

Análise de ETARs Compactas no Concelho de Bragança

Bruna Ricci Bicudo

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de
Bragança para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologia Ambiental*

Orientador

Prof. Doutor Ramiro José Espinheira Martins

Co Orientador

Prof^a Doutora Edilaine Regina Pereira

Eng^o João Carlos Praça

Bragança

2017

Análise de ETARs Compactas no Concelho de Bragança

Bruna Ricci Bicudo
Ramiro José Espinheira Martins
Edilaine Regina Pereira
João Carlos Praça

Bragança, 2017.

Agradecimentos

Inicialmente agradeço a minha família, em especial meus avós Antonio e Ineida, por todo apoio, suporte e por todo esforço que desprenderam para que eu pudesse estar realizando essa conquista, sem eles isto não seria possível. Agradeço também ao Vitor Coelho por toda apoio, incentivo e paciência constantes que foram de grande valia e me ajudou muito nessa trajetória. Ao meu amigo Winderson Soares, o agradecimento se dá pela amizade e pelo seu apoio. Agradeço aos meus orientadores por me guiarem durante todo o processo e ao professor Manuel Feliano por toda atenção e suporte que me proporcionou durante a realização do mestrado. Meus agradecimentos a Câmara Municipal de Bragança e a empresa AGS – Administração e Gestão de Sistemas de Salubridade, por desprenderem de tempo e recursos e possibilitarem a execução desse trabalho. Enfim, agradeço a Deus por essa oportunidade e pela proteção constante.

Resumo

Neste trabalho foi realizado um estudo pelo espaço de tempo de onze semanas, entre os meses de janeiro e junho, o qual englobou a monitorização e acompanhamento das seguintes Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETARs) compactas do concelho de Bragança: São Pedro de Sarracenos, Samil, Rebordãos, Rabal e Sacóias. Para avaliação do desempenho das ETARs foram recolhidas amostras simples em três pontos distintos, um à Entrada da estação (efluente bruto), um no Reator biológico e um à Saída da estação (efluente tratado). Os parâmetros analisados para cada amostra foram: temperatura, pH, oxigénio dissolvido, sólidos suspensos totais, sólidos suspensos voláteis, CBO₅ e CQO, os quais nos permitiram apurar, através dos limites impostos pelo Decreto-Lei 236/98, se os resultados obtidos se encontram dentro da conformidade perante as exigências legislatórias. Constatou-se que para temperatura, pH e oxigénio dissolvido todas as ETARs estudadas se enquadravam dentro do limite exigido pela legislação e dentro do recomendado pela literatura, exceto que, para OD, apenas a semana 1 das ETARs de São Pedro de Sarracenos e de Samil não se enquadraram, apresentando valores abaixo de 0.5 mg.L⁻¹. Tanto para sólidos suspensos totais quanto para sólidos suspensos voláteis, as concentrações de matéria orgânica apresentam-se abaixo da faixa recomendada para um funcionamento eficiente de uma estação de tratamento (2000 mg.L⁻¹ a 5000 mg.L⁻¹) indicando uma menor concentração de matéria orgânica e conseqüentemente uma menor eficiência na remoção dos parâmetros estudados. Contudo apesar de, para o CBO₅, as ETARs de Samil e Sacóias nas semanas S7 e S9 e as ETARs de Rebordãos e Rabal em S7, S8 e S9 não atingirem os resultados previstos na legislação as demais semanas apresentam valores acima de 80% de remoção, assim como, para CQO, cujas as exceções são S1, S2, S3 e S4 em São Pedro de Sarracenos; S1, S2 e S5 para Samil; S1 e S4 para Rebordãos e Rabal e S1 e S3 para a ETAR de Samil. Desta forma, conclui-se que, todas as ETARs os efluentes apresentaram características similares e a eficiência de tratamento muito próximos entre si e que na maioria dos parâmetros avaliados foram alcançados os resultados esperados.

Palavras-chave: tratamento de efluente doméstico, ETAR compacta, monitorização.

Abstract

In this work, a study was carried out for a period of eleven weeks, between January and June, which included the monitoring and follow-up of the following compact wastewater treatment plants in the Bragança district: São Pedro de Sarracenos, Samil, Rebordãos, Rabal and Sacóias . In order to evaluate the performance of the WWTPs, simple samples were collected at three distinct points, one at the Station inlet (raw effluent), one at the Biological Reactor and one at the Station outlet (treated effluent). The parameters analyzed for each sample were: temperature, pH, dissolved oxygen, total suspended solids, volatile suspended solids, BOD₅ and COD, which allowed us to verify, through the limits imposed by Decree-Law 236/98, if the results obtained were in conformity within the legislative requirements. It was verified that for temperature, pH and dissolved oxygen all the ETARs studied were within the limit required by the legislation and within the recommended by the literature, except that, for DO, only week 1 of the WWTPs of São Pedro de Sarracenos and Samil were not included, with values below 0.5 mg.L⁻¹. For both suspended solids and volatile suspended solids, organic matter concentrations are below the recommended range for the efficient operation of a treatment plant (2000 mg L⁻¹ to 5000 mg.L⁻¹). However, for BOD₅, Samil and Sacóias WWTPs at weeks S7 and S9 and Rebordãos and Rabal WWTPs at S7, S8 and S9 did not reach the expected results in the legislation, the other weeks presented values above 80% for COD, where the exceptions are S1, S2, S3, and S4 in St. Peter of Saracens; S1, S2 and S5 for Samil; S1 and S4 for Rebordãos and Rabal and S1 and S3 for the Samil WWTP. By this, it is concluded that, all the WWTPs presented results and efficiency in the treatment were very close to each other and that the majority of the parameters met their goals.

Key words: effluent treatment, compact WWTP, monitoring.

ÍNDICE

Agradecimentos	3
Resumo	4
Abstract.....	5
Lista de Abreviaturas	11
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS	13
2.1. Situação Geral em Portugal	13
3. TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS	15
3.1. Pré-Tratamento	15
3.1.1. Gradagem	15
3.1.2. Desarenamento e Remoção de Óleos e Gorduras	16
3.2. Tratamento Primário	17
3.3. Tratamento Secundário	18
3.4. Tratamento Terciário	20
4. ETAR COMPACTA	20
4.1. ETAR compacta – constituição e funcionamento.....	21
4.1.1. Decantador/digestor com filtro biológico	21
4.1.2. Tratamento por lamas ativadas com arejamento prolongado.....	22
4.1.3. Tratamento por lamas ativadas e arejamento prolongado num reator tipo SBR	22
4.1.4. Tratamento biológico por leito percolador.....	23
4.1.5. Tratamento usando biodiscos	24
4.2. Obra de Entrada	24
4.3. Separação de Gorduras	25
4.4. Tanque de Arejamento.....	25
4.5. Decantador	26
5. AMOSTRAGEM.....	27
5.1. Tipos de amostras	27
5.1.1. Amostras Simples.....	27
5.1.2. Amostras Compostas.....	27
5.1.3. Amostras Integradas.....	28
5.2. Métodos de Amostragem	28
5.2.1. Amostragem Manual	28
5.2.2. Amostragem Automática.....	29

5.3.	Recipientes para Amostragem	29
5.4.	Preservação da Amostra.....	31
6.	LEGISLAÇÃO	32
7.	METODOLOGIA	36
8.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
8.1.	ETAR de São Pedro de Sarracenos	37
8.1.1.	Temperatura	37
8.1.2.	pH.....	38
8.1.3.	Oxigénio Dissolvido.....	39
8.1.4.	Sólidos Suspensos Totais - SST	41
8.1.5.	Sólidos Suspensos Voláteis - SSV	42
8.1.6.	Carência Bioquímica de Oxigénio - CBO ₅	43
8.1.7.	Carência Química de Oxigénio - CQO	44
8.2.	ETAR de Samil.....	46
8.2.1.	Temperatura	46
8.2.2.	pH.....	47
8.2.3.	Oxigénio Dissolvido.....	48
8.2.4.	Sólidos Suspensos Totais - SST	50
8.2.5.	Sólidos Suspensos Voláteis - SSV	51
8.2.6.	Carência Bioquímica de Oxigénio - CBO ₅	52
8.2.7.	Carência Química de Oxigénio - CQO	53
8.3.	ETAR de Rebordãos	54
8.3.1.	Temperatura	54
8.3.2.	pH.....	55
8.3.3.	Oxigénio Dissolvido.....	56
8.3.4.	Sólidos Suspensos Totais - SST	57
8.3.5.	Sólidos Suspensos Voláteis - SSV	59
8.3.6.	Carência Bioquímica de Oxigénio CBO ₅	60
8.3.7.	Carência Química de Oxigénio - CQO	61
8.4.	ETAR de Rabal	62
8.4.1.	Temperatura	62
8.4.2.	pH.....	63
8.4.3.	Oxigénio Dissolvido.....	64
8.4.4.	Sólidos Suspensos Totais - SST	65
8.4.5.	Sólidos Suspenso Voláteis - SSV.....	67

8.4.6.	Carência Bioquímica de Oxigênio - CBO ₅	68
8.4.7.	Carência Química de Oxigênio - CQO	69
8.5.	ETAR de Sacóias	70
8.5.1.	Temperatura	70
8.5.2.	pH.....	71
8.5.3.	Oxigênio Dissolvido.....	71
8.5.4.	Sólidos Suspensos Totais - SST	73
8.5.5.	Sólidos Suspensos Voláteis - SSV	74
8.5.6.	Carência Bioquímica de Oxigênio - CBO ₅	75
8.5.7.	Carência Química de Oxigênio - CQO	76
9.	CONCLUSÕES	77
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXO A.....	81
	Tabela A.1 – Análise de variância para SST à Entrada de São Pedro de Sarracenos. 81	
	Tabela A.2 – Análise de variância para SST do Reator de São Pedro de Sarracenos. 81	
	Tabela A.3 – Análise de variância para SST na Saída de São Pedro de Sarracenos. . 81	
	Tabela A.4 – Análise de variância para SSV do Reator de São Pedro de Sarracenos.81	
	Tabela A.5 – Análise de variância para CBO ₅ à Entrada de São Pedro de Sarracenos.	81
	Tabela A.6 – Análise de variância para CBO ₅ à Saída de São Pedro de Sarracenos.. 82	
	Tabela A.7 – Análise de variância para CQO à Entrada de São Pedro de Sarracenos.	82
	Tabela A.8 – Análise de variância para CQO à Saída de São Pedro de Sarracenos... 82	
	Tabela A.9 – Análise de variância para SST à Entrada de Samil.	82
	Tabela A.10 – Análise de variância para SST no Reator de Samil.	82
	Tabela A.11 – Análise de variância para SST à Saída de Samil.....	83
	Tabela A.12 – Análise de variância para SSV do Reator de Samil.	83
	Tabela A.13 – Análise de variância para CBO ₅ à Entrada de Samil.	83
	Tabela A.14 – Análise de variância para CBO ₅ à Saída de Samil.....	83
	Tabela A.15 – Análise de variância para CBO ₅ à Entrada de Samil.	83
	Tabela A.16 – Análise de variância para CBO ₅ à Saída de Samil.....	84
	Tabela A.17 – Análise de variância para SST à Entrada de Rebordãos.	84
	Tabela A.18 – Análise de variância para SST do Reator de Rebordãos.....	84
	Tabela A.19 – Análise de variância para SST à Saída de Rebordãos.....	84
	Tabela A.20 – Análise de variância para CBO ₅ à Entrada de Rebordãos.....	84
	Tabela A.21 – Análise de variância para CBO ₅ à Saída de Rebordãos.	85

Tabela A.22 – Análise de variância para CQO à Entrada de Rebordãos.....	85
Tabela A.23 – Análise de variância para CQO à Saída de Rebordãos.	85
Tabela A.24 – Análise de variância para SST à Entrada de Rabal.	85
Tabela A.25 – Análise de variância para SST no Reator de Rabal.	85
Tabela A.26 – Análise de variância para SST à Saída de Rabal.....	86
Tabela A.27 – Análise de variância para SSV no Reator de Rabal.	86
Tabela A.28 – Análise de variância para CBO ₅ à Entrada de Rabal.	86
Tabela A.29 – Análise de variância para CBO ₅ à Saída de Rabal.	86
Tabela A.30 – Análise de variância para CQO à Entrada de Rabal.	86
Tabela A.31 – Análise de variância para CQO à Saída de Rabal.	87
Tabela A.32 – Análise de variância para SST à Entrada de Sacóias.	87
Tabela A.33 – Análise de variância para SST do Reator de Sacóias.....	87
Tabela A.34 – Análise de variância para SST à Saída de Sacóias.....	87
Tabela A.35 – Análise de variância para SSV do Reator de Sacóias.	87
Tabela A.36 – Análise de variância para CBO ₅ à Entrada de Sacóias.	88
Tabela A.37 – Análise de variância para CBO ₅ à Saída de Sacóias.....	88
Tabela A.38 – Análise de variância para CQO à Entrada de Sacóias.....	88
Tabela A.39 – Análise de variância para CQO à Saída de Sacóias.	88
ANEXO B.....	89
Tabela B.1 - Teste de Tukey para SST de Entrada na ETAR de São Pedro de Sarracenos.	89
Tabela B.2 – Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de São Pedro de Sarracenos.	90
Tabela B.3 – Teste de Tukey para SST de Saída na ETAR de São Pedro de Sarracenos.	91
Tabela B.4 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de São Pedro de Sarracenos.	92
Tabela B.5 – Teste de Tukey para CBO ₅ de Entrada na ETAR de São Pedro de Sarracenos.	93
Tabela B.6 – Teste de Tukey para CBO ₅ de Saída na ETAR de São Pedro de Sarracenos.	94
Tabela B.7 – Teste de Tukey para CQO de Entrada na ETAR de São Pedro de Sarracenos.	95
Tabela B.8 – Teste de Tukey para CQO de Saída na ETAR de São Pedro de Sarracenos.	96
Tabela B.9 – Teste de Tukey para SST de Entrada na ETAR de Samil.	97
Tabela B.10 – Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de Samil.....	98

Tabela B.11 – Teste de Tukey para SST do Saída na ETAR de Samil.	99
Tabela B.12 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de Samil.	100
Tabela B.13 – Teste de Tukey para CBO ₅ de Entrada na ETAR de Samil.	102
Tabela B.14 – Teste de Tukey para CQO de Entrada na ETAR de Samil.	103
Tabela B.15 – Teste de Tukey para CQO de Saída na ETAR de Samil.	104
Tabela B.16 – Teste de Tukey para SST de Entrada na ETAR de Rebordãos.	105
Tabela B.17– Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de Rebordãos.	107
Tabela B.18 – Teste de Tukey para SST da Saída na ETAR de Rebordãos.	108
Tabela B.19 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de Rebordãos.	109
Tabela B.20 – Teste de Tukey para CBO ₅ de Entrada na ETAR de Rebordãos.	111
Tabela B.21 – Teste de Tukey para CBO ₅ de Saída na ETAR de Rebordãos.	112
Tabela B.22 – Teste de Tukey para CQO de Entrada na ETAR de Rebordãos.	113
Tabela B.23 – Teste de Tukey para SST de Entrada na ETAR de Rabal.	114
Tabela B.24– Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de Rabal.	116
Tabela B.25 – Teste de Tukey para SST de Saída na ETAR de Rabal.	117
Tabela B.26 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de Rabal.	118
Tabela B.27 – Teste de Tukey para CBO ₅ de Entrada na ETAR de Rabal.	120
Tabela B.28 – Teste de Tukey para CBO ₅ de Saída na ETAR de Rabal.	121
Tabela B.29 – Teste de Tukey para CQO de Entrada na ETAR de Rabal.	122
Tabela B.30 – Teste de Tukey para CQO de Saída na ETAR de Rabal.	123
Tabela B.31 – Teste de Tukey para SST de Entrada na ETAR de Sacóias.	125
Tabela B.32 – Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de Sacóias.	126
Tabela B.33 – Teste de Tukey para SST de Saída na ETAR de Sacóias.	127
Tabela B.34 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de Sacóias.	129
Tabela B.35 – Teste de Tukey para CBO ₅ de Entrada na ETAR de Sacóias.	130
Tabela B.36 – Teste de Tukey para CBO ₅ de Saída na ETAR de Sacóias.	131
Tabela B.37– Teste de Tukey para CQO de Saída na ETAR de Sacóias.	132

Lista de Abreviaturas

CBO₅ – Carência Bioquímica de Oxigênio ao fim de cinco dias;

CQO – Carência Química de Oxigênio;

E – Entrada ;

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais;

MLVSS – Sólidos suspensos voláteis no licor misto (Mixed-liquor volatile suspended solids);

OD – Oxigênio Dissolvido;

R – Reator ;

S – Saída;

SST – Sólidos suspensos totais;

SSV – Sólidos suspensos voláteis.

1. INTRODUÇÃO

A contaminação de solos e cursos de água através do lançamento de efluentes é uma situação bastante recorrente. Esta problemática tem como raiz o crescimento populacional que é diretamente proporcional ao aumento do consumo dos recursos naturais e ao aumento de produção de poluentes gerados neste processo (Somlyody e Varis, 2006). Os autores ainda afirmam que o saneamento representa um grave problema na atualidade, em especial nos países em desenvolvimento. A questão principal está na falta ou na inadequação das instalações de tratamento existentes nos países em desenvolvimento, enquanto que os países desenvolvidos, se deparam com a necessidade de reconstrução desses sistemas.

Luizi (2012) afirma que o tratamento de águas residuais é realizado a fim de prevenir riscos para a saúde pública e a poluição dos recursos hídricos em que se descarregam os efluentes gerados, provocando prejuízos para a fauna e flora, e limitando as atividades econômicas e sociais dependentes desses corpos hídricos.

De acordo com o Inventário Nacional do Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (INSAAR) de 2008, 94% da população de Portugal possuía abastecimento de água e 78% possuíam drenagem das águas residuais, das quais 70% passaram por tratamento através das Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETARs). Porém, em Portugal há muitas comunidades com um equivalente populacional inferior a 2000 habitantes e nas zonas rurais do interior do país existem aglomerados e vilarejos de pequena dimensão, com população inferior a 200 habitantes e afastados entre si, dessa forma, não se torna viável economicamente e nem tecnicamente sustentável a construção e manutenção de grandes estações de tratamento.

Esta inviabilidade, de acordo com Galvão *et al.* (2004), está associada a fatores como elevada variabilidade de caudais e de cargas orgânicas. No período noturno a afluência de caudais pode ser nula e nos períodos de maior afluência o caudal pode exceder o caudal médio, bem como as cargas orgânicas. Acresce ainda, que na sua maioria, esses pequenos aglomerados não dispõem de recursos económicos e humanos compatíveis com os exigidos para controle das operações e processos de tratamento de sistemas complexos. Contudo, as características dos efluentes dos conglomerados têm que obedecer aos requisitos de descarga exigidos pela legislação Portuguesa, o Decreto-Lei nº 236/98, e garantir os mesmos níveis de tratamento que os grandes centros urbanos, tanto por motivos de proteção ambiental, quanto pela saúde da população.

Entretanto, atingir esses níveis de forma sustentável torna-se um desafio com os recursos e orçamentos reduzidos desses agregados populacionais. Deste modo, o conceito de soluções de tratamento sustentáveis para pequenos aglomerados deve envolver a utilização de tecnologias com baixo custo de construção e manutenção, mas que garantam simultaneamente eficiências de tratamento adequadas, englobando aspectos como reduzido custo energético e com reagente, minimizar as obras de construção civil e equipamento eletromecânicos, reduzidos encargos com operação e manutenção, valorização ambiental da área envolvente.

Neste trabalho será apresentado o acompanhamento do funcionamento e desempenho de sistemas de tratamento de pequenos aglomerados, ETARs compactas, dimensionadas para populações de até 600 habitantes, em parceria com a empresa AGS – Administração e Gestão de Sistemas de Salubridade e com a Câmara Municipal de Bragança.

2. TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS

2.1. Situação Geral em Portugal

Segundo o relatório anual dos serviços de águas e resíduos em Portugal (INSAAR, 2016), em 2015 Portugal continental constava com 4258 instalações de tratamento, das quais 2673 (63 %) correspondem a ETAR e 1585 (37 %) a fossas sépticas coletivas. Já de acordo com o Relatório PENSAAR 2020 (2015), entre 2007 e 2011 a taxa de cobertura dos serviços de saneamento de águas residuais aumentou 8%, atingindo níveis de cobertura de 78%, ficando abaixo do esperado, tendo em vista que a meta de atendimento era de 90%, como representado na Figura 1.

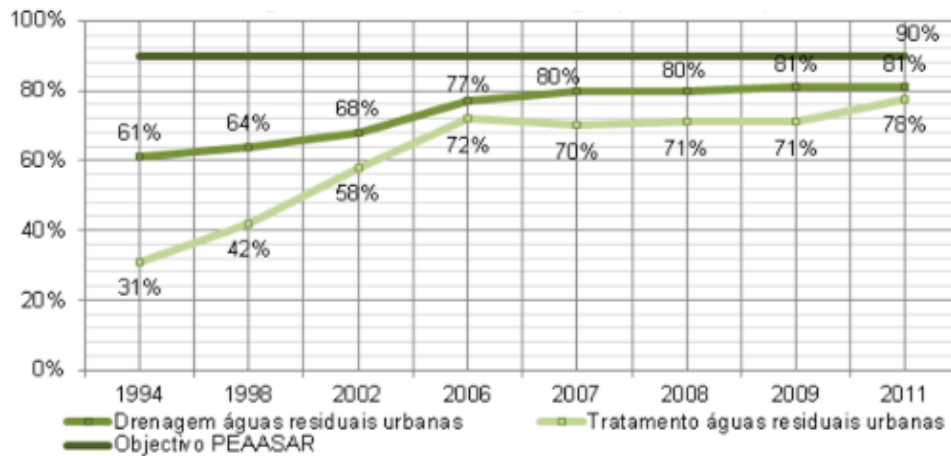


Figura 1 – Evolução do nível de cobertura do serviço de saneamento de águas residuais em Portugal (ERSAR, 2015).

A população ainda não servida por sistema de águas residuais está na sua maioria em regiões de baixa densidade populacional, com pequenos aglomerados urbanos ou servidos por entidade gestora de pequena dimensão, como apresentado na Figura 2, em que o custo unitário de um serviço público em rede é superior à média nacional e que não há disposição financeira da população para assegurar esses custos.

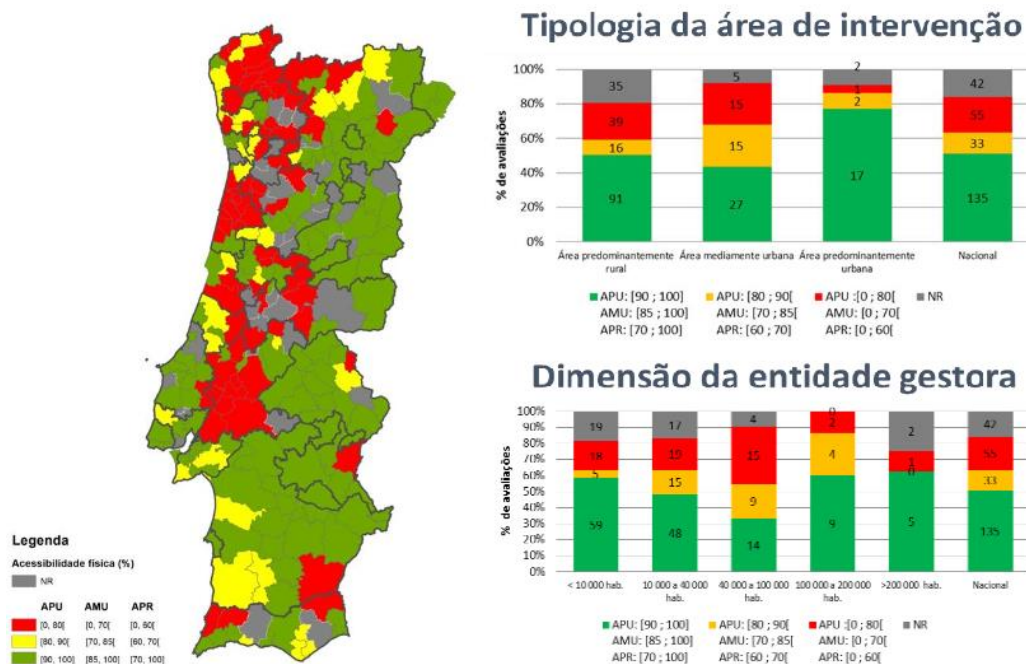


Figura 2 - Acessibilidade física ao serviço de saneamento de águas residuais (ERSAR,2017).

O aumento da acessibilidade física pode ser alcançado através da melhoria da qualidade de vida das populações e do ambiente, bem como utilizando outros tipos de infraestrutura, como por exemplo, soluções de tratamento individuais ou de baixo custo

que assegurem a sustentabilidade técnica, económica, financeira e social dos serviços prestados.

3. TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

As Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) são sistemas capazes de reproduzir de uma forma semelhante os processos naturais de depuração de água, mas com capacidade de tratar grandes volumes de água num tempo e espaço reduzidos. Porém, é necessário conhecer as características das águas residuais para se poder optar por um sistema eficiente, dado que as etapas de tratamento são diversas e podem ou não ser utilizadas em conjunto (Ruas, 2010). O tratamento de águas residuais numa ETAR pode consistir em quatro fases: pré-tratamento, tratamento primário, secundário e terciário.

3.1. Pré-Tratamento

3.1.1. Gradagem

A gradagem está integrada no pré-tratamento, é responsável pela remoção dos sólidos grosseiros e material dificilmente degradável, tais como pedaços de madeira, plásticos, papéis, etc. Este processo vai permitir proteger os dispositivos de transporte dos efluentes tais como bombas e tubagens evitando o desgaste e bloqueamento destes.

Estas grades são constituídas por barras de ferro ou aço paralelas, colocadas transversalmente no canal de chegada dos esgotos, perpendiculares ou inclinadas, dependendo do dispositivo de remoção do material retido (Silva, 2012). Podem ser inseridas em um canal já existente e são constituídos por barras com espaçamentos entre 15 e 40 mm, onde o material sólido presente na água residual é retido. O processo de limpeza dessas grades pode ser por meio mecânico, manual ou automático.

Todo o material retido e retirado das grades pode ser depositado em aterros sanitários, incinerado ou reencaminhado para reatores onde ocorre a decomposição anaeróbia, quando o material retido é predominantemente orgânico e biodegradável (Dezotti, 2008).

Os tamisadores são outra forma de realizar a gradagem, onde os sólidos em suspensão ficam retidos numa malha de 3 mm de diâmetro, provocando-se um aumento de nível na parte superior da mesma. Nessa altura, começa o funcionamento do parafuso, que limpa a malha, levanta, desidrata e compacta o material. Esta malha é mantida limpa

pela escova fixada na parte externa da hélice que permite levantar os sólidos depositados até o compactador situado na parte superior do equipamento. Na Figura 3 estão representadas o tamisador e um sistema de drenagem manual.

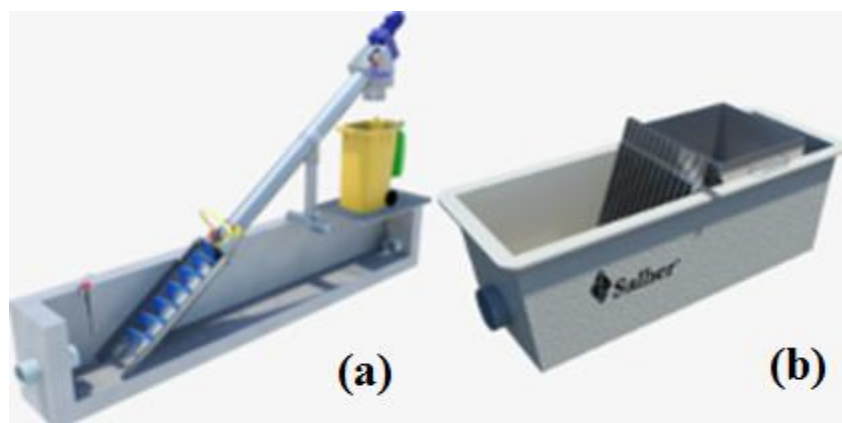


Figura 3 – Tamisador (a) e sistema de drenagem manual (b) (Salher, 2017).

3.1.2. Desarenamento e Remoção de Óleos e Gorduras

A desarenação é o processo destinado a reter a areia e outros detritos inertes e pesados de rápida sedimentação, como terra, partículas de metal, carvão, cascalho, escórias etc. Tal como na gradagem, o objetivo principal é proteger as bombas, válvulas e outros acessórios a jusante contra a abrasão, e evitar obstruções de canalizações e etc (Silva, 2010). Pode ser efectuada de várias formas, como por exemplo, num tanque onde o efluente passa com uma velocidade reduzida, permitindo que as areias assentem por gravidade, sendo removidas e encaminhadas para um classificador de areias.

As operações de desarenação e remoção de óleos e gorduras podem ser realizadas no mesmo órgão de tratamento (desarenadores/desengorduradores), este último tem como objectivo retirar as gorduras e óleos existentes e pode recorrer à injeção de um fluxo de ar ascendente no seio do efluente, levando à acumulação de gorduras na superfície. Após a sua remoção, são geralmente encaminhadas para um concentrador de gorduras e, posteriormente, encaminhadas a um destino final adequado (APA, 2010). Na Figura 4, apresenta-se exemplos de um desarenador/desengordurador.



Figura 4 – Tanque Desarenador/Desengordurador (APA, 2017).

3.2. Tratamento Primário

O tratamento primário consiste na remoção dos sólidos em suspensão através da sua deposição por ação da gravidade, pode ser constituído por processos físicos e químicos, geralmente o processo é realizado em decantadores de formato cônico, representados na Figura 5. A água residual é sujeita a coagulação e floculação. Na coagulação ocorre desestabilização de colóides, através da eliminação da dupla camada eléctrica, por meio da adição e mistura intensa, uniforme e rápida de coagulantes químicos com dispersão rápida. Já na floculação, está presente uma mistura lenta, que promove a colisão das partículas favorecendo a formação de flocos de rápida sedimentação (tamanho ideal de 0,1 a 3 mm).



Figura 5 – Decantador primário (APA, 2017).

3.3. Tratamento Secundário

O tratamento secundário é constituído geralmente por processos biológicos e visa retirar a matéria orgânica biodegradável existente no efluente, na forma coloidal, dissolvida ou suspensa, que não foi retirada através de tratamento primário. Os processos biológicos podem ser aeróbios (na presença de oxigénio), anaeróbios (sem oxigénio), anóxicos (sem oxigénio dissolvido e na presença de nitritos e/ou nitratos) e processos mistos. Esta é a fase de tratamento para a qual existe a maior variedade de sistemas, podendo ser de biomassa fixa, suspensa, híbridos e sistemas combinados (APA, 2010).

No sistema de tratamento por lamas activadas o efluente proveniente do tratamento primário é encaminhado para um tanque de arejamento, onde é feita a injeção de ar, com o auxílio de turbinas, bombas submersíveis com venturi ou com difusores colocados no fundo do tanque de arejamento, de forma a promover o arejamento e agitação da água para permitir o desenvolvimento dos microrganismos que vão degradar a matéria orgânica e conseqüentemente formar flocos biológicos. Em seguida o efluente segue para o decantador secundário, onde ocorre a separação da fase líquida (efluente tratado) e da fase sólida (lamas secundárias), por sua vez, parte deste lama é recirculada para o tanque de arejamento para que a concentração de microrganismos no reator biológico se mantenha constante e a outra parte, lamas em excesso, vai ser retirado do sistema e posteriormente tratada (Metcalf e Eddy, 2003).

O sistema mais utilizado em Portugal, em ETAR de grandes dimensões é o sistema de biomassa por lamas activadas, que pode apresentar várias configurações, como tanques de arejamento convencionais, valas de oxidação, e Sequencing Batch Reactor (SBR).

No processo de lagoas arejadas pode-se observar as mesmas características do processo de lamas ativadas, com a exceção de que nas lagoas arejadas a remoção das lamas é feita apenas para controlar a quantidade de lamas no arejador, ou seja, não há recirculação das lamas. As lagoas arejadas constituem geralmente uma etapa de um sistema de tratamento por lagunagem, que sucede às lagoas facultativas (mais profundas) onde ocorrem simultaneamente biodegradação aeróbia (à superfície) e anaeróbia (no fundo) e antecede às lagoas de maturação (de baixa profundidade) ou de leitos de macrófitas onde se dá a etapa de afinação (Metcalf e Eddy, 2003).

Os leitos percolados são compostos por tanques circulares onde é colocado um material de enchimento que serve de meio de suporte à biomassa. O meio filtrante normalmente é constituído por cascalho ou materiais plásticos cujo diâmetro varia entre

25 a 100 mm. O material orgânico presente nas águas residuais é degradado por uma população de microrganismos que aderiram ao meio filtrante. No exterior do biofilme, o material orgânico é degradado por microrganismos aeróbios. À medida que a matéria orgânica é degradada, a espessura do biofilme aumenta e o oxigênio dissolvido é consumido antes que possa penetrar em toda a profundidade da camada do biofilme, estabelecendo-se assim um ambiente anaeróbio nas camadas mais internas do biofilme (Silva, 2010). Logo, estes microrganismos ficam sem nenhuma fonte de carbono orgânico, entram numa fase endógena de crescimento e perdem a capacidade de aderência às paredes e desprendem-se do meio de suporte. O líquido por sua vez, ao passar pelo meio filtrante arrasta esta biomassa para fora do leito percolador, e começa a formar-se uma camada nova de biofilme (Metcalf e Eddy, 2003).

O processo dos biodiscos consiste numa série de discos circulares onde os microrganismos começam a fixar-se, formando uma película designada por biofilme ou filme biológico que vai aumentando a sua espessura com o passar do tempo até que se desprende, tal como acontece com os leitos percoladores. Os organismos que se desprendem são mantidos em suspensão no meio líquido devido ao movimento dos discos. Então, as águas residuais e os sólidos em suspensão são encaminhados para o decantador secundário onde ocorre a sedimentação dos sólidos.

O processo de digestão anaeróbia pretende estabilizar as lamas concentradas obtidas nos tratamentos primários e secundários. Na digestão anaeróbia a matéria orgânica é biodegradada em condições anaeróbias, ausência de oxigênio, originando uma variedade de produtos incluindo o metano e o dióxido de carbono (Soares, 2008). A Figura 6, mostra um exemplo de reator biológico aeróbio.



Figura 6 – Reator biológico aeróbio.

