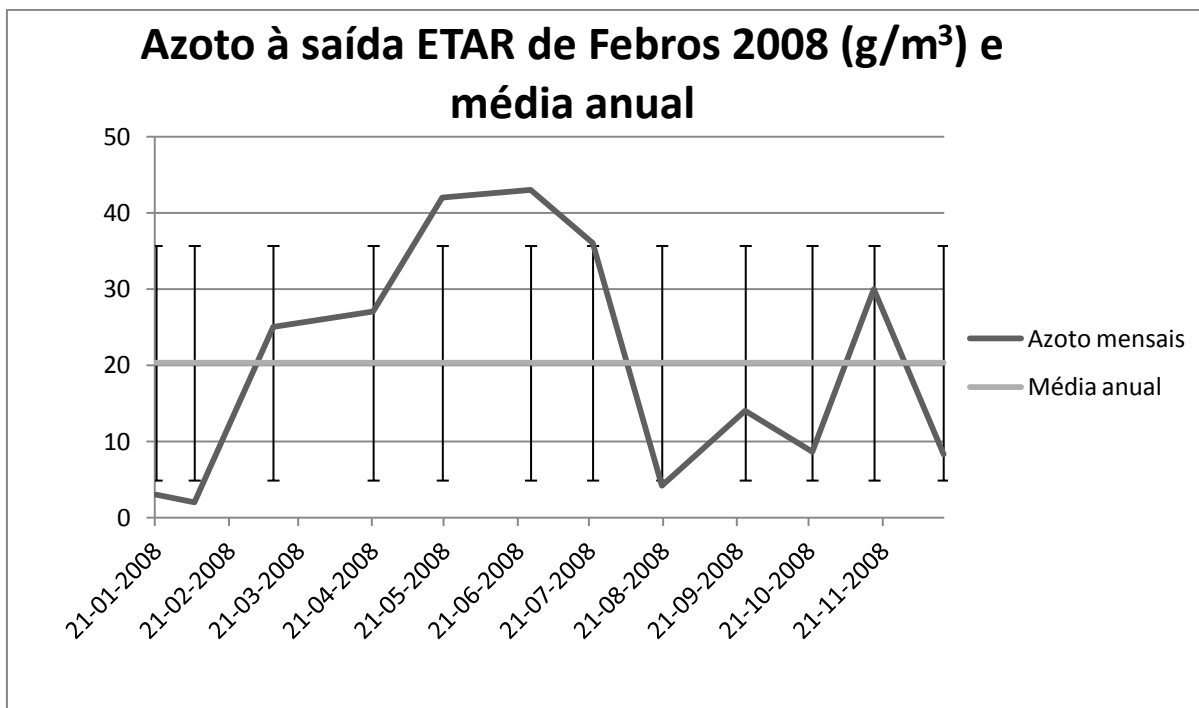


Figura 48: Azoto medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2008

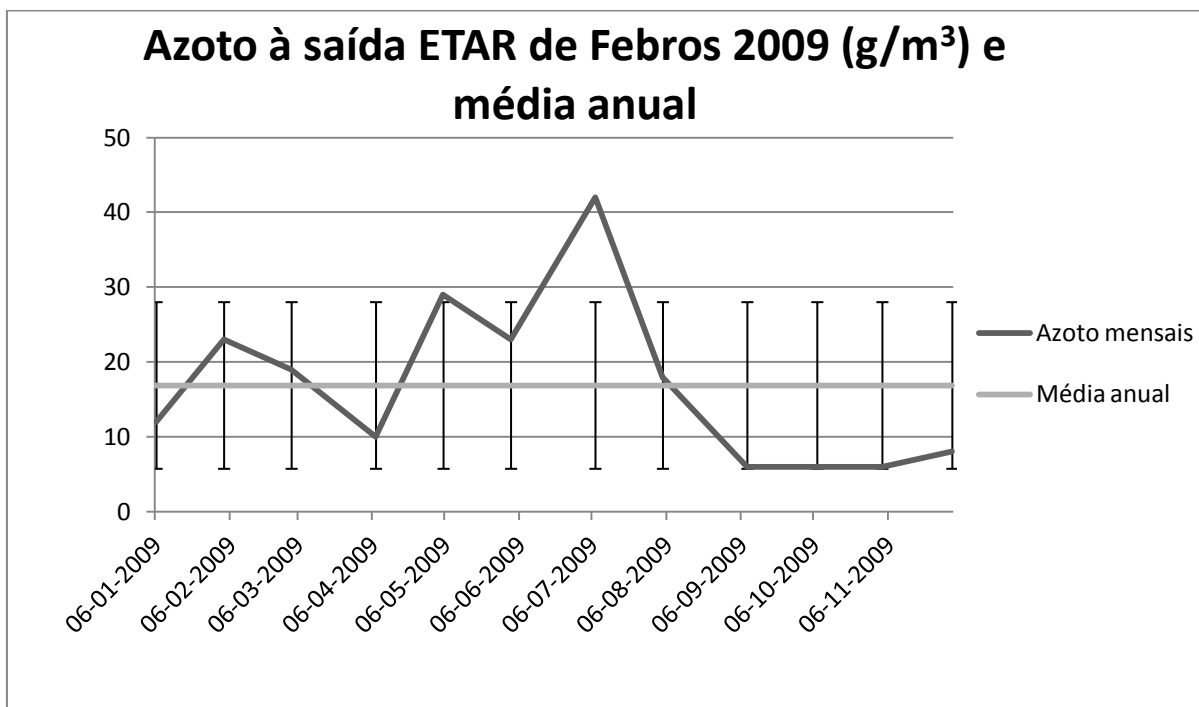


Figura 49: Azoto medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2009

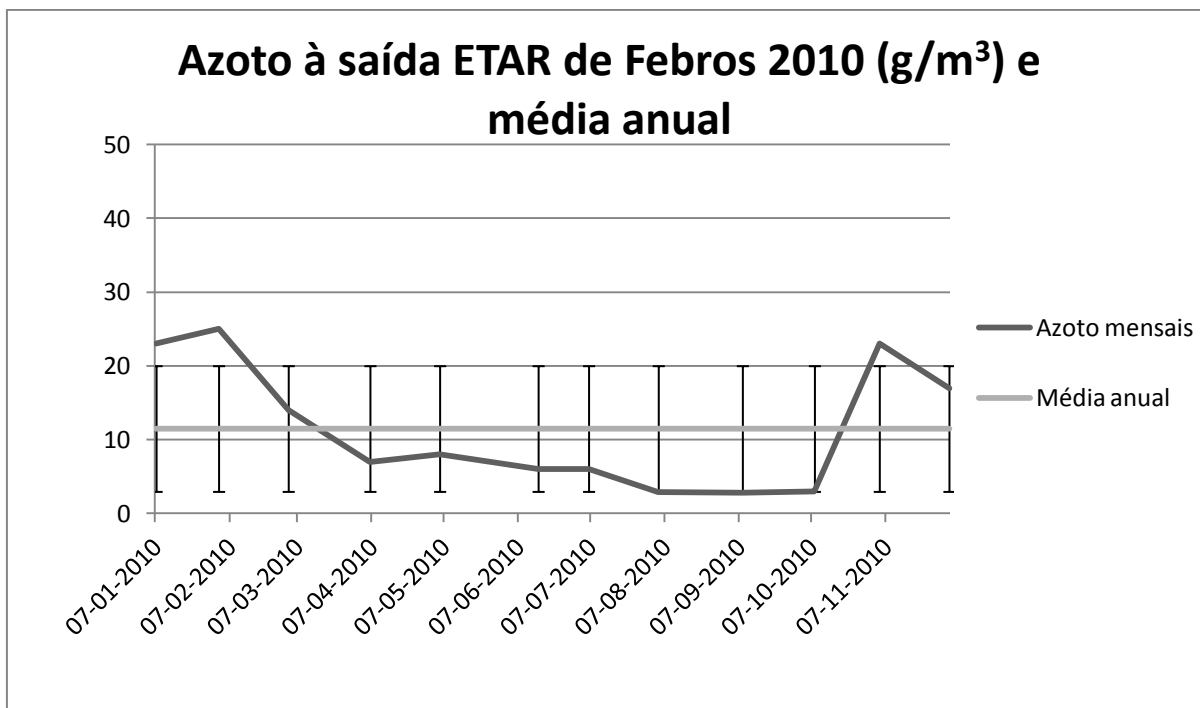


Figura 50: Azoto medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2010

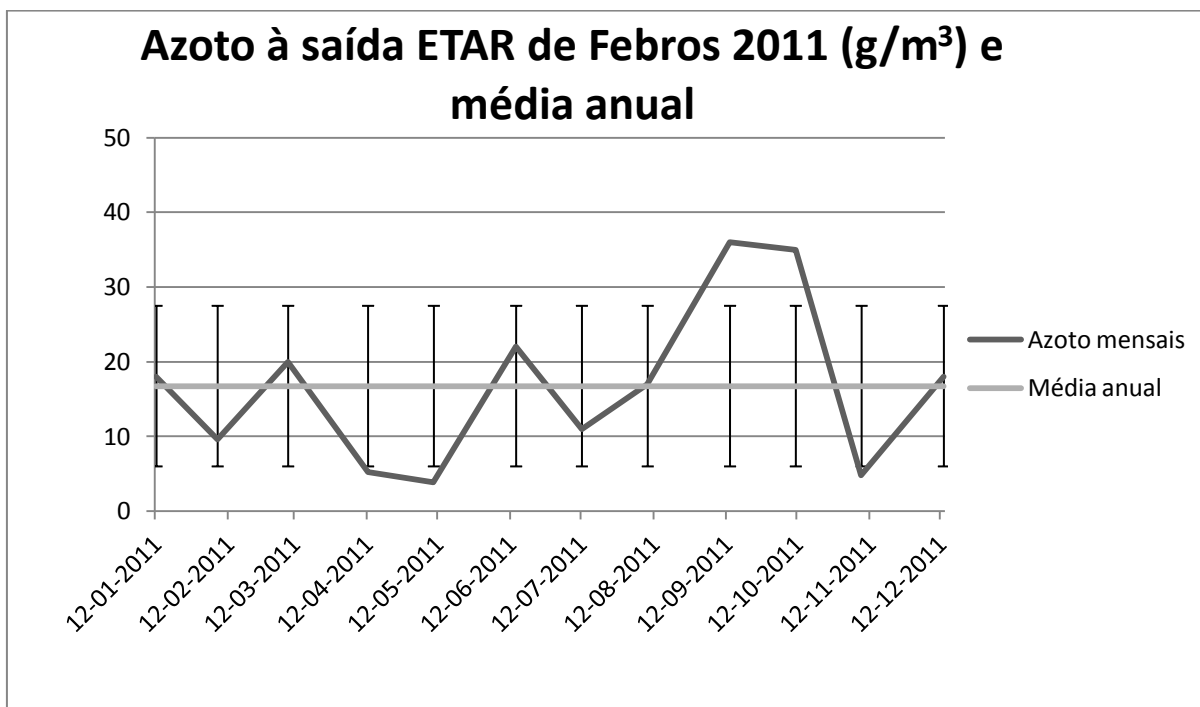


Figura 51: Azoto medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2011



2.5 Fósforo (P)

De seguida, apresentam-se a tabela 45 e os gráficos da concentração de fósforo mensais à saída da ETAR que resultam das análises efetuadas ao efluente desde 2008 até 2011, apresenta-se também a média anual. O fósforo mensal é apresentado com o respetivo erro desvio padrão. Como acontecia com o azoto, no caso do fósforo também não há medição à entrada da ETAR. Os dados foram analisados para verificar a conformidade com o VLE e/ou à percentagem de remoção estabelecidos (tabela 44), neste caso foi apenas com o VLE pois não se pode comparar a percentagem de remoção pois não há análise do afluente. Os valores de VLE foram retirados do DL n.º 152/97 [2]. Os dados que não se encontram em conformidade não foram ignorados pois, mais uma vez, não se achou necessário, até porque não é esse o objetivo deste estágio.