3.4. Tratamento Terciário

O Tratamento terciário é um processo de afinação e complementa as etapas anteriores de tratamento. Assim, este tratamento poderá ter como objectivo a remoção de determinados poluentes que se mantêm na água após terem passado pelos tratamentos anteriores. Consiste no tratamento de desinfecção e controlo de nutrientes, para eliminar bactérias e vírus. Existem sistemas de desinfecção por ultravioletas (UV), filtros de areia, filtros de carvão ativado, membranas de microfiltração, membranas de osmose inversa. O tratamento terciário é indispensável para casos onde o meio receptor do efluente tratado é muito sensível.

4. ETAR COMPACTA

Um sistema compacto de tratamento pode consistir num tratamento biológico por arejamento, pois esta é uma técnica adequada para o tratamento de baixos caudais, tanto pelo rendimento óptimo que se consegue no grau de depuração, como pela simplicidade de funcionamento e manutenção das instalações (Urso, 2010).

Entre as vantagens das estações compactas, de acordo com Nova Opersan (2016), destacam-se: a facilidade de adaptação a diferentes realidades, atendendo ao espaço necessário e tipo de tratamento; o efluente é tratado na proximidade ou mesmo no local em que é gerado; permite o reaproveitamento da água para outras funções; instalação e manutenção simples; garante a continuidade do processo de tratamento; o custo energético é reduzido face a estações convencionais; a estação compacta possibilita a descarga dos efluentes em conformidade com a legislação, e permite a sua reutilização; simplicidade de funcionamento e de manutenção; dispensa a instalação de um tratamento primário a montante (decantador) e apresenta baixa produção de lamas em excesso, eliminando-se a necessidade de estabilização e todos os problemas de exploração a ela associados.

Segundo Moreira (2013), as lamas representam o principal subproduto decorrente do processo ocorrido numa ETAR e sua composição varia de acordo com as características da água residual e tratamento a que foi submetida. As lamas podem ser divididas entre lamas primárias e secundárias, resultantes de processos de tratamento primário e biológico, respectivamente. Ainda, de acordo com o autor, o destino final das lamas é um problema real, onde a valorização agrícola, a incineração e a deposição em

aterro sanitário representam as principais opções. Em Portugal, o método de incineração não é utilizado e, de acordo com EEA (2001), em 2001, apenas 30% das lamas geradas foram utilizadas na agricultura para fertilização dos solos, sendo que 70% teve como destino a deposição em aterro sanitário.

4.1. ETAR compacta – constituição e funcionamento

As ETAR's compactas são um órgão de tratamento secundário de águas residuais domésticas, onde através de uma combinação de um processo de arejamento prolongado, seguido de uma decantação secundária, se consegue atingir os valores de descarga em meio hídrico, conforme Decreto-Lei 236/98.

São constituídas por um reator biológico equipado com um sistema de arejamento, promovendo o fornecimento de oxigénio aos microrganismos e também a homogeneização do conteúdo do tanque. Este reator é seguido por um decantador que vai ser responsável pela sedimentação das lamas biológicas. No decantador encontra-se uma eletrobomba de recirculação de lamas, que vai ser responsável por manter a carga de microrganismos constante no reator (Premier Tech, 2017).

Existem diferentes tipos de ETARs compactas, os tratamentos mais utilizados, segundo Silva (2012), são por decantador/digestor com filtro biológico, por lamas ativadas com arejamento prolongado, por lamas ativadas com arejamento prologando em um reator do tipo sequencial batch (SBR), por leito percolado e com biodiscos.

4.1.1. Decantador/digestor com filtro biológico

Esse tipo de ETAR é semelhante com as fossas sépticas, com o diferencial de possuir um compartimento de material inerte, podendo ser pedra ou de plástico, que tem como objetivo servir de habitat a colônias de microrganismos aeróbios responsáveis pela degradação da matéria orgânica, representados na Figura 7. O efluente é colocado sobre o leito de material inerte por meio de difusores e posteriormente é recolhido na base do tanque após a depuração.

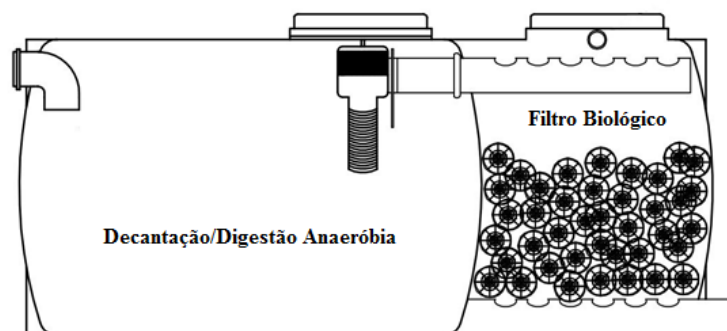


Figura 7 – Esquema de uma ETAR compacta de decantador/digestor com filtro biológico (Hispalhidro, 2017).

4.1.2. Tratamento por lamas ativadas com arejamento prolongado

Esta é a forma mais utilizada para tratamento de águas residuais, nesse caso, como mostra a Figura 8, a ETAR, possui dois compartimentos, onde, no primeiro ocorre o tratamento biológico por arejamento prolongado e no segundo se tem a decantação e a recirculação para o primeiro compartimento. Ainda há a possibilidade de acoplar a montante da ETAR um sistema de gradagem, podendo ser manual ou mecânica, afim de impedir a passagem de sólidos mais grosseiros que possam ocasionar o entupimento do sistema de arejamento (Silva, 2012).

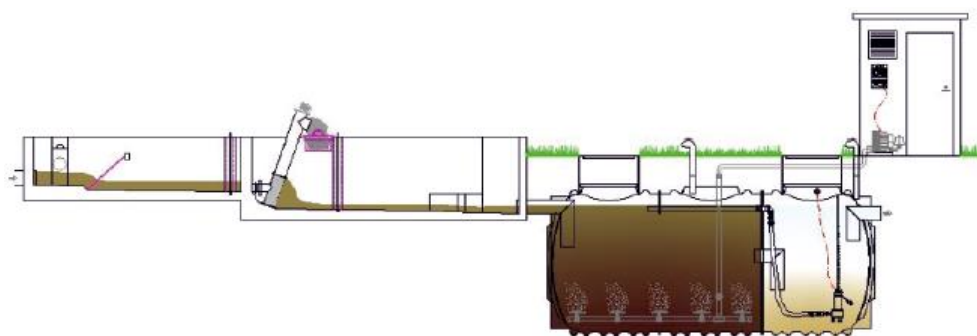


Figura 8 – ETAR compacta de tratamento de lamas ativadas com arejamento prolongado (Ecodepur, 2017).

4.1.3. Tratamento por lamas ativadas e arejamento prolongado num reator tipo SBR

Nesse caso, como apresentado na Figura 9, o reator é composto por um único tanque, onde ocorrem ciclicamente o arejamento e a decantação, num reator tipo SBR, tendo assim, um funcionamento descontínuo, os ciclos são programados entre o tanque biológico com arejamento e o decantador secundário. Segundo Silva (2012), essa

alternância entre o arejamento e o não arejamento permite a remoção do azoto por nitrificação/desnitrificação, garantindo que a descarga do efluente tratado esteja de acordo com a legislação.

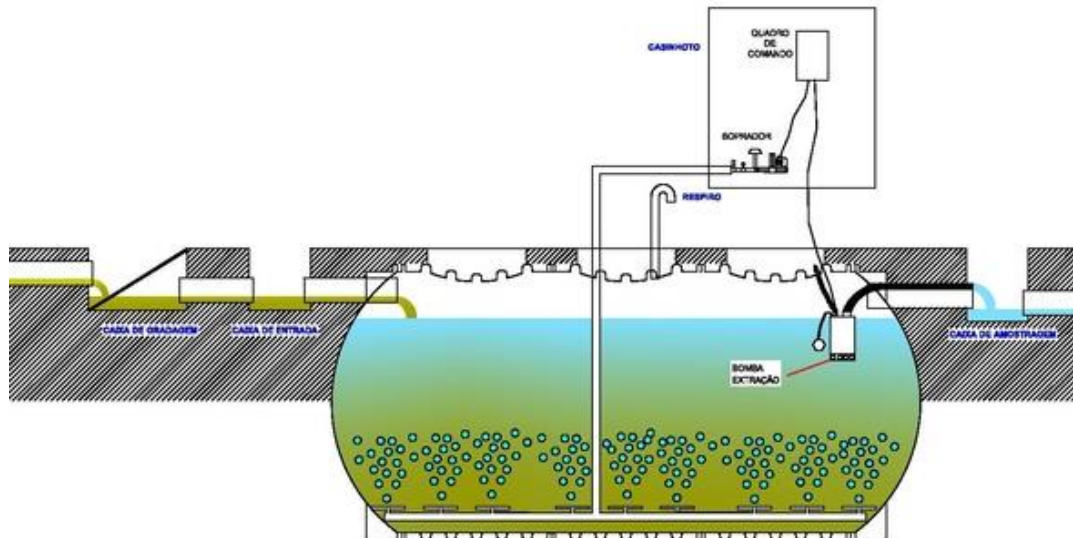


Figura 9 - Tratamento por lamas ativadas com arejamento prolongado num reator do tipo SBR (Tubofuro, 2017).

4.1.4. Tratamento biológico por leito percolador

Constitui um processo de tratamento biológico por fluxo contínuo que incorpora um meio bacteriano sintético em suspensão, o que permite uma maior densidade de biomassa por volume de reator. A ETAR, representada na Figura 10, dispõe de uma pequena estação de recirculação do efluente, destinada a assegurar a irrigação do leito durante as horas de menor caudal. Este procedimento torna-se necessário em pequenos aglomerados para assegurar a manutenção de condições de humidade necessárias ao desenvolvimento dos microrganismos (Ecodepur, 2017).

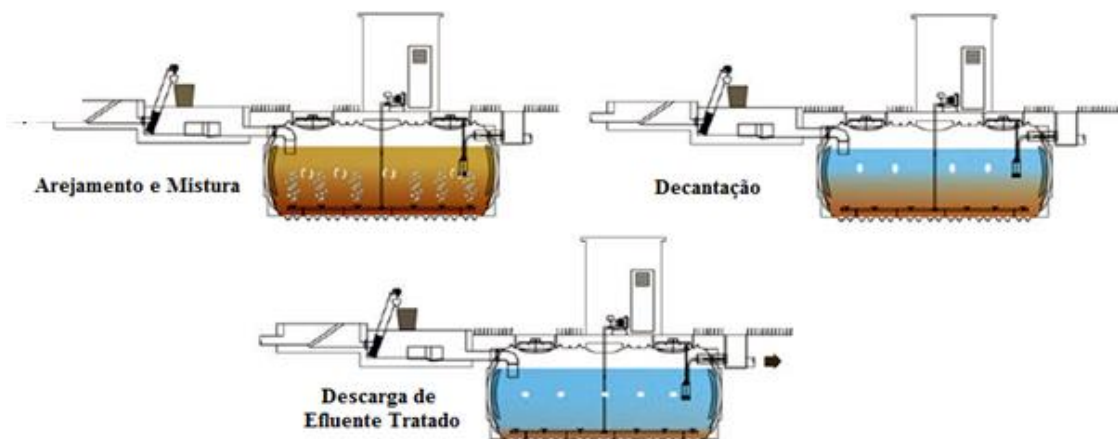


Figura 10 - ETAR compacta, tratamento por leito percolador (Ecodepur, 2017).

4.1.5. Tratamento usando biodiscos

Uma unidade de biodiscos, como mostra a Figura 11, é constituída por uma série de discos dispostos em torno de um eixo horizontal que se movimenta em rotação, estes discos estão parcialmente imersos na água residual e servem como substrato para os microrganismos se aderirem. A rotação dos discos os põe alternativamente a biomassa aderida em contato com a água residual e com a atmosfera para a absorção de oxigênio, mantendo a biomassa em condições aeróbias. A rotação por si só promove a eliminação de excesso de sólidos dos discos, por meio das forças constantes criadas por esse movimento.



Figura 11 - ETAR compacta com tratamento por biodiscos (Nascimento *et al.*, 2011).

Esse tipo de estação geralmente é utilizado para população até 6000 habitantes. As vantagens da utilização de biodiscos são um efluente final de boa qualidade, redução do volume de lamas produzidas e baixo consumo energético (Nascimento *et al.*,2011).

4.2. Obra de Entrada

A obra de entrada é constituída por um canal no qual será instalado o tamisador e a grade manual onde ocorrerá o processo de gradagem, essa etapa tem como objetivo a retenção de sólidos grosseiros presentes no efluente, que poderiam provocar entupimentos nas tubagens, ou danos nos equipamentos e órgãos de tratamento, prejudicando o funcionamento do processo de tratamento. No caso da ETAR de Sacóias, a gradagem é manual, com um espaçamento entre as barras de aproximadamente 30 mm e a recolha é efetuada através de um cesto de recolha de gradados. As demais ETARs

possuem a presença de um tamisado. Em by-pass ao tamisador há uma grade de limpeza manual com afastamento entre as barras de 10 mm.

A caixa de recolha de Rebordãos e de Rabal apresenta uma infiltração de águas fluviais, diluindo o efluente com águas do rio. Em Rebordãos é a única ETAR onde está presente um sistema de boias que são responsáveis para ativar a bomba quando a caixa de recolha está cheia, as demais utilizam estações elevatórias, exceto por Sacóias que o efluente chega direto a estação sem a necessidade de uma estação.

4.3. Separação de Gorduras

Esta etapa está presente apenas nas ETARs de São Pedro, Rabal e Rebordão, que consiste na remoção de gorduras, compostos estáveis mais dificilmente decompostos pelos microrganismos. Essa separação ocorre por diferença de densidade e é efetuada numa câmara pré-fabricada em aço carbono com capacidade de 8 m³.

4.4. Tanque de Arejamento

O objetivo dessa etapa é a transformação da matéria orgânica transportada pela água residual em flocos biológicos, formando as lamas ativadas, através da atividade dos microrganismos, para que isso ocorra, é necessário um controle sistemático das condições de funcionamento desta população microbiológica, como a quantidade de oxigênio dissolvido e a mistura.

Na ETAR de Sacóias, ocorre arejamento por Venturi-Jet, onde a aspiração de água residual é efetuada por baixo, sendo que se vai misturar posteriormente com o ar numa câmara onde se encontra instalado o Venturi, após este contato entre a água e o ar, é promovida a sua mistura através de uma tubagem e no final desta tubagem a mistura de água residual/ar é liberada para o tanque, sendo que o ar em excesso é liberado, promovendo uma agitação e o arejamento desta mistura. O tanque tem volume útil de 23,5 m³, a potência do injetor de ar é de 2,7 kW e é controlado por um temporizador, trabalhando por 15 minutos as 7 e as 15 horas.

Na ETAR de Samil está presente um sistema de injeção de ar comprimido com formação de bolha fina. O compressor funciona por 15 minutos nos respectivos horários: 8, 11:30, 14, 17:30, 20, 22, 23, 1, 2, 4 e 5:30 horas. O tempo de retenção hidráulico mantém-se entre 16 a 24 horas. Nas ETARs restantes há uma câmara anóxica com um agitador submersível de potência 0,6 kW e na câmara aeróbia uma bomba de recirculação

do efluente de potência 0,55 kW. O sistema de difusores, presente no fundo da segunda câmara, é alimentado por um compressor de 5,5 kW que trabalha nos seguintes horários em cada ETAR:

- São Pedro: ocorre a injeção de ar por 15 minutos somente as 06:30;
- Rebordãos: ocorre a injeção de ar por 1 minuto a cada 400 minutos;
- Rabal: ocorre a injeção de ar por 1 minuto a cada 3 horas.

Os difusores são constituídos por tubos de PVC ligados a uma peça em T. Ao redor dos tubos encontra-se uma membrana de EPDM (etileno-propileno-dieno) que difunde o ar em seu interior. Os microcortes no interior dessa membrana funcionam como uma válvula deixando passar o ar a baixa pressão, obtendo com resultado uma pequena bolha de ar, que pelo reduzido diâmetro (0,5 a 1,0 mm) ascende lentamente até a superfície; quanto maior o tempo que a bolha demora a percorrer essa distância, maior a taxa de transferência de oxigênio entre gás e líquido, e consequentemente maior disponibilidade de oxigênio para o crescimento da biomassa.

Os agitadores tem o seu funcionamento em horas diferenciadas em relação aos difusores, mas a quantidade de tempo que estão em funcionamento é a mesma, trabalhando nos seguintes horários:

- São Pedro: a agitação ocorre por 15 minutos as 4 horas;
- Rebordãos: a agitação ocorre por 1 minuto a cada 290 minutos;
- Rabal: a agitação ocorreu por 1 minuto a cada 180 minutos.

4.5. Decantador

A última etapa do processo é a decantação, num tanque anexo ao tanque de arejamento, que tem como principal objetivo a produção de um efluente decantado de boa qualidade, compatível com o tratamento biológico efetuado a montante. Neste tanque, o efluente é sujeito a um processo de decantação, ou seja, as partículas presentes na água residual que possuem uma densidade superior à do efluente depositam-se no fundo do decantador. Sempre que necessário e para manter a concentração de biomassa numa concentração adequada ao processo biológico, uma fração dos sólidos (lama) são recirculados ao tanque de arejamento, por meio de uma bomba submersível cujo funcionamento é controlado por temporizador.

Em Samil a recirculação ocorre por um período de 15 minutos de acordo com o seguinte plano horário: 7:30, 10, 12, 15, 17:30, 19:30, 22, 23 e 1 hora. Na ETAR de São Pedro de Sarracenos, a recirculação ocorre as 2 horas durante 15 minutos. Em Rebordãos, a bomba de recirculação funciona por 1 minuto a cada 290 minutos. Na ETAR de Rabal a recirculação é realizada por 1 minuto a cada 180 minutos. E por fim, em Samil a bomba de recirculação funciona por 15 minutos as 7:00 e as 15:00. As ETARs de São Pedro de Sarracenos, Rebordãos e Rabal, possuem uma bomba de recirculação com potência de 0,55 Kw.

5. AMOSTRAGEM

A amostragem, consiste na coleta de uma pequena porção do material a ser analisado em um volume suficiente e representativo para a realização das análises propostas. Tem como objetivo reproduzir a proporção e a concentração dos constituintes presentes no efluente que está sendo monitorado. O manuseio das amostras coletas deve ser feito de maneira adequada, de forma que a composição das mesmas não sofra mudanças significativas até o momento da realização das análises. O número de pontos de amostragem e a sua localização dependem do objetivo da pesquisa e devem ser levados em conta fatores como o tamanho da amostra e número de unidades amostrais.

5.1. Tipos de amostras

5.1.1. Amostras Simples

As amostras simples são coletas de um único local em um curto período de tempo. Assim, elas representam as condições e as características no espaço e no tempo em que foram recolhidas e devem ser representativas das condições do efluente. O volume da amostra depende do tipo e número de análises que serão realizadas.

5.1.2. Amostras Compostas

São obtidas a partir da combinação de várias amostras simples, recolhidas sucessivamente, em um período de tempo regular. Essas amostras são misturadas e homogeneizadas para então retirar-se da mesma uma quantidade de amostra já composta necessária para as análises. As amostras compostas têm como vantagens: redução de custo

de análises de um grande número de amostras; maior representatividade da amostra; aumento do tamanho amostral, quando a quantidade de testes é limitada, entre outras. E as seguintes desvantagens: perda da relação entre a análise e uma amostra individual; possíveis diluição da amostra para limites não detectáveis por análises; aumento do potencial de interferências analíticas e aumento da possibilidade de interações analíticas.

De acordo com o CPCB (Central Pollution Control Board), as amostras compostas podem ser obtidas combinando múltiplas amostras simples ou utilizando equipamentos de amostragem automática específicos. Porém, o uso de amostras compostas pode reduzir o número de amostras para abaixo do número necessário para a realização das análises estatísticas.

5.1.3. Amostras Integradas

Assim como as amostras compostas, as amostras integradas são obtidas a partir da mistura de amostras simples, porém, ao passo que as amostras compostas se originam de amostras simples retiradas de um mesmo ponto em diferentes tempos, a amostra integrada é uma mistura homogênea de amostras simples retiradas de diferentes pontos ao mesmo tempo.

A necessidade de amostras integradas pode existir se for proposto tratamento combinado para várias correntes de águas residuais separadas, cuja interação pode ter um efeito significativo na tratabilidade ou mesmo na composição (CPCB, 2001). A preparação de amostras integradas geralmente requer equipamento designado para coletar uma amostra de água uniformemente através do perfil de profundidade. O conhecimento do volume, movimento e composição das várias partes da água que está sendo amostrada geralmente é necessário. A coleta de amostras integradas é um processo complicado e especializado que deve ser descrito em um plano de amostragem.

5.2. Métodos de Amostragem

5.2.1. Amostragem Manual

A coleta manual envolve o mínimo de equipamento, mas pode ser bastante trabalhosa e depender um tempo elevado para ser empregado em programas de monitoramento em larga escala. Requer técnicos de campo treinados e é muitas vezes

necessária para investigações regulatórias e de pesquisa para as quais a avaliação crítica das condições de campo e técnicas complexas de coleta de amostras são essenciais.

5.2.2. Amostragem Automática

A coleta automática é realizada por equipamento programado para coletar determinada quantidade de amostras, em uma dada frequência, em um intervalo de tempo, geralmente de 24 horas. O amostrador automático é programado de acordo com a necessidade da amostragem. Deve-se ter cuidado com a quantidade de amostras a coletar e com o tamanho dos frascos da coleta, para não transbordar o conteúdo ou faltar amostra em cada frasco. Os amostradores automáticos podem eliminar possíveis erros humanos ocorridos na amostragem manual, podem reduzir os custos de mão-de-obra, fornecer os meios para uma amostragem mais frequente e são usados cada vez mais.

5.3. Recipientes para Amostragem

Os recipientes utilizados para colocar as amostras podem ser de materiais diferentes. Sua escolha dependerá do parâmetro da amostra que será analisado. As recomendações quanto ao tipo de frasco para coleta, quantidade de amostra necessária, forma de preservação e o prazo entre a coleta e o início de análise para os parâmetros de maior interesse são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Recomendações quanto ao tipo de frasco, forma de preservação e prazo de execução de análise para cada parâmetro.

Parâmetros	Frasco	Preservação	Prazo para análise
Alcalinidade	Vidro polietileno ou polipropileno	Refrigeração a 4°C	14 dias - água limpa 24hrs - água poluída
Alumínio	Polietileno, polipropileno e vidro	HNO ₃ para pH < que 2	6 meses
Carbono Orgânico Total	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C, HCl ou H ₂ SO ₄ ou H ₃ PO ₄ para pH < 2	28 dias
Cianeto	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C, NaOH para pH > 12	14 dias
Cloreto	Polietileno, polipropileno e vidro	Não é necessário	Análise imediata
Cobre	Polietileno, polipropileno e vidro	HNO ₃ para pH < 2	06 meses
Condutividade	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C	24 horas

Tabela 1 - Recomendações quanto ao tipo de frasco, forma de preservação e prazo de execução de análise para cada parâmetro (continuação).

Cor	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C	48 horas
Crômio 6 ⁺	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C	24 horas
Crômio 3 ⁺	Polietileno, polipropileno e vidro	HNO ₃ para pH < 2	06 meses
CBO ₅	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C	48 horas
CQO	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C, H ₂ SO ₄ para pH < 2	28 dias
Dureza total	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C, HNO ₃ para pH < 2	07 dias
Dureza Cálctica	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C, HNO ₃ para pH < 2	07 dias
Dureza Magnésiana	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C, HNO ₃ para pH < 2	07 dias
Fenóis	Vidro	Refrigeração a 4°C, H ₂ SO ₄ para pH < 2	28 dias
Ferro	Polietileno, polipropileno e vidro	HNO ₃ para pH < 2	06 meses
Fluoreto	Polietileno, polipropileno e vidro	Não é necessário	28 dias
Fósforo reativo	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C, H ₂ SO ₄ para pH < 2	28 dias
Manganês	Polietileno, polipropileno e vidro	HNO ₃ para pH < 2	06 meses
Azoto amoniacal	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C, H ₂ SO ₄ para pH < 2	24 horas
Nitrito	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C	48 horas
Azoto Total	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C, H ₂ SO ₄ para pH < 2	28 dias
O ₂ Consumido em H ⁺	Vidro	Refrigeração a 4°C, HCl para pH < 2	04 a 08 horas
Óleos e gorduras	Vidro	Refrigeração a 4°C, HCl ou H ₂ SO ₄ para pH < 2	24 horas
O ₂ dissolvido	Vidro	Refrigeração a 4°C, HCl para pH < 2	04 a 08 horas
pH	Polietileno, polipropileno e vidro	-	Análise Imediata
Resíduo Mineral	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C	07 dias
Sulfato	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C	48 horas

Tabela 1 - Recomendações quanto ao tipo de frasco, forma de preservação e prazo de execução de análise para cada parâmetro (continuação).

Sulfetos	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C, adicionar Acetato de Zinco + Hidróxido de Sódio para pH > 9	07 dias
Sulfactantes	Polietileno, polipropileno e vidro	Refrigeração a 4°C	48 horas
Turvação	Polietileno, polipropileno e vidro âmbar	Refrigeração a 4°C	48 horas
Zinco	Polietileno, polipropileno e vidro	HCl ou HNO ₃ para pH < 2	06 meses
Coliformes Totais e Fecais	Polietileno, polipropileno e vidro âmbar	Refrigeração a 4°C, 0,008% Na ₂ S ₂ O ₃ – águas cloradas	08 horas, preferência não exceder 24 horas

Fonte: 21ª Edição do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, (2005).

Todos os equipamentos e os recipientes de colheita que serão utilizados durante a recolha das amostras devem estar limpos, de forma que evite qualquer tipo de contaminação. Caso seja necessário realizar uma limpeza adicional para a realização de determinada análise, deverá ser utilizado frascos de vidro onde podem-se enxaguar os frascos com solução sulfocrômica (35 ml de solução saturada de dicromato de potássio em 1 L de ácido sulfúrico, solução que pode ser reutilizada até a mesma mudar de coloração) seguindo de enxague de água destilada.

5.4. Preservação da Amostra

A preservação da amostra é uma etapa que visa minimizar o potencial de volatilização ou biodegradação no período entre a coleta e a análise. Os métodos de preservação são relativamente limitados e pretendem retardar a ação biológica, a hidrólise de compostos químicos e reduzir a volatilidade dos constituintes da amostra.

A maneira como as amostras são armazenadas afeta mais algumas amostras do que outras, isso deve-se aos diferentes níveis de sensibilidade dos compostos orgânicos a mudanças de pH e de temperatura, podendo resultar na alteração das concentrações após o armazenamento. Para evitar as possíveis mudanças nas propriedades da amostra que podem ocorrer em curto período de tempo, parâmetros como temperatura, gases dissolvidos, pH e alcalinidade devem ser analisados imediatamente após a coleta de amostras, evitando assim, distorções os resultados.

Para minimizar o potencial de volatilização ou biodegradação das amostras até que análise seja realizada, imediatamente após a coleta, as amostras devem ser acondicionadas e refrigeradas em caixas de esferovite com gelo. Quanto mais curto for o período de tempo entre a coleta e a análise da amostra, maior a confiabilidade dos resultados. Para vias de segurança, coleta-se um volume de amostra maior, para casos que seja necessário repetir alguma análise.

6. LEGISLAÇÃO

A descarga de águas residuais no meio receptor deve seguir a determinados critérios e parâmetros de qualidade de modo que as condições ambientais do meio receptor não sejam modificadas e a proteger a saúde pública. Desta forma, o grau de tratamento que as águas residuais serão sujeitas é determinado pelas condições iniciais da mesma e do meio receptor previsto para o descarte das águas tratadas.

O nível de tratamento das águas residuais e as inerentes condições de descarga no meio receptor encontram-se regulamentados através do Decreto-Lei nº 236/98, que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade das águas, de acordo com os seus usos, nomeadamente, águas para consumo humano, de suporte da vida aquícola, águas balneares e águas de rega. Estabelece também o regime de proteção das águas contra a poluição causada por descargas de águas residuais, através das normas gerais de descarga expressos no Anexo XVIII do referente diploma.

Existem diversos parâmetros quantificáveis, contudo, neste trabalho são realizadas as análises para a CQO, CBO₅, SST, pH e Temperatura. Os valores e parâmetros estabelecidos por lei estão presentes na Tabela 2, bem como os métodos que deverão ser utilizados para realização da determinação dos mesmos.

Tabela 2 - Valores Limites de Emissão (VLE) aplicados a descargas de águas residuais e seus respectivos métodos analíticos de referência.

Parâmetros	VLE ⁽¹⁾	Métodos Analíticos
pH	6,0 – 9,0 ⁽²⁾ (Escala de Sorensen)	Electrometria.
Temperatura	Aumento de 3 °C ⁽³⁾	Termometria.
CBO ₅ , 20 °C	40 mg.L ⁻¹ O ₂	Determinação de O ₂ dissolvido antes e após cinco dias de incubação a 20°C, 1°C ao abrigo da luz, com adição de um inibidor da nitrificação.

Tabela 2 - Valores Limites de Emissão (VLE) aplicados a descargas de águas residuais e seus respectivos métodos analíticos de referência (continuação).

CQO	150 mg.L ⁻¹ O ₂	Método do dicromato de potássio.
SST	60 mg.L ⁻¹	Centrifugação (tempo mínimo de cinco minutos. Aceleração média de 2800 g a 3200 g), secagem a 105°C e pesagem. Filtração através de membrana filtrante de 0,45 mm, secagem a 105°C e pesagem.
Alumínio	10 mg.L ⁻¹ Al	Espectrometria atômica. Espectrometria de emissão óptica com plasma (ICP)
Ferro Total	2,0 mg.L ⁻¹ Fe	Espectrometria atômica. Espectrometria de absorção molecular. Espectrometria de emissão óptica com plasma (ICP).
Manganês Total	2,0 mg.L ⁻¹ Mn	Espectrometria atômica. Espectrometria de absorção molecular.
Cheiro	Não detectável na diluição 1:20	-
Cor	Não visível na diluição 1:20	Método fotométrico, após filtração simples, com padrões da escala Pt-Co.
Cloro disponível livre	0,5 mg.L ⁻¹ Cl ₂	Volumetria. Espectrometria de absorção molecular. Eléctrodos específicos. Cromatografia iónica.
Cloro disponível total	1,0 mg.L ⁻¹ Cl ₂	
Fenóis	0,5 mg.L ⁻¹ C ₆ H ₅ OH	Espectrometria de absorção molecular q. Método da 4-aminoantipirina q. Método da paranitranilina q.
Óleos e Gorduras	15 mg.L ⁻¹	-
Sulfatos	2000 mg.L ⁻¹ SO ₄	Análise gravimétrica. Complexometria com EDTA. Espectrometria de absorção molecular.
Fósforo Total	10 mg.L ⁻¹ P 3 mg.L ⁻¹ P em águas que alimentem lagoas ou albufeiras) 0,5 mg.L ⁻¹ P (em lagoas ou albufeiras)	Espectrometria de absorção molecular.

Tabela 2 - Valores Limites de Emissão (VLE) aplicados a descargas de águas residuais e seus respectivos métodos analíticos de referência (continuação).

Sulfuretos	1,0 mg.L ⁻¹ S	-
Azoto amoniacal	10 mg.L ⁻¹ NH ₄	Mineralização, destilação segundo o método Kjeldahl e determinação do amónio por espectrometria de absorção molecular ou volumetria.
Azoto total	15 mg.L ⁻¹ N	Espectrometria de absorção molecular. Volumetria.
Nitratos	50 mg.L ⁻¹ NO ₃	Espectrometria de absorção molecular. Cromatografia iónica. Eléctrodos específicos.
Aldeídos	1,0 mg.L ⁻¹	-
Arsênio	1,0 mg.L ⁻¹ As	Espectrometria atómica com geração de hidretos. Espectrometria de absorção molecular.
Chumbo total	1,0 mg.L ⁻¹ Pb	Espectrometria atómica. Polarografia.
Cádmio total	0,2 mg.L ⁻¹ Cd	Espectrometria atómica. Polarografia.
Crómio total	0,2 mg.L ⁻¹ Cr	Espectrometria atómica. Polarografia.
Crómio hexavalente	0,1 mg.L ⁻¹ Cr	Espectrometria atómica. Espectrometria de absorção molecular.
Cobre total	1,0 mg.L ⁻¹ Cu	Espectrometria de absorção molecular. Espectroscopia de absorção atómica. Espectrometria de emissão óptica com plasma (ICP).
Níquel total	2,0 mg.L ⁻¹ Ni	Espectrometria atómica. Espectrometria de emissão óptica com plasma (ICP)
Mercúrio total	0,05 mg.L ⁻¹ Hg	Espectrometria atómica sem chama (vaporização a frio).
Cianetos totais	0,5 mg.L ⁻¹ CN	Volumetria. Espectrometria de absorção molecular.
Óleos minerais	15 mg.L ⁻¹	-
Detergentes (sulfato de lauril e sódio)	2,0 mg.L ⁻¹ ^{(2) (5)}	Espectrometria no infravermelho após extracção com solventes adequados. Gravimetria após extracção com solventes adequados.

Fonte: Anexo XVIII do Decreto – Lei nº 236 / 98

⁽¹⁾ VLE — valor limite de emissão, entendido como média mensal, definida como média aritmética das médias diárias referentes aos dias de laboração de um mês, que não deve ser excedido. O valor diário, determinado com base numa amostra representativa da água residual descarregada durante um período de vinte e quatro horas, não poderá exceder o dobro do valor médio mensal (a amostra num período de vinte e quatro horas deverá ser composta tendo em atenção o regime de descarga das águas residuais produzidas).

- ⁽²⁾ O valor médio diário poderá, no máximo, estar compreendido no intervalo 5,0-10,0.
- ⁽³⁾ Temperatura do meio receptor após a descarga de água residual, medida a 30 m a jusante do ponto de descarga, podendo o valor médio exceder o valor médio mensal do 2º
- ⁽⁴⁾ O valor médio diário não poderá exceder o dobro do valor médio mensal.
- ⁽⁵⁾ Valor relativo à descarga da unidade industrial para a produção de HCH extração de lindano ou, simultaneamente, produção de HCH e extração de lindano.

O método da Electrometria é o mais indicado para a determinação de pH por ser o método mais exato e livre de interferências. O pH é determinado pela medição da força eletromotriz de uma célula por meio da submersão de um eletrodo indicador, que responde a íons de hidrogênio na solução a ser analisada.

O CBO₅ pode ser entendido como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica carbonada através da ação de microrganismos. A oxidação é um processo de simplificação da matéria orgânica em substâncias mais simples, tais como: amônia (NH₃), gás carbônico (CO₂), água e sais minerais. O CBO₅ é um teste padrão, realizado a uma temperatura constante de 20°C, após a sua incubação em estufa, e durante um período fixo de 5 dias. Este teste mede a quantidade de matéria orgânica presente na água residuária que é biodegradável. A diferença entre as concentrações de oxigênio dissolvido no início e no fim do período de incubação, da amostra analisada, corresponde a CBO.

A análise de CQO consiste na oxidação química da matéria orgânica, não necessariamente biodegradável, presente numa amostra de água residuária, por um oxidante forte, normalmente o dicromato de potássio, em meio ácido a quente, ácido sulfúrico. Já o teste de Sólidos Totais interpreta quantitativamente a presença total de matéria que não seja água, em um despejo, seja na forma de substâncias dissolvidas, em forma coloidal ou em suspensão. O teor de sólidos totais é obtido pela pesagem do resíduo da evaporação de uma amostra, correspondendo, pois, a sua fase seca, ou seja, trata-se do resíduo da desidratação da amostra.

A Espectrometria é um método rápido, sensível e convencional para a determinação de metais em amostras de água e de esgoto. Os metais dissolvidos são determinados após digestão apropriada. Deve-se ter cuidado com possíveis interferências, especialmente quando os sólidos dissolvidos excederem 1500 mg.L⁻¹. Este método consista na utilização de um espectrofotômetro, que deve ser calibrado com soluções padrões de calibração/branco, as amostras utilizadas devem ser feitas em duplicatas para reduzir o erro. O comprimento de onda utilizado varia de acordo com o elemento ao qual está sendo feita a análise.

Paralelo ao processo de tratamento das águas residuais, existe a produção de lamas, que apresentam características variáveis dependendo do tipo de efluente e tratamento utilizado. De forma a assegurar a proteção ambiental, as lamas produzidas na ETAR devem ter uma gestão adequada, privilegiando-se a sua valorização, de acordo com as potencialidades de utilização com fins agrícolas ou a disposição em aterros sanitários. O Decreto-Lei nº 118/2006, de 21 de Junho, e respectiva Declaração de Retificação nº 53/2006, de 18 de Agosto, estabelece o regime jurídico para a utilização de lamas de depuração em solos agrícolas e determina a necessidade do seu licenciamento (APA, 2008).

7. METODOLOGIA

A monitorização do funcionamento e desempenho das ETARS compactas previamente selecionadas (São Pedro de Sarracenos, Samil, Rebordãos, Rabal e Sacóias), consistiu na adoção de um procedimento de recolha de amostras simples. A amostragem ocorreu uma vez por semana e durante 11 semanas, entre os meses de janeiro e junho de 2017. Em cada instalação de tratamento foram recolhidas amostras em três pontos distintos:

- Após o processo de gradagem (efluente em estado bruto);
- No tanque do reator biológico;
- À saída da ETAR (efluente tratado).

O método de amostragem utilizado foi manual. Em relação ao armazenamento e conservação das amostras, as destinadas à determinação da CBO₅ e da CQO foram acondicionadas em frasco de vidro de 1 L e o transporte realizado numa caixa térmica, de forma a conservar a amostra em torno de 4°C até ao laboratório. Para os SST utilizou-se garrafas de plástico de 1 L. No próprio local foram medidos os parâmetros Oxigénio Dissolvido, pH e Temperatura, usando para o efeito equipamento portátil.

Como parte da monitorização e manutenção do sistema foram realizadas semanalmente as seguintes tarefas: limpeza da grade, limpeza dos canais, remoção e pesagem dos gradados, verificação do sistema de recirculação de lamas e arejamento, inspeção visual das lamas e arejamento, inspeção da superfície do decantador, inspeção do efluente final e avaliação / registo de eventuais odores. Já tarefas como a limpeza por

rega das espumas e crostas das paredes interiores do tanque de arejamento e o ajuste da recirculação da biomassa do decantador secundário para o tanque de arejamento eram realizadas sempre que necessário.

A determinação de CBO, CQO e SST foram realizadas de acordo com o *Standard Methods of Water and Wastewater* (APHA, 2012), no Laboratório de Processos Químicos (LPQ), da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTiG) do Instituto Politécnico de Bragança (IPB). Todas as análises foram feitas em duplicado para fins de análise estatística, por meio da análise de variância (ANOVA), considerando um delineamento inteiramente casualizado simples. A análise estatística foi realizada usando o software *BioEstat*, versão 5.3. Foi considerando um nível de significância de 95% e o teste de Tukey para casos em que a significância for maior que o nível referido.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados, para as cinco ETARs em avaliação, os resultados obtidos para os 7 parâmetros previamente definidos (Temperatura, pH, Oxigénio Dissolvido, CBO, CQO, SST e SSV), durante as 11 semanas em que decorreu o programa de monitorização, janeiro a junho de 2017. Devido a erros na realização da amostragem na Semana 2 as amostras não se apresentaram representativas, logo as mesmas não foram incluídas no estudo.

8.1. ETAR de São Pedro de Sarracenos

Neste tópico são apresentados e discutidos os resultados obtidos para a ETAR de São Pedro de Sarracenos; não apresenta dados da Semana 3, por não ter sido possível realizar a recolha de amostras.

8.1.1. Temperatura

A Figura 12 apresenta os valores da temperatura para cada amostra nos três pontos citados anteriormente.

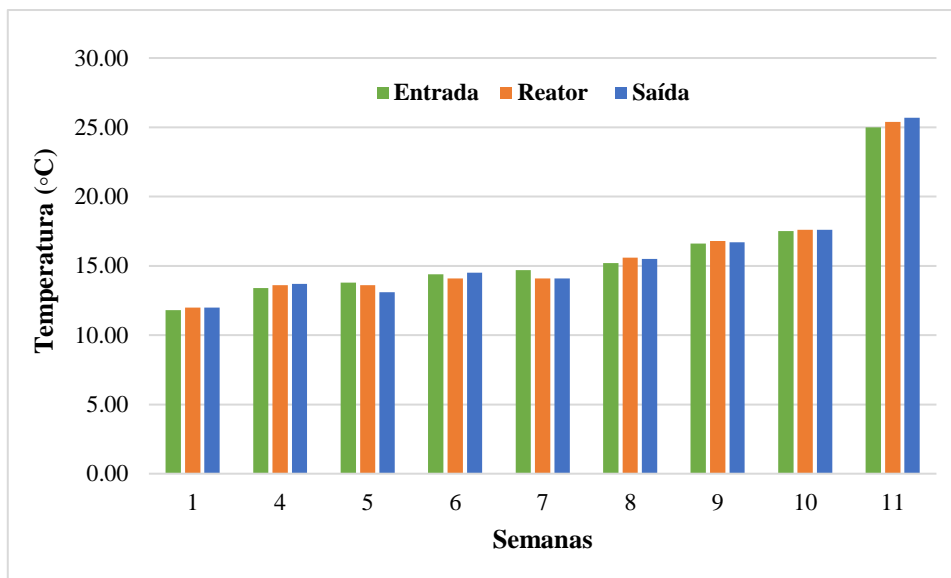


Figura 12 – Valores de temperatura na Entrada, Reator e Saída da ETAR de São Pedro de Sarracenos.

Analisando a Figura 12 observa-se que com o decurso das semanas a temperatura aumentou, o que reflete a época do ano em que se iniciou a recolha de amostras (inverno). A Semana 1 (S1) apresentou os menores valores de temperatura, sendo eles: 11,8°C na Entrada (E) e 12°C para o Reator (R) e Saída (S). A partir de S6 (Abril), os valores registados foram de pelo menos 14°C, chegando em S11, a 25°C (Entrada), 25,4°C (Reator) e 25,7°C (Saída). Todas as amostras estão de acordo com o Decreto-Lei n° 236/98, pois apresentaram valores dentro da faixa de variação permitida.

8.1.2. pH

Os valores de pH para cada amostra recolhida nos pontos previamente definidos, podem ser observados na Figura 13.

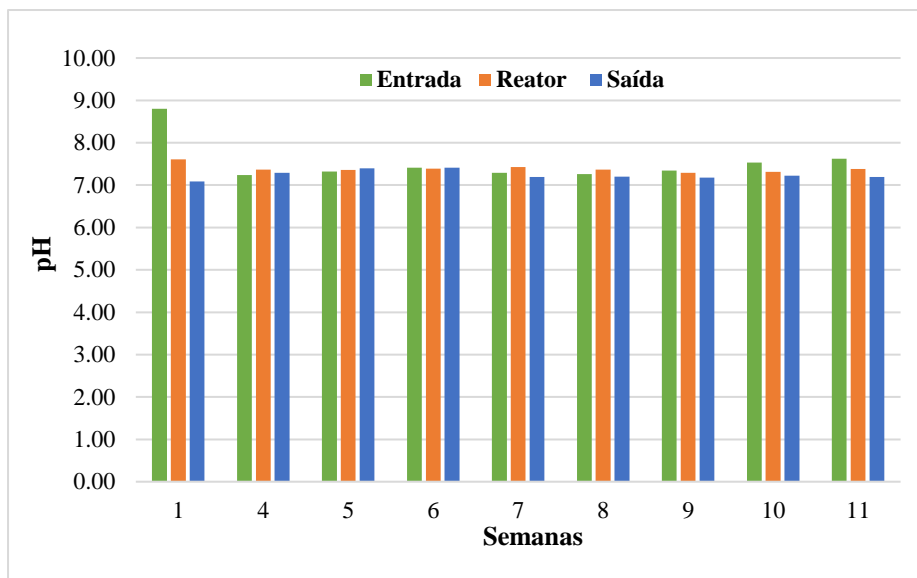


Figura 13 – Valores de pH na Entrada, Reator e Saída da ETAR de São Pedro de Sarracenos.

Observa-se da Figura 13 que, a Semana 1, apresenta valores ligeiramente diferentes nos três pontos avaliados, registando-se 8,8 na Entrada, 7,6 no Reator e 7,1 na Saída. Nas restantes semanas em que decorreu o estudo, foram registados valores de pH praticamente constantes ao longo da instalação de tratamento. Todos os valores são acima de 7 e nenhum valor superou 9, estando assim, dentro da faixa de pH exigida pelo Decreto-Lei nº 236/98 (ver Tabela 2).

8.1.3. Oxigénio Dissolvido

A Figura 14 mostra os valores de oxigénio dissolvido medidos nos 3 pontos definidos, e para as 11 semanas do estudo.

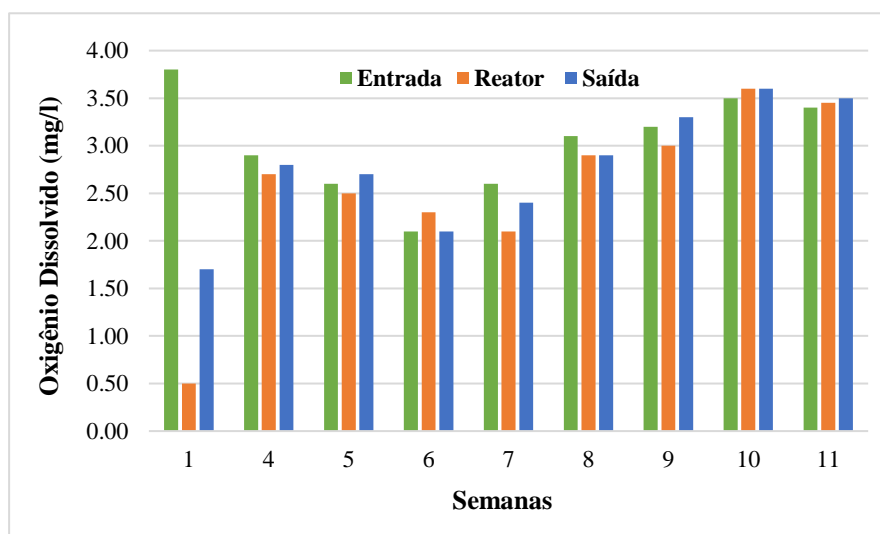


Figura 14 – Valores de Oxigénio Dissolvido medidos nos 3 pontos de amostragem da ETAR de São Pedro de Sarracenos.

A Figura 14 mostra que para a semana S1 foram registados valores diferentes de oxigênio dissolvido (OD) durante o processo de tratamento do efluente na ETAR, com $3,8 \text{ mg.L}^{-1}$ de O_2 em E e logo depois uma queda acentuada para $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ no Reator, o que poderia indicar problemas com o arejamento no reator biológico e, consequentemente, um decaimento na eficiência do processo de tratamento. Porém, a concentração de OD na saída (ponto S) mais do que triplicou face ao valor no reator, registando-se $1,7 \text{ mg.L}^{-1}$. Assim, não foi possível estabelecer qualquer tipo de causa efeito para o observado.

Em relação às restantes semanas, todas obtiveram concentrações de OD superiores a $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo a menor delas na S7, com $2,1 \text{ mg.L}^{-1}$ de OD no Reator. As semanas 10 e 11 foram as únicas que apresentaram valores iguais ou superiores que $3,5 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo eles $3,5 \text{ mg.L}^{-1}$ para a Entrada e $3,6 \text{ mg.L}^{-1}$ para o Reator e a Saída na semana 10 e $3,5 \text{ mg.L}^{-1}$ na Saída da Semana 11. Nas semanas 1, 4, 5, 7 e 9, o reator foi o ponto de amostragem que apresentou menor concentração de oxigênio dissolvido da ETAR, ao passo que na semana 6, o reator apresentou mais oxigênio dissolvido que os outros pontos. Nas semanas 8, 10 e 11 os valores no reator e na saída estavam muito próximos, sendo que, na semana 8 a presença de oxigênio foi maior na Entrada, nas semanas 10 e 11.

De acordo com Metcalf & Eddy (2003), o equipamento de arejamento do reator biológico, deve ser dimensionado para que mantenha um mínimo de 2 mg.L^{-1} de oxigênio dissolvido. De Moraes (2013), refere como ideal uma concentração de oxigênio dissolvido de 1 a 2 mg.L^{-1} no reator biológico, para que a atividade microbiana aeróbia se mantenha ativa. Cotrim (2013) ressalta que a concentração mínima de OD deve ser de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$. Afirma ainda que, concentrações acima de 4 mg.L^{-1} não interferem significativamente na eficiência do tratamento, aumentando porém consideravelmente os custos com energia.

O regime de arejamento na ETAR é o arejamento prolongado, com um tempo de retenção hidráulico entre 18 e 24 horas, o compressor realiza a injeção de ar as 06:30 por 15 minutos. Os valores de oxigênio dissolvido no reator apresentaram-se todos acima do valor tido como ideal na literatura (Figura 14), exceção na Semana 1, que apresentou a concentração mínima indicada ($0,5 \text{ mg.L}^{-1}$). Para a S10 registou-se uma concentração elevada ($3,6 \text{ mg.L}^{-1}$), indicando que o arejamento está sendo feito de forma correta e em uma boa proporção de custo/benefício. Segundo Louro (2014), manter o OD por volta de 2 mg.L^{-1} é um fator importante pois um déficit de oxigênio promove o crescimento de

bactérias filamentosas o que dificulta a sedimentação da biomassa, prejudicando a eficiência do tratamento.

8.1.4. Sólidos Suspensos Totais - SST

A Figura 15 apresenta os valores médios de SST para cada amostra recolhida nos três pontos analisados.

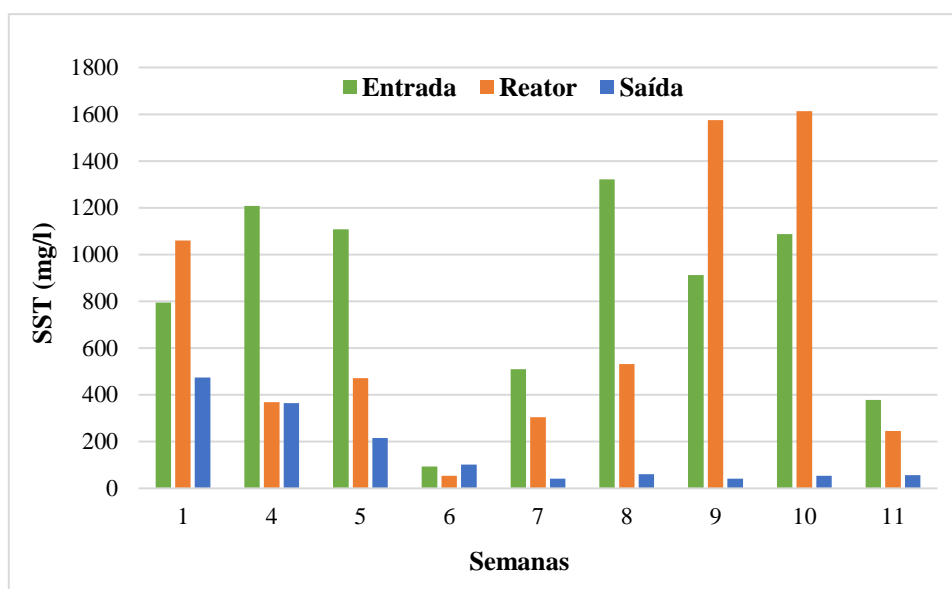


Figura 15 – SST das amostras na Entrada, Reator e Saída, ETAR de São Pedro de Sarracenos.

Verifica-se que houve pouca semelhança entre as semanas em relação à concentração de sólidos suspensos totais. Nas Semanas 1, 9 e 10, o reator foi o ponto que apresentou maiores valores, sendo que as Semanas 9 e 10 apresentaram comportamentos muito próximos entre os 3 pontos. As semanas S7 e S9 foram as que registaram menores valores à Saída (42 mg.L^{-1}). Em relação aos limites impostos pela legislação (60 mg.L^{-1}), as concentrações respeitaram esse limite a partir de S7.

A Tabela A.1, Anexo A, apresenta a análise de variância para os SST de Entrada. Como o valor de P apresentado na Tabela é menor do que 0,05 ($<0,0001$) as análises realizadas nas amostras recolhidas na Entrada apresentaram diferenças significativas, pelo que é necessário aplicar um teste que indique onde estão as diferenças significativas entre os valores do estudo. O teste mais utilizado, devido à sua confiabilidade e simplicidade de aplicação, é o Teste de Tukey. Tem como base a DMS (diferença mínima significativa) entre as médias dos dias de tratamento, através dele verifica-se diferenças significativas somente entre as semanas S5 e S10. O teste de Tukey para os SST de Entrada pode ser encontrado na Tabela B.1, Anexo B.

A Tabela A.2 apresenta a análise de variância dos SST para o Reator. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05 ($<0,0001$) as determinações realizadas nas amostras recolhidas no Reator apresentaram muitas diferenças significativas, sendo exceções: entre as semanas S4 e as S5, S7 e S8, a semana 5 e S7 e S8, a semana 9 e a S10 e a semana 10 com as S6 e S7. O teste de Tukey para SST no Reator pode ser encontrado na Tabela B.2 (Anexo B).

Na Tabela A.3 pode ser visualizada a análise de variância dos SST na Saída. Uma vez mais o valor obtido para P (Tabela A.3), é menor do que 0,05 ($<0,0001$), donde se concluiu que as concentrações médias de SST para as amostras recolhidas na Saída apresentaram muitas diferenças significativas. São exceções: da Semana 6 com as Semanas 8 e 10; a Semana 7 com as Semanas 8, 9 e 10 e entre as Semanas 8, 9 e 10. Na Tabela B.3 pode ser encontrado o teste de Tukey para os SST à Saída.

8.1.5. Sólidos Suspensos Voláteis - SSV

A Figura 16 apresenta os valores de sólidos suspensos voláteis para o Reator.

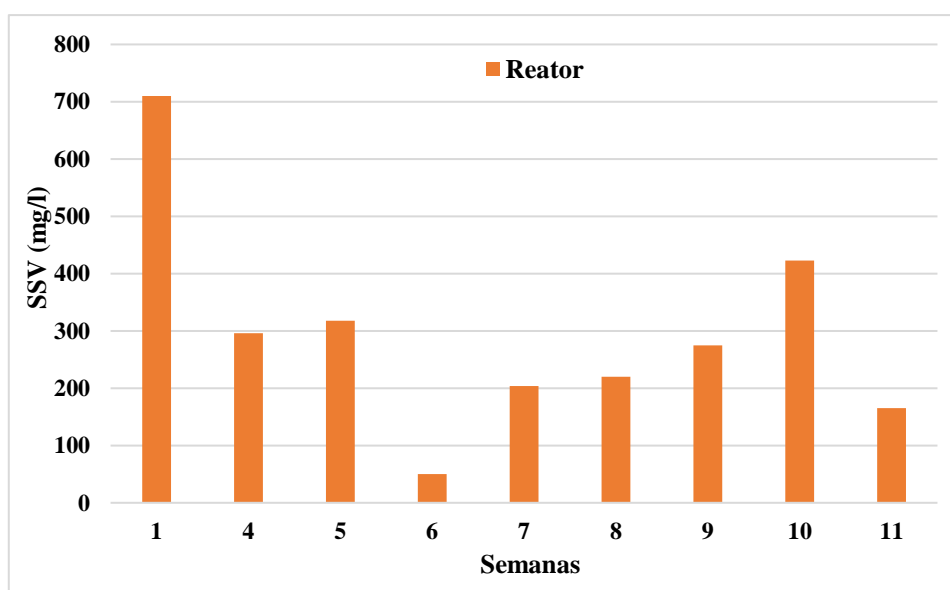


Figura 16 – SSV no Reator na ETAR de São Pedro de Sarracenos.

A maior concentração de SSV foi registada semana S1 com 700 mg.L^{-1} . Para as restantes semanas foram obtidos valores inferiores a 500 mg.L^{-1} , tendo-se em S6 registado a concentração mais baixa (50 mg.L^{-1}). Um baixo valor de SSV, é indicativo de um valor reduzido da concentração de biomassa no reator (microrganismos), o que se traduzirá numa fraca eficiência na remoção de matéria orgânica. De acordo com Metcalf (2009), para o regime de arejamento prolongado o valor de MLVSS deverá situar-se no

intervalo 2000-5000 mg.L⁻¹; sendo este o regime a que operava o nosso reator biológico, a supressão deste problema deveria ter sido feita mediante um aumento da taxa de recirculação das lamas do decantador secundário.

A Tabela A.4, Anexo A, apresenta a análise de variância dos SSV no Reator Biológico. Tendo em conta que o valor de P apresentado na Tabela 6 é menor do que 0,05 (0,0004) é possível concluir que as análises realizadas nas amostras recolhidas na Saída demonstram variâncias significativas entre a semana 1 e as demais semanas e entre a semana 10 e as semanas 6 e 11. O teste de Tukey de SSV do Reator pode ser encontrado na Tabela B.4 do Anexo B.

8.1.6. Carência Bioquímica de Oxigênio - CBO₅

A Figura 17 apresenta os valores médios da Carência Bioquímica de Oxigênio (CBO₅) para as 11 semanas do estudo, antes e após tratamento, para a ETAR de São Pedro de Sarracenos.

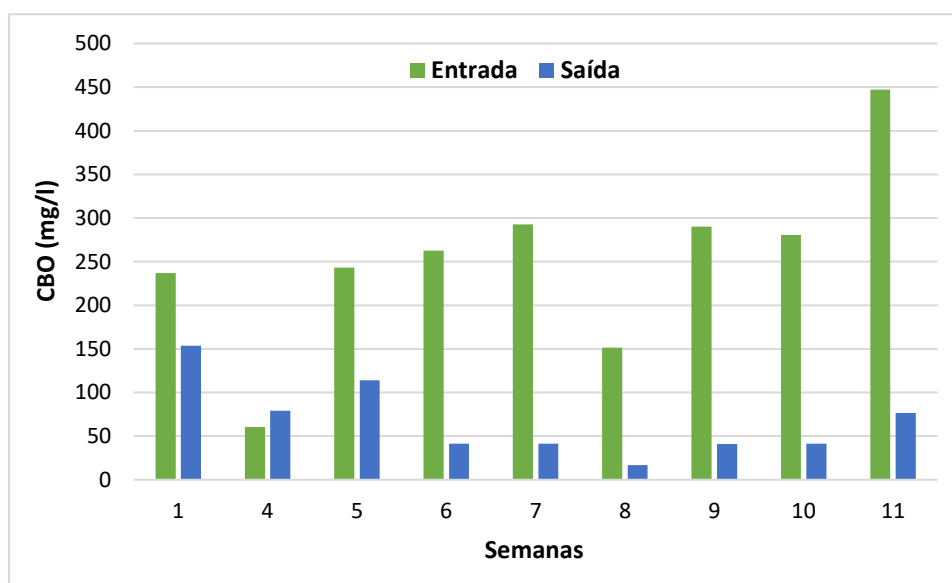


Figura 17 – CBO₅ no efluente de Entrada e Saída da ETAR de São Pedro de Sarracenos.

Uma análise aos dados da Figura 17 mostra que, com exceção da semana S4, onde para a Saída se registrou um valor ligeiramente maior que a Entrada (79 mg.L⁻¹ e 60,25 mg.L⁻¹, respectivamente), todas as outras semanas apresentaram valores de CBO₅ maiores na Entrada. Nas Semanas 6, 7, 9 e 10, foram obtidos para o efluente tratado, valores muito próximos de 41 mg.L⁻¹. Esse fato pode indicar uma padronização da eficiência do tratamento, as quais foram, para as semanas de 6 a 10 foram: 87.7%, 87.7%, 98.5%, 82.7% e 86.1%, respetivamente, podendo estar relacionada com a temperatura; conforme

apresentado no item 8.1.1 – Figura 12, a partir da Semana 6, os valores da temperatura foram iguais ou superiores a 14°C, o que pode ser um indicativo da faixa ótima de temperatura para um bom desempenho da biomassa presente no reator.

Porém, as concentrações de matéria orgânica na corrente de saída (após tratamento) não se enquadram na legislação vigente, apesar de em algumas semanas os valores serem muito próximos aos valores limite de descarga impostos pelo Decreto-Lei nº 236/98 (40 mg.L⁻¹). Na semana S4 os valores da CBO à entrada da estação de tratamento não são os característicos de um efluente doméstico. Dado que foi em época de fortes chuvas, fevereiro para S4 (113.5 mm), os baixos valores observados (menores que 100 mg.L⁻¹) podem ser consequência do efeito de diluição.

A Tabela A.5 (Anexo A) apresenta a análise de variância da CBO₅ na entrada (E) da ETAR. Como o valor apresentado é inferior a 0,05 (0,0001) os valores das análises realizadas para as amostras recolhidas na entrada (E) apresentaram diferenças significativas, sendo elas entre: a S1 e as semanas S4, S5, S6, S7, S9 e S10 e entre a semana S8 e as semanas S4, S7, S9 e S10. O teste de Tukey aplicado à CBO₅ de Entrada pode ser encontrado no Anexo B - Tabela B.5.

Para a corrente saída, os resultados da análise de variância da CBO₅, podem ser visualizados na Tabela A.6 (Anexo A). Da análise de variância para a CBO₅ de saída obteve-se um valor de P menor do que 0,05 (<0.0001); permite-nos concluir, que para as amostras da corrente de saída (S) durante as 11 semanas do estudo, as concentrações de CBO₅ somente não apresentaram diferenças significativas entre: S1 e S5, a S4 e as semanas S5, S6, S10 e S11; a S5 e as semanas S6, S10 e S11; a S6 e as semana S10 e S11; entre a semana S7 e as semanas S8, S9 e S11; as semanas S8 e S9, e S11 entre si e por fim, entre as semanas S10 e S11. O teste de Tukey da CBO₅ para o efluente de saída pode ser encontrado na Tabela B.6 do Anexo B.

8.1.7. Carência Química de Oxigênio - CQO

Na Figura 18 encontram-se registados os valores médios da Carência Química de Oxigênio na Entrada e Saída da instalação de tratamento e durante o período do estudo.

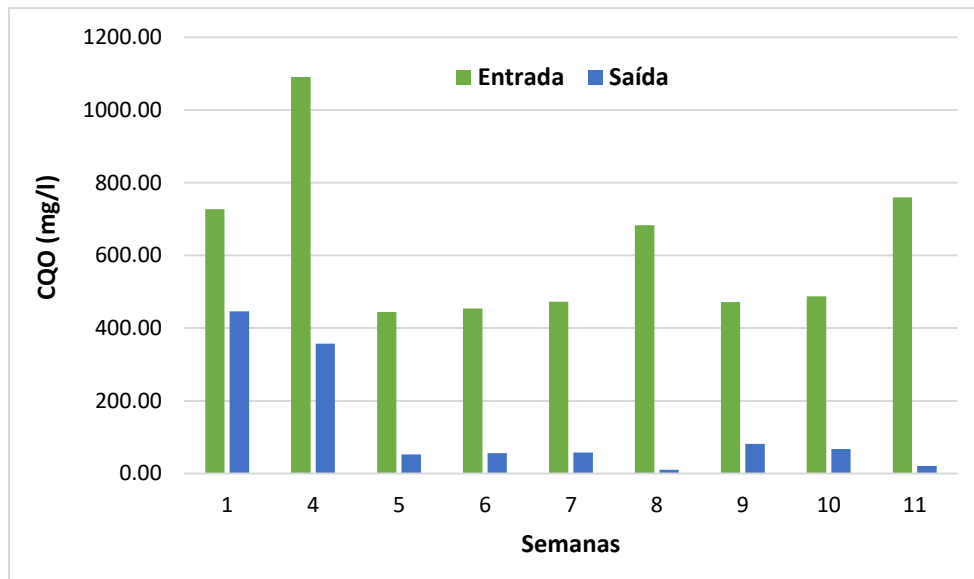


Figura 18 – CQO das amostras de Entrada e Saída na ETAR de São Pedro de Sarracenos.

Os valores de CQO obtidos na corrente de entrada (E) são bastantes maiores que os valores no ponto de saída (S). Face aos valores obtidos para a CBO₅ (Figura 17), podemos afirmar que ocorreu ou um problema com a amostragem, ou na determinação laboratorial.

Da Figura 18 constata-se que os valores obtidos para a Saída, a partir de S5, são todos inferiores a 100 mg.L⁻¹, o que vem confirmar o bom desempenho da ETAR, e que está em concordância com os valores da CBO₅ (Figura 15). Relativamente ao cumprimento da legislação, nas primeiras semanas (S1 e S4) não foram alcançados os valores limite de descarga no meio hídrico, porém, a partir da semana S5, todas as concentrações são inferiores a 150 mg.L⁻¹, ou seja, os valores passaram a se enquadrar no requerido pelo Decreto-Lei nº 236/98.

De acordo com Metcalf & Eddy (2003), os típicos valores da razão CBO/CQO, para efluentes não tratados estão entre 0.3 e 0.8. Se a razão CBO/CQO do efluente não tratado for 0.5 ou maior, o mesmo é considerado de fácil tratamento através de meios biológicos, ou seja, maior sua biodegradabilidade, porém, se a razão for menor que 0.3 ou há a presença de componentes tóxicos no efluente ou os microrganismos ainda estão a fase de estabilização e aclimatização. Os valores CBO/CQO obtidos da semana 1 a semana 11, respetivamente, foram: 0.33, 0.55, 0.58, 0.62, 0.22, 0.62, 0.58, 0.59. Dessa forma percebe-se que na Semana 8, as taxas de CBO/CQO não estava dentro da ideal apresentando-se abaixo da faixa. As demais semanas apresentaram valores dentro da faixa recomendada pela literatura.

A Tabela A.7 (Anexo A) apresenta a análise de variância da CQO na corrente de Entrada. De acordo com o valor de P, menor do que 0,05 ($<0,0001$), os valores de CQO para as amostras na Entrada e durante o período em análise, apresentaram muitas diferenças significativas, sendo exceções: S1 comparada com as semanas S8 e S11; S5 com S6, S7, S9 e S10; a semana S6 com as semanas S7, S9 e S10; a Semana 8 com as Semanas 9, 10 e 11; e a Semana 9 com a Semana 11. O teste de Tukey da CQO para o ponto de saída (S) do tratamento biológico pode ser encontrado na Tabela B.7 do Anexo B.

A Tabela A.8 apresenta a análise de variância da CQO na Saída (S) da Estação de Tratamento. Conforme pode ser observado, uma vez mais, P apresenta um valor inferior a 0,05 ($<0,0001$). Pode, pois, afirmar-se que as análises realizadas para as amostras recolhidas na Saída apresentaram diferenças significativas entre as semanas S1 e S4 com todas as outras semanas e entre a semana S5 e a semana S8. O teste de Tukey para a CQO no ponto S da ETAR encontra-se na Tabela B.8 do Anexo B.

8.2. ETAR de Samil

Nos tópicos que se seguem serão apresentados e discutidos os resultados obtidos na ETAR de Samil.

8.2.1. Temperatura

A Figura 19 apresenta os valores de Temperatura registados para as amostras colhidas nos pontos de Entrada, Reator e Saída.

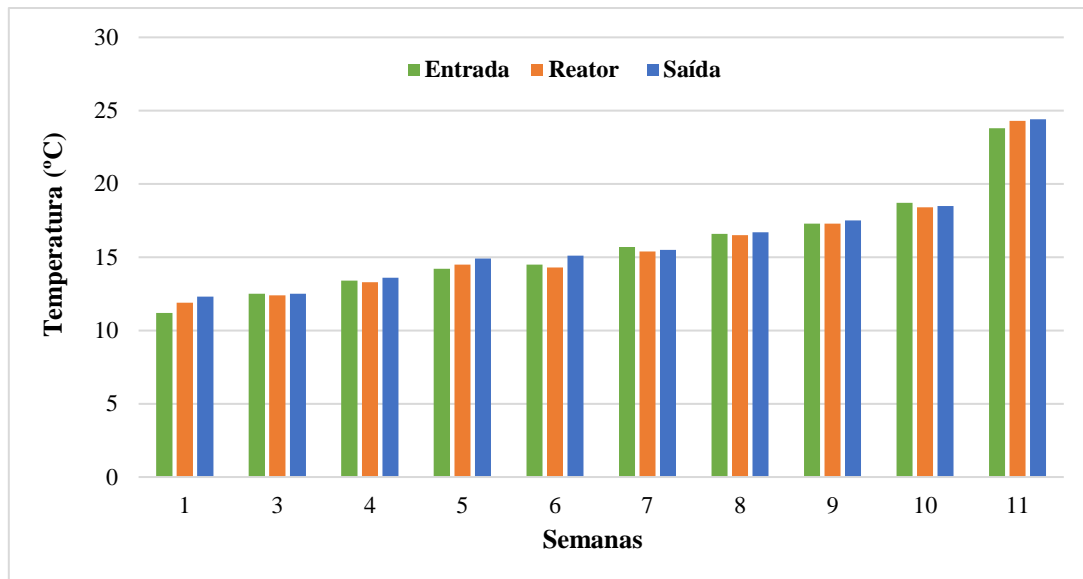


Figura 19 – Valores de temperatura na Entrada, Reator e Saída da ETAR de Samil.