Tabela 44: Valor Limite de Emissão e percentagem mínima de remoção de fósforo a cumprir

Fósforo (g/m ³)	Percentagem mínima de redução (%)	
VLE	2	80

Tabela 45: Valores de fósforo efluente (g/m³) obtidos nas análises; média anual de fósforo no efluente para os anos de 2008 a 2011

Ano:	Data:	N (g/m ³)		Média anual:
		Efluente:	Efluente:	
2008	22-01-2008	3,8		4
	06-02-2008	3,6		
	10-03-2008	3,1		
	21-04-2008	1		
	20-05-2008	3,5		
	26-06-2008	4,2		
	22-07-2008	6,4		
	20-08-2008	15		
	24-09-2008	3,6		
	22-10-2008	2,5		
	17-11-2008	3,5		
	16-12-2008	3,1		



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

2009	06-01-2009	2,6	3	
	03-02-2009	2,9		
	03-03-2009	4,3		
	07-04-2009	2,4		
	05-05-2009	12		
	02-06-2009	6,8		
	07-07-2009	2,8		
	04-08-2009	3		
	08-09-2009	2		
	07-10-2009	1		
	03-11-2009	1		
	02-12-2009	1		
	07-01-2010	1		
	02-02-2010	1		
	03-03-2010	1		
	06-04-2010	2		
	05-05-2010	1		
2010	14-06-2010	2	3	
	06-07-2010	2		
	04-08-2010	4,9		
	08-09-2010	3		
	08-10-2010	3		
	04-11-2010	7		
	03-12-2010	3		
		12-01-2011		0,56
	07-02-2011	3,5		
	09-03-2011	1,2		
	12-04-2011	3,4		
	10-05-2011	2		
2011	14-06-2011	3,1		
	12-07-2011	3,9		
	09-08-2011	12		
	13-09-2011	4,4		
	11-10-2011	3,8		
	08-11-2011	5,5		
	13-12-2011	4,3		