Analisando Figura 19, observa-se um aumento da temperatura com o decorrer da semana, pelo qual se se relaciona a época do ano em que foi iniciado o estudo (inverno), tendo como temperatura mais baixa registrada de 11,2°C na Semana 1 (E1) e a mais alta de 24,4°C da Semana 11 (S11). Nas Semanas 1 e 5, nota-se um aumento da temperatura das amostras desde a Entrada até a Saída, já nas semanas S3; S4, S6, S8 e S9 as temperaturas da Entrada (E) e do Reator (R) são muito próximas, tendo um pequeno aumento na Saída. Todas as amostras estão de acordo com o Decreto-Lei nº 236/98, pois apresentam valores dentro da faixa de variação permitida.

8.2.2. pH

A Figura 20 apresenta os valores de pH para cada amostra recolhidas nos pontos 3 pontos.

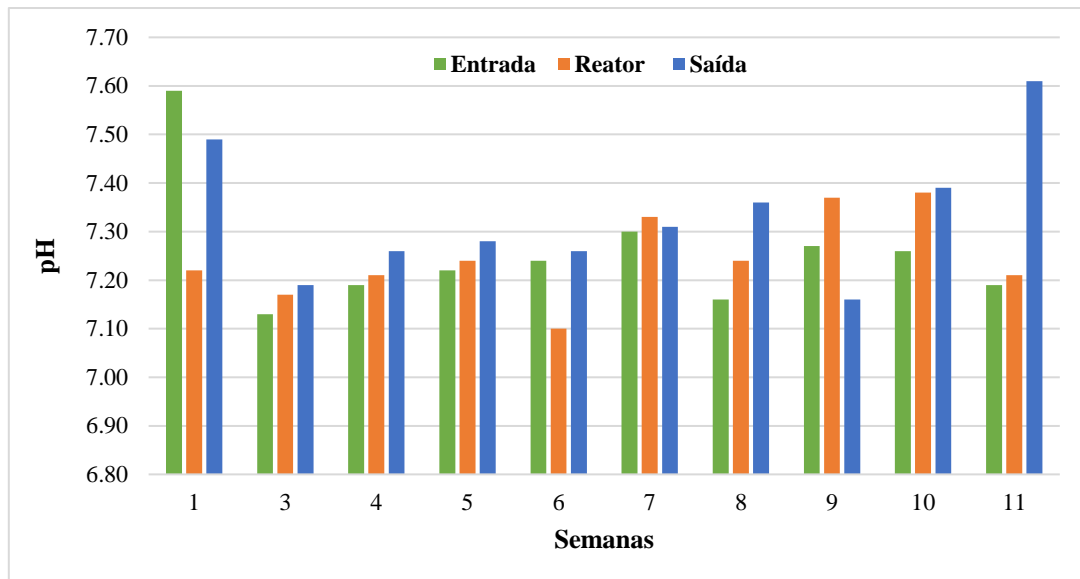


Figura 20 – Valores de pH na Entrada, Reator e Saída da ETAR de Samil.

Observa-se na Figura 20 que, todos os valores de pH resultam entre 7 e 8 em todos os pontos de coleta, pelo que nas semanas S3, S4, S5 e S10 a Entrada foi o ponto que apresentou valores mais próximo do valor neutro, seguidos do Reator e da Saída, respectivamente, porém as variações entre os pontos não foram muito expressivas sendo a maior delas uma variação de 0.13 na semana 10 entre E10 e S10, onde a Entrada apresentou um pH de 7.26 e a Saída de 7.39. Os valores de maior discrepância ocorreram nas semanas S1 e S11, onde se pode constatar que o maior valor de pH (7.59) na Entrada foi obtido na S1, 7.22 para o Reator e 7.49 para a Saída, porém na semana 11, o maior valor foi apresentado pela Saída (7.61), seguido do Reator (7.21) e de 7.19 da Entrada. Todos os valores ficaram na faixa de 6,0 – 7,0 exigidos pela legislação, ver Tabela 2.

8.2.3. Oxigênio Dissolvido

A Figura 21 mostra os valores de oxigênio dissolvido medidos nos 3 pontos definidos, e para as 11 semanas do estudo.

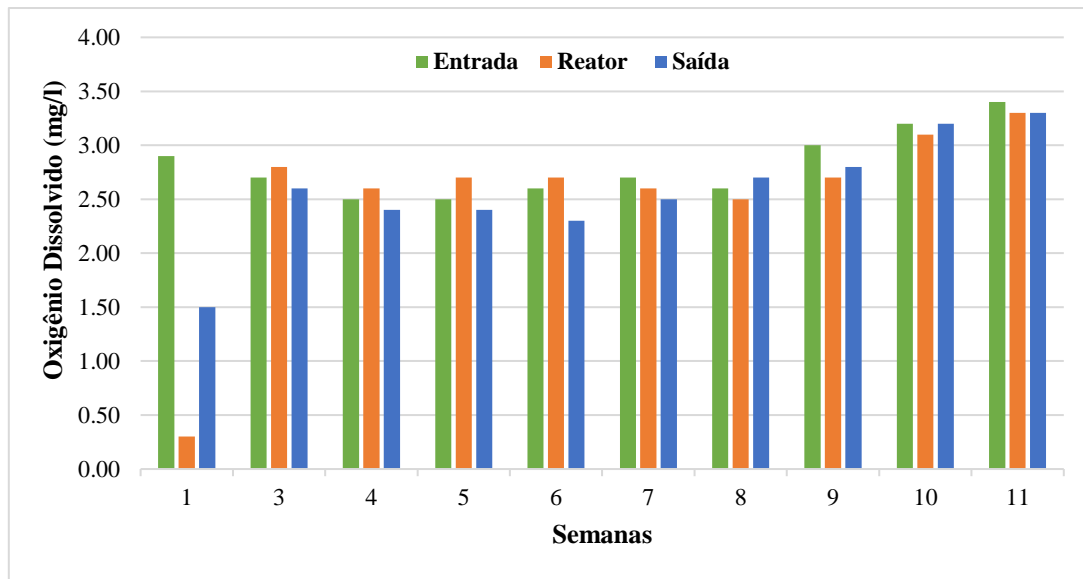


Figura 21 – Valores de Oxigênio Dissolvido medidos nos 3 pontos de amostragem da ETAR de Samil.

A Figura 21 mostra que na semana 1 registou-se o menor valor de OD (0.3 mg.L^{-1} R1) ao longo das semanas em que foram realizados os processos de tratamento do efluente na ETAR, sendo também a semana em que se obteve menor OD na S (1.5 mg.L^{-1}). No entanto foi a semana que apresentou valor de OD na Entrada maior que todos os valores atingidos pelas semanas de S3 a S8, ou seja, aproximadamente 63,6% maior que as semanas estudadas, o que demonstra um desequilíbrio no sistema nesse período e, possivelmente, um problema no arejamento do reator biológico. No entanto, a concentração de OD no ponto S quadruplicou face ao valor no reator, registando-se 1.5 mg.L^{-1} , assim, não foi possível estabelecer qualquer tipo de causa efeito para o observado.

Nas semanas que decorreram a seguir, percebe-se que, além de uma taxa crescente de oxigênio dissolvido, entre as semanas 3 e 6, o reator apresentou maior quantidade de OD, seguido da entrada e depois da saída. Sendo que, a partir da semana S8, os valores de OD de S mostram-se maiores que os de R.

Como ressaltado no item 8.1.3. os valores de OD no reator biológico devem ser mantidos dentro da faixa de 1.0 a 2.0 mg.L^{-1} , desta forma, pode-se observar que o R1 foi o único valor abaixo da respetiva faixa (0.3 mg.L^{-1}). Em relação às semanas restantes, todas obtiveram concentrações de OD superiores a 2.0 mg.L^{-1} , com o menor valor sendo apresentado por R3 (2.4 mg.L^{-1}) e o maior por R11 (3.3 mg.L^{-1}). O sistema de arejamento utilizado na ETAR é o arejamento prolongado, com um tempo de retenção hidráulico de 18 a 24 horas e uma injeção de ar do compressor por 15 minutos nos seguintes horários: 8:00, 11:30, 14:00, 17:30, 20:00, 22:00, 23:00, 01:00, 2:00, 4:00 e 05:30.

8.2.4. Sólidos Suspensos Totais - SST

A Figura 22 mostra os valores de SST medidos nos 3 pontos definidos, e para as 11 semanas do estudo.

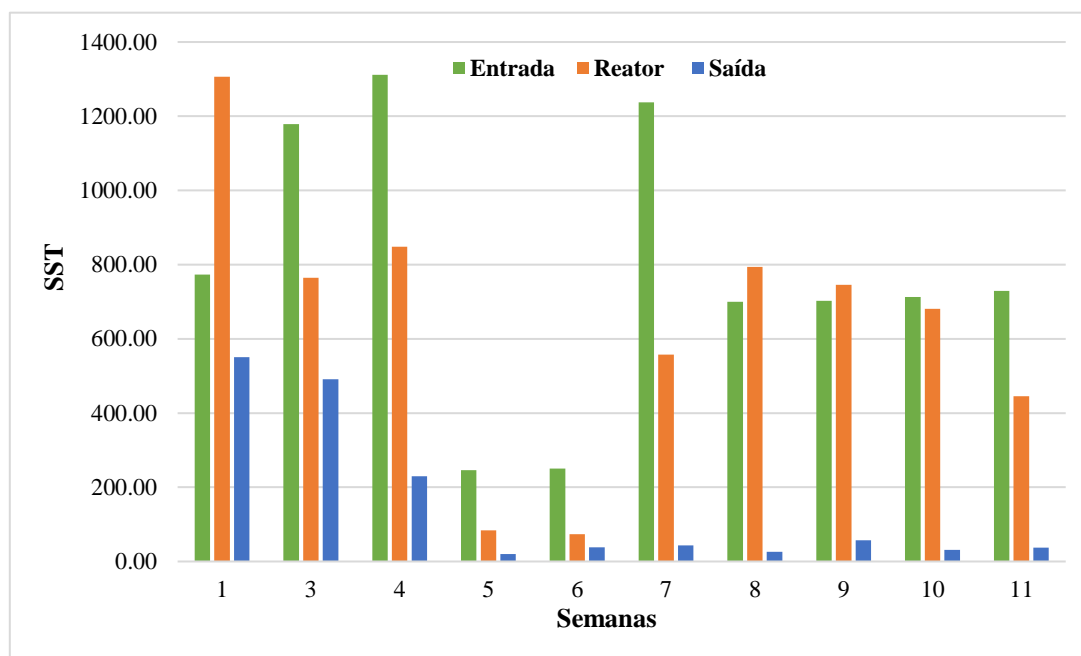


Figura 22 – SST das amostras na Entrada, Reator e Saída, ETAR de Samil.

Na Figura 22, pode-se observar que, comparando com o parâmetro exigido pela legislação vigente, o tratamento demonstra-se eficiente a partir da semana 5, onde todos os parâmetros de saída se encontram abaixo de 60 mg.L⁻¹, a taxa de remoção para as semanas de S5 a S11 foram respetivamente: 91.9%, 84.8%, 96.5%, 96.3%, 91.8%, 95.6% e 94.9%. Porém, nas semanas 3 e 4 os maiores valores foram apresentados pelas amostras da entrada, seguidas pelas amostras do reator e logo em seguida da saída. Na semana 1 os valores de S1 foram maiores que 500 mg.L⁻¹ e o R1 foi o ponto que apresentou maior valor nesta semana.

A Tabela A.9 apresenta a análise de variância de SST na Entrada. O valor de P apresentado é menor do que 0,05 (<0,0001) concluindo-se assim, que as análises realizadas nas amostras recolhidas na Entrada apresentam diferenças significativas, com exceção das seguintes semanas: a semana 1 e semanas 8, 9, 10 e 11, entre as semanas 3, 4 e 7 e as semanas 8 e 9 com as semanas 10 e 11. O teste de Tukey da SST de Entrada pode ser encontrado na Tabela B.9 do Anexo B.

A Tabela A.10 (Anexo A) apresenta a análise de variância de SST no Reator. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05 ($<0,0001$) as análises realizadas nas amostras recolhidas no Reator não apresentaram diferenças significativas entre as seguintes semanas: entre a S3 e a semana S4, S8, S9 e S10, entre a S4 e as semanas S8 e S9, entre as S5 e S6, entre a S7 e S11 e entre as S8, S9 e S10 entre si. O teste de Tukey da SST de Reator pode ser encontrado na Tabela B.10 do Anexo B.

A Tabela A.11 (Anexo A) apresenta a análise de variância de SST no Saída. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05 ($<0,0001$) as análises realizadas nas amostras recolhidas na Saída apresentaram variâncias significativas entre a S1 e todas as semanas exceto com a S3, exceto com a S4 e as S3 e S4 com todas as outras semanas. O teste de Tukey da SST de Saída pode ser encontrado na Tabela B.11 do Anexo B.

8.2.5. Sólidos Suspensos Voláteis - SSV

A Figura 23 apresenta os valores de SST registrados nas coletas nos 3 pontos de estudo.

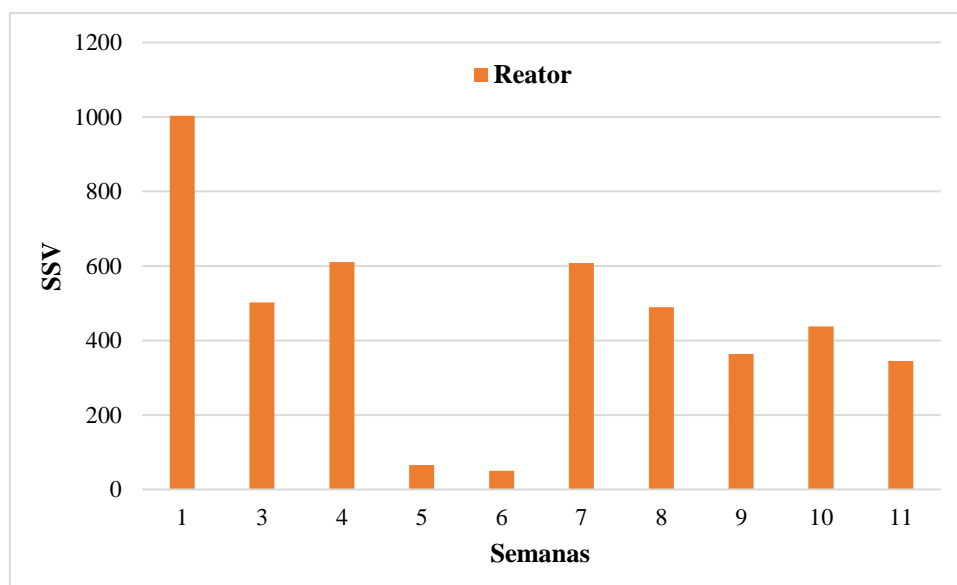


Figura 23 – SSV no Reator na ETAR de Samil.

Como é mostrado na Figura 23, o maior valor obtido foi na Semana 1, sendo 1003,5 mg.L⁻¹ de SSV, as Semanas 5 e 6 foram as que apresentaram menores valores de SSV, 66 mg.L⁻¹ e 50 mg.L⁻¹, respectivamente, ou seja, foram as semanas que apresentaram menor concentração de microrganismos no Reator.

A Tabela A.12 (Anexo A) apresenta a análise de variância de SSV no Reator. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05 ($<0,0001$) as análises realizadas nas amostras recolhidas no Reator apresentaram variâncias significativas. Isso não ocorreu entre a Semana 3 e as Semanas 4, 7, 8, 9, 10 e 11, a Semana 4 e as Semanas 7, 8 e 10, a Semana 5 e a Semana 6, a Semana 7 e as Semanas 8 e 10 e as Semanas 8, 9, 10 e 11 entre si. O teste de Tukey da SSV do Reator pode ser encontrado na Tabela B.12 do Anexo B.

8.2.6. Carência Bioquímica de Oxigênio - CBO₅

A Figura 24 apresenta os valores médios de CBO₅ apresentados para as 11 semanas do estudo, antes e após tratamento, para a ETAR de Samil.

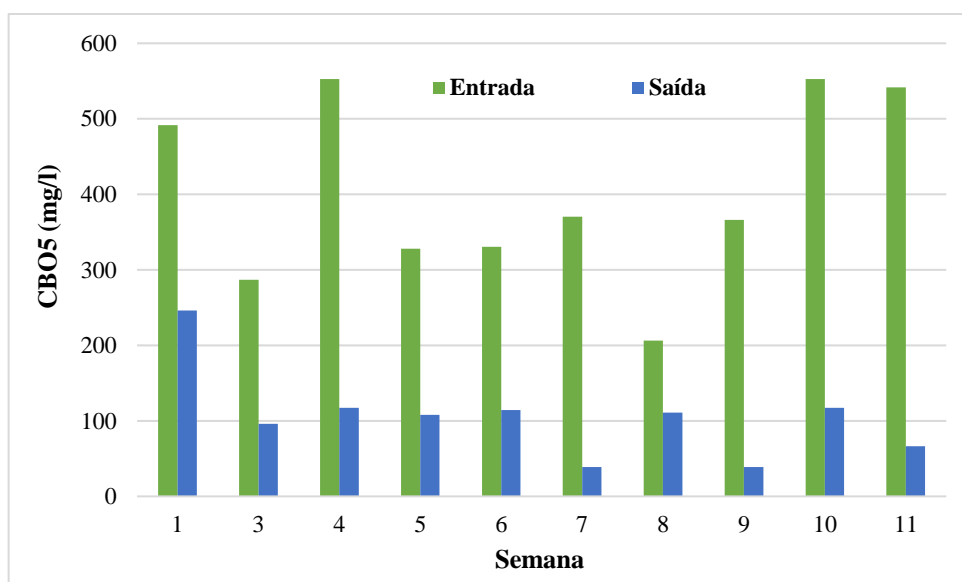


Figura 24 – CBO₅ no efluente de Entrada e Saída da ETAR de Samil.

Uma análise aos dados da Figura 24 mostra que, as concentrações de CBO₅ da maioria das semanas não excederam 500 mg.L⁻¹, excluindo apenas as semanas 4, 10 e 11, sendo, as semanas S4 e S10, as que apresentam o maior valor de CBO₅ na Entrada (552.5 mg.L⁻¹), seguidos pelo valores S11 (541.5 mg.L⁻¹) e S1 (491.5 mg.L⁻¹). As únicas semanas que apresentaram concentrações de CBO₅ consoante os parâmetros exigidos pela legislação vigente foram as semanas 7 e 9, porém ambas com valores muito próximos do limite de 40 mg.L⁻¹, estas semanas apresentaram respectivamente 89.5% e 89.4% de eficiência de remoção de CBO₅.

A Tabela A.13 (Anexo A) apresenta a análise de variância do CBO₅ de Entrada. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05 as análises realizadas nas amostras

recolhidas na E apresentaram poucas diferenças significativas, sendo estas: entre a semana 4 e 8 e entre as semanas 8 e 10. O teste de Tukey da CBO₅ de Entrada pode ser encontrado na Tabela B.13 do Anexo B.

Para a corrente Saída, os resultados da análise de variância da CBO₅, podem ser visualizados na Tabela A.14. Da análise de variância para CBO₅ de saída observa-se um valor de P maior do que 0,05; isto permite-nos concluir que as amostras recolhidas na saída (S) não apresentaram diferenças significativas entre as semanas, mantendo valores constantes ao longo do tempo.

8.2.7. Carência Química de Oxigênio - CQO

A Figura 25 encontram-se registados os valores médios da Carência Química de Oxigênio na Entrada e Saída da instalação de tratamento e durante o período do estudo.

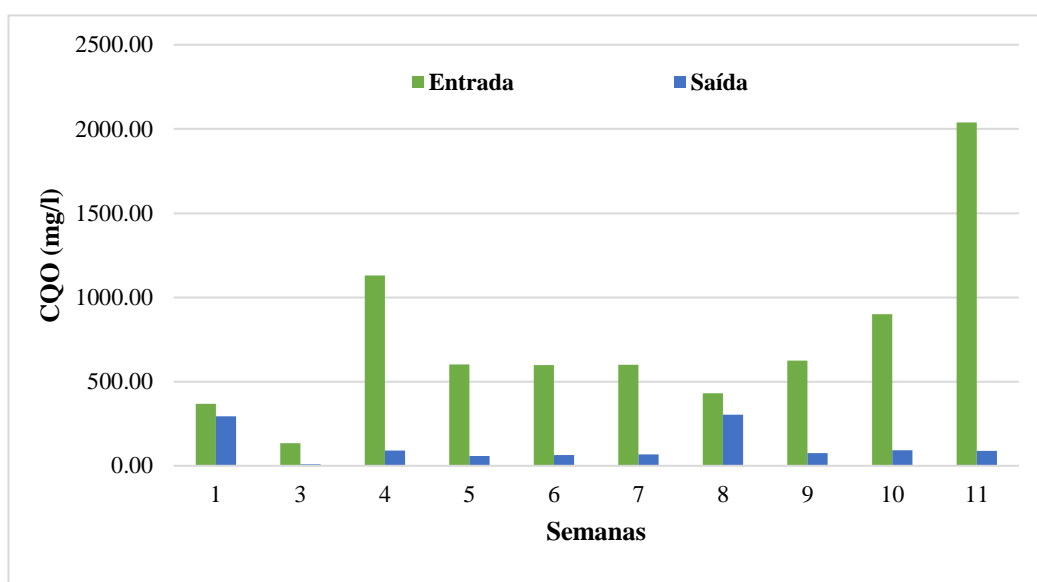


Figura 25 – CQO das amostras de Entrada e Saída na ETAR de Samil.

Na Figura 25, percebe-se que, assim como na CBO₅, a semana 11 foi a que apresentou concentrações mais expressivas na corrente E, atingindo o valor de 2038,45 mg.L⁻¹. Para além da semana 11, as semanas 3, 4, 5, 6, 7, 9 e 10 apresentaram grandes diferenças entre os valores de E e S, o que indica uma boa eficiência no sistema de tratamento nas respetivas semanas e que está em concordância com os valores de CBO₅, a taxa de remoção apresentada por estas semanas foram de 92.9%, 92.1%, 90.2%, 89.5%, 88.7% e 89.8%, respetivamente. Já as semanas 1 e 8 não apresentaram eficiências elevadas, de modo que as concentrações no ponto S não cumpriram o exigido pela legislação, pelo que foram obtidas taxas de remoção de 20.19% (S1) e 29.51% (S8).

Como referido no item 8.1.7. a razão CBO/CQO do efluente não tratado (E) deve estar numa faixa de 0.3 a 0.8, sendo que se a taxa for igual ou maior que 0.5 o efluente passa a ser considerado de fácil biodegradabilidade. Os valores de CBO/CQO para as todas semanas de estudo foram de 0.49 (S4), 0.55 (S5), 0.55 (S6), 0.62 (S7), 0.48 (S8), 0.59 (S9), 0.61 (S10) e 0.27 (S11). Com base nestes dados conclui-se que a biodegradabilidade do efluente E foi de grande variabilidade ao longo das semanas, sendo que apenas as semanas S5, S6, S7, S9 e S10 estão dentro da faixa recomendada. As semanas S4 e S8 estão abaixo da faixa mencionada, porém com valores muito próximos do mínimo recomendado, ao ponto que a S11 apresentou um valor muito baixo.

A Tabela A.15 (Anexo A) apresenta a análise de variância do CQO de Entrada. Como o valor de P apresentado na é menor do que 0,05 as análises realizadas nas amostras recolhidas na Entrada apresentaram diferenças significativas, porém estas foram apenas entre a S11 e as restantes semanas estudadas. O teste de Tukey da CQO o ponto E pode ser encontrado na Tabela B.14 do Anexo A.

A Tabela A.16 (Anexo A) apresenta a análise de variância do CQO de Saída. Conforme pode ser observado, mais uma vez, o valor de P é menor do que 0,05 podendo assim afirmar-se que as análises realizadas nas amostras recolhidas no ponto de saída apresentaram diferenças significativas, sendo elas entre as seguintes semanas: a S1 e as S3, S4, S5, S6, S7, S9, S10 e S11 e entre a S8 e as S3, S4, S5, S6, S7, S9, S10 e S11. O teste de Tukey para a CQO do ponto S pode ser encontrado na Tabela B.15 do Anexo B.

8.3. ETAR de Rebordãos

Nos tópicos a seguir serão apresentados e discutidos os resultados obtidos na ETAR de Rebordãos.

8.3.1. Temperatura

A Figura 26 apresenta os valores de temperatura registados nas coletas nos três pontos de estudo efetuados.

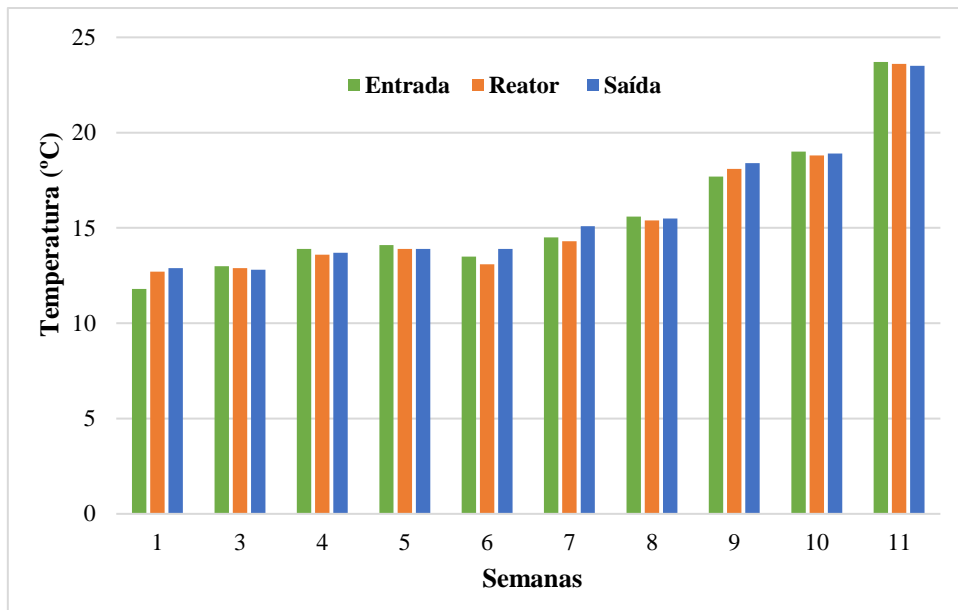


Figura 26 – Valores de temperatura na Entrada, Reator e Saída da ETAR de Rebordãos.

Analisando a Figura 26, observa-se um aumento da temperatura conforme o decurso das semanas apesar das pequenas variações que ocorreram, sendo que a temperatura mais baixa registrada foi de 11.8°C no ponto E da S1 e a mais alta foi de 23.7°C na E da S11, refletindo a época do ano em que as amostragens foram realizadas, inverno para S1 e final de primavera para S11. De modo geral, os pontos não tiveram grande variação entre si em cada semana, as variâncias maiores foram entre as semanas 10 e 11 devido ao aumento da temperatura provocado pelas estações mais quentes. Todas as amostras estão conforme o Decreto-Lei nº 236/98, cujas apresentaram valores dentro da faixa de variação permitida (Tabela 2).

8.3.2. pH

A Figura 27 apresenta os valores de pH registrados nas coletas da Entrada, Reator e Saída da ETAR.

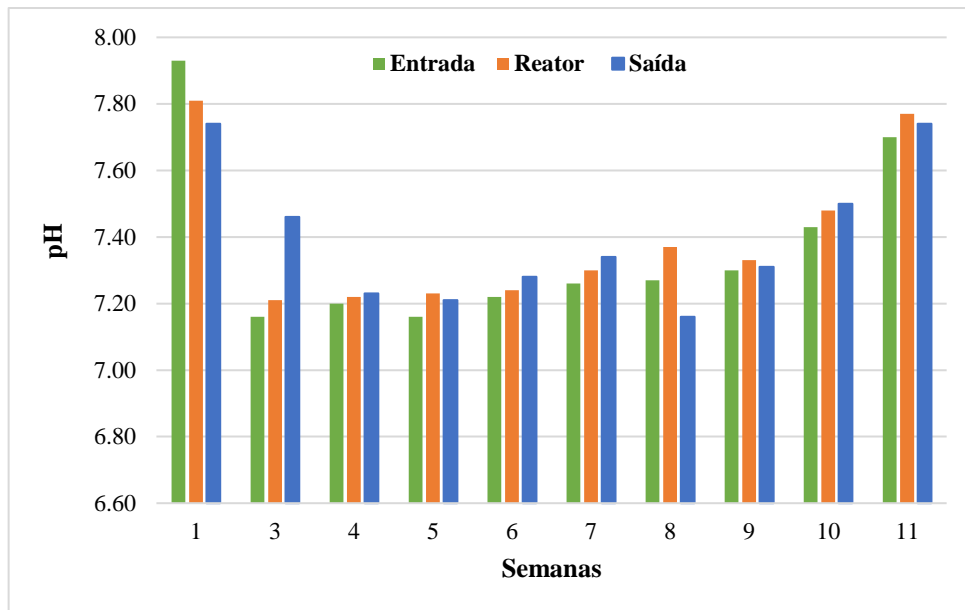


Figura 27 – Valores de pH na Entrada, Reator e Saída da ETAR de Rabordãos.

Com base na Figura 27 é possível observar que houve valores variados ao decorrer das semanas, mas com ligeira variância entre os pontos de cada semana. O maior valor registado foi no ponto E da S1 (7.93), seguido pelo ponto R da mesma semana com 7.81 e o ponto R da S11 com um pH de 7.77. A S3 apresentou um pH de 7.46 no ponto S, consideravelmente maior que o R (7.19) da mesma semana. Contudo, apesar dessas discrepâncias entre as semanas, todos os valores encontram-se dentro da faixa permitida pela legislação aplicada.

8.3.3. Oxigênio Dissolvido

A Figura 28 apresenta os valores de oxigênio dissolvido registados nas coletas nos três pontos de estudo e para as 11 semanas estudadas.

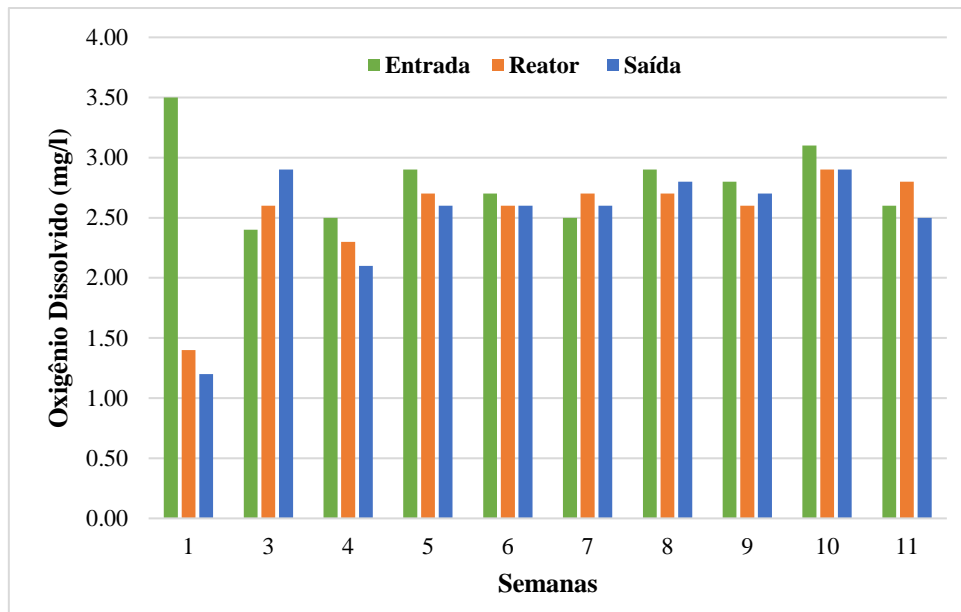


Figura 28 – Valores de Oxigênio Dissolvido medidos nos 3 pontos de amostragem da ETAR de Rebordãos.

A Figura 28 mostra que a semana S1 foi a que registou o menor valor de OD ($1,2 \text{ mg.L}^{-1}$) no ponto S, e menor OD ($1,4 \text{ mg.L}^{-1}$) para o ponto R, sendo também a semana que apresentou valor de OD no ponto E mais elevado entre todas as semanas estudadas ($3,5 \text{ mg.L}^{-1}$). Perante estas avaliações verifica-se um desequilíbrio no sistema e uma possível falha no arejamento do reator biológico e, conseqüentemente, um decréscimo na eficiência do processo de tratamento. Porém, nas semanas seguintes, percebe-se que a taxa de oxigênio dissolvido varia entre aproximadamente $2 \text{ e } 3 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo que, as semanas S7 e S11 foram as únicas em que o reator apresentou valores de OD maiores que os outros pontos.

Deste modo, como indicado no ponto 8.1.3., todos os valores estão dentro da faixa recomendada pela literatura de oxigênio dissolvido no efluente. O sistema de arejamento utilizado na ETAR é o arejamento prolongado, com um tempo de retenção hidráulico de 18 a 24 horas, o compressor realiza a injeção de ar por 1 minuto a cada 400 minutos.

8.3.4. Sólidos Suspensos Totais - SST

A Figura 29 apresenta os valores médios de SST apresentados por cada amostra coletada nos três pontos analisados.

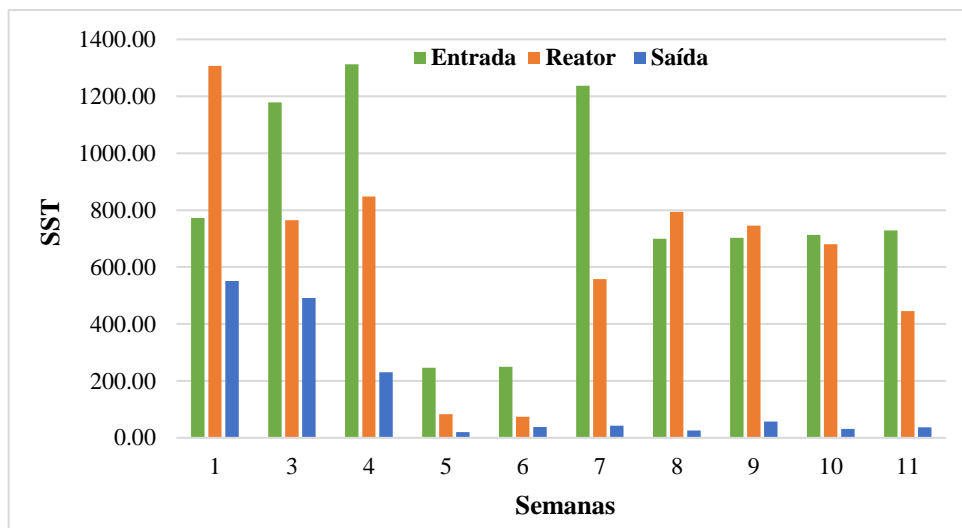


Figura 29 – SST das amostras na Entrada, Reator e Saída, ETAR de Rebordãos.

De acordo com a Figura 29, consta-se uma grande variância quanto à quantidade de sólidos suspensos totais. Os resultados do ponto S da S6 a S11 estão conforme o valor exigido por legislação vigente (60 mg.L^{-1}), já as semanas de S1 a S5 não apresentaram uma boa eficiência no tratamento, visto que o valor mínimo de S entre elas foi de 189 mg.L^{-1} (S1). Na S5, o ponto E apresentou um valor menor entre os pontos, apontando uma ineficiência do sistema nesta semana, culminando em um valor mais elevado de SST do efluente de S em comparação ao E.

A Tabela A.17 (Anexo A) apresenta a análise de variância do SST de Entrada. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05, observa-se uma variância significativa entre os valores de E, apenas não houve variância significativa entre a S5 e S6 e entre a S7 e S10. O teste de Tukey do SST de Entrada pode ser encontrado na Tabela B.16 do Anexo B.

A Tabela A.18 apresenta a análise de variância para SST do Reator. Como o valor de P é menor do que 0,05, observa-se uma variância significativa entre os valores apresentados pelo reator, sendo que as únicas variâncias não significativas se encontram entre a S1 e as S8, S9 e S10; entre a S3 e S5; entre a S6 e as S7 e S11 e entre a S10 e as S9 e S11. O teste de Tukey do SST do Reator pode ser encontrado na Tabela B.17 do Anexo B.

A Tabela A.19 apresenta a análise de variância para SST de Saída. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05 é seguro referir que são poucas as semanas que não apresentam variâncias significativas sendo estas: entre a S1 e as S10 e S11, entre as S3,

S4 e S5 entre si, assim como as S7, S8 e S9 e entre as S10 e S11. O teste de Tukey do SST de Saída pode ser encontrado na Tabela B.18 do Anexo B.

8.3.5. Sólidos Suspensos Voláteis - SSV

A Figura 30 apresenta as concentrações de SSV no Reator.

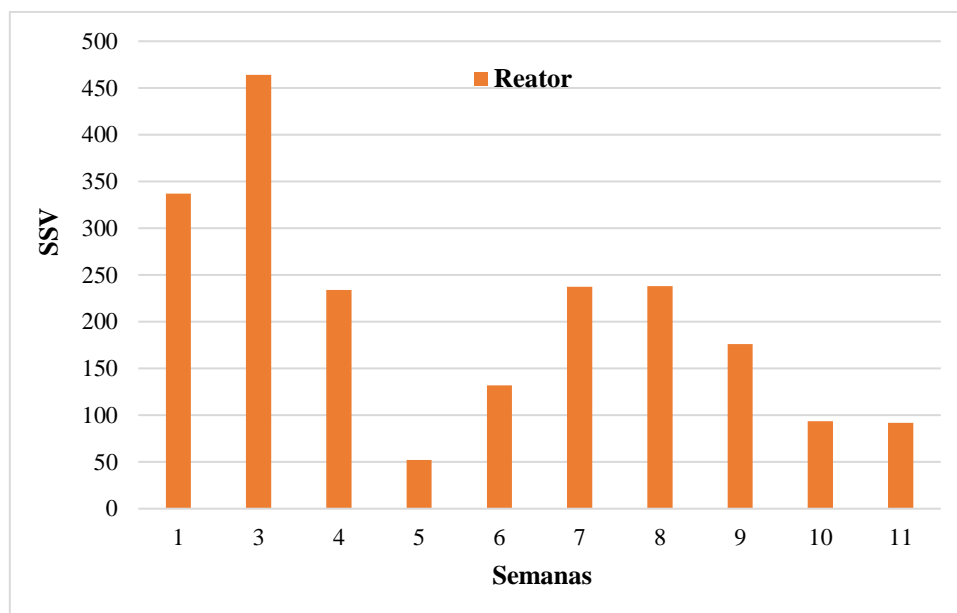


Figura 30 – SSV no Reator na ETAR de Rebordãos.

Tendo em conta a Figura 30, verifica-se que houveram 2 semanas em que os valores de SSV estavam abaixo ou igual a 100 mg.L⁻¹, sendo estas as semanas S5, S6 e S11, neste caso a S6 foi a que apresentou menor concentração (42 mg.L⁻¹). A S3 obteve o maior valor (500 mg.L⁻¹), seguida da S4 (406 mg.L⁻¹). Considerando que uma baixa concentração de SSV indica uma baixa concentração de microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico no reator, é possível existir, nestes casos, uma queda da eficiência do tratamento, o que implica que os parâmetros do efluente possam não atingir os valores exigidos pela legislação vigente no final do tratamento. A Tabela 22 apresenta a análise de variância de SSV no Reator.

A análise de variância de SSV apresentou um valor de P menor do que 0,05 (<0,0001) as análises realizadas nas amostras recolhidas no Reator apresentaram variações significativas. As semanas S3 e S4 apresentaram uma variação relevante em comparação com todas as outras semanas. A S1 não demonstra variância significativa quanto às semanas S7, S9 e S10, na S5 não foi observada variação significativa entre a S6

e S11 e as semanas S7, S8, S9, S10 e S11 não apresentaram significância entre si. O teste de Tukey do SSV do Reator pode ser encontrado na Tabela A.20 do Anexo A.

8.3.6. Carência Bioquímica de Oxigênio CBO₅

A Figura 31 apresenta os valores médios da Carência Bioquímica de Oxigênio (CBO₅) para as 11 semanas do estudo, antes e após tratamento, para a ETAR de Rebordãos.

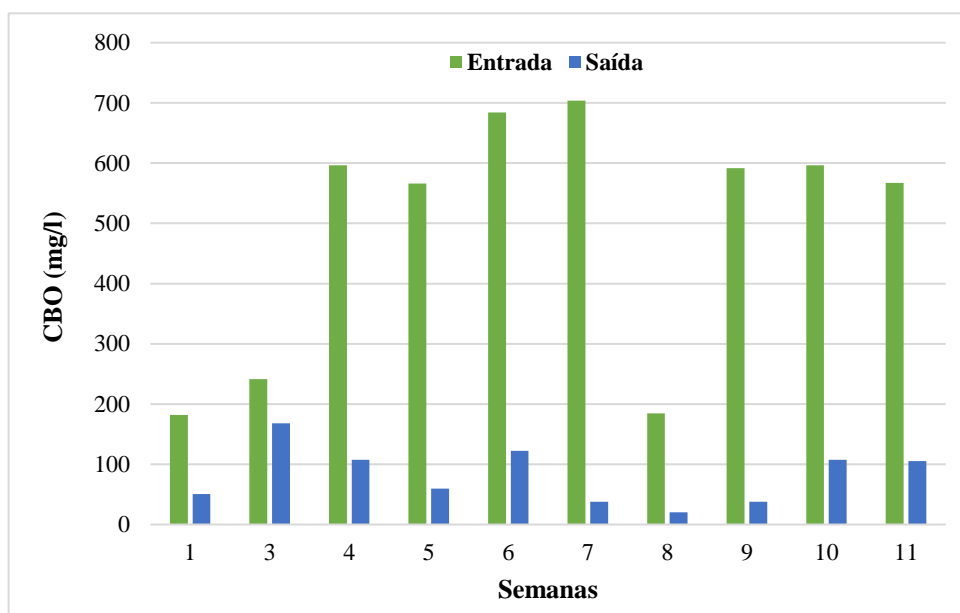


Figura 31 – CBO₅ no efluente de Entrada e Saída da ETAR de Rebordãos.

Como representado na Figura 31, as concentrações de CBO₅ da entrada nas semanas S4, S5, S6, S7, S9, S10 e S11 foram superiores a 550 mg.L⁻¹. Em relação à eficiência do tratamento, com exceção das S1, S3 e S8, a discrepância entre os valores de E e S é bastante elevada, apresentando uma taxa de remoção de 82% (S4), 89.5% (S5), 82.1% (S6), 94.6% (S7), 93.6% (S9), 82% (S10) e 81.3% (S11), podendo então, a partir destes dados, pressupor então um sistema de tratamento eficiente. Todavia, as únicas semanas que apresentaram concentrações de CBO₅ de saída dentro dos parâmetros exigidos pela legislação vigente foram S7, S8 e S9.

A Tabela A.20 (Anexo A) apresenta a análise de variância do CBO₅ de Entrada. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05 e como pode ser visto pela Tabela B.19 do Anexo B, onde está presente o teste de Tukey, observa-se que a semana 3 foi a semana que apresentou maior variância significativa, não apresentando significância com a S8. Enquanto que a S1 não apresentou variância significativa com as semanas S3 e S8.

Para a corrente saída, os resultados da análise de variância da CBO, podem ser visualizados na Tabela A.21 (Anexo A). Da análise de variância para a CBO de saída obteve-se um valor de P menor do que 0,05, dessa forma, conclui-se que as análises realizadas nas amostras recolhidas na saída, segundo o teste de Tukey presente na Tabela B.20 no Anexo A, apresentaram variância significativa entre as seguintes semanas: a S3 apresentou variância significativa com todas as outras semanas e a S5 que só não apresentou variância significativa com S1.

8.3.7. Carência Química de Oxigênio - CQO

A Figura 32 encontram-se registados os valores médios da Carência Química de Oxigênio na Entrada e Saída da instalação de tratamento e durante o período do estudo.

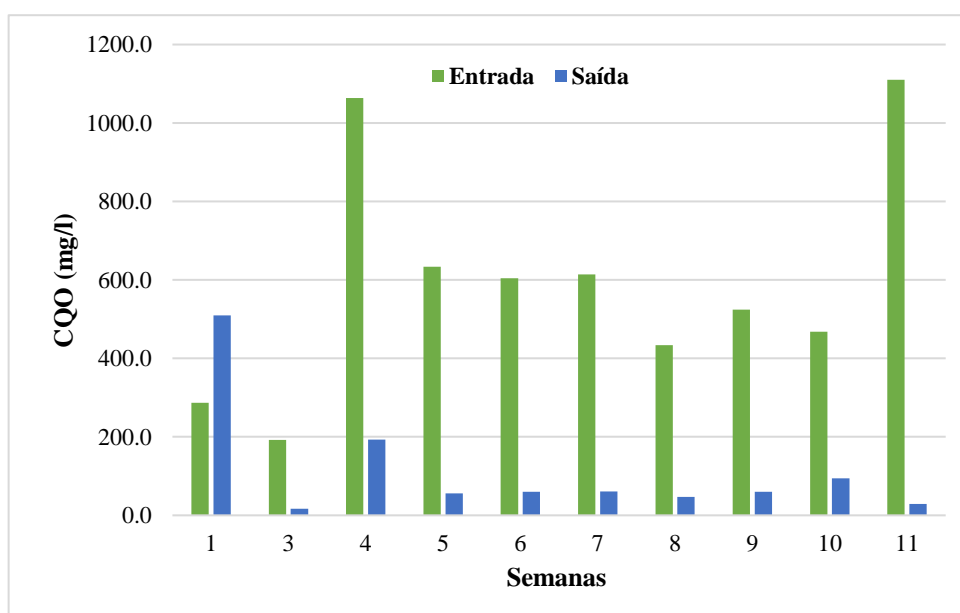


Figura 32 – CQO das amostras de Entrada e Saída na ETAR de Rebordãos.

Na Figura 32, percebe-se que os valores de corrente do ponto E são bem maiores que os valores do ponto S, exceto para a semana S1. Para o efluente nestas semanas foram registados um valor de entrada de 286.8 mg.L^{-1} e 48.6 mg.L^{-1} , respetivamente. Face aos valores obtidos para CBO_5 (Figura 31), pode-se afirmar que ocorreu ou um problema com a amostragem ou na determinação laboratorial.

A S11, foi a que apresentou concentrações mais expressivas no ponto E, atingindo o valor de 1110 mg.L^{-1} , seguida pela S4 com uma concentração de $1063.85 \text{ mg.L}^{-1}$. Da S4 à S11, todos os valores da entrada apresentaram-se maiores que 400 mg.L^{-1} e também mostraram grandes diferenças entre as concentrações de Entrada e de Saída, o que

comprova uma boa eficiência no sistema de tratamento nas respectivas semanas. Entretanto, apenas a S1 e a S4 não se enquadram nos valores requeridos pelo Decreto-Lei nº 236/98. A taxa de eficiência de remoção foram de 81.86% (S4), 91.24% (S5), 90.04% (S6), 90.06% (S7), 89.11% (S8), 88.51% (S9), 79.86% (S10) e 97.37% (S11).

Como mostrado no item 8.1.7. os valores típicos da razão CBO/CQO para efluentes não tratados estão entre 0.3 e 0.8, dessa forma, pode-se observar que as semanas S1, S4, S8 e S11 encontram-se dentro destes valores típicos, 0.63, 0.56, 0.43 e 0.51, respectivamente. Na Tabela A.21 verifica-se a análise de variância do CQO da entrada. De acordo com o valor de P as análises realizadas mostraram diferenças significativas pelo valor de P ser menor que 0.05, desta forma, ao analisar a Tabela B.22 do Anexo A, constatou-se que as diferenças significativas encontram-se apenas entre a semana S4 e as S1 e S3 e entre a S11 e S1, S3 e S8.

A Tabela A.22 apresenta a análise de variância do CQO na saída da estação de tratamento. Como o valor de P apresentado é maior que 0,05 as análises realizadas nas amostras recolhidas no ponto de Entrada não apresentaram diferenças significativas, o que indica uma constância e padronização da eficiência do sistema de tratamento da ETAR.

8.4. ETAR de Rabal

Nos tópicos a seguir serão apresentados e discutidos os resultados obtidos na ETAR de Rabal.

8.4.1. Temperatura

Na Figura 33 estão representados os valores de Temperatura para cada amostra coletada na Entrada, no Reator e na Saída.

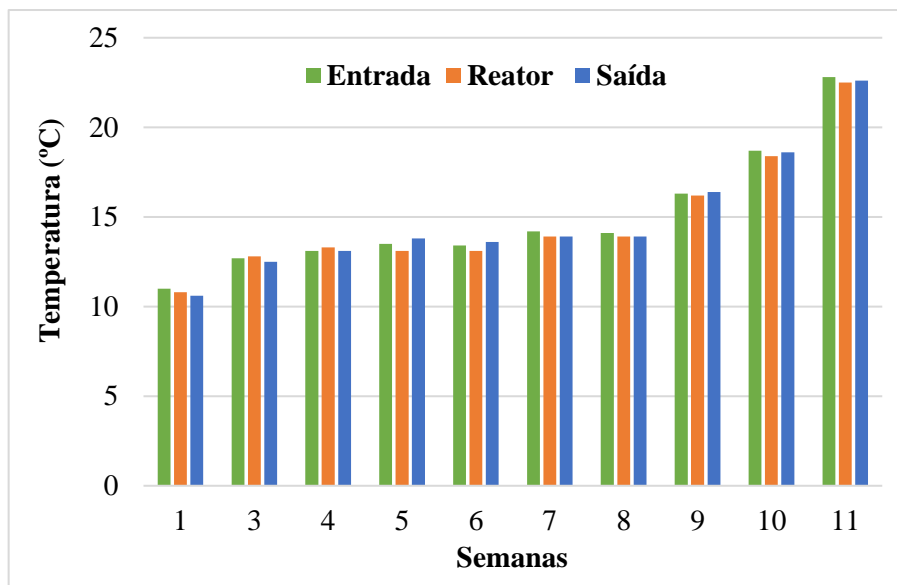


Figura 33 – Valores de temperatura na Entrada, Reator e Saída da ETAR de Rabal.

Analisando a Figura 33, observa-se que, como nas ETARs anteriores, com o decurso das semanas a temperatura aumentou progressivamente. A partir da semana S4 até à S11, o reator foi o ponto que apresentou menor temperatura entre os pontos amostrados, porém, em nenhuma semana existiram valores muito distantes e/ou discrepantes entre si., mostrando que, dentro da ETAR, há um bom controlo da temperatura, o que leva a otimização da eficiência do tratamento. Todas as amostras estão conforme o Decreto-Lei nº 236/98, pois os valores apresentados se situam dentro da faixa de variação permitida.

8.4.2. pH

A Figura 34 apresenta os valores de pH para cada amostra recolhida na Entrada, no Reator e na Saída.

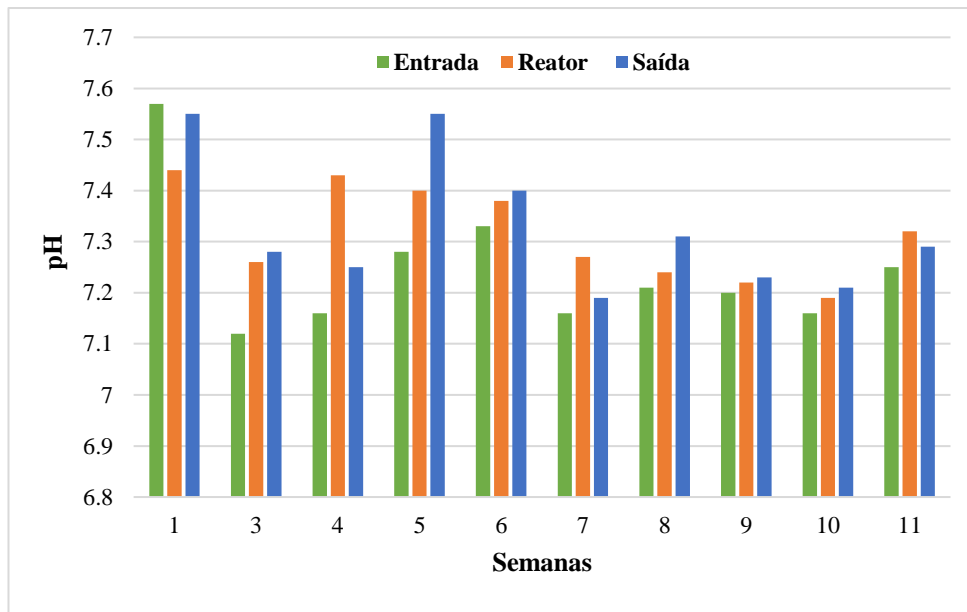


Figura 34 – Valores de pH na Entrada, Reator e Saída da ETAR de Rabal.

De acordo com a Figura 34, com exceção da semana 1, em todas as semanas estudadas o pH apresenta-se menor no ponto E, sendo que, nos pontos S5, S6, S8, S9 e S10 os valores da Saída são os maiores para as respectivas semanas, enquanto que nos pontos S4, S7 e S11, os valores mais elevados de pH estão nas amostras recolhidas do Reator. Todavia, todos os valores se verificam acima de 7 e nenhum valor superou 9, entrando assim, dentro da faixa de pH exigida pelo Decreto-Lei nº 236/98, ver Tabela 2.

8.4.3. Oxigénio Dissolvido

A Figura 35 mostra os valores de oxigénio dissolvido medidos nos três pontos definidos, e para as 11 semanas do estudo.

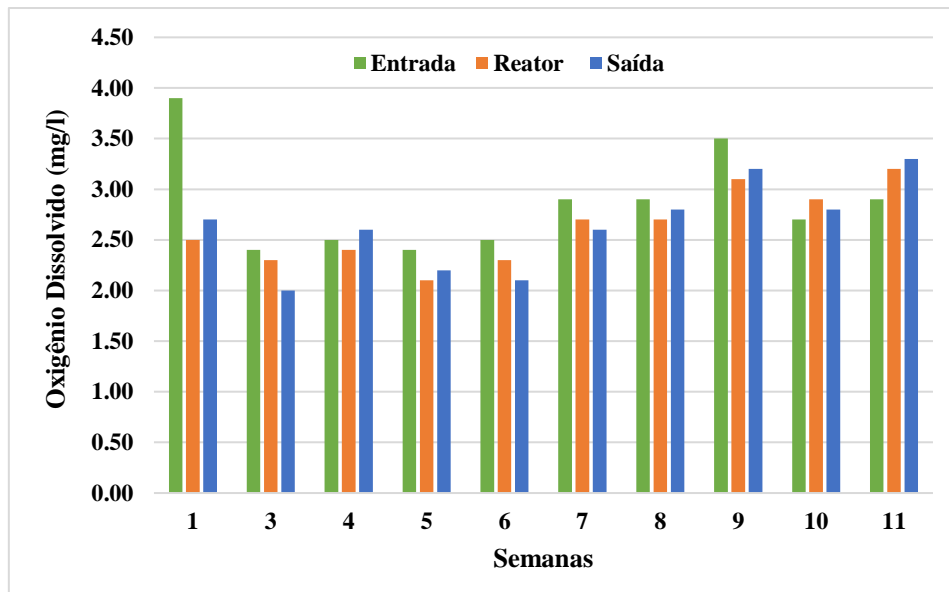


Figura 35 – Valores de Oxigênio Dissolvido medidos nos 3 pontos de amostragem da ETAR de Rabal.

Conforme mostra a Figura 35, todas as concentrações de oxigênio apresentadas durante as semanas foram iguais ou superiores a $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$, o maior valor foi obtido no ponto E da S1 ($3,90 \text{ mg.L}^{-1}$), de modo que, esta semana apresentou valores muito diferentes de OD durante o processo de tratamento do efluente na ETAR, seguida pela concentração de $3,5 \text{ mg.L}^{-1}$ de E da S9. A S10 foi a única semana em que o valor do Reator foi maior que a concentração dos outros pontos, o que pressupõe uma ineficiência do arejamento do reator biológico da ETAR.

O sistema de arejamento utilizado na ETAR é o arejamento prolongado, com um tempo de retenção hidráulico de 18 a 24 horas, o compressor realiza a injeção de ar por 1 minutos a cada 180 minutos. Os valores de oxigênio dissolvido no reator apresentaram-se todos acima da taxa de OD que a literatura indica (de 1.5 a 2 mg.L^{-1}), como mostra a Figura 35, onde o valor mais elevado se situa na S1 (3.9 mg.L^{-1}), muito próximo do valor indicado por Cotrim (2013) de 4 mg.L^{-1} que aumenta consideravelmente o custo de energia, porém não interfere significativamente na eficiência do tratamento.

8.4.4. Sólidos Suspensos Totais - SST

A Figura 36 apresenta os valores de SST registados por cada amostra coletada nos três pontos analisados.

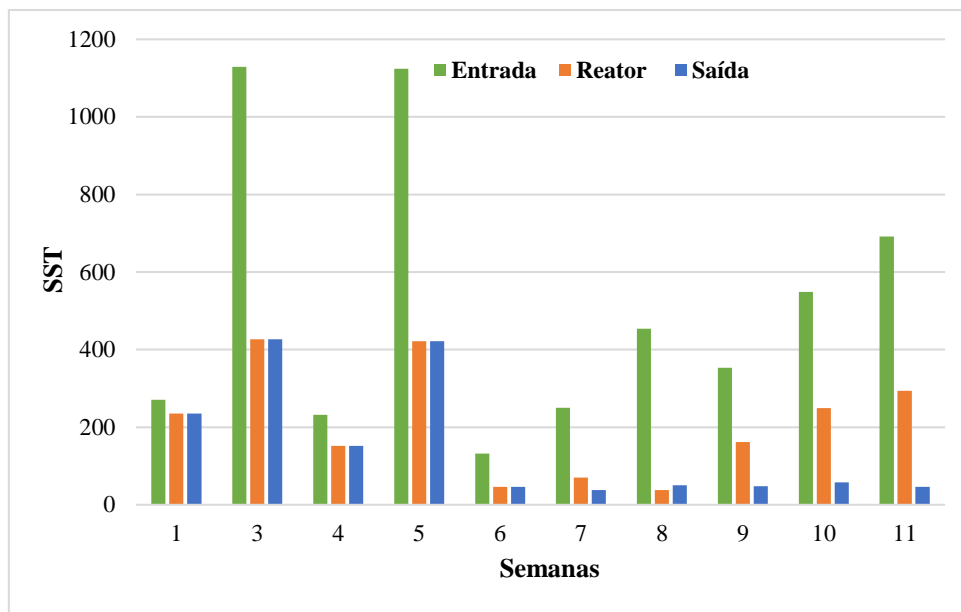


Figura 36 – SST das amostras na Entrada, Reator e Saída, ETAR de Rabal.

A Figura 36 mostra que houve pouca semelhança entre as semanas analisadas em relação à quantidade de sólidos suspensos totais. Os resultados de saída da S6 a S11 estão dentro do valor exigido pelo Decreto-Lei nº 236/98 (60 mg.L⁻¹), no entanto, as semanas de S1 a S5 não apresentaram uma boa eficiência no tratamento, visto que o valor mínimo de Saída entre elas foi de 152 mg.L⁻¹ (S4). Na S3, a entrada apresentou um valor maior (1129 mg.L⁻¹) entre as semanas, seguido de S5 (1124 mg.L⁻¹), que apesar da redução da quantidade de SST para aproximadamente 40% do valor inicial, mesmo assim não se encontra dentro do valor exigido de pela legislação (Tabela 2) na saída.

A Tabela A.23 apresenta a análise de variância do SST de entrada. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05, as análises realizadas nas amostras recolhidas na Entrada apresentaram muitas diferenças significativas, tendo como exceções as variâncias entre a S1 e as S4 e S7, entre a S3 e S5 e entre a S3 e S7. O teste de Tukey do SST de Entrada pode ser encontrado na Tabela B.23 do Anexo B.

A Tabela A.24 apresenta a análise de variância para SST do Reator. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05, sabe-se que as análises realizadas apresentaram variâncias significativas, porém observa-se que não houve variância significativa entre a S1 e as S10 e S11, as S3 e a S5, a S4 e a S9, a S6 e as S7, S8 e as S10 e S11. O teste de Tukey do SST do reator pode ser encontrado na Tabela B.24 do Anexo B.

A Tabela A.25 apresenta a análise de variância para SST da saída. O valor de P apresentado na Tabela A.25 é menor do que 0,05, pode-se constatar que houve variância

significativa entre os tratamentos, porém observa-se que não houve variância significativa entre as S3 e S5. Já a S6, não apresentou variância significativa com S7 a S11 e as S7 e S8 não apresentaram variância significativa com as S10 e S11. O teste de Tukey do SST de Saída pode ser encontrado na Tabela B.25 do Anexo B.

8.4.5. Sólidos Suspenso Voláteis - SSV

A Figura 37 apresenta os resultados obtidos de SSV no Reator.

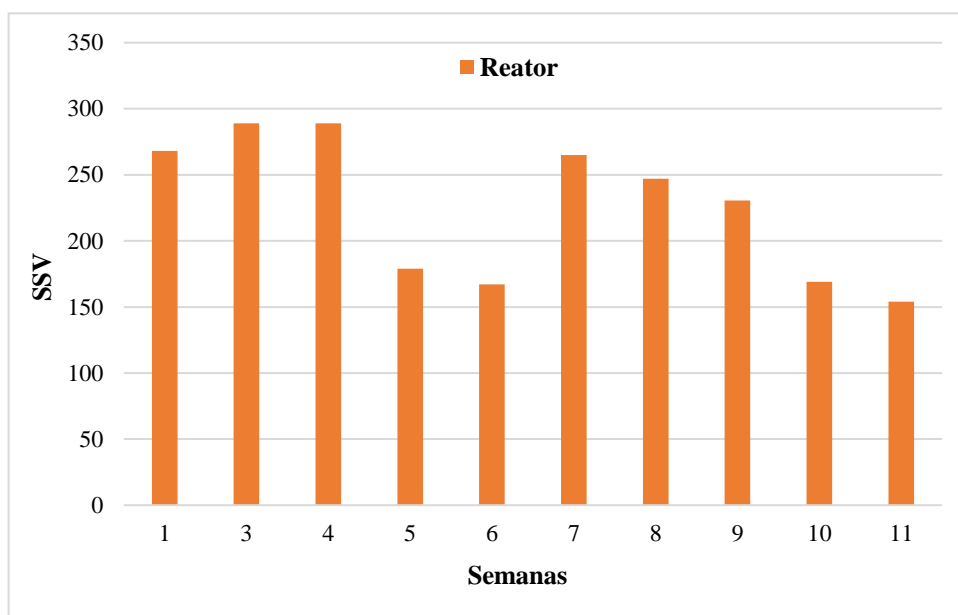


Figura 37 – SSV no Reator na ETAR de Rabal.

Note-se que, na Figura 37, a S6 foi a semana que apresentou menor valor de concentração de SSV, 38 mg.L⁻¹, o que pode refletir na eficiência do tratamento da ETAR, por representar a quantidade de microrganismos responsáveis pelo tratamento do efluente no reator. As restantes semanas apresentaram valores acima de 150 mg.L⁻¹, sendo o mais elevado delas a S3 com 329 mg.L⁻¹, indicando que, nessas semanas, a eficiência do tratamento seria mais expressiva do S6.

A Tabela A.27 apresenta a análise de variância de SSV do Reator. O valor de P apresentado é menor do que 0,05, apresentando, então, variâncias significativas entre os tratamentos, porém observa-se que não houve variância significativa no tratamento das seguintes semanas: entre a S1 e a S10; entre a S3 e S4; entre a S4 e as semanas S8 e S9; entre a semana S5 e S7 e entre as semanas S8 e S9. O teste de Tukey do SSV do Reator pode ser encontrado na Tabela A.26 do Anexo B.

8.4.6. Carência Bioquímica de Oxigênio - CBO₅

A Figura 38, apresenta as concentrações de CBO₅ na Entrada e na Saída das semanas estudadas.

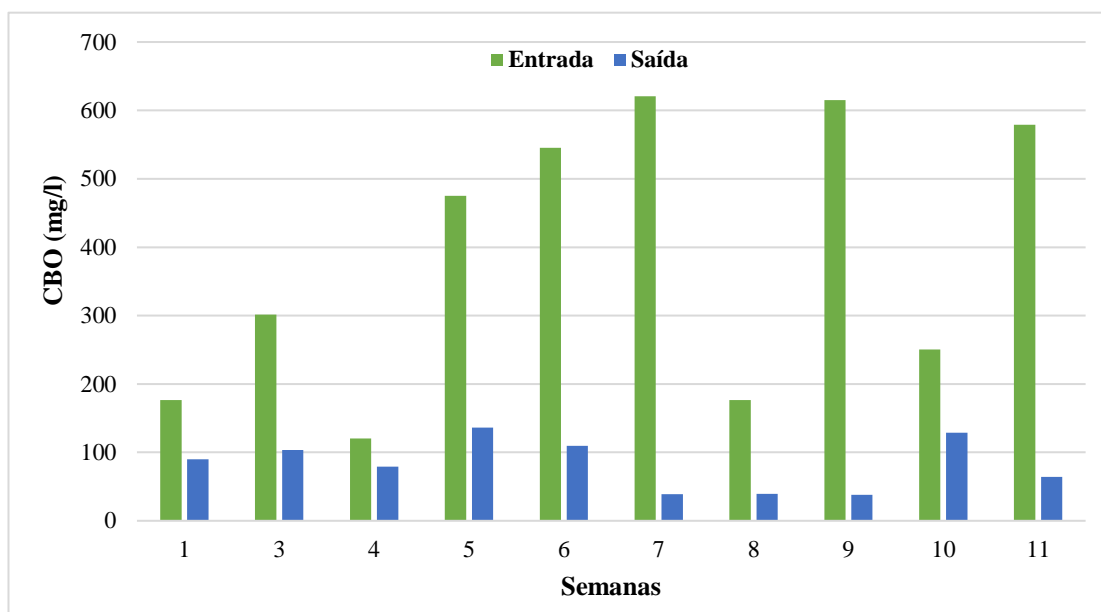


Figura 38 – CBO₅ no efluente de Entrada e Saída da ETAR de Rabal.

Feita a análise da Figura 38, entende-se que os valores de entrada obtidos nas semanas foram sempre superiores a 100 mg.L⁻¹. As S5, S6, S7 e S11 valores de entrada superiores a 450 mg.L⁻¹, chegando até a 620.5 mg.L⁻¹ em S7, estas semanas também demonstraram maior diferença entre os valores do ponto E do ponto S, o que indica uma eficiência elevada do sistema. Porém, as únicas semanas que atenderam os valores de CBO₅ estipulados pela legislação (40 mg.L⁻¹) foram S7, S8 e S9 que apresentaram taxa de remoção de 93.73%, 77.68% e 93.84%, respectivamente. As restantes semanas apresentaram valores na corrente de saída superiores a 50 mg.L⁻¹, sendo que, S3, S5, S6 e S10 tiveram concentrações acima de 100 mg.L⁻¹.

A Tabela A.28 apresenta a análise de variância do CBO₅ de entrada da ETAR. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05, pela Tabela B.27 do Anexo B, onde está presente o teste de Tukey, observa-se que a semana que se consta maior variância significativa em comparação com as outras semanas foi a S11, com variância significativa entre as semanas S1, S3, S4, S8 e S10. A Semana que se obteve menos variância significativa foi a S8, em comparação com as semanas S5, S6, S7 e S11.

Para a corrente saída, os resultados da análise de variância da CBO, podem ser visualizados na Tabela A.29. Da análise de variância para a CBO de saída foi obtido um valor de P menor que 0,05, que permite-nos concluir que, para as amostras da corrente de saída, durante as 11 semanas do estudo, as concentrações de CBO₅ apresentaram variância significativa entre as seguintes semanas: entre a S5 com as S7, S8 e S9 e a S10 com as semanas S7, S8 e S9. O teste de Tukey da CBO₅ para o efluente de saída pode ser encontrado Tabela B.28 do Anexo B.

8.4.7. Carência Química de Oxigênio - CQO

A Figura 39, apresenta as concentrações de CQO na Entrada e na Saída das semanas estudadas.