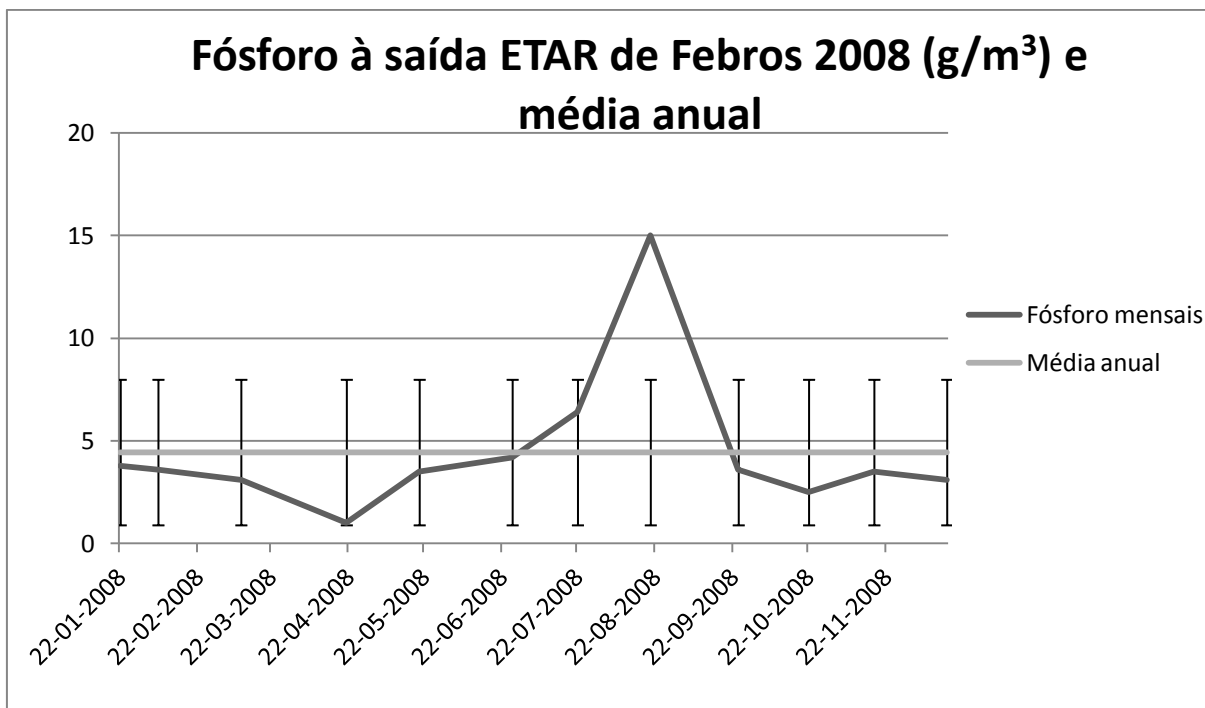


Figura 52: Fósforo medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2008

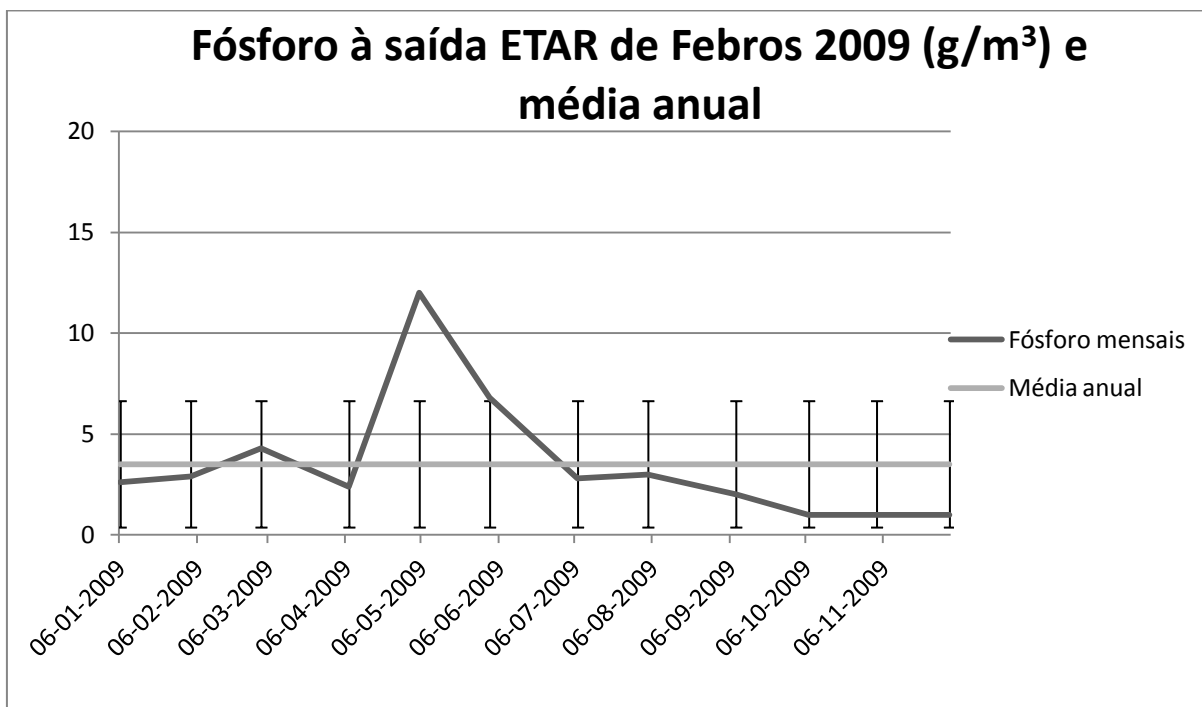


Figura 53: Fósforo medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2009

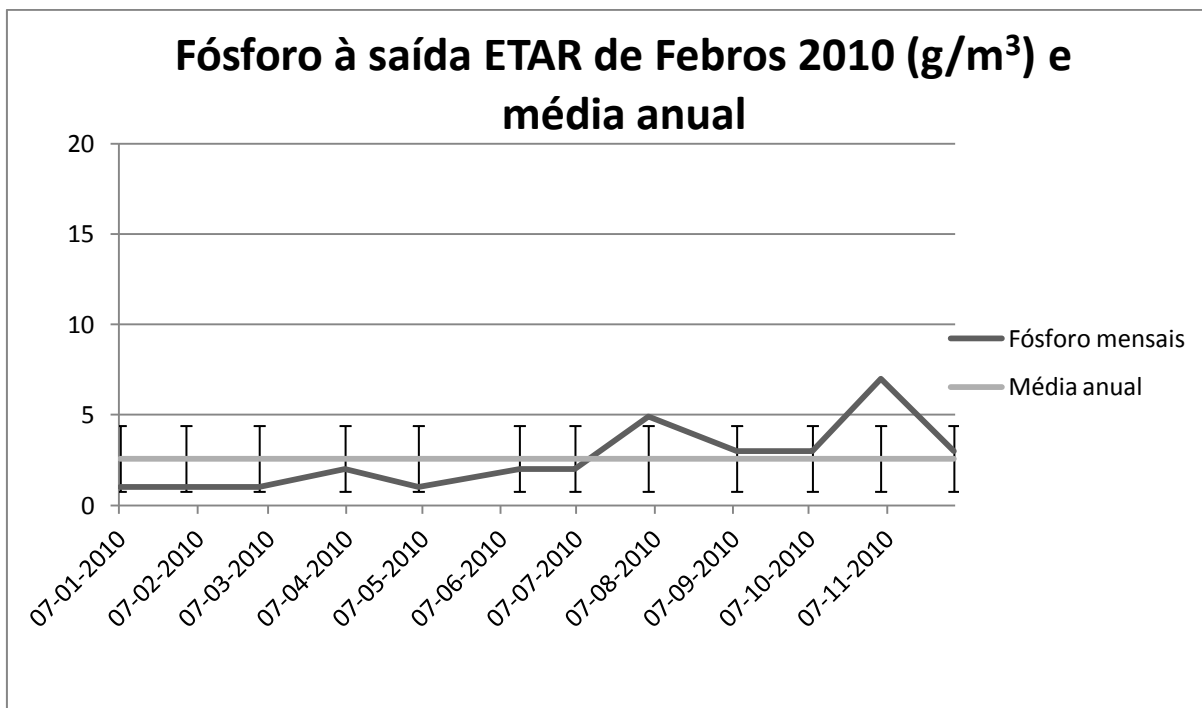


Figura 54: Fósforo medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2010

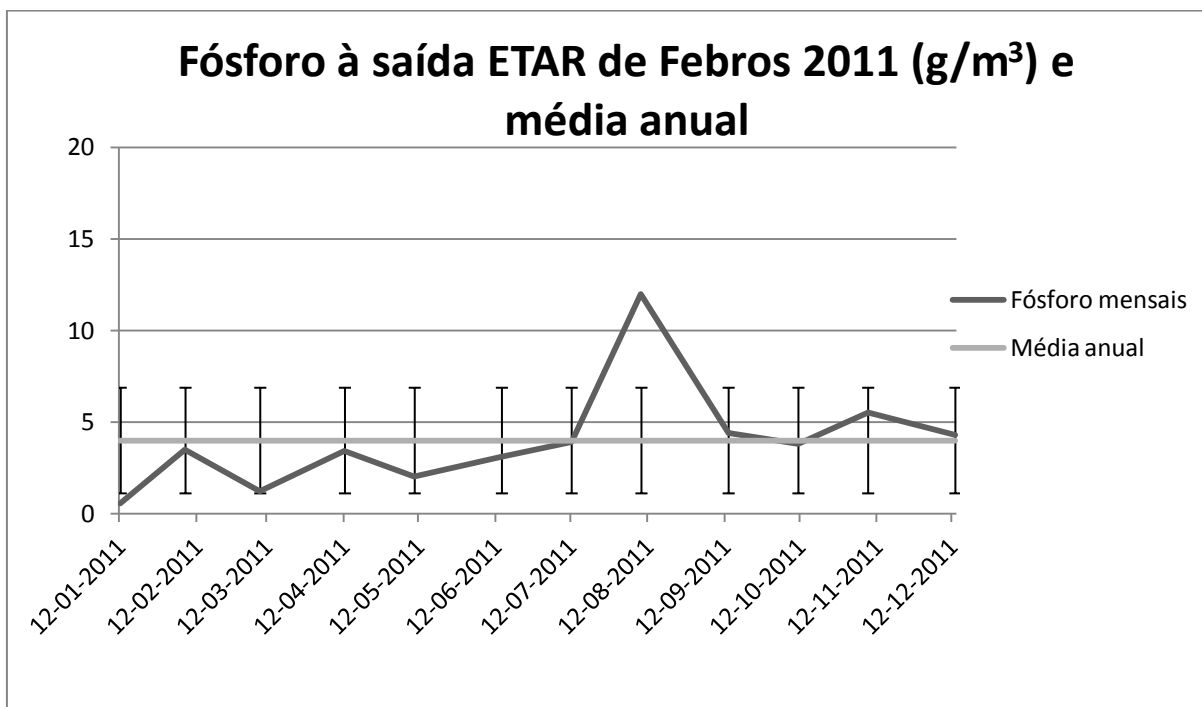


Figura 55: Fósforo medido no efluente à saída da ETAR de Febros (em g/m³) e média anual do ano 2011



Anexo 3 - Dados de dimensionamento dos órgãos da ETAR de Febros

3.1 Desarenador

São apresentadas de seguida, as tabelas 46 a 50 com os restantes dados do dimensionamento do desarenador da ETAR de Febros. Estes dados foram retirados da memória descritiva e justificativa da ETAR [16].

Tabela 46: Cálculos justificativos do volume do desarenador
(anos 2000 e 2020)

Cálculos Justificativos: Volumes		
	Ano 2000	Ano 2020
Tipo de desarenador	Arejado	
Nº unidades	2	2
Caudais de cálculo:		
Caudal médio (m³/h)	305,67	576,95
Caudal ponta (m³/h)	733,68	1384,56
Caudal máximo de cálculo (m³/h)	999,36	1650,24
Cargas de cálculo:		
Carga com Q médio (m³/m².h)	10	10
Carga com Q máx. (m³/m².h)	35	35
Tempo de retenção:		
Com Q médio (min)	15	15
Com Q máx. (min)	7	7
Superfície unitária necessária (m²)	15,28	28,85
Volume unitário necessário (m³)	58,38	96,26
Sistema de extração de areias	Bomba de areias	
Nº bombas de areias	2	2
Relação comprimento/largura	5	5
Superfície mínima necessária (m²)	28,85	28,85
Volume mínimo necessário (m³)	96,26	96,26
Largura necessária canal desarenador (m)	2,4	2,4
Largura adotada canal desarenador (m)	2,5	2,5
Largura zona desengorduramento (m)	0,85	0,85
Largura canal desarenador (m)	1,6	1,6
Comprimento necessário canal desarenador (m)	12,5	12,5
Comprimento adotado canal desarenador (m)	12,5	12,5



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Superfície unitária canal desarenador (m ²)	31,25	31,25
Superfície total desarenadores (m ²)	62,5	62,5
Inclinação fundo do desarenador (°)	50	50
Largura canal aspiração de areias (m)	0,3	0,3
Largura canal descarga de areias (m)	0,35	0,35
Largura muro de separação desarenadores (m)	0,35	0,35
Largura muro do canal de descarga de areias (m)	0,15	0,15
Largura lado menor (m)	0,7	0,7