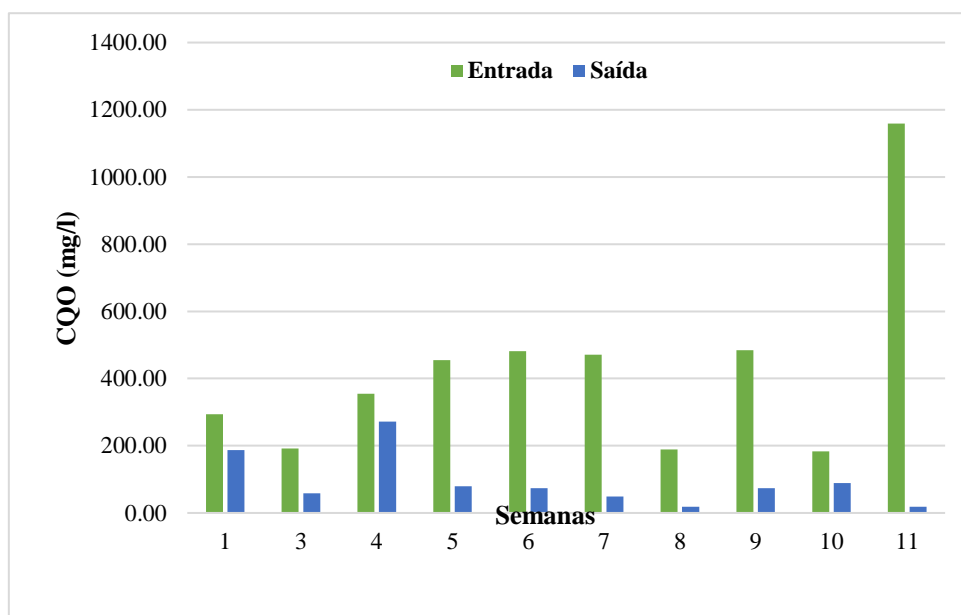


Figura 39 – CQO das amostras de Entrada e Saída na ETAR de Rabal.

Segundo a Figura 39, as semanas S8 e S10 foram as únicas que o ponto E apresentou concentrações abaixo de 200 mg.L⁻¹. A S4 foi a única cujo valor de CQO do ponto S foi superior a 200 mg.L⁻¹, indicando que a S4 e S1, sejam as duas semanas onde as concentrações de CQO superaram a máxima exigida pela legislação de 150 mg.L⁻¹.

Como citado anteriormente no item 8.1.7. a razão CBO/CQO deve estar na faixa entre 0.3 e 0.8, visto isto, conclui-se que apenas três semanas se enquadraram nesse intervalo sendo elas S1 (0.60), S4 (0.34) e S11 (0.50), as outras semanas apresentaram valores superiores a 0.8.

A Tabela A.30 apresenta a análise de variância do CQO do efluente de entrada. Como o valor de P apresentado na é menor do que 0,05 é possível afirmar que há variância significativa entre as semanas e, através da Tabela B.29 do Anexo B, observou-se que a Semana 11 apresentou variância significativa entre todas as outras semanas estudadas.

A Tabela A.31 apresenta a análise de variância da CQO na saída da Estação de Tratamento. Como pode ser observado, valor de P apresentado é menor do que 0,05, consequentemente as análises das amostras do ponto S apresentaram variância significativa entre si, porém somente estão presentes em comparação da semana 1 e as restantes semanas. O teste de Tukey para a CQO no ponto S da ETAR encontra-se na Tabela B.30 do Anexo B.

8.5. ETAR de Sacóias

Neste tópico são apresentados e discutidos os resultados obtidos para a ETAR de Sacóias.

8.5.1. Temperatura

A Figura 40 apresenta os valores da temperatura para cada amostra nos três pontos citados anteriormente.

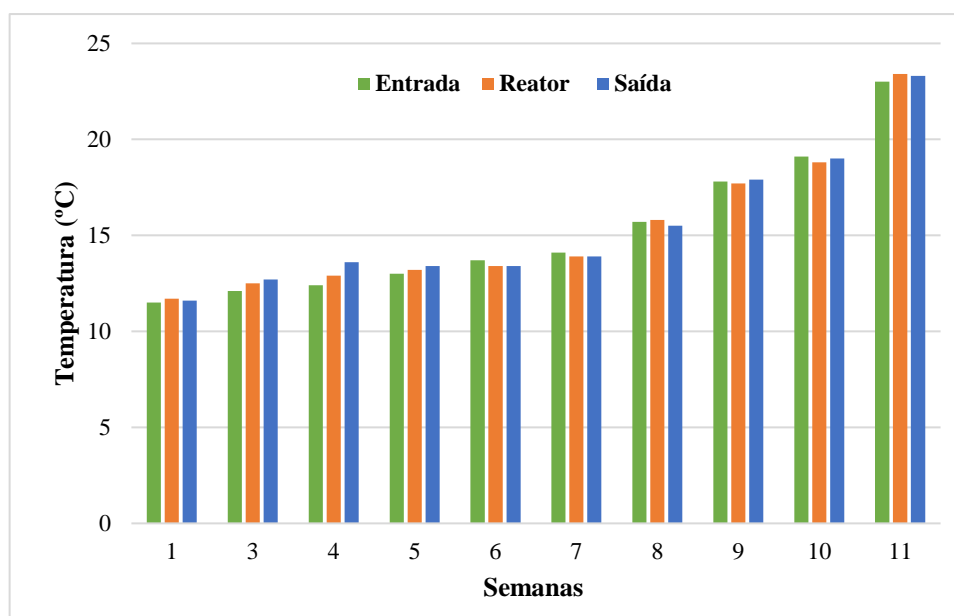


Figura 40 – Valores de temperatura na Entrada, Reator e Saída da ETAR de Sacóias.

Como se verifica na Figura 40, a temperatura, tal como na ETAR anterior, não apresentou grandes variações entre os valores de cada ponto nas semanas, a temperatura

aumentou gradualmente, ao decorrer das semanas, tendo um aumento acentuado a partir da semana 9, refletindo a época do ano (fim da primavera) atingindo os 23,4 °C no ponto R da semana 11. Todas as amostras estão de acordo com o Decreto-Lei nº 236/98, pois apresentaram valores dentro da faixa de variação permitida.

8.5.2. pH

A Figura 41 apresenta os valores de pH para cada amostra coletada na Entrada, no Reator e na Saída.

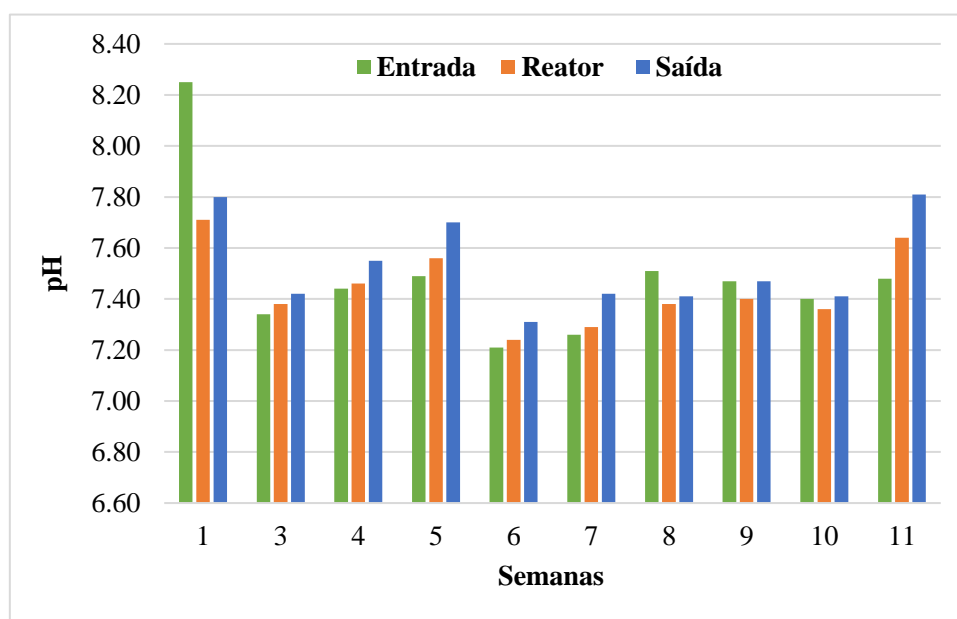


Figura 41 – Valores de pH na Entrada, Reator e Saída da ETAR de Sacóias.

Com análise na Figura 41, consta-se que houve grande variação entre o pH apresentado ao longo do estudo, sendo que a semana 1 apresentou o maior valor de pH (8,25) no ponto E apresentando também o maior valor de pH para o ponto R (7,71). Nas semanas S3, S4, S5, S6, S7 e S11 os menores valores obtidos foram no ponto E os maiores no ponto S, apesar das grandes variações ao longo das semanas, em nenhuma os resultados se mostraram fora da faixa de 6,0 – 9,0 exigido pelo Decreto-Lei 236/98.

8.5.3. Oxigénio Dissolvido

A Figura 42 mostra os valores de oxigénio dissolvido medidos nos três pontos definidos, e para as 11 semanas do estudo.

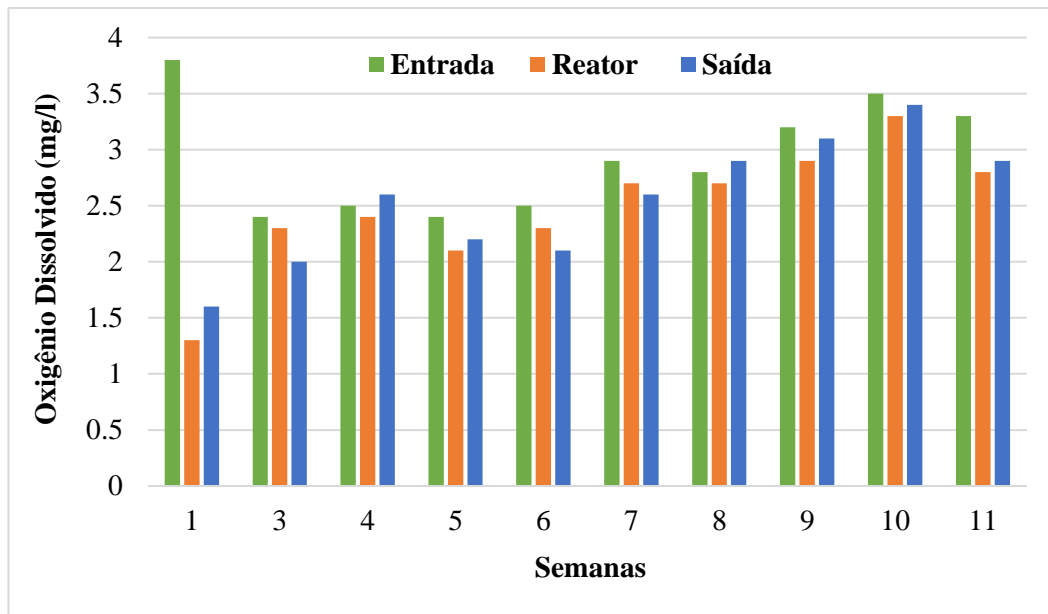


Figura 42 –Oxigênio dissolvido das amostras de Entrada, Reator e Saída.

Com base na Figura 42 é possível verificar que foram registados valores diferentes de OD durante o processo de tratamento na ETAR, com grandes variações. Tal como no item anterior, a amostra da corrente E de S1 foi a que apresentou maior valor, chegando a $3,80 \text{ mg.L}^{-1}$ e apresentando também os menores valores para Reator e Saída, sendo $1,6 \text{ mg.L}^{-1}$ e $1,3 \text{ mg.L}^{-1}$, respetivamente, deste modo, conclui-se que o arejamento nesta semana não foi feito de forma eficiente, o que pode comprometer o funcionamento adequado do sistema de tratamento. O sistema de arejamento utilizado na ETAR é o arejamento prolongado, com um tempo de retenção hidráulico de 18 a 24 horas, o compressor realiza a injeção de ar por 15 minutos as 7:00 e as 15:00.

Todos os valores restantes são iguais ou superiores a $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$. Em nenhuma semana se observou o reator como o ponto com maior oxigênio dissolvido, indicando uma falha no sistema de aeração, visto que, inclusive, em S1, S4, S5, S8, S9, S10 e S11, o Reator foi o ponto que apresentou menor oxigênio dissolvido. Tendo estes aspetos em consideração, é necessária a comparação com a faixa de concentração OD recomendada pela literatura, como descrito no item 8.1.3. as concentrações devem-se encontrar preferencialmente na faixa de 1.5 e 2.0.

Desta forma, conclui-se que apenas o ponto R de S1 e o ponto S de S3 se enquadram na faixa mencionada, de modo que todos os outros pontos se verificam com concentrações superiores a $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$, chegando muito próximo do valor ($4,0 \text{ mg.L}^{-1}$) que segundo

Cotrim (2013) além de ter um aumento considerável no custo de energia, também não apresenta um aumento significativo na eficiência do tratamento.

8.5.4. Sólidos Suspensos Totais - SST

A Figura 43 apresenta os valores de SST para cada amostra coletada na Entrada, no Reator e na Saída.

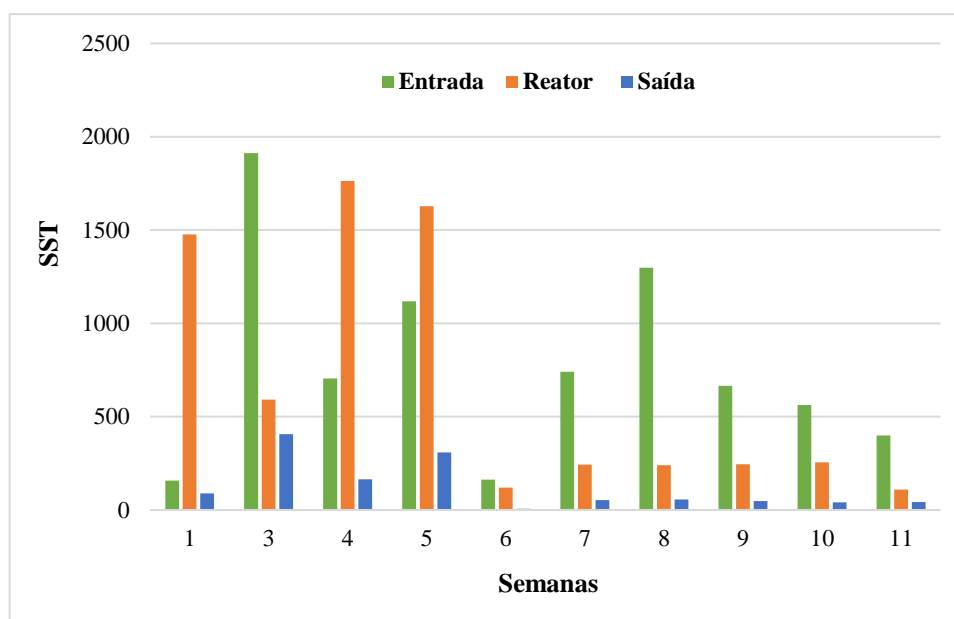


Figura 43 – SST das amostras na Entrada, Reator e Saída, ETAR de Sacóias.

Como pode ser observado na Figura 43, houve pouca semelhança em relação à quantidade de sólidos suspensos totais. Nas S1, S4 e S5 o Reator foi o ponto que apresentou maior concentração de SST, sendo o maior valor na S4 (1764 mg.L⁻¹), seguido por S5 (1628 mg.L⁻¹) e por S1 (1477 mg.L⁻¹), esta última ainda apresentou valores muito reduzidos de SST na entrada (157 mg.L⁻¹). Respetivamente às semanas restantes, o ponto amostrado que apresentou maior concentração foi a Entrada, sendo a concentração mais elevada em S3 (1912 mg.L⁻¹), ao ponto que os outros valores estão abaixo de 1500 mg.L⁻¹. A legislação foi cumprida somente a partir de S6, onde as concentrações de SST na saída se apresentaram abaixo de 60 mg.L⁻¹.

A Tabela A.32 apresenta a análise de variância de SST no efluente de entrada da ETAR. Como o valor de P apresentado na é menor do que 0,05, observa-se que houve variância significativas entre as semanas, porém ocorreu em poucas semanas, sendo elas entre: S3 e as semanas S1, S6 e S11. O teste de Tukey do SST da Entrada pode ser encontrado na Tabela B.31 do Anexo B.

A Tabela A.33 apresenta a análise de variância de SST no Reator. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05, nota-se que as semanas apresentaram uma grande quantidade de variância significativa entre si. Tendo como exceções: as S6, S7, S8, S9 e S10 entre si; a S1 com as semanas S4 e S5 e por fim, entre a S4 e a S5. O teste de Tukey do SSV do Reator da pode ser encontrado na Tabela B.32 do Anexo B.

A Tabela A.34 apresenta a análise de variância de SST na Saída. Como o valor de P apresentado na Tabela 37 é menor do que 0,05, nota-se que as únicas semanas que não apresentaram variância significativa foram entre: a Semana 1 e a Semana 8; a Semana 6 e a Semana 10; a Semana 7 e as Semanas 8, 9, 10 e 11; a Semana 8 e as Semanas 9, 10 e 11 e entre a Semana 10 e a Semana 11. O teste de Tukey do SSV da Saída pode ser encontrado na Tabela B.33 do Anexo B.

8.5.5. Sólidos Suspensos Voláteis - SSV

Na Figura 44 apresenta os valores de sólidos suspensos voláteis das amostras recolhidas no Reator.

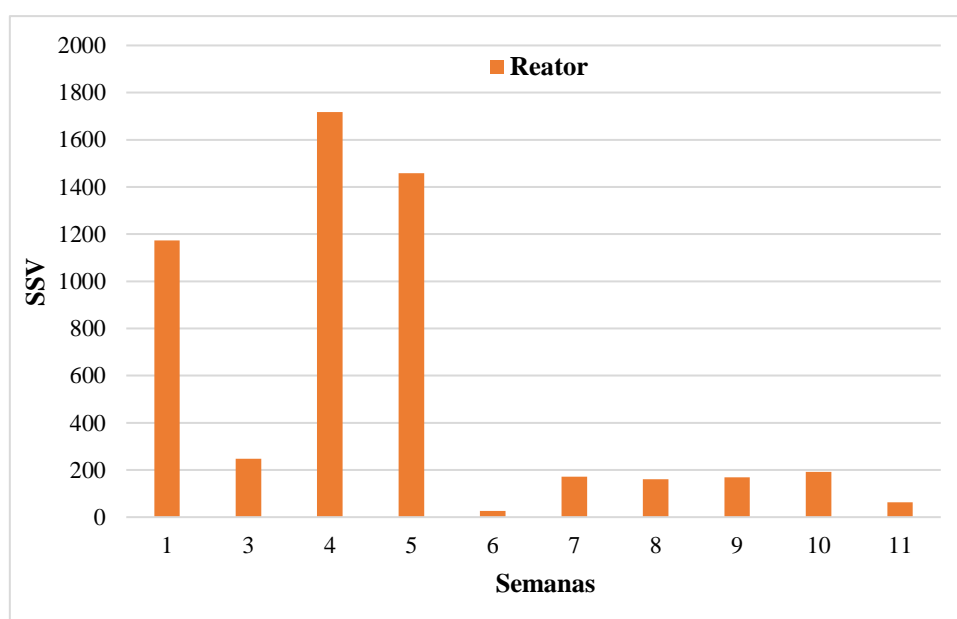


Figura 44 – SSV no Reator na ETAR de Sacóias.

Como se verifica na Figura 44, S1, S4 e S5 foram as semanas que apresentaram maior valor de SSV no Reator, sendo eles: 1173.5 mg.L⁻¹ (S1), 1718 mg.L⁻¹ (S4) e 1458 mg.L⁻¹ (S5). A partir da Semana 6 a concentração de SSV não passou de 200 mg.L⁻¹, sendo a Semana 6 a que apresentou menor concentração (26 mg.L⁻¹), um valor muito

reduzido, indicando que a concentração de microrganismos está muito baixa, tendo como provável efeito, um déficit na eficiência do sistema de tratamento.

A Tabela 38 apresenta a análise de variância de SSV do reator. Como o valor de P apresentado na Tabela 38 é menor do que 0,05, nota-se que grande parte das comparações entre as semanas apresentaram variância significativa, sendo que, S1 só não apresentou com S5 e as S3, S4 e S5 apresentaram variância significativa com as S6 e a S11. O teste de Tukey do SSV da Reator pode ser encontrado na Tabela B.36 do Anexo B.

8.5.6. Carência Bioquímica de Oxigênio - CBO₅

A Figura 45 apresenta os valores médios da Carência Bioquímica de Oxigênio (CBO₅) para as 11 semanas do estudo, antes e após tratamento, para a ETAR de Sacóias.

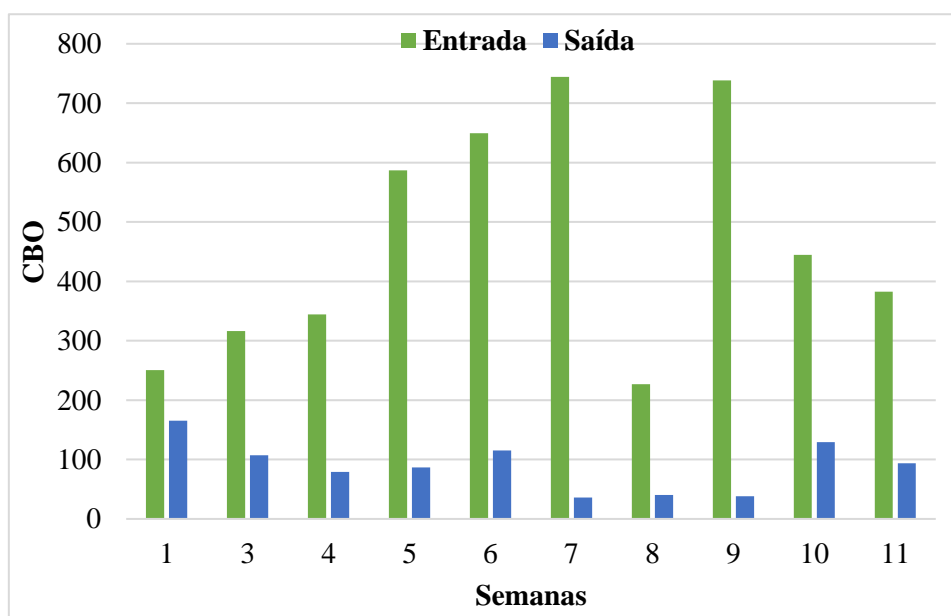


Figura 45 – CBO₅ no efluente de Entrada e Saída da ETAR de Sacóias.

Na Figura 45, podemos constatar que todas as semanas apresentaram valores de CBO₅ no ponto E maiores que no ponto S. Os valores mais expressivos de CBO₅ estão em S5, S6, S7 e S9, sendo estes maiores que 550 mg.L⁻¹ e, no caso de S7 e S9, superiores a 700 mg.L⁻¹. O maior valor registrado de entrada foi em S7 (744.5 mg.L⁻¹), assim como o menor valor de saída (36.1 mg.L⁻¹), pressupondo um sistema de tratamento eficiente. O mesmo ocorreu com a S9, apresentando E com 738.5 mg.L⁻¹ e S com 38 mg.L⁻¹. Apenas as semanas S7 e S9 apresentaram concentrações abaixo da concentração exigida pela

legislação aplicada, com eficiência de remoção de 95.15 % (S7) e 94.80 % (S9), ou seja, mesmo com grande eficiência do sistema nessas semanas, ainda não está a ser suficiente.

A Tabela A.36 apresenta a análise de variância do CBO₅ de entrada da ETAR. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05 e pela Tabela B.35 do Anexo B, onde está presente o teste de Tukey, observa-se que não apresentaram variância significativa na S1 com as S3, S8 e S11; a semana 3 e as S4, S8, S10 e S11; a semana 4 e as S8, S10 e S11; a semana 5 e as S6, S7, S9 e S10; a semana 6 e as S7 e S9 e a semana 11 com S8 e S10.

Para a corrente saída, os resultados da análise de variância da CBO, podem ser visualizados na Tabela A.37. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05, pela Tabela B.36 do Anexo B, onde está presente o teste de Tukey, observa-se que a S1 apresentou variância significativa com S4, S5, S7, S8 e S9, as semana 7 com S6 e S10 e a semana 10 com as S8 e S11.

8.5.7. Carência Química de Oxigênio - CQO

Na Figura 46 encontram-se registados os valores médios da Carência Química de Oxigênio na Entrada e Saída da instalação de tratamento e durante o período do estudo.

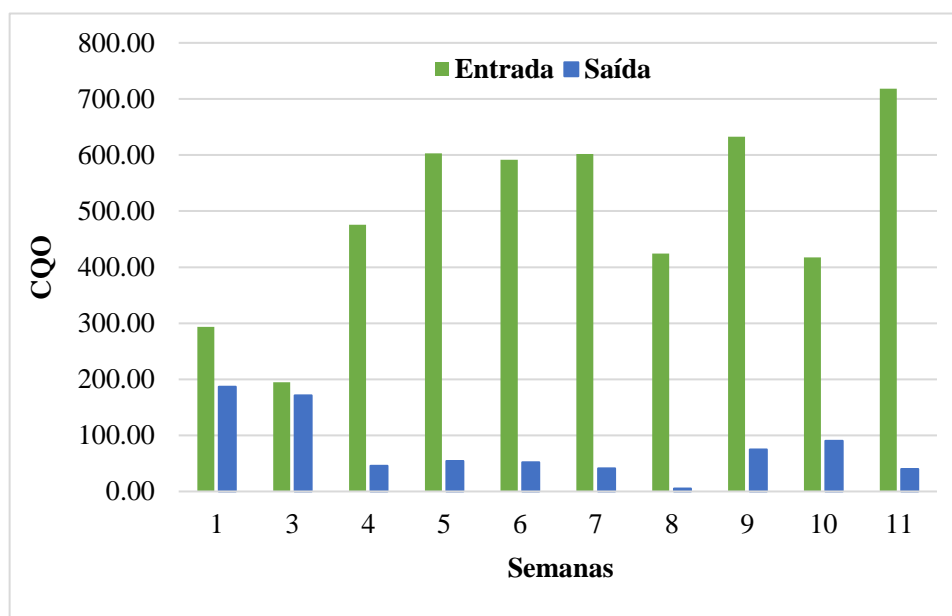


Figura 46 – CQO das amostras de Entrada e Saída na ETAR de Sacóias.

Como se pode observar na Figura 46, os valores obtidos na corrente de entrada mostraram-se sempre maiores que os obtidos na corrente de saída, com exceção nas três

primeiras semanas, que apresentaram valores de saída próximos as valores de entradas, todas as semanas apresentaram grande queda nas concentrações de CQO ao longo do tratamento. Em S1 e S3 nenhum dos valores chegou a 300 mg.L⁻¹, sendo que S3 não chegou a 200 mg.L⁻¹, já a partir da S4 até a S11, todas as concentrações de Entrada serão superiores a 400 mg.L⁻¹. Em relação à conformidade com os parâmetros exigidos pela legislação, de S4 a S11 os valores de S enquadram-se com o permitido pelo Decreto-Lei nº 236/98, assim como S2, fazendo assim, com que as S1 e S3 sejam as únicas que não conseguiram atingir os parâmetros pretendidos.

Em relação à razão CBO/CQO as semanas que se enquadraram dentro da faixa apresentada no item 8.1.7. são: S4 (0.72), S8 (0.54) e S11 (0.53). Nenhum valor se apresentou abaixo de 0.3.

A Tabela A.38 apresenta a análise de variância do CQO de Entrada. Como o valor de P apresentado na é maior que 0,05, deste modo conclui-se que as análises realizadas nas amostras recolhidas no ponto de E não apresentaram diferenças significativas, representando assim uma constância e equilíbrio do efluente de entrada.

A Tabela A.39 apresenta a análise de variância da CQO na saída da Estação de Tratamento. Como o valor de P apresentado é menor do que 0,05, pela Tabela B.37 do Anexo B, onde está presente o teste de Tukey, observa-se que as semanas que apresentaram variância significativa situam-se entre a S8 e S1, S3 e a semana 3 e a S11. Dito isto, percebe-se que, mesmo apresentando diferenças significativas, as mesmas foram em pequena quantidade, o que permite concluir que o sistema de tratamento está a caminhar para o equilíbrio.

9. CONCLUSÕES

A presente pesquisa foi realizada com o intuito de monitorar e acompanhar as ETARs de São Pedro de Sarracenos, Samil, Rebordãos, Rabal e Sacóias. Bem como, conhecer parte do funcionamento das mesmas. De modo geral, podemos avaliar que ao longo das semanas os parâmetros analisados apresentaram melhores resultados em épocas de temperaturas elevadas e em semanas em que houve presença da precipitação.

Porém, as cargas orgânicas de entrada apresentaram valores inconstantes, tal como os valores finais do efluente de saída, fato que pode ser confirmado através de resultados

estatísticos, que apresentaram elevadas variâncias significativas entre os dias de tratamento, sendo exceção somente os valores de Entrada de CQO da ETAR de Sacóias e os valores de CQO de Saída da ETAR de Rebordãos.

Desse modo, pode-se concluir que todas as ETARs apresentaram eficiências muito próximas em seus processos de tratamento, de modo que em comparação com os limites impostos pelo Decreto-Lei 236/98, todas as ETARs apresentaram um bom manejo de parâmetros como temperatura, pH e OD (oxigênio dissolvido), este último parâmetro tem com exceção da semana S1 para que apresentou valores de oxigenação no reator biológico abaixo do recomendado nas ETARs de São Pedro de Sarracenos e de Samil.

Contudo, através dos resultados de SSV (sólidos suspensos voláteis), conclui-se que nenhuma ETAR apresentou uma concentração de matéria orgânica dentro do recomendado pela, ao passo que o restante dos resultados se encontraram todos abaixo da concentração ideal.

Dessa forma, observa-se que as baixas concentrações de matéria orgânica no reator, afetou a eficiência do tratamento na remoção de CBO₅ e CQO. Visto que, para CBO₅, as ETARs de Samil e Sacóias apresentaram valores dentro do permitido apenas nas semanas S7 e S9 e as ETARs de Rebordãos e Rabal, ocorreu o mesmo em S7, S8 e S9, ao ponto que a ETAR de São Pedro de Sarracenos, apesar de apresentar valores muito próximos dos exigidos, não se enquadrou na legislação vigente em nenhuma semana.

Em relação ao CQO, a ETAR de Rebordãos e Rabal não cumprem a legislação apenas em S1 e S4, a ETAR de Samil não cumpre em S1 e S5, a ETAR de Sacóias apenas não apresenta valores condizentes com o requerido pelo Decreto-Lei 236/98 S1 e S3 e a ETAR de São Pedro de Sarracenos cumpre a legislação a partir do tratamento da semana 5. Assim, chega-se à conclusão que as amostras recolhidas para SST e SSV não são representativas, visto que apesar das baixas concentrações de matéria orgânica no reator, há a presença de uma eficiência de remoção de CBO₅ e CQO, este fato pode ser por conta das recolhas serem realizadas fora do período de arejamento do reator, onde havia a possibilidade do licor não apresentar homogeneidade.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APA – Agência Portuguesa do Ambiente. Guia para a Avaliação de Impacto Ambiental de Estações de Tratamento de Águas Residuais. Instituto Regulador de Águas e Resíduos, 2008.

Berco, V. Análise qualitativa de lamas de ETAR e competitividade económica dos processos de tratamento e escoamento: caso da ETAR da Guia. Lisboa: ISA, 2013.

Central Pollution Control Board. Índia, 189 págs, 2011.

Coelho, B. Estudo do tratamento de águas residuais urbanas. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. 125 págs., 2008.

Cotrim, D. L. Otimização das condições de arejamento do tratamento biológico da ETAR da Ericeira. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 78 págs., 2013.

Decreto-Lei nº 118/2006, de 21 de Junho, Diário da República nº 118 – I Série A. Ministério do Ambiente. Lisboa

Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de Agosto. Diário da República nº176/98 – I Série A. Ministério do Ambiente. Lisboa

De Moraes, F.M. Estudo de um Novo Processo de Tratamento de Águas residuais Urbanas visando a Minimização das Dificuldades Operacionais do Processo de Lamas Ativadas e sua Aplicabilidade em Países Carenciados de Energia e Tecnologia. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia do Porto, Porto. 95 págs., 2013.

Dezotti, M., 2008. Processos e Técnicas para o Controle Ambiental de Efluentes Líquidos. 1ª Edição, e-papers.

EEA (European Environmental Agency), (2001) – Environmental Signals environmental assessment report. N.º 8. Luxemburgo.

ETAR & ETARI. 2017. Disponível em: <<http://csgquiagua.webnode.pt/etar/tratamentos-de-aguas-residuais/tratamento-secundario/>> Acedido em 18 de Junho de 2017.

Francisco, Ana R. G. (2008). Estudo da eficiência da ETAR da zona industrial da AutoEuropa por análise biológica: <http://hdl.handle.net/10362/1439>, Acedido em 25 de janeiro de 2017.

Galvão, Ana Fonseca; Matos, José Manuel de Saldanha Gonçalves. Sustentabilidade de pequenos sistemas de tratamento de águas residuais. 7º Congresso da Água, APRH, Lisboa. 2004.

Hispalhidro – Tratamento de Água. 2017. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/fosasepticafosafiltrobiologico/home>> Acedido em 2 de Fevereiro de 2017.

Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (INSAAR). Principais Indicadores de 2008. Disponível em: <<http://insaar.apambiente.pt/index.php?id=32>> Acedido em 10 de Janeiro de 2016.

Louro, C.I.P. Avaliação de Desempenho e Monitorização das Estações de tratamento de Águas Residuais de Serzedo e do Sousa. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Braga. 2014.

Luizi, Rui Pedro Silvestre de Lima. Operação de Sistemas de Tratamento de Águas Residuais por Lamas Activadas com Arejamento Prolongado. 2012. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

Metcalf e Eddy, 2003. Wastewater Engineering- Treatment and Reuse. 4th Edition, McGraw-Hill. Montez, M.. Engenharia e Ciências do Ambiente. 2009.

Moreira, Flávio João Costa. Análise dos problemas associados ao destino final de lamas em ETARs e desenvolvimento de metodologias para otimização dos processos utilizados. Diss. Universidade do Porto, 2013.