Largura lado maior (m)	1,5	1,5
Altura lado menor (m)	0,8	0,8
Altura lado maior (m)	1,8	1,8
Altura útil zona reta (m)	2,3	2,3
Altura total útil desarenador (m)	4,1	4,1
Secção média unitária (m ²)	7,9	7,9
Secção média total (m ²)	15,8	15,8
Guarda desarenador coroação aos descarregadores saída (m)	0,5	0,5
Altura total desarenador (m)	4,6	4,6
Volume unitário zona piramidal (m ³)	26,87	26,87
Volume unitário zona reta (m ³)	71,88	71,88
Volume unitário útil (m ³)	98,74	98,74
Volume total útil (m ³)	197,49	197,49

Tabela 47: Parâmetros de funcionamento do desarenador
(anos de 2000 e 2020)

Parâmetros de funcionamento		
	Ano 2000	Ano 2020
Tempo de retenção:		
com Q médio (min)	38,76	20,54
com Q ponta (min)	16,15	8,56
com Q máx. (min)	11,86	7,18
Cargas hidráulicas:		
com Q médio (m ³ /m ² .h)	4,89	9,23
com Q ponta (m ³ /m ² .h)	11,74	22,15
com Q máx. (m ³ /m ² .h)	15,99	26,4



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Velocidade transversal:		
com Q médio (m/s)	0,005	0,01
com Q ponta (m/s)	0,013	0,024
com Q máx. (m/s)	0,018	0,029

Variação da lâmina de água nos descarregadores:		
	Ano 2000	Ano 2020
	Q méd.	Q máx.
Caudal de passagem por linha (m ³ /h)	152,84	825,12
Comprimento dos descarregadores (m)	12,8	12,8
Coefficiente do descarregador (parede fina)	0,62	0,62
Altura de lâmina de água (m)	0,01	0,03
Variação máx. da lâmina de água (mm)	23,48	

Tabela 48: Cálculo do arejamento do desarenador
(anos de 2000 e 2020)

Cálculo do arejamento		
	Ano 2000	Ano 2020
Caudal específico de arejamento (m ³ /h.m ²)	8	8
Nº canais desarenadores	2	2
Largura canal desengordurador (m)	0,85	0,85
Largura tabique de separação (m)	0,05	0,05
Largura canal desarenador (m)	1,6	1,6
Comprimento canal desarenador (m)	12,5	12,5
Superfície unitária canal desarenador (m ²)	20	20
Superfície total desarenador (m ²)	40	40
Caudal unitário de arejamento (m ³ /h)	160	160
Caudal total arejamento (m ³ /h)	320	320
Nº de compressores a instalar	2	2 + 1 reserva
Caudal unitário adotado (m ³ /h)	160	160
Diâmetro do coletor geral nos desarenadores (mm)	80	80
Caudal de passagem (m ³ /h)	160	160
Velocidade de passagem (m/s)	8,842	8,842
Diâmetro do coletor geral nos desarenadores (mm)	100	100
Caudal de passagem (m ³ /h)	320	320
Velocidade de passagem (m/s)	11,318	11,318



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Altura manométrica de impulsão (m.c.a.)	3,3	3,3
Tipo de compressor	Êmbolos rotativos	
Tipo de difusor	B. Grossa NON-CLOG	
Nº difusores por linha	18	18
Nº total difusores	36	36
Caudal unitário difusores (m ³ /h)	8,89	8,89

Tabela 49: Cálculo de extração de areias
(anos de 2000 e 2020)

Cálculo de extração de areias		
	Ano 2000	Ano 2020
Capacidade extração mistura areia/água (l/m ³)	30	30
Caudal médio de cálculo (m ³ /h)	305,67	576,95
Caudal extração mistura areia/água (m ³ /h)	9,17	17,31
Nº bombas a funcionar	2	2
Nº bombas de reserva	1	1 em armazém
Caudal unitário bombas (m ³ /h)	10	10
Secagem de areias	Lavagem de areias	
Tipo de lavagem de areias	Parafuso sem-fim	
Produção de areias (l/m ³)	0,03	0,03
Volume diário de areias (m ³)	0,22	0,42
Armazenamento de areias	Contentor municipal 1100 l	
Nº contentores	Comuns aos previstos para a peneira	
Destino das areias	Aterro	

Tabela 50: Cálculo de extração de gorduras no desengordurador
(anos de 2000 e 2020)

Cálculo de extração de gorduras		
	Ano 2000	Ano 2020
Sistema de extração de gorduras	Descarga espumas/flutuantes	
Zona de acumulação flutuantes/espumas	Canal desengordurador paralelo aos canais desarenadores	



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Destino de flutuantes/espumas	Caixa concentradora	
Produção de gorduras (mg/l)	25	25
Caudal médio diário (m³/d)	7336	13847
Produção diária (kg/d)	183,4	346,17
Densidade das gorduras (T/m³)	0,9	0,9
Volume diário (m³/d)	0,2	0,38
Destino das gorduras	Depósito contentor	
Volume depósito contentor (m³/d)	2	2
Nº de contentores necessários	1	1 + 1 reserva



3.2 Vala de oxidação

Seguidamente são apresentados as tabelas 51 a 69 com os restantes dados do dimensionamento da vala de oxidação da ETAR de Febros. Estes dados foram retirados da memória descritiva e justificativa da ETAR [16].

Tabela 51: Medição e regulação de caudal no tratamento biológico (anos 2000 e 2020)

Medição e regulação de caudal no tratamento biológico		
	Ano 2000	Ano 2020
Caudal máx. saída desarenador (m³/h)	999,36	1650,24
Caudal máx. entrada biológico (m³/h)	733,68	1384,56
Caudal máx. a descarregar (m³/h)	265,68	265,68
Sistema de regulação de caudal	Comporta motorizada acionada por sinal de caudalímetro	
Diâmetro da tubagem de saída do desarenador (mm)	700	700
	Ano 2000	Ano 2020
	Q ponta	Q ponta
Caudal passagem (m³/h)	733,68	1384,56
Velocidade máxima de passagem (m/s)	0,53	0,999
Instalação caudalímetro	Na tubagem de saída	
Tipo de caudalímetro	Eletromagnético	
Indicação	Na caixa de entrada	
Totalização	Na caixa de entrada	

Tabela 52: Características do efluente de entrada no tratamento biológico (anos 2000 e 2020)

Características do efluente de entrada no tratamento biológico		
Parâmetros	Ano 2000	Ano 2020
Caudal médio (m³/h)	306	577
Caudal ponta (m³/h)	734	1385
Caudal diário (m³/d)	7336	13847
CBO₅:		



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Concentração máxima (mg/l)	779	578
Concentração média (mg/l)	520	385
Carga diária (kg/d)	3811	5334
Sólidos em suspensão:		
Concentração máxima (mg/l)	928	682
Concentração média (mg/l)	618	455
Carga diária (kg/d)	4537	6298
Azoto:		
Concentração máxima (mg/l)	137	99
Concentração média (mg/l)	91	66
Carga diária (kg/d)	670	913
Fósforo:		
Concentração média (mg/l)	23	17
Carga diária (kg/d)	167	228
Temperatura da água residual:		
Temperatura média (°C)	18	18
Altitude:		
Quota média do terreno (m)	10	10

Tabela 53: Características do efluente (anos 2000 e 2020)

Características do efluente		
Parâmetros	Ano 2000	Ano 2020
CBO ₅ (mg/l)	25	25
SS (mg/l)	35	35
NTK (mg/l)	20	20
pH	6 a 9	6 a 9
Características da lama:		
Conteúdo mínimo de matéria seca na lama (%)	22	22



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Tabela 54: Critérios de cálculo para o dimensionamento das valas de oxidação (anos 2000 e 2020)

Critérios de cálculo		
Parâmetros	Ano 2000	Ano 2020
Rendimento mínimo necessário (%)	95,188	93,510
Carga necessária (kg CBO ₅ /kg MLSS.d)	0,07	0,07
Possibilidade nitrificação	Sim	

Tabela 55: Parâmetros de cálculo (anos 2000 e 2020)

Parâmetros de cálculo		
Parâmetros	Ano 2000	Ano 2020
Tipo de processo	Arejamento prolongado	
Arejamento tipo	Rotores de superfície	
Carga mássica (kg CBO ₅ /kg MLSS)	0,07	0,07
MLSS (ppm)	4500	4500
MLSS (kg/m ³)	4,5	4,5
Oxigénio dissolvido a manter (mg/l)	2	2
Entrada específica mínima de ar sem necessidade de agitação suplementar (m ³ /h.m ²)	2,19	2,19

Tabela 56: Cálculo do volume dos reatores (anos 2000 e 2020)

Cálculo do volume		
Parâmetros	Ano 2000	Ano 2020
Volume necessário (CBO ₅ /MLSST) (m ³)	12099	16933
Dimensões dos reatores:		
Nº reatores/linhas	2	3
Volume unitário por reator necessário (m ³)	6049	5644
Altura útil da balsa (m)	5,55	5,55
Acréscimo de segurança (m)	0,5	0,5
Altura total das balsas (m)	6,05	6,05
Comprimento reto no canal (m)	49,4	49,4



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Largura unitária do canal (m)	8,65	8,65
Superfície unitária real (m ²)	1090	1090
Superfície total real (m ²)	2180	3270
Volume unitário útil (m ³)	6054	6054
Volume total útil reatores (m ³)	12109	18163

Tabela 57: Parâmetros de funcionamento dos reatores (anos 2000 e 2020)

Parâmetros de funcionamento		
	Ano 2000	Ano 2020
Tempo de retenção com caudal médio (h)	39,61	31,48
Tempo de retenção com caudal ponta (h)	16,5	13,12
Carga mássica real de cálculo (CBO ₅ /MLSS.d)	0,07	0,07
Percentagem SSV/SST do licor-mistura (%)	65	65
Carga volúmica de cálculo (CBO ₅ /m ³ .d)	0,31	0,29
Idade da lama (d)	16,12	17,55
MLSS totais nos reatores (kg)	54485	81728

Tabela 58: Cálculo do rendimento do processo (anos 2000 e 2020)

Cálculo do rendimento		
	Ano 2000	Ano 2020
Dce (concentração de entrada) (mg/l)	519,5	385,2
DCs (concentração de saída) (mg/l)	25	25
Rendimento necessário (%)	95,19	93,51
Temperatura da água residual (°C)	18	
	Ano 2000	Ano 2020
CBO ₅ solúvel no efluente (mg/l)	1	1
Fator eliminação CBO ₅ (km)	313	313
SS do efluente	25	25
CBO ₅ consequência de SS efluente (mg/l)	5,29	5,29
f (cm)	0,21	0,21
CBO ₅ no efluente (mg/l)	6,29	6,29
Rendimento segundo processo (%)	95,2	95,2