Nascimento, C., Godinho, D., Coelho, F. 2011. ETARs compactas no tratamento de águas residuais de pequenos aglomerados. Projecto final de licenciatura de Engenharia Civil. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Nova Opersan (2016). As Vantagens de uma Estação de Tratamento Compacta. Disponível em: <http://info.opersan.com.br/as-vantagens-de-uma-esta%C3%A7%C3%A3o-de-tratamento-compacta?utm_campaign=Blog%20Opersan&utm_medium=social&utm_source=facebook> Acedido em 27 de janeiro de 2017.

Tubofuro - Produtos para Proteção Ambiental. Disponível em: <<http://tubofuro.pt/wp-content/uploads/2016/02/etar.pdf>> Acedido em 13 de Novembro de 2017.

Ruas, F. Relatório de Projecto: Disponível em: <http://bdigital.ipg.pt/dspace/bitstream/10314/261/1/Filipe%20Ruas_7581.pdf> Acedido em 12 de Fevereiro de 2017.

Salher, 2017. Disponível em: < <http://www.salher.com/pt/produtos/pretratamentos/178-sistemas-de-gradagem>> Acedido em 1 de fevereiro 2017.

Silva, F. 2012. Diagnóstico de funcionamento e otimização das ETARs do concelho da Póvoa de Varzim. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Soares, E., 2008. Biologia e Processos Biológicos. Apontamentos de apoio. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Somlyody, L; Varis, O. Freshwater under pressure. International Review for Environmental Strategies, v.6, n.2, p.181-204, 2006.

Urso, 2017. Disponível em: <<http://www.urso.es/etar.htm> > Acedido em 9 de Fevereiro de 2017.

ANEXO A

Tabela A.1 – Análise de variância para SST à Entrada de São Pedro de Sarracenos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	2769373	8	346171.6	1336.857	< 0.0001	3.229583
Dentro de grupos	2330.5	9	258.9444			
Total	2771704	17				

Tabela A.2 – Análise de variância para SST do Reator de São Pedro de Sarracenos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	5552639	8	694079.9	283.8	< 0.0001	3.2295
Dentro de grupos	22008.5	9	2445.4			
Total	5574648	17				

Tabela A.3 – Análise de variância para SST na Saída de São Pedro de Sarracenos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	5552639	8	694079.9	325.193	< 0.0001	3.229583
Dentro de grupos	22008.5	9	2445.389			
Total	5574648	17				

Tabela A.4 – Análise de variância para SSV do Reator de São Pedro de Sarracenos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	646831.1	8	80853.89	16.38616	0.0004	3.229583
Dentro de grupos	44408.5	9	4934.278			
Total	691239.6	17				

Tabela A.5 – Análise de variância para CBO₅ à Entrada de São Pedro de Sarracenos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	256289	8	32036.13	9.354827	0.0020	3.229583
Dentro de grupos	30821	9	3424.556			
Total	287110	17				

Tabela A.6 – Análise de variância para CBO₅ à Saída de São Pedro de Sarracenos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	30078.14	8	3759.768	36.6074	< 0.0001	3.2295
Dentro de grupos	924.345	9	102.705			
Total	31002.49	17				

Tabela A.7 – Análise de variância para CQO à Entrada de São Pedro de Sarracenos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	752510.9	8	94063.86	28.60975	0.0001	3.229583
Dentro de grupos	29590.42	9	3287.825			
Total	782101.3	17				

Tabela A.8 – Análise de variância para CQO à Saída de São Pedro de Sarracenos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	393798.8	8	49224.85	138.6224	< 0.0001	3.229583
Dentro de grupos	3195.902	9	355.1002			
Total	396994.7	17				

Tabela A.9 – Análise de variância para SST à Entrada de Samil.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	2473992	9	274888.1	399.0875	<0.0001	3.020383
Dentro de grupos	6887.915	10	688.7915			
Total	2480880	19				

Tabela A.10 – Análise de variância para SST no Reator de Samil.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	2387258.578	8	298407.322	3413.75	<0.0001	3.22958
Dentro de grupos	786.72	9	87.4133333			
Total	2388045.298	17				

Tabela A.11 – Análise de variância para SST à Saída de Samil.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	750112	9	83345.78	194.4152	<0.0001	3.020383
Dentro de grupos	4287	10	428.7			
Total	754399	19				

Tabela A.12 – Análise de variância para SSV do Reator de Samil.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	1388959	9	154328.8	906.4834	< 0.0001	3.020383
Dentro de grupos	1702.5	10	170.25			
Total	1390662	19				

Tabela A.13 – Análise de variância para CBOs à Entrada de Samil.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	274177.05	9	30464.12	3.744107	0.025762	3.020383
Dentro de grupos	81365.5	10	8136.55			
Total	355542.55	19				

Tabela A.14 – Análise de variância para CBOs à Saída de Samil.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	58975.56	9	6552.84	1.872892	0.171098	3.020383
Dentro de grupos	34987.81	10	3498.781			
Total	93963.38	19				

Tabela A.15 – Análise de variância para CBOs à Entrada de Samil.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	5072365	9	563596.1	6.373258	0.003892	3.020383
Dentro de grupos	884314.1	10	88431.41			
Total	5956679	19				

Tabela A.16 – Análise de variância para CBOs à Saída de Samil.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	180318.9	9	20035.44	7.975496	0.001607	3.020383
Dentro de grupos	25121.24	10	2512.124			
Total	205440.2	19				

Tabela A.17 – Análise de variância para SST à Entrada de Rebordãos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	3617996	9	401999.6	1010.938	< 0.0001	3.020383
Dentro de grupos	3976.5	10	397.65			
Total	3621973	19				

Tabela A.18 – Análise de variância para SST do Reator de Rebordãos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	1016868	9	112985.4	336.6542	< 0.0001	3.020383
Dentro de grupos	3356.125	10	335.6125			
Total	1020224	19				

Tabela A.19 – Análise de variância para SST à Saída de Rebordãos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	590854.45	9	65650.49	117.0971	< 0.0001	3.020383
Dentro de grupos	5606.5	10	560.65			
Total	596460.95	19				

Tabela A.20 – Análise de variância para CBOs à Entrada de Rebordãos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	756104.1	9	84011.56	39.93609256	< 0.0001	3.020383
Dentro de grupos	21036.5	10	2103.65			
Total	777140.6	19				

Tabela A.21 – Análise de variância para CBO₅ à Saída de Rebordãos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	40127.39	9	4458.599	214.4382	< 0.0001	3.020383
Dentro de grupos	207.92	10	20.792			
Total	40335.31	19				

Tabela A.22 – Análise de variância para CQO à Entrada de Rebordãos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	1582099	9	175788.8	6.03457	0.004793	3.020383
Dentro de grupos	291303	10	29130.3			
Total	1873402	19				

Tabela A.23 – Análise de variância para CQO à Saída de Rebordãos.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	392300.5	9	43588.95	1.355377	0.31999	3.020383
Dentro de grupos	321600.3	10	32160.03			
Total	713900.8	19				

Tabela A.24 – Análise de variância para SST à Entrada de Rabal.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	2333081.8	9	259231.3	541.0798	< 0.0001	3.020383
Dentro de grupos	4791	10	479.1			
Total	2337872.8	19				

Tabela A.25 – Análise de variância para SST no Reator de Rabal.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	366040.45	9	40671.16	135.1875	< 0.0001	3.020383
Dentro de grupos	3008.5	10	300.85			
Total	369048.95	19				

Tabela A.26 – Análise de variância para SST à Saída de Rabal.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	442272.8	9	49141.42	2164.82	< 0.0001	3.020383
Dentro de grupos	227	10	22.7			
Total	442499.8	19				

Tabela A.27 – Análise de variância para SSV no Reator de Rabal.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	169014	9	18779.33	16.48033	< 0.001	3.020383
Dentro de grupos	11395	10	1139.5			
Total	180409	19				

Tabela A.28 – Análise de variância para CBOs à Entrada de Rabal.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	723625.5	9	80402.83	32.40547	<0.0001	3.020383
Dentro de grupos	24811.5	10	2481.15			
Total	748437	19				

Tabela A.29 – Análise de variância para CBOs à Saída de Rabal.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	24831.75	9	2759.084	6.479718	0.003651	3.020383
Dentro de grupos	4258.03	10	425.803			
Total	29089.78	19				

Tabela A.30 – Análise de variância para CQO à Entrada de Rabal.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	1622340	9	180260	10.82921	0.00045	3.020383
Dentro de grupos	166457.1	10	16645.71			
Total	1788797	19				

Tabela A.31 – Análise de variância para CQO à Saída de Rabal.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	1238311	9	137590.1	23.6481	< 0.0001	3.020383
Dentro de grupos	58182.31	10	5818.231			
Total	1296493	19				

Tabela A.32 – Análise de variância para SST à Entrada de Sacóias.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	5291946.2	9	587994	4.643377	0.012471	3.020383
Dentro de grupos	1266307	10	126630.7			
Total	6558253.2	19				

Tabela A.33 – Análise de variância para SST do Reator de Sacóias.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	8214717.8	9	912746.4	154.8314	1.54E-09	3.020383
Dentro de grupos	58951	10	5895.1			
Total	8273668.8	19				

Tabela A.34 – Análise de variância para SST à Saída de Sacóias.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	319944.2	9	35549.36	397.1995	< 0.0001	3.020383
Dentro de grupos	895	10	89.5			
Total	320839.2	19				

Tabela A.35 – Análise de variância para SSV do Reator de Sacóias.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	7867119	9	874124.3	63.92905	< 0.0001	3.020383
Dentro de grupos	136733.5	10	13673.35			
Total	8003853	19				

Tabela A.36 – Análise de variância para CBO₅ à Entrada de Sacóias.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	696355	9	77372.78	28.10285	< 0.0001	3.020383
Dentro de grupos	27532	10	2753.2			
Total	723887	19				

Tabela A.37 – Análise de variância para CBO₅ à Saída de Sacóias.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	32629.89	9	3625.543	8.85657	0.001047	3.020383
Dentro de grupos	4093.62	10	409.362			
Total	36723.51	19				

Tabela A.38 – Análise de variância para CQO à Entrada de Sacóias.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	1385141	9	153904.6	2.113287	0.129682	3.020383
Dentro de grupos	728271.3	10	72827.13			
Total	2113413	19				

Tabela A.39 – Análise de variância para CQO à Saída de Sacóias.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Entre grupos	71947.68	9	7994.187	5.336542	0.007577	3.020383
Dentro de grupos	14980.09	10	1498.009			
Total	86927.77	19				

ANEXO B

Tabela B.1 - Teste de Tukey para SST de Entrada na ETAR de São Pedro de Sarracenos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 4) =	413.5	36.3402	< 0.01
Médias (1 a 5) =	314.5	27.6396	< 0.01
Médias (1 a 6) =	700.5	61.563	< 0.01
Médias (1 a 7) =	283.5	24.9152	< 0.01
Médias (1 a 8) =	527.5	46.359	< 0.01
Médias (1 a 9) =	118	10.3704	< 0.01
Médias (1 a 10) =	294	25.838	< 0.01
Médias (1 a 11) =	416	36.5599	< 0.01
Médias (4 a 5) =	99	8.7006	< 0.01
Médias (4 a 6) =	1114	97.9032	< 0.01
Médias (4 a 7) =	697	61.2554	< 0.01
Médias (4 a 8) =	114	10.0188	< 0.01
Médias (4 a 9) =	295.5	25.9698	< 0.01
Médias (4 a 10) =	119.5	10.5022	< 0.01
Médias (4 a 11) =	829.5	72.9001	< 0.01
Médias (5 a 6) =	1015	89.2026	< 0.01
Médias (5 a 7) =	598	52.5549	< 0.01
Médias (5 a 8) =	213	18.7194	< 0.01
Médias (5 a 9) =	196.5	17.2693	< 0.01
Médias (5 a 10) =	20.5	1.8016	ns
Médias (5 a 11) =	730.5	64.1995	< 0.01
Médias (6 a 7) =	417	36.6478	< 0.01
Médias (6 a 8) =	1228	107.922	< 0.01
Médias (6 a 9) =	818.5	71.9334	< 0.01
Médias (6 a 10) =	994.5	87.401	< 0.01
Médias (6 a 11) =	284.5	25.0031	< 0.01
Médias (7 a 8) =	811	71.2742	< 0.01
Médias (7 a 9) =	401.5	35.2856	< 0.01
Médias (7 a 10) =	577.5	50.7532	< 0.01
Médias (7 a 11) =	132.5	11.6447	< 0.01
Médias (8 a 9) =	409.5	35.9887	< 0.01
Médias (8 a 10) =	233.5	20.521	< 0.01
Médias (8 a 11) =	943.5	82.9189	< 0.01
Médias (9 a 10) =	176	15.4677	< 0.01
Médias (9 a 11) =	534	46.9303	< 0.01
Médias (10 a 11) =	710	62.3979	< 0.01

Tabela B.2 – Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de São Pedro de Sarracenos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 4) =	693	19.8187	< 0.01
Médias (1 a 5) =	588	16.8158	< 0.01
Médias (1 a 6) =	1006	28.7699	< 0.01
Médias (1 a 7) =	756	21.6204	< 0.01
Médias (1 a 8) =	528.5	15.1142	< 0.01
Médias (1 a 9) =	514.5	14.7139	< 0.01
Médias (1 a 10) =	552.5	15.8006	< 0.01
Médias (1 a 11) =	895.5	25.6098	< 0.01
Médias (4 a 5) =	105	3.0028	ns
Médias (4 a 6) =	313	8.9513	< 0.01
Médias (4 a 7) =	63	1.8017	ns
Médias (4 a 8) =	164.5	4.7044	ns
Médias (4 a 9) =	1207.5	34.5325	< 0.01
Médias (4 a 10) =	1245.5	35.6192	< 0.01
Médias (4 a 11) =	202.5	5.7912	< 0.05
Médias (5 a 6) =	418	11.9541	< 0.01
Médias (5 a 7) =	168	4.8045	ns
Médias (5 a 8) =	59.5	1.7016	ns
Médias (5 a 9) =	1102.5	31.5297	< 0.01
Médias (5 a 10) =	1140.5	32.6164	< 0.01
Médias (5 a 11) =	307.5	8.794	< 0.01
Médias (6 a 7) =	250	7.1496	< 0.05
Médias (6 a 8) =	477.5	13.6557	< 0.01
Médias (6 a 9) =	1520.5	43.4838	< 0.01
Médias (6 a 10) =	1558.5	44.5705	< 0.01
Médias (6 a 11) =	110.5	3.1601	ns
Médias (7 a 8) =	227.5	6.5061	< 0.05
Médias (7 a 9) =	1270.5	36.3342	< 0.01
Médias (7 a 10) =	1308.5	37.4209	< 0.01
Médias (7 a 11) =	139.5	3.9895	ns
Médias (8 a 9) =	1043	29.8281	< 0.01
Médias (8 a 10) =	1081	30.9148	< 0.01
Médias (8 a 11) =	367	10.4956	< 0.01
Médias (9 a 10) =	38	1.0867	ns
Médias (9 a 11) =	1410	40.3237	< 0.01
Médias (10 a 11) =	1448	41.4104	< 0.01

Tabela B.3 – Teste de Tukey para SST de Saída na ETAR de São Pedro de Sarracenos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 4) =	110.333	12.7486	< 0.01
Médias (1 a 5) =	257.5	29.7531	< 0.01
Médias (1 a 6) =	372.5	43.0409	< 0.01
Médias (1 a 7) =	431.5	49.8582	< 0.01
Médias (1 a 8) =	414	47.8361	< 0.01
Médias (1 a 9) =	431.5	49.8582	< 0.01
Médias (1 a 10) =	420	48.5294	< 0.01
Médias (1 a 11) =	309	35.7038	< 0.01
Médias (4 a 5) =	147.167	17.0045	< 0.01
Médias (4 a 6) =	262.167	30.2924	< 0.01
Médias (4 a 7) =	321.167	37.1096	< 0.01
Médias (4 a 8) =	303.667	35.0875	< 0.01
Médias (4 a 9) =	321.167	37.1096	< 0.01
Médias (4 a 10) =	309.667	35.7808	< 0.01
Médias (4 a 11) =	198.667	22.9552	< 0.01
Médias (5 a 6) =	115	13.2878	< 0.01
Médias (5 a 7) =	174	20.105	< 0.01
Médias (5 a 8) =	156.5	18.083	< 0.01
Médias (5 a 9) =	174	20.105	< 0.01
Médias (5 a 10) =	162.5	18.7763	< 0.01
Médias (5 a 11) =	51.5	5.9506	< 0.05
Médias (6 a 7) =	59	6.8172	< 0.05
Médias (6 a 8) =	41.5	4.7952	ns
Médias (6 a 9) =	59	6.8172	< 0.05
Médias (6 a 10) =	47.5	5.4884	ns
Médias (6 a 11) =	63.5	7.3372	< 0.01
Médias (7 a 8) =	17.5	2.0221	ns
Médias (7 a 9) =	0	0	ns
Médias (7 a 10) =	11.5	1.3288	ns
Médias (7 a 11) =	122.5	14.1544	< 0.01
Médias (8 a 9) =	17.5	2.0221	ns
Médias (8 a 10) =	6	0.6933	ns
Médias (8 a 11) =	105	12.1323	< 0.01
Médias (9 a 10) =	11.5	1.3288	ns
Médias (9 a 11) =	122.5	14.1544	< 0.01
Médias (10 a 11) =	111	12.8256	< 0.01

Tabela B.4 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de São Pedro de Sarracenos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 4) =	414	8.335	< 0.01
Médias (1 a 5) =	392	7.892	< 0.01
Médias (1 a 6) =	660	13.2876	< 0.01
Médias (1 a 7) =	506	10.1872	< 0.01
Médias (1 a 8) =	489.5	9.855	< 0.01
Médias (1 a 9) =	434.5	8.7477	< 0.01
Médias (1 a 10) =	286.5	5.768	< 0.05
Médias (1 a 11) =	662.5	13.3379	< 0.01
Médias (4 a 5) =	22	0.4429	ns
Médias (4 a 6) =	246	4.9527	ns
Médias (4 a 7) =	92	1.8522	ns
Médias (4 a 8) =	75.5	1.52	ns
Médias (4 a 9) =	20.5	0.4127	ns
Médias (4 a 10) =	127.5	2.5669	ns
Médias (4 a 11) =	248.5	5.003	ns
Médias (5 a 6) =	268	5.3956	ns
Médias (5 a 7) =	114	2.2951	ns
Médias (5 a 8) =	97.5	1.9629	ns
Médias (5 a 9) =	42.5	0.8556	ns
Médias (5 a 10) =	105.5	2.124	ns
Médias (5 a 11) =	270.5	5.4459	ns
Médias (6 a 7) =	154	3.1004	ns
Médias (6 a 8) =	170.5	3.4326	ns
Médias (6 a 9) =	225.5	4.5399	ns
Médias (6 a 10) =	373.5	7.5196	< 0.01
Médias (6 a 11) =	2.5	0.0503	ns
Médias (7 a 8) =	16.5	0.3322	ns
Médias (7 a 9) =	71.5	1.4395	ns
Médias (7 a 10) =	219.5	4.4191	ns
Médias (7 a 11) =	156.5	3.1508	ns
Médias (8 a 9) =	55	1.1073	ns
Médias (8 a 10) =	203	4.0869	ns
Médias (8 a 11) =	173	3.483	ns
Médias (9 a 10) =	148	2.9796	ns
Médias (9 a 11) =	228	4.5903	ns
Médias (10 a 11) =	376	7.5699	< 0.01

Tabela B.5 – Teste de Tukey para CBOs de Entrada na ETAR de São Pedro de Sarracenos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 4) =	324.5	7.842	< 0.01
Médias (1 a 5) =	249	6.0174	< 0.05
Médias (1 a 6) =	288.5	6.972	< 0.05
Médias (1 a 7) =	348.5	8.422	< 0.01
Médias (1 a 8) =	65.5	1.5829	ns
Médias (1 a 9) =	343.5	8.3012	< 0.01
Médias (1 a 10) =	324.5	7.842	< 0.01
Médias (1 a 11) =	210	5.075	ns
Médias (4 a 5) =	75.5	1.8246	ns
Médias (4 a 6) =	36	0.87	ns
Médias (4 a 7) =	24	0.58	ns
Médias (4 a 8) =	259	6.2591	< 0.05
Médias (4 a 9) =	19	0.4592	ns
Médias (4 a 10) =	0	0	ns
Médias (4 a 11) =	114.5	2.7671	ns
Médias (5 a 6) =	39.5	0.9546	ns
Médias (5 a 7) =	99.5	2.4046	ns
Médias (5 a 8) =	183.5	4.4345	ns
Médias (5 a 9) =	94.5	2.2837	ns
Médias (5 a 10) =	75.5	1.8246	ns
Médias (5 a 11) =	39	0.9425	ns
Médias (6 a 7) =	60	1.45	ns
Médias (6 a 8) =	223	5.3891	ns
Médias (6 a 9) =	55	1.3292	ns
Médias (6 a 10) =	36	0.87	ns
Médias (6 a 11) =	78.5	1.8971	ns
Médias (7 a 8) =	283	6.8391	< 0.05
Médias (7 a 9) =	5	0.1208	ns
Médias (7 a 10) =	24	0.58	ns
Médias (7 a 11) =	138.5	3.3471	ns
Médias (8 a 9) =	278	6.7183	< 0.05
Médias (8 a 10) =	259	6.2591	< 0.05
Médias (8 a 11) =	144.5	3.4921	ns
Médias (9 a 10) =	19	0.4592	ns
Médias (9 a 11) =	133.5	3.2262	ns
Médias (10 a 11) =	114.5	2.7671	ns

Tabela B.6 – Teste de Tukey para CBO₅ de Saída na ETAR de São Pedro de Sarracenos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 4) =	50.5	7.0471	< 0.05
Médias (1 a 5) =	39.5	5.5121	ns
Médias (1 a 6) =	50.5	7.0471	< 0.05
Médias (1 a 7) =	112.3	15.6711	< 0.01
Médias (1 a 8) =	136.6	19.0621	< 0.01
Médias (1 a 9) =	112.4	15.685	< 0.01
Médias (1 a 10) =	50.5	7.0471	< 0.05
Médias (1 a 11) =	76.75	10.7102	< 0.01
Médias (4 a 5) =	11	1.535	ns
Médias (4 a 6) =	0	0	ns
Médias (4 a 7) =	61.8	8.624	< 0.01
Médias (4 a 8) =	86.1	12.015	< 0.01
Médias (4 a 9) =	61.9	8.6379	< 0.01
Médias (4 a 10) =	0	0	ns
Médias (4 a 11) =	26.25	3.6631	ns
Médias (5 a 6) =	11	1.535	ns
Médias (5 a 7) =	72.8	10.159	< 0.01
Médias (5 a 8) =	97.1	13.55	< 0.01
Médias (5 a 9) =	72.9	10.1729	< 0.01
Médias (5 a 10) =	11	1.535	ns
Médias (5 a 11) =	37.25	5.1981	ns
Médias (6 a 7) =	61.8	8.624	< 0.01
Médias (6 a 8) =	86.1	12.015	< 0.01
Médias (6 a 9) =	61.9	8.6379	< 0.01
Médias (6 a 10) =	0	0	ns
Médias (6 a 11) =	26.25	3.6631	ns
Médias (7 a 8) =	24.3	3.391	ns
Médias (7 a 9) =	0.1	0.014	ns
Médias (7 a 10) =	61.8	8.624	< 0.01
Médias (7 a 11) =	35.55	4.9609	ns
Médias (8 a 9) =	24.2	3.377	ns
Médias (8 a 10) =	86.1	12.015	< 0.01
Médias (8 a 11) =	59.85	8.3519	< 0.01
Médias (9 a 10) =	61.9	8.6379	< 0.01
Médias (9 a 11) =	35.65	4.9748	ns
Médias (10 a 11) =	26.25	3.6631	ns

Tabela B.7 – Teste de Tukey para CQO de Entrada na ETAR de São Pedro de Sarracenos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 4) =	363.3778	8.9623	< 0.01
Médias (1 a 5) =	283.033	6.9807	< 0.05
Médias (1 a 6) =	273.0729	6.735	< 0.05
Médias (1 a 7) =	254.4807	6.2765	< 0.05
Médias (1 a 8) =	44.3225	1.0932	ns
Médias (1 a 9) =	255.6427	6.3051	< 0.05
Médias (1 a 10) =	239.8725	5.9162	< 0.05
Médias (1 a 11) =	32.8683	0.8107	ns
Médias (4 a 5) =	646.4108	15.943	< 0.01
Médias (4 a 6) =	636.4507	15.6973	< 0.01
Médias (4 a 7) =	617.8585	15.2388	< 0.01
Médias (4 a 8) =	407.7003	10.0555	< 0.01
Médias (4 a 9) =	619.0205	15.2674	< 0.01
Médias (4 a 10) =	603.2504	14.8785	< 0.01
Médias (4 a 11) =	330.5095	8.1516	< 0.01
Médias (5 a 6) =	9.9601	0.2457	ns
Médias (5 a 7) =	28.5523	0.7042	ns
Médias (5 a 8) =	238.7105	5.8875	< 0.05
Médias (5 a 9) =	27.3903	0.6755	ns
Médias (5 a 10) =	43.1605	1.0645	ns
Médias (5 a 11) =	315.9013	7.7913	< 0.01
Médias (6 a 7) =	18.5922	0.4586	ns
Médias (6 a 8) =	228.7504	5.6419	< 0.05
Médias (6 a 9) =	17.4302	0.4299	ns
Médias (6 a 10) =	33.2004	0.8188	ns
Médias (6 a 11) =	305.9412	7.5457	< 0.01
Médias (7 a 8) =	210.1582	5.1833	ns
Médias (7 a 9) =	1.162	0.0287	ns
Médias (7 a 10) =	14.6082	0.3603	ns
Médias (7 a 11) =	287.349	7.0871	< 0.05
Médias (8 a 9) =	211.3202	5.212	ns
Médias (8 a 10) =	195.5501	4.823	ns
Médias (8 a 11) =	77.1908	1.9038	ns
Médias (9 a 10) =	15.7702	0.389	ns
Médias (9 a 11) =	288.5111	7.1158	< 0.05
Médias (10 a 11) =	272.7409	6.7268	< 0.05

Tabela B.8 – Teste de Tukey para CQO de Saída na ETAR de São Pedro de Sarracenos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 4) =	88.4789	6.6402	< 0.05
Médias (1 a 5) =	359.2278	26.9594	< 0.01
Médias (1 a 6) =	390.2701	29.289	< 0.01
Médias (1 a 7) =	388.2781	29.1395	< 0.01
Médias (1 a 8) =	436.2526	32.7399	< 0.01
Médias (1 a 9) =	364.5399	27.358	< 0.01
Médias (1 a 10) =	378.65	28.417	< 0.01
Médias (1 a 11) =	425.2965	31.9177	< 0.01
Médias (4 a 5) =	270.7489	20.3192	< 0.01
Médias (4 a 6) =	301.7912	22.6488	< 0.01
Médias (4 a 7) =	299.7992	22.4993	< 0.01
Médias (4 a 8) =	347.7737	26.0997	< 0.01
Médias (4 a 9) =	276.0609	20.7178	< 0.01
Médias (4 a 10) =	290.1711	21.7768	< 0.01
Médias (4 a 11) =	336.8176	25.2775	< 0.01
Médias (5 a 6) =	31.0423	2.3297	ns
Médias (5 a 7) =	29.0503	2.1802	ns
Médias (5 a 8) =	77.0248	5.7806	< 0.05
Médias (5 a 9) =	5.3121	0.3987	ns
Médias (5 a 10) =	19.4222	1.4576	ns
Médias (5 a 11) =	66.0687	4.9583	ns
Médias (6 a 7) =	1.992	0.1495	ns
Médias (6 a 8) =	45.9825	3.4509	ns
Médias (6 a 9) =	25.7303	1.931	ns
Médias (6 a 10) =	11.6201	0.8721	ns
Médias (6 a 11) =	35.0264	2.6287	ns
Médias (7 a 8) =	47.9745	3.6004	ns
Médias (7 a 9) =	23.7383	1.7815	ns
Médias (7 a 10) =	9.6281	0.7226	ns
Médias (7 a 11) =	37.0184	2.7782	ns
Médias (8 a 9) =	71.7128	5.3819	ns
Médias (8 a 10) =	57.6026	4.323	ns
Médias (8 a 11) =	10.9561	0.8222	ns
Médias (9 a 10) =	14.1101	1.0589	ns
Médias (9 a 11) =	60.7566	4.5597	ns
Médias (10 a 11) =	46.6465	3.5007	ns

Tabela B.9 – Teste de Tukey para SST de Entrada na ETAR de Samil.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	406	10.0804	< 0.01
Médias (1 a 4) =	539	13.3826	< 0.01
Médias (1 a 5) =	526.95	13.0834	< 0.01
Médias (1 a 6) =	522.95	12.9841	< 0.01
Médias (1 a 7) =	464.5	11.5328	< 0.01
Médias (1 a 8) =	73.45	1.8237	ns
Médias (1 a 9) =	70.5	1.7504	ns
Médias (1 a 10) =	60.5	1.5021	ns
Médias (1 a 11) =	44	1.0925	ns
Médias (3 a 4) =	133	3.3022	ns
Médias (3 a 5) =	932.95	23.1638	< 0.01
Médias (3 a 6) =	928.95	23.0644	< 0.01
Médias (3 a 7) =	58.5	1.4525	ns
Médias (3 a 8) =	479.45	11.904	< 0.01
Médias (3 a 9) =	476.5	11.8308	< 0.01
Médias (3 a 10) =	466.5	11.5825	< 0.01
Médias (3 a 11) =	450	11.1728	< 0.01
Médias (4 a 5) =	1065.95	26.466	< 0.01
Médias (4 a 6) =	1061.95	26.3666	< 0.01
Médias (4 a 7) =	74.5	1.8497	ns
Médias (4 a 8) =	612.45	15.2062	< 0.01
Médias (4 a 9) =	609.5	15.133	< 0.01
Médias (4 a 10) =	599.5	14.8847	< 0.01
Médias (4 a 11) =	583	14.475	< 0.01
Médias (5 a 6) =	4	0.0993	ns
Médias (5 a 7) =	991.45	24.6162	< 0.01
Médias (5 a 8) =	453.5	11.2597	< 0.01
Médias (5 a 9) =	456.45	11.333	< 0.01
Médias (5 a 10) =	466.45	11.5813	< 0.01
Médias (5 a 11) =	482.95	11.9909	< 0.01
Médias (6 a 7) =	987.45	24.5169	< 0.01
Médias (6 a 8) =	449.5	11.1604	< 0.01
Médias (6 a 9) =	452.45	11.2337	< 0.01
Médias (6 a 10) =	462.45	11.4819	< 0.01
Médias (6 a 11) =	478.95	11.8916	< 0.01
Médias (7 a 8) =	537.95	13.3565	< 0.01
Médias (7 a 9) =	535	13.2833	< 0.01

Tabela B.9 – Teste de Tukey para SST à Saída na ETAR de Samil (continuação).

Médias (7 a 10) =	525	13.035	< 0.01
Médias (7 a 11) =	508.5	12.6253	< 0.01
Médias (8 a 9) =	2.95	0.0732	ns
Médias (8 a 10) =	12.95	0.3215	ns
Médias (8 a 11) =	29.45	0.7312	ns
Médias (9 a 10) =	10	0.2483	ns
Médias (9 a 11) =	26.5	0.658	ns
Médias (10 a 11) =	16.5	0.4097	ns

Tabela B.10 – Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de Samil.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	541.5	26.3333	< 0.01
Médias (1 a 4) =	458.45	22.2945	< 0.01
Médias (1 a 5) =	1222.95	59.4723	< 0.01
Médias (1 a 6) =	1232.95	59.9586	< 0.01
Médias (1 a 7) =	749	36.424	< 0.01
Médias (1 a 8) =	512.95	24.9449	< 0.01
Médias (1 a 9) =	560.5	27.2572	< 0.01
Médias (1 a 10) =	626	30.4425	< 0.01
Médias (1 a 11) =	861.5	41.8949	< 0.01
Médias (3 a 4) =	83.05	4.0387	ns
Médias (3 a 5) =	681.45	33.1391	< 0.01
Médias (3 a 6) =	691.45	33.6254	< 0.01
Médias (3 a 7) =	207.5	10.0908	< 0.01
Médias (3 a 8) =	28.55	1.3884	ns
Médias (3 a 9) =	19	0.924	ns
Médias (3 a 10) =	84.5	4.1093	ns
Médias (3 a 11) =	320	15.5617	< 0.01
Médias (4 a 5) =	764.5	37.1778	< 0.01
Médias (4 a 6) =	774.5	37.6641	< 0.01
Médias (4 a 8) =	54.5	2.6503	ns
Médias (4 a 9) =	102.05	4.9627	ns
Médias (4 a 10) =	167.55	8.148	< 0.01
Médias (4 a 11) =	403.05	19.6004	< 0.01
Médias (5 a 6) =	10	0.4863	ns
Médias (5 a 7) =	473.95	23.0483	< 0.01
Médias (5 a 8) =	710	34.5275	< 0.01
Médias (5 a 9) =	662.45	32.2151	< 0.01
Médias (5 a 10) =	596.95	29.0298	< 0.01

Tabela B.10 – Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de Samil (continuação).

Médias (5 a 11) =	361.45	17.5774	< 0.01
Médias (6 a 7) =	483.95	23.5346	< 0.01
Médias (6 a 8) =	720	35.0138	< 0.01
Médias (6 a 9) =	672.45	32.7014	< 0.01
Médias (6 a 10) =	606.95	29.5161	< 0.01
Médias (6 a 11) =	371.45	18.0637	< 0.01
Médias (7 a 8) =	236.05	11.4792	< 0.01
Médias (7 a 9) =	188.5	9.1668	< 0.01
Médias (7 a 10) =	123	5.9815	< 0.05
Médias (7 a 11) =	112.5	5.4709	ns
Médias (8 a 9) =	47.55	2.3124	ns
Médias (8 a 10) =	113.05	5.4976	ns
Médias (8 a 11) =	348.55	16.9501	< 0.01
Médias (9 a 10) =	65.5	3.1853	ns
Médias (9 a 11) =	301	14.6377	< 0.01
Médias (10 a 11) =	235.5	11.4524	< 0.01

Tabela B.11 – Teste de Tukey para SST do Saída na ETAR de Samil.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	60	4.2892	ns
Médias (1 a 4) =	321	22.9472	< 0.01
Médias (1 a 5) =	531	37.9594	< 0.01
Médias (1 a 6) =	513	36.6726	< 0.01
Médias (1 a 7) =	508	36.3152	< 0.01
Médias (1 a 8) =	525	37.5305	< 0.01
Médias (1 a 9) =	493.5	35.2786	< 0.01
Médias (1 a 10) =	519.5	37.1373	< 0.01
Médias (1 a 11) =	514	36.7441	< 0.01
Médias (3 a 4) =	261	18.658	< 0.01
Médias (3 a 5) =	471	33.6702	< 0.01
Médias (3 a 6) =	453	32.3834	< 0.01
Médias (3 a 7) =	448	32.026	< 0.01
Médias (3 a 8) =	465	33.2413	< 0.01
Médias (3 a 9) =	433.5	30.9894	< 0.01
Médias (3 a 10) =	459.5	32.8481	< 0.01
Médias (3 a 11) =	454	32.4549	< 0.01
Médias (4 a 5) =	210	15.0122	< 0.01

Tabela B.11 – Teste de Tukey para SST do Saída na ETAR de Samil (continuação).