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Tabela 59: Dados do processo de nitrificação para o cálculo da temperatura (anos 2000 e 2020)

Processo de nitrificação		
<u>Comprovação da temperatura de projeto (18°C)</u>		
	Ano 2000	Ano 2020
Temperatura da água residual (°C)	18	18
Fator de segurança do processo (S)	1,25	1,25
Coef. de decrescimento das bactérias Nitrif. (bnT)	0,04	0,04
Coef. de crescimento das bactérias Nitrif. (unmT)	0,32	0,32
Fração de zona anóxica (fx)	0,2	0,2
Fração de zona óxica (1-fx)	0,8	0,8
Idade mínima da lama (d)	16	17,5
Idade real da lama (d)	16,12	17,55
Possibilidade de nitrificação	Total	
Concentração no efluente de NTK (mg/l)	91,3	65,9
Concentração no efluente de NTK (mg/l)	18,44	13,3
Rend. eliminação de NTK (%)	79,81	79,82
<u>Cálculo temperatura mínima necessária</u>		
	Ano 2000	Ano 2020
Possibilidade de nitrificação	Total	
Temperatura da água residual (°C)	11,34	10,78
Fator de segurança do processo (S)	1,25	1,25
Coef. de decrescimento das bactérias Nitrif. (bnT)	0,03	0,03
Coef. de crescimento das bactérias Nitrif. (unmT)	0,15	0,14
Fração de zona anóxica (fx)	0,2	0,2
Fração de zona óxica (1-fx)	0,8	0,8
Idade mínima da lama (d)	16	17,5
Idade real da lama (d)	16,12	17,55

Tabela 60: Cálculo das necessidades de oxigénio (anos 2000 e 2020)

Cálculos das necessidades de oxigénio		
a) para a redução da CBO	Ano 2000	Ano 2020
Carga diária de entrada CBO ₅ (kg/d)	3811	5334
Carga diária de saída CBO ₅ (kg/d)	183	346



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

CBO ₅ a eliminar (kg/d)	3628	4988
Rendimento segundo processo (%)	95,2	95,2
CBO ₅ eliminada segundo processo (kg/d)	3628	5078
Carga mássica real de cálculo	0,07	0,07
Nec. de oxigénio para a síntese (kg/kg CBO ₅ el.)	0,6568	0,6568
Nec. de oxigénio para a síntese (kg/d)	2383	3335
Nec. médias de O ₂ para a síntese (kg/h)	99,29	138,96
MLSS totais nos reatores (kg)	54485	81728
Nec. de O ₂ respiração endógena (kg/kg MLSS)	0,057	0,057
Nec. de O ₂ respiração endógena (kg/d)	3084	4626
Nec. de O ₂ respiração endógena (kg/h)	128,49	192,74
Necessidades médias de oxigénio (kg/h)	227,79	331,7
Entrada especif. O ₂ /kg CBO eliminada (kg)	1,51	1,57
b) para a nitrificação		
	Ano 2000	Ano 2020
Idade da lama segundo processo (d)	16,12	17,55
Tipo de nitrificação	Total	
Concentração média NTK (mg/l)	91,3	65,9
Carga NTK (kg/d)	670	913
Balanco de nitrogénio		
	Ano 2000	Ano 2020
N. Orgânico insolúvel (decantável) (%)	10	10
Eliminado em processos de decantação (mg/l)	9,13	6,59
Eliminado em processos de decantação (kg/d)	67	91
N. Orgânico solúvel não biodegradável (decantável) (%)	2	2
Sai com água tratada sem se transformar (mg/l)	1,83	1,32
Sai com água tratada sem se transformar (kg/d)	13,4	18,25
Lamas produzidas (kg/d)	3381	4656
Percentagem de M.V. na lama (%)	65	65
M.V. na lama (kg/d)	2198	3026
Nitrogénio eliminado nas lamas	10 %	10 %
	M.V.	M.V.
Nitrogénio total eliminado na lama (kg/d)	220	303
Nitrogénio total eliminado na lama (mg/l)	29,96	21,86



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

	Ano 2000	Ano 2020
Temperatura da água residual (°C)	18	18
Coeficiente de saturação p/ nitrificação (knT)	0,79	0,79
Coef. de decrescimento das bactérias Nitrificantes para respiração endógena (bnT)	0,04	0,04
Coef. de crescimento das bactérias Nitrif. (unmT)	0,32	0,32
Idade da lama (d)	16,12	17,55
Fração da zona anóxica (fx)	0,2	0,2
Nitrogénio amoniacal não nitrificável (mg/l)	0,51	0,47
Nitrogénio amoniacal não nitrificável (kg/d)	3,77	6,54
Nitrogénio nitrificável (mg/l)	48,05	34,34
Nitrogénio nitrificável (kg N/d)	352	476
Percentagem de nitrificação (%)	95	95
Nitrogénio nitrificado (kg N/d)	335	452
Nitrogénio nitrificado (mg/l)	45,64	32,63
Necessidades de oxigénio para a nitrificação (kg O ₂ /kg N rede)	4,57	4,57
Necessidades médias de oxigénio para nitrificação (kg O ₂ /d)	1530	2065
Necessidades médias de oxigénio para nitrificação (kg O ₂ /h)	63,76	86,03

Tabela 61: Cálculo do oxigénio liberto na desnitrificação (anos de 2000 e 2020)

Entrada por nitrificação		
	Ano 2000	Ano 2020
Temperatura da água residual (°C)	18	18
Concentração CQO biodegradável no efluente (mg/l)	600	600
Relação CQO de alta biodegradabilidade e CQO de baixa biodegradabilidade	0,24	0,24
Relação CQO da massa de lamas e sólidos em suspensão voláteis	1,5	1,5
Coef. de crescimento de bact. Heterotrofas	0,45	0,45



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Idade da lama segundo o processo (d)	16,12	17,55
Coef. de desnitrificação	0,09	0,09
Fração de zona anóxica	0,2	0,2
Coef. de decrescimento de bact. Heterotrofas	0,23	0,23
Concentração de nitrato que pode desnitrificar-se em condições ótimas (mg/l)	32,4	32,69
Concentração de nitrato que pode desnitrificar-se em condições ótimas (kg N/d)	283	453
Nitrogénio nitrificado (kg N/d)	335	452
Nitrogénio nitrificado (mg/l)	45,64	32,63
Rendimento estimado em desnitrificação (%)	70	70
Nitrogénio real desnitrificado (mg/l)	31,95	22,84
Nitrogénio real desnitrificado (kg N/d)	234	316
NTK no efluente (mg/l)	18,44	13,3
NTK no efluente (kg/d)	135	184
Oxigénio liberto na desnitrificação (kg O ₂ /kg N-NO ₃)	2,86	2,86
Oxigénio liberto na desnitrificação (kg O ₂ /d)	670	670
Oxigénio liberto na desnitrificação (kg O ₂ /h)	27,93	37,69

Tabela 62: Tabela-resumo das necessidades totais de oxigénio em condições de campo (anos 2000 e 2020)

Necessidades totais de oxigénio em condições de campo		
Necessidades médias de oxigénio	Ano 2000	Ano 2020
Para a síntese (kg O ₂ /h)	99,29	138,96
Para a respiração endógena (kg O ₂ /h)	128,49	192,74
Para a nitrificação (kg O ₂ /h)	63,76	86,03
Liberto na desnitrificação (kg O ₂ /h)	-27,93	-37,69
Total necessidades médias (kg O ₂ /h)	263,61	380,05
Necessidades ponta de oxigénio		
Pontas de carga (caudal + contaminação)	Ano 2000	Ano 2020
Carga mássica real de cálculo (kg CBO ₅ /kg MLSS.d)	0,07	0,07
Fator ponta de oxigénio segundo o processo	1,9	1,9



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Para a síntese (kg O ₂ /h)	188,65	264,03
Para a respiração endógena (kg O ₂ /h)	128,49	192,74
Para a nitrificação (kg O ₂ /h)	121,15	163,45
Liberto na desnitrificação (kg O ₂ /h)	-53,07	-71,6
Total necessidades ponta (kg O₂/h)	385,22	548,62

Tabela 63: Tabela-resumo do coeficiente de transferência (anos 2000 e 2020)

Coeficiente de transferência		
	Ano 2000	Ano 2020
Sistema de arejamento	Rotores de superfície	
Nível de oxigênio a manter:	0,5	0,5
Zona anóxica (máx.) (mg/l)	20	20
Percentagem volume zona anóxica (%)	2	2
Zona óxica (mg/l)	80	80
Percentagem volume zona óxica (%)	1,7	1,7
Temperatura água reator (°C)	18	18
Saturação do O. a 10°C água pura (mg/l)	11,33	11,33
Fator f. características do licor-mistura	0,95	0,95
Saturação do O. água pura segundo temperatura (mg/l)	9,54	9,54
Saturação do O. a T °C licor-mistura (mg/l)	9,063	9,063
Concentração O. a manter (mg/l)	1,7	1,7
Raiz D10/DT	0,86	0,86
Pressão atmosférica ao nível do mar (mm Hg)	760	760
Altitude da estação (m)	10	10
Pressão atmosférica ao nível da estação (mm Hg)	760	760
Coef. intercâmbio entre licor e água pura em função do sistema de arejamento	0,9	0,9
Coef. global de transferência	0,679	0,679

Tabela 64: Tabela-resumo das necessidades totais de oxigênio em condições normalizadas (anos 2000 e 2020)

Necessidades totais de oxigênio em condições normalizadas		
	Ano 2000	Ano 2020



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Necessidades médias de oxigénio (kg O ₂ /h)	388,25	559,72
Necessidades ponta de oxigénio (kg O ₂ /h)	567,35	807,99

Tabela 65: Tabela-resumo do sistema de arejamento (anos 2000 e 2020)

Sistema de arejamento		
	Ano 2000	Ano 2020
Sistema previsto	Rotor superfície	
Tipo	Eixo horizontal	
Diâmetro do rotor (mm)	1000	1000
Velocidade do rotor (rpm)	72	72
Entrada máxima de oxigénio por metro linha de rotor (kg O ₂ /h)	8,5	8,5
Regulação imersão (cm)	0 - 24	1 - 24
Entrada específica (kg O ₂ /kW absorvido)	2	3
Comprimento necessário rotor cond. ponta (m)	66,75	95,06
Nº reatores/linhas	2	3
Comprimento necessário reator/rotor cond. ponta (m)	33,37	31,69
Comprimento necessário rotor cond. médias (m)	45,68	65,85
Comprimento necessário reator/rotor cond. médias (m)	22,84	21,95
Comprimento total adotado (m)	75	112,5
Comprimento unitário adotado (m)	37,5	37,5
Nº rotores por reator	5	5
Nº rotores por reator, em funcionamento	5	5
Nº reatores/linhas	2	3
Nº rotores totais	10	15
Comprimento unitário por rotor (m)	7,5	7,5
Disposição rotores em reatores (por reator)	5	5
Disposição rotores em reatores (por zona óxica)	5	5
Disposição rotores em reatores (por zona anóxica)	0	0
Comprimento unitário disponível (m)	37,5	37,5
Reserva/comprimento necessário em condições ponta (%)	12,36	18,35
Reserva/comprimento necessário em condições médias (%)	64,2	70,84
Potência unitária adotada (kW)	37	37
Potência total instalada (kW)	370	555
Potência de agitação (W/m ³)	1210,45	961,95
Varição transporte de oxigénio	Variando a submersão e o nº de rotores em funcionamento	
Controlo da entrada de oxigénio	Por sonda de oxigénio	



Tabela 66: Tabela-resumo da agitação suplementar (anos 2000 e 2020)

Agitação suplementar		
	Ano 2000	Ano 2020
Tipo de agitadores	Bananas	Bananas
Nº agitadores por balsa	2	2
Tipo de hélice (pás)	2	2
Diâmetro da pá (mm)	2500	2500
Potência do motor (kW)	4	4
Instalação	Fixo, extraível por elevação	
Potência de agitação (W/m³)	1,32	1,32

Tabela 67: Tabela-resumo do controle de oxigénio dissolvido (anos 2000 e 2020)

Controle de oxigénio dissolvido		
	Ano 2000	Ano 2020
Nº sondas por reator	2	2
Sistema de autolimpeza das sondas	ejetor pneumático	
Sistema de medida	a) % de saturação b) ppm oxigénio dissolvido	

Tabela 68: Tabela-resumo da recirculação do licor-mistura (anos 2000 e 2020)

Recirculação do licor-mistura		
O sistema proposto (Carrossel) supõe a recirculação contínua do licor-mistura, pois ao manter uma velocidade mínima de 0,3 m/s, para evitar sedimentações, o caudal recirculado resulta:		
	Ano 2000	Ano 2020
Velocidade mínima (m/s)	0,3	0,3
Caudal estimado de recirculação interna (m³/h)	51900	51900
Caudal médio (m³/h)	306	577
Caudal real adotado (m³/h)	51594	51323
Nitrogénio nitrificado (kg N/d)	335	452
Nitrogénio real desnitrificado (kg N/d)	234	316



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Caudal médio de entrada na estação (m ³ /h)	306	577
Caudal mínimo de recirculação de licor-mistura (m ³ /h)	713	1346
Caudal real adotado (m ³ /h)	51594	51323
Caudal real adotado (l/s)	14332	14256
Taxa real adotada (%)	16879	8895
Ponto de desnitrificação	Zona anóxica	
Localização da zona anóxica	Nos reatores biológicos	
Percentagem sobre volume total de anóxia (%)	20	20
Volume em anóxia (m ³)	2422	3633
Fonte de carbono	Água bruta	
Entrada de nitratos	Recirculação do licor-mistura	

Tabela 69: Tabela-resumo das necessidades de rotores em condições de emergência (anos 2000 e 2020)

Necessidades de rotores em condições de emergência		
	Ano 2000	Ano 2020
CBO ₅ a eliminar (kg/d)	183	346
Rendimento segundo o processo (%)	50	50
CBO ₅ a eliminado segundo o processo (kg/d)	92	173
Carga mássica real do projeto	0,0699	0,0653
Necessidades de oxigénio para a síntese (kg/kg CBO ₅ el.)	0,6568	0,6568
Necessidades de oxigénio para a síntese (kg/d)	60	114
Necessidades médias de oxigénio para a síntese (kg/h)	2,51	4,74
MLSS totais nos reatores (kg)	54489	81733
Necessidades de oxigénio respiração endógena (kg/kg MLSS)	0,0566	0,0566
Necessidades de oxigénio respiração endógena (kg/d)	3084	4626
Necessidades de oxigénio respiração endógena (kg/h)	128,5	192,75
Necessidades médias de oxigénio (emergência) (kg/h)	131,01	197,49
Necessidades de ponta de oxigénio (kg O ₂ /h)	567,36	808,01
% necessidades de ar emergência/ponta (%)	23,091	24,442
Comprimento necessário rotor cond. ponta (m)	66,7	95,1
Comprimento necessário rotor cond. emergência (m)	15,4	23,2
Nº rotores/linha	2	3
Comprimento unitário por rotor (m)	7,5	7,5
Nº rotores necessários	2,055	3,098



É suficiente um rotor por linha para o arejamento e dos agitadores para evitar decantação

Apresenta-se a tabela 70 com os dados da recirculação de lamas da ETAR de Febros. Estes dados foram retirados da memória descritiva e justificativa da ETAR [16].