Médias (4 a 6) =	192	13.7254	< 0.01
Médias (4 a 7) =	187	13.368	< 0.01
Médias (4 a 8) =	204	14.5833	< 0.01
Médias (4 a 9) =	172.5	12.3314	< 0.01
Médias (4 a 10) =	198.5	14.1901	< 0.01
Médias (4 a 11) =	193	13.7969	< 0.01
Médias (5 a 6) =	18	1.2868	ns
Médias (5 a 7) =	23	1.6442	ns
Médias (5 a 8) =	6	0.4289	ns
Médias (5 a 9) =	37.5	2.6807	ns
Médias (5 a 10) =	11.5	0.8221	ns
Médias (5 a 11) =	17	1.2153	ns
Médias (6 a 7) =	5	0.3574	ns
Médias (6 a 8) =	12	0.8578	ns
Médias (6 a 9) =	19.5	1.394	ns
Médias (6 a 10) =	6.5	0.4647	ns
Médias (6 a 11) =	1	0.0715	ns
Médias (7 a 8) =	17	1.2153	ns
Médias (7 a 9) =	14.5	1.0366	ns
Médias (7 a 10) =	11.5	0.8221	ns
Médias (7 a 11) =	6	0.4289	ns
Médias (8 a 9) =	31.5	2.2518	ns
Médias (8 a 10) =	5.5	0.3932	ns
Médias (8 a 11) =	11	0.7864	ns
Médias (9 a 10) =	26	1.8587	ns
Médias (9 a 11) =	20.5	1.4655	ns
Médias (10 a 11) =	5.5	0.3932	ns

Tabela B.12 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de Samil.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	501.5	15.7824	< 0.01
Médias (1 a 4) =	393.5	12.3836	< 0.01
Médias (1 a 5) =	937.5	29.5035	< 0.01
Médias (1 a 6) =	953.5	30.0071	< 0.01
Médias (1 a 7) =	395.5	12.4466	< 0.01
Médias (1 a 8) =	514	16.1758	< 0.01
Médias (1 a 9) =	640	20.1411	< 0.01

Tabela B.12 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de Samil (continuação).

Médias (1 a 10) =	565.5	17.7965	< 0.01
Médias (1 a 11) =	658.5	20.7233	< 0.01
Médias (3 a 4) =	108	3.3988	ns
Médias (3 a 5) =	436	13.7211	< 0.01
Médias (3 a 6) =	452	14.2246	< 0.01
Médias (3 a 7) =	106	3.3359	ns
Médias (3 a 8) =	12.5	0.3934	ns
Médias (3 a 9) =	138.5	4.3587	ns
Médias (3 a 10) =	64	2.0141	ns
Médias (3 a 11) =	157	4.9409	ns
Médias (4 a 5) =	544	17.1199	< 0.01
Médias (4 a 6) =	560	17.6234	< 0.01
Médias (4 a 7) =	2	0.0629	ns
Médias (4 a 8) =	120.5	3.7922	ns
Médias (4 a 9) =	246.5	7.7575	< 0.01
Médias (4 a 10) =	172	5.4129	ns
Médias (4 a 11) =	265	8.3397	< 0.01
Médias (5 a 6) =	16	0.5035	ns
Médias (5 a 7) =	542	17.057	< 0.01
Médias (5 a 8) =	423.5	13.3277	< 0.01
Médias (5 a 9) =	297.5	9.3625	< 0.01
Médias (5 a 10) =	372	11.707	< 0.01
Médias (5 a 11) =	279	8.7803	< 0.01
Médias (6 a 7) =	558	17.5605	< 0.01
Médias (6 a 8) =	439.5	13.8313	< 0.01
Médias (6 a 9) =	313.5	9.866	< 0.01
Médias (6 a 10) =	388	12.2105	< 0.01
Médias (6 a 11) =	295	9.2838	< 0.01
Médias (7 a 8) =	118.5	3.7292	ns
Médias (7 a 9) =	244.5	7.6945	< 0.01
Médias (7 a 10) =	170	5.35	ns
Médias (7 a 11) =	263	8.2767	< 0.01
Médias (8 a 9) =	126	3.9653	ns
Médias (8 a 10) =	51.5	1.6207	ns
Médias (8 a 11) =	144.5	4.5475	ns
Médias (9 a 10) =	74.5	2.3445	ns
Médias (9 a 11) =	18.5	0.5822	ns
Médias (10 a 11) =	93	2.9268	ns

Tabela B.13 – Teste de Tukey para CBO5 de Entrada na ETAR de Samil.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	204.5	3.362	ns
Médias (1 a 4) =	61	1.0028	ns
Médias (1 a 5) =	163.5	2.688	ns
Médias (1 a 6) =	161	2.6469	ns
Médias (1 a 7) =	121	1.9893	ns
Médias (1 a 8) =	285	4.6854	ns
Médias (1 a 9) =	125.5	2.0632	ns
Médias (1 a 10) =	61	1.0028	ns
Médias (1 a 11) =	50	0.822	ns
Médias (3 a 4) =	265.5	4.3649	ns
Médias (3 a 5) =	41	0.674	ns
Médias (3 a 6) =	43.5	0.7151	ns
Médias (3 a 7) =	83.5	1.3728	ns
Médias (3 a 8) =	80.5	1.3234	ns
Médias (3 a 9) =	79	1.2988	ns
Médias (3 a 10) =	265.5	4.3649	ns
Médias (3 a 11) =	254.5	4.184	ns
Médias (4 a 5) =	224.5	3.6908	ns
Médias (4 a 6) =	222	3.6497	ns
Médias (4 a 7) =	182	2.9921	ns
Médias (4 a 8) =	346	5.6883	< 0.05
Médias (4 a 9) =	186.5	3.0661	ns
Médias (4 a 10) =	0	0	ns
Médias (4 a 11) =	11	0.1808	ns
Médias (5 a 6) =	2.5	0.0411	ns
Médias (5 a 7) =	42.5	0.6987	ns
Médias (5 a 8) =	121.5	1.9975	ns
Médias (5 a 9) =	38	0.6247	ns
Médias (5 a 10) =	224.5	3.6908	ns
Médias (5 a 11) =	213.5	3.51	ns
Médias (6 a 7) =	40	0.6576	ns
Médias (6 a 8) =	124	2.0386	ns
Médias (6 a 9) =	35.5	0.5836	ns
Médias (6 a 10) =	222	3.6497	ns
Médias (6 a 11) =	211	3.4689	ns
Médias (7 a 8) =	164	2.6962	ns
Médias (7 a 9) =	4.5	0.074	ns

Tabela B.13 – Teste de Tukey para CBOs de Entrada na ETAR de Samil (continuação).

Médias (7 a 10) =	182	2.9921	ns
Médias (7 a 11) =	171	2.8113	ns
Médias (8 a 9) =	159.5	2.6222	ns
Médias (8 a 10) =	346	5.6883	< 0.05
Médias (8 a 11) =	335	5.5075	ns
Médias (9 a 10) =	186.5	3.0661	ns
Médias (9 a 11) =	175.5	2.8852	ns
Médias (10 a 11) =	11	0.1808	ns

Tabela B.14 – Teste de Tukey para CQO de Entrada na ETAR de Samil.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	232.5685	1.1562	ns
Médias (1 a 4) =	762.2801	3.7895	ns
Médias (1 a 5) =	233.7305	1.1619	ns
Médias (1 a 6) =	230.5764	1.1463	ns
Médias (1 a 7) =	232.5685	1.1562	ns
Médias (1 a 8) =	63.4127	0.3152	ns
Médias (1 a 9) =	257.6347	1.2808	ns
Médias (1 a 10) =	532.8656	2.649	ns
Médias (1 a 11) =	1670.9737	8.3068	< 0.01
Médias (3 a 4) =	994.8485	4.9456	ns
Médias (3 a 5) =	466.2989	2.3181	ns
Médias (3 a 6) =	463.1449	2.3024	ns
Médias (3 a 7) =	465.1369	2.3123	ns
Médias (3 a 8) =	295.9811	1.4714	ns
Médias (3 a 9) =	490.2032	2.4369	ns
Médias (3 a 10) =	765.4341	3.8052	ns
Médias (3 a 11) =	1903.5421	9.463	< 0.01
Médias (4 a 5) =	528.5496	2.6276	ns
Médias (4 a 6) =	531.7036	2.6432	ns
Médias (4 a 7) =	529.7116	2.6333	ns
Médias (4 a 8) =	698.8674	3.4742	ns
Médias (4 a 9) =	504.6453	2.5087	ns
Médias (4 a 10) =	229.4144	1.1405	ns
Médias (4 a 11) =	908.6936	4.5173	ns
Médias (5 a 6) =	3.154	0.0157	ns
Médias (5 a 7) =	1.162	0.0058	ns
Médias (5 a 8) =	170.3178	0.8467	ns

Tabela B.14 – Teste de Tukey para CQO de Entrada na ETAR de Samil (continuação).

Médias (5 a 9) =	23.9043	0.1188	ns
Médias (5 a 10) =	299.1352	1.4871	ns
Médias (5 a 11) =	1437.2432	7.1449	< 0.01
Médias (6 a 7) =	1.992	0.0099	ns
Médias (6 a 8) =	167.1638	0.831	ns
Médias (6 a 9) =	27.0583	0.1345	ns
Médias (6 a 10) =	302.2892	1.5028	ns
Médias (6 a 11) =	1440.3972	7.1606	< 0.01
Médias (7 a 8) =	169.1558	0.8409	ns
Médias (7 a 9) =	25.0663	0.1246	ns
Médias (7 a 10) =	300.2972	1.4929	ns
Médias (7 a 11) =	1438.4052	7.1507	< 0.01
Médias (8 a 9) =	194.2221	0.9655	ns
Médias (8 a 10) =	469.453	2.3338	ns
Médias (8 a 11) =	1607.561	7.9916	< 0.01
Médias (9 a 10) =	275.2309	1.3682	ns
Médias (9 a 11) =	1413.3389	7.0261	< 0.05
Médias (10 a 11) =	1138.108	5.6578	< 0.05

Tabela B.15 – Teste de Tukey para CQO de Saída na ETAR de Samil.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	283.697	8.2638	< 0.01
Médias (1 a 4) =	203.6842	5.9331	< 0.05
Médias (1 a 5) =	234.3945	6.8277	< 0.05
Médias (1 a 6) =	230.2444	6.7068	< 0.05
Médias (1 a 7) =	225.7624	6.5762	< 0.05
Médias (1 a 8) =	10.4581	0.3046	ns
Médias (1 a 9) =	218.6243	6.3683	< 0.05
Médias (1 a 10) =	201.3601	5.8654	< 0.05
Médias (1 a 11) =	205.5102	5.9863	< 0.05
Médias (3 a 4) =	80.0128	2.3307	ns
Médias (3 a 5) =	49.3025	1.4361	ns
Médias (3 a 6) =	53.4526	1.557	ns
Médias (3 a 7) =	57.9346	1.6876	ns
Médias (3 a 8) =	294.1551	8.5684	< 0.01
Médias (3 a 9) =	65.0727	1.8955	ns
Médias (3 a 10) =	82.3369	2.3984	ns
Médias (3 a 11) =	78.1868	2.2775	ns

Tabela B.15 – Teste de Tukey para CQO de Saída na ETAR de Samil (continuação).

Médias (4 a 5) =	30.7103	0.8946	ns
Médias (4 a 6) =	26.5603	0.7737	ns
Médias (4 a 7) =	22.0782	0.6431	ns
Médias (4 a 8) =	214.1423	6.2377	< 0.05
Médias (4 a 9) =	14.9402	0.4352	ns
Médias (4 a 10) =	2.324	0.0677	ns
Médias (4 a 11) =	1.826	0.0532	ns
Médias (5 a 6) =	4.15	0.1209	ns
Médias (5 a 7) =	8.6321	0.2514	ns
Médias (5 a 8) =	244.8526	7.1323	< 0.01
Médias (5 a 9) =	15.7702	0.4594	ns
Médias (5 a 10) =	33.0343	0.9623	ns
Médias (5 a 11) =	28.8843	0.8414	ns
Médias (6 a 7) =	4.482	0.1306	ns
Médias (6 a 8) =	240.7025	7.0114	< 0.05
Médias (6 a 9) =	11.6201	0.3385	ns
Médias (6 a 10) =	28.8843	0.8414	ns
Médias (6 a 11) =	24.7343	0.7205	ns
Médias (7 a 8) =	236.2205	6.8809	< 0.05
Médias (7 a 9) =	7.1381	0.2079	ns
Médias (7 a 10) =	24.4023	0.7108	ns
Médias (7 a 11) =	20.2522	0.5899	ns
Médias (8 a 9) =	229.0824	6.6729	< 0.05
Médias (8 a 10) =	211.8182	6.1701	< 0.05
Médias (8 a 11) =	215.9683	6.2909	< 0.05
Médias (9 a 10) =	17.2642	0.5029	ns
Médias (9 a 11) =	13.1141	0.382	ns
Médias (10 a 11) =	4.15	0.1209	ns

Tabela B.16 – Teste de Tukey para SST de Entrada na ETAR de Rebordãos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	322	19.6651	< 0.01
Médias (1 a 4) =	829	50.6285	< 0.01
Médias (1 a 5) =	199	12.1533	< 0.01
Médias (1 a 6) =	191	11.6647	< 0.01
Médias (1 a 7) =	518	31.6352	< 0.01
Médias (1 a 8) =	1047	63.9421	< 0.01
Médias (1 a 9) =	932.5	56.9494	< 0.01

Tabela B.16 – Teste de Tukey para SST de Entrada na ETAR de Rebordãos (continuação).

Médias (1 a 10) =	436	26.6273	< 0.01
Médias (1 a 11) =	215	13.1304	< 0.01
Médias (3 a 4) =	507	30.9634	< 0.01
Médias (3 a 5) =	521	31.8184	< 0.01
Médias (3 a 6) =	513	31.3298	< 0.01
Médias (3 a 7) =	196	11.9701	< 0.01
Médias (3 a 8) =	725	44.277	< 0.01
Médias (3 a 9) =	610.5	37.2843	< 0.01
Médias (3 a 10) =	114	6.9622	< 0.05
Médias (3 a 11) =	107	6.5347	< 0.05
Médias (4 a 5) =	1028	62.7818	< 0.01
Médias (4 a 6) =	1020	62.2932	< 0.01
Médias (4 a 7) =	311	18.9933	< 0.01
Médias (4 a 8) =	218	13.3136	< 0.01
Médias (4 a 9) =	103.5	6.3209	< 0.05
Médias (4 a 10) =	393	24.0012	< 0.01
Médias (4 a 11) =	614	37.4981	< 0.01
Médias (5 a 6) =	8	0.4886	ns
Médias (5 a 7) =	717	43.7885	< 0.01
Médias (5 a 8) =	1246	76.0954	< 0.01
Médias (5 a 9) =	1131.5	69.1027	< 0.01
Médias (5 a 10) =	635	38.7806	< 0.01
Médias (5 a 11) =	414	25.2837	< 0.01
Médias (6 a 7) =	709	43.2999	< 0.01
Médias (6 a 8) =	1238	75.6069	< 0.01
Médias (6 a 9) =	1123.5	68.6141	< 0.01
Médias (6 a 10) =	627	38.292	< 0.01
Médias (6 a 11) =	406	24.7951	< 0.01
Médias (7 a 8) =	529	32.307	< 0.01
Médias (7 a 9) =	414.5	25.3143	< 0.01
Médias (7 a 10) =	82	5.0079	ns
Médias (7 a 11) =	303	18.5047	< 0.01
Médias (8 a 9) =	114.5	6.9927	< 0.05
Médias (8 a 10) =	611	37.3149	< 0.01
Médias (8 a 11) =	832	50.8117	< 0.01
Médias (9 a 10) =	496.5	30.3221	< 0.01
Médias (9 a 11) =	717.5	43.819	< 0.01
Médias (10 a 11) =	221	13.4969	< 0.01

Tabela B.17– Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de Rebordãos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	198.95	14.334	< 0.01
Médias (1 a 4) =	539.45	38.8665	< 0.01
Médias (1 a 5) =	256	18.4444	< 0.01
Médias (1 a 6) =	206	14.842	< 0.01
Médias (1 a 7) =	233.5	16.8233	< 0.01
Médias (1 a 8) =	62	4.467	ns
Médias (1 a 9) =	49.55	3.57	ns
Médias (1 a 10) =	64.55	4.6507	ns
Médias (1 a 11) =	135.55	9.7662	< 0.01
Médias (2 a 3) =	137.5	9.9067	< 0.01
Médias (3 a 4) =	340.5	24.5325	< 0.01
Médias (3 a 5) =	57.05	4.1104	ns
Médias (3 a 6) =	404.95	29.176	< 0.01
Médias (3 a 7) =	432.45	31.1573	< 0.01
Médias (3 a 8) =	136.95	9.867	< 0.01
Médias (3 a 9) =	248.5	17.904	< 0.01
Médias (3 a 10) =	263.5	18.9848	< 0.01
Médias (3 a 11) =	334.5	24.1002	< 0.01
Médias (4 a 5) =	283.45	20.4221	< 0.01
Médias (4 a 6) =	745.45	53.7085	< 0.01
Médias (4 a 7) =	772.95	55.6898	< 0.01
Médias (4 a 8) =	477.45	34.3995	< 0.01
Médias (4 a 9) =	589	42.4365	< 0.01
Médias (4 a 10) =	604	43.5172	< 0.01
Médias (4 a 11) =	675	48.6327	< 0.01
Médias (5 a 6) =	462	33.2864	< 0.01
Médias (5 a 7) =	489.5	35.2677	< 0.01
Médias (5 a 8) =	194	13.9774	< 0.01
Médias (5 a 9) =	305.55	22.0144	< 0.01
Médias (5 a 10) =	320.55	23.0951	< 0.01
Médias (5 a 11) =	391.55	28.2106	< 0.01
Médias (6 a 7) =	27.5	1.9813	ns
Médias (6 a 8) =	268	19.309	< 0.01
Médias (6 a 9) =	156.45	11.272	< 0.01
Médias (6 a 10) =	141.45	10.1912	< 0.01

Tabela B.17 – Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de Rebordãos (continuação).

Médias (6 a 11) =	70.45	5.0758	ns
Médias (7 a 8) =	295.5	21.2903	< 0.01
Médias (7 a 9) =	183.95	13.2533	< 0.01
Médias (7 a 10) =	168.95	12.1726	< 0.01
Médias (7 a 11) =	97.95	7.0571	< 0.05
Médias (8 a 9) =	111.55	8.037	< 0.01
Médias (8 a 10) =	126.55	9.1177	< 0.01
Médias (8 a 11) =	197.55	14.2332	< 0.01
Médias (9 a 10) =	15	1.0807	ns
Médias (9 a 11) =	86	6.1962	< 0.05
Médias (10 a 11) =	71	5.1154	ns

Tabela B.18 – Teste de Tukey para SST da Saída na ETAR de Rebordãos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	280.5	15.9559	< 0.01
Médias (1 a 4) =	222	12.6282	< 0.01
Médias (1 a 5) =	191	10.8648	< 0.01
Médias (1 a 6) =	163	9.2721	< 0.01
Médias (1 a 7) =	159	9.0445	< 0.01
Médias (1 a 8) =	143	8.1344	< 0.01
Médias (1 a 9) =	106	6.0297	< 0.05
Médias (1 a 10) =	3.5	0.1991	ns
Médias (1 a 11) =	21	1.1946	ns
Médias (3 a 4) =	58.5	3.3277	ns
Médias (3 a 5) =	89.5	5.0911	ns
Médias (3 a 6) =	443.5	25.228	< 0.01
Médias (3 a 7) =	439.5	25.0004	< 0.01
Médias (3 a 8) =	423.5	24.0903	< 0.01
Médias (3 a 9) =	386.5	21.9856	< 0.01
Médias (3 a 10) =	284	16.155	< 0.01
Médias (3 a 11) =	259.5	14.7614	< 0.01
Médias (4 a 5) =	31	1.7634	ns
Médias (4 a 6) =	385	21.9003	< 0.01
Médias (4 a 7) =	381	21.6727	< 0.01
Médias (4 a 8) =	365	20.7626	< 0.01
Médias (4 a 9) =	328	18.6579	< 0.01

Tabela B.18 – Teste de Tukey para SST da Saída na ETAR de Rebordãos (continuação).

Médias (4 a 10) =	225.5	12.8273	< 0.01
Médias (4 a 11) =	201	11.4336	< 0.01
Médias (5 a 6) =	354	20.1369	< 0.01
Médias (5 a 7) =	350	19.9093	< 0.01
Médias (5 a 8) =	334	18.9992	< 0.01
Médias (5 a 9) =	297	16.8945	< 0.01
Médias (5 a 10) =	194.5	11.0639	< 0.01
Médias (5 a 11) =	170	9.6703	< 0.01
Médias (6 a 7) =	4	0.2275	ns
Médias (6 a 8) =	20	1.1377	ns
Médias (6 a 9) =	57	3.2424	ns
Médias (6 a 10) =	159.5	9.073	< 0.01
Médias (6 a 11) =	184	10.4666	< 0.01
Médias (7 a 8) =	16	0.9101	ns
Médias (7 a 9) =	53	3.0148	ns
Médias (7 a 10) =	155.5	8.8454	< 0.01
Médias (7 a 11) =	180	10.2391	< 0.01
Médias (8 a 9) =	37	2.1047	ns
Médias (8 a 10) =	139.5	7.9353	< 0.01
Médias (8 a 11) =	164	9.3289	< 0.01
Médias (9 a 10) =	102.5	5.8306	< 0.05
Médias (9 a 11) =	127	7.2242	< 0.01
Médias (10 a 11) =	24.5	1.3937	ns

Tabela B.19 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de Rebordãos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	320	19.4598	< 0.01
Médias (1 a 4) =	226	13.7435	< 0.01
Médias (1 a 5) =	118	7.1758	< 0.01
Médias (1 a 6) =	138	8.3921	< 0.01
Médias (1 a 7) =	42	2.5541	ns
Médias (1 a 8) =	97.5	5.9292	< 0.05
Médias (1 a 9) =	9	0.5473	ns
Médias (1 a 10) =	20.5	1.2466	ns
Médias (1 a 11) =	108	6.5677	< 0.05
Médias (3 a 4) =	94	5.7163	< 0.05
Médias (3 a 5) =	438	26.6357	< 0.01

Tabela B.19 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de Rebordãos (continuação).

Médias (3 a 6) =	458	27.8519	< 0.01
Médias (3 a 7) =	278	16.9057	< 0.01
Médias (3 a 8) =	222.5	13.5307	< 0.01
Médias (3 a 9) =	329	20.0072	< 0.01
Médias (3 a 10) =	340.5	20.7065	< 0.01
Médias (3 a 11) =	428	26.0275	< 0.01
Médias (4 a 5) =	344	20.9193	< 0.01
Médias (4 a 6) =	364	22.1356	< 0.01
Médias (4 a 7) =	184	11.1894	< 0.01
Médias (4 a 8) =	128.5	7.8143	< 0.01
Médias (4 a 9) =	235	14.2908	< 0.01
Médias (4 a 10) =	246.5	14.9902	< 0.01
Médias (4 a 11) =	334	20.3112	< 0.01
Médias (5 a 6) =	20	1.2162	ns
Médias (5 a 7) =	160	9.7299	< 0.01
Médias (5 a 8) =	215.5	13.105	< 0.01
Médias (5 a 9) =	109	6.6285	< 0.05
Médias (5 a 10) =	97.5	5.9292	< 0.05
Médias (5 a 11) =	10	0.6081	ns
Médias (6 a 7) =	180	10.9462	< 0.01
Médias (6 a 8) =	235.5	14.3212	< 0.01
Médias (6 a 9) =	129	7.8447	< 0.01
Médias (6 a 10) =	117.5	7.1454	< 0.01
Médias (6 a 11) =	30	1.8244	ns
Médias (7 a 8) =	55.5	3.3751	ns
Médias (7 a 9) =	51	3.1014	ns
Médias (7 a 10) =	62.5	3.8008	ns
Médias (7 a 11) =	150	9.1218	< 0.01
Médias (8 a 9) =	106.5	6.4765	< 0.05
Médias (8 a 10) =	118	7.1758	< 0.01
Médias (8 a 11) =	205.5	12.4969	< 0.01
Médias (9 a 10) =	11.5	0.6993	ns
Médias (9 a 11) =	99	6.0204	< 0.05
Médias (10 a 11) =	87.5	5.3211	ns

Tabela B.20 – Teste de Tukey para CBO5 de Entrada na ETAR de Rebordãos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	59.5	1.916	ns
Médias (1 a 4) =	414.5	13.3473	< 0.01
Médias (1 a 5) =	384	12.3652	< 0.01
Médias (1 a 6) =	502	16.1649	< 0.01
Médias (1 a 7) =	522	16.8089	< 0.01
Médias (1 a 8) =	2.5	0.0805	ns
Médias (1 a 9) =	409.5	13.1863	< 0.01
Médias (1 a 10) =	414.5	13.3473	< 0.01
Médias (1 a 11) =	385	12.3974	< 0.01
Médias (3 a 4) =	355	11.4314	< 0.01
Médias (3 a 5) =	324.5	10.4492	< 0.01
Médias (3 a 6) =	442.5	14.2489	< 0.01
Médias (3 a 7) =	462.5	14.893	< 0.01
Médias (3 a 8) =	57	1.8355	ns
Médias (3 a 9) =	350	11.2703	< 0.01
Médias (3 a 10) =	355	11.4314	< 0.01
Médias (3 a 11) =	325.5	10.4814	< 0.01
Médias (4 a 5) =	30.5	0.9821	ns
Médias (4 a 6) =	87.5	2.8176	ns
Médias (4 a 7) =	107.5	3.4616	ns
Médias (4 a 8) =	412	13.2668	< 0.01
Médias (4 a 9) =	5	0.161	ns
Médias (4 a 10) =	0	0	ns
Médias (4 a 11) =	29.5	0.9499	ns
Médias (5 a 6) =	118	3.7997	ns
Médias (5 a 7) =	138	4.4437	ns
Médias (5 a 8) =	381.5	12.2847	< 0.01
Médias (5 a 9) =	25.5	0.8211	ns
Médias (5 a 10) =	30.5	0.9821	ns
Médias (5 a 11) =	1	0.0322	ns
Médias (6 a 7) =	20	0.644	ns
Médias (6 a 8) =	499.5	16.0844	< 0.01
Médias (6 a 9) =	92.5	2.9786	ns
Médias (6 a 10) =	87.5	2.8176	ns
Médias (6 a 11) =	117	3.7675	ns
Médias (7 a 8) =	519.5	16.7284	< 0.01
Médias (7 a 9) =	112.5	3.6226	ns

Tabela B.20 – Teste de Tukey para CBOs de Entrada na ETAR de Rebordãos (continuação).

Médias (7 a 10) =	107.5	3.4616	ns
Médias (7 a 11) =	137	4.4115	ns
Médias (8 a 9) =	407	13.1058	< 0.01
Médias (8 a 10) =	412	13.2668	< 0.01
Médias (8 a 11) =	382.5	12.3169	< 0.01
Médias (9 a 10) =	5	0.161	ns
Médias (9 a 11) =	24.5	0.7889	ns
Médias (10 a 11) =	29.5	0.9499	ns

Tabela B.21 – Teste de Tukey para CBOs de Saída na ETAR de Rebordãos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	117.25	38.0938	< 0.01
Médias (1 a 4) =	56.5	18.3565	< 0.01
Médias (1 a 5) =	8.75	2.8428	ns
Médias (1 a 6) =	71.5	23.2299	< 0.01
Médias (1 a 7) =	12.95	4.2074	ns
Médias (1 a 8) =	30.65	9.958	< 0.01
Médias (1 a 9) =	12.95	4.2074	ns
Médias (1 a 10) =	56.5	18.3565	< 0.01
Médias (1 a 11) =	54.75	17.7879	< 0.01
Médias (3 a 5) =	108.5	35.251	< 0.01
Médias (3 a 6) =	45.75	14.8639	< 0.01
Médias (3 a 7) =	130.2	42.3012	< 0.01
Médias (3 a 8) =	147.9	48.0518	< 0.01
Médias (3 a 9) =	130.2	42.3012	< 0.01
Médias (3 a 10) =	60.75	19.7373	< 0.01
Médias (3 a 11) =	62.5	20.3059	< 0.01
Médias (4 a 5) =	47.75	15.5137	< 0.01
Médias (4 a 6) =	15	4.8734	ns
Médias (4 a 7) =	69.45	22.5639	< 0.01
Médias (4 a 8) =	87.15	28.3145	< 0.01
Médias (4 a 9) =	69.45	22.5639	< 0.01
Médias (4 a 10) =	0	0	ns
Médias (4 a 11) =	1.75	0.5686	ns
Médias (5 a 6) =	62.75	20.3871	< 0.01
Médias (5 a 7) =	21.7	7.0502	< 0.05
Médias (5 a 8) =	39.4	12.8008	< 0.01

Tabela B.21 – Teste de Tukey para CBO₅ de Saída na ETAR de Rebordãos (continuação).

Médias (5 a 9) =	21.7	7.0502	< 0.05
Médias (5 a 10) =	47.75	15.5137	< 0.01
Médias (5 a 11) =	46	14.9451	< 0.01
Médias (6 a 7) =	84.45	27.4373	< 0.01
Médias (6 a 8) =	102.15	33.1879	< 0.01
Médias (6 a 9) =	84.45	27.4373	< 0.01
Médias (6 a 10) =	15	4.8734	ns
Médias (6 a 11) =	16.75	5.442	ns
Médias (7 a 8) =	17.7	5.7506	< 0.05
Médias (7 a 9) =	0	0	ns
Médias (7 a 10) =	69.45	22.5639	< 0.01
Médias (7 a 11) =	67.7	21.9953	< 0.01
Médias (8 a 9) =	17.7	5.7506	< 0.05
Médias (8 a 10) =	87.15	28.3145	< 0.01
Médias (8 a 11) =	85.4	27.7459	< 0.01
Médias (9 a 10) =	69.45	22.5639	< 0.01
Médias (9 a 11) =	67.7	21.9953	< 0.01
Médias (10 a 11) =	1.75	0.5686	ns

Tabela B.22 – Teste de Tukey para CQO de Entrada na ETAR de Rebordãos.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	94.289	0.8172	ns
Médias (1 a 4) =	777.0542	6.7347	< 0.05
Médias (1 a 5) =	347.1097	3.0084	ns
Médias (1 a 6) =	317.3954	2.7509	ns
Médias (1 a 7) =	327.5215	2.8386	ns
Médias (1 a 8) =	147.2436	1.2762	ns
Médias (1 a 9) =	237.3825	2.0574	ns
Médias (1 a 10) =	181.1079	1.5697	ns
Médias (1 a 11) =	823.2027	7.1347	< 0.01
Médias (3 a 4) =	871.3432	7.5519	< 0.01
Médias (3 a 5) =	441.3987	3.8256	ns
Médias (3 a 6) =	411.6844	3.5681	ns
Médias (3 a 7) =	421.8105	3.6558	ns
Médias (3 a 8) =	241.5326	2.0934	ns
Médias (3 a 9) =	331.6715	2.8746	ns
Médias (3 a 10) =	275.3969	2.3869	ns

Tabela B.22 – Teste de Tukey para CQO de Entrada na ETAR de Rebordãos (continuação).

Médias (3 a 11) =	917.4917	7.9519	< 0.01
Médias (4 a 5) =	429.9445	3.7263	ns
Médias (4 a 6) =	459.6589	3.9839	ns
Médias (4 a 7) =	449.5328	3.8961	ns
Médias (4 a 8) =	629.8107	5.4586	ns
Médias (4 a 9) =	539.6717	4.6773	ns
Médias (4 a 10) =	595.9463	5.1651	ns
Médias (4 a 11) =	46.1485	0.4	ns
Médias (5 a 6) =	29.7143	0.2575	ns
Médias (5 a 7) =	19.5882	0.1698	ns
Médias (5 a 8) =	199.8661	1.7322	ns
Médias (5 a 9) =	109.7272	0.951	ns
Médias (5 a 10) =	166.0018	1.4387	ns
Médias (5 a 11) =	476.093	4.1263	ns
Médias (6 a 7) =	10.1261	0.0878	ns
Médias (6 a 8) =	170.1518	1.4747	ns
Médias (6 a 9) =	80.0128	0.6935	ns
Médias (6 a 10) =	136.2874	1.1812	ns
Médias (6 a 11) =	505.8073	4.3838	ns
Médias (7 a 8) =	180.2779	1.5625	ns
Médias (7 a 9) =	90.139	0.7812	ns
Médias (7 a 10) =	146.4135	1.269	ns
Médias (7 a 11) =	495.6812	4.2961	ns
Médias (8 a 9) =	90.139	0.7812	ns
Médias (8 a 10) =	33.8644	0.2935	ns
Médias (8 a 11) =	675.9591	5.8585	< 0.05
Médias (9 a 10) =	56.2746	0.4877	ns
Médias (9 a 11) =	585.8202	5.0773	ns
Médias (10 a 11) =	642.0948	5.565	ns

Tabela B.23 – Teste de Tukey para SST de Entrada na ETAR de Rabal.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	858	57.9482	< 0.01
Médias (1 a 4) =	39	2.634	ns
Médias (1 a 5) =	853	57.6105	< 0.01
Médias (1 a 6) =	139	9.3879	< 0.01
Médias (1 a 7) =	21	1.4183	ns
Médias (1 a 8) =	183	12.3596	< 0.01

Tabela B.23 – Teste de Tukey para SST de Entrada na ETAR de Rabal (continuação).

Médias (1 a 9) =	82.5	5.5719	ns
Médias (1 a 10) =	277.5	18.742	< 0.01
Médias