Tabela 70: Dados da recirculação de lamas (anos 2000 e 2020)

Recirculação de lamas		
	Ano 2000	Ano 2020
Processo biológico	Arejamento prolongado	
Q méd. (m³/h)	306	577
Conc. de sólidos nos reatores (kg/m³)	4,5	4,5
Índice volumétrico de lamas (SVI):		
mín. (cc/g)	100	100
máx. (cc/g)	150	150
Percentagem de recirculação para SVI=100 (%)	81,82	81,82
Percentagem de recirculação para SVI=150 (%)	207,69	207,69
Taxa máx. adotada (%)	210	210
Q máx. a recircular (m³/h)	642	1212
Sistema de recirculação	Por bombas submersíveis	
Nº bombas em funcionamento	2	4
Nº bombas de recirculação de reserva	1	1 em armazém
Q unitário necessário por bomba (m³/h)	321	303
Q unitário adotado por bomba (m³/h)	325	325
Q unitário adotado por bomba (l/s)	90	90
Q total recirculado (m³/h)	650	1300
Concentração de recirculação:		
Média: (Qméd.+Qr)*X=Qr*Xr		
Qméd. (m ³ /h)	306	577
Qr caudal nominal recirculado (m ³ /h)	650	1300
X (conc. MLSS no reator) (kg/m ³)	4,5	4,5
Xr (conc. de recirculação) (kg/m ³)	6,62	6,5
Xr (conc. de recirculação) (%)	0,66	0,65
Máxima: (Qponta+Qr)*X=Qr*Xr		
Qponta (m ³ /h)	734	1385
Qr caudal nominal recirculado (m ³ /h)	650	1300
X (conc. MLSS no reator) (kg/m ³)	4,5	4,5
Xr (conc. de recirculação) (kg/m ³)	9,58	9,29
Xr (conc. de recirculação) (%)	0,96	0,93



3.3 Decantador secundário

Seguidamente são apresentados as tabelas 71 a 74 com os restantes dados do dimensionamento do decantador secundário da ETAR de Febros. Estes dados foram retirados da memória descritiva e justificativa da ETAR [16].

Tabela 71: Características do efluente (anos de 2000 e 2020)

Características do efluente		
	Ano 2000	Ano 2020
Caudal médio diário de cálculo (m^3/d)	7336	13847
Caudal médio horário de cálculo (l/s)	85	160
Caudal médio horário de cálculo (m^3/h)	306	577
Caudal médio horário de ponta de cálculo (l/s)	204	385
Caudal médio horário de ponta de cálculo (m^3/h)	734	1385
Carga sólidos do efluente ($kg\ SST/m^3$)	4,5	4,5
Carga sólidos com Q méd. (kg/h)	1376	2596
Carga sólidos com Q ponta (kg/h)	3302	6231

Tabela 72: Parâmetros de projeto do decantador secundário
(anos de 2000 e 2020)

Parâmetros de projeto		
	Ano 2000	Ano 2020
Carga superficial ou velocidade ascensional menor que:		
com Q méd. ($m^3/m^2.h$)	0,5	0,5
com Q máx. (ponta) ($m^3/m^2.h$)	1	1
Carga sólidos por unidade de superfície menor que:		
com Q méd. ($kg/m^2.h$)	1,8	1,8
com Q máx. (ponta) ($kg/m^2.h$)	4,5	4,5
Tempo de retenção com Q méd. (h)	5	5
Tempo de retenção com Q ponta (h)	3	3
Carga máx. sobre descarregador:		
com Q méd. ($m^3/ml.h$)	12	12



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

com Q máx. (ponta) (m ³ /ml.h)	20	20
Lâmina de água sobre o descarregador entre (cm)	2 e 6	2 e 6
Altura no descarregador não superior a (m)	3	3
Velocidade perimetral arrasto de lamas inferior a (m/h)	120	120
Sistema de extração de lamas	Poço central	

Tabela 73: Dimensionamento do decantador secundário
(anos 2000 e 2020)

Dimensionamento		
	Ano 2000	Ano 2020
Superfície necessária em lamas carga superficial:		
com Q médio (m ²)	611	1154
com Q máx. (ponta) (m ²)	734	1385
Superfície necessária em lamas carga de sólidos:		
com Q médio (m ²)	764	1442
com Q máx. (ponta) (m ²)	734	1385
Superfície adotada (m ²)	764	1442
Nº unidades (linhas)	2	3
Superfície unitária necessária (m ²)	382	481
Diâmetro necessário (m)	22,06	24,74
Diâmetro adotado (m)	25	25
Superfície real unitária (m ²)	491	491
Superfície total (m ²)	982	1473
Índice volumétrico de lamas:		
Mínimo (mg/l)	100	100
Médio (mg/l)	150	150
Altura necessária armazenamento lamas para SVI=150	0,44	0,56
Altura necessária no descarregador (m)	1,94	2,06
Altura adotada no descarregador (m)	3,55	3,55
Volume unitário zona cilíndrica (m ³)	1743	1743
Diâmetro poço central (m)	3,5	3,5
Inclinação da soleira	10	10 : 1
Altura zona cônica (m)	1,1	1,1
Volume unitário zona cônica (m ³)	208	208
Volume total unitário (m ³)	1951	1951
Volume total útil (m ³)	3901	5852



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

Comprimento perimetral do decantador (m)	78,54	78,54
Tipo de descarregador	Canal perimetral	
Comprimento total do descarregador (m)	157	236

Tabela 74: Funcionamento do decantador secundário (anos 2000 e 2020)

Funcionamento		
	Ano 2000	Ano 2020
Carga superficial ou velocidade ascensional:		
com Q méd. ($m^3/m^2.h$)	0,31	0,39
com Q máx. (ponta) ($m^3/m^2.h$)	0,75	0,94
Carga sólidos:		
com Q méd. ($kg\ SS/m^2.h$)	1,4	1,76
com Q máx. (ponta) ($kg\ SS/m^2.h$)	3,36	4,23
Tempo de retenção:		
com Q méd. (h)	12,76	10,14
com Q máx. (ponta) (h)	5,32	4,23
Carga sobre descarregador:		
com Q méd. ($m^3/ml.h$)	1,95	2,45
com Q máx. (ponta) ($m^3/ml.h$)	4,67	5,88
Variações da lâmina de água sobre o descarregador:		
sistema de recolha	Descarregador dentado ajustável	
tipo de dentes	Triangulares	
separação entre dentes (m)	0,25	0,25
Nº total de descarregadores	628	942
Caudal unitário por descarregador:		
com Q médio (m^3/h)	0,49	0,61
com Q médio (m^3/s)	0,0001	0,0002
com Q ponta (m^3/h)	1,17	1,47
com Q ponta (m^3/s)	0,0003	0,0004
Ângulo do descarregador (º)	90	90
Para o cálculo da altura utilizámos a fórmula de Thompson $Q = 1,42 \cdot h^{5/2}$		
seno da altura (h) igual a :		
com Q médio (m)	0,0246	0,027
com Q médio (cm)	2,46	2,7
com Q ponta (m)	0,035	0,0383



Avaliação da capacidade de absorção de efluentes industriais em ETAR

com Q ponta (cm)	3,5	3,83
Sistema de extração de lamas:		
Sistema de extração	Por sucção no poço central	
Velocidade máxima perimetral (m/h)	120	120
Velocidade máxima de rotação (rpm)	0,0031	0,0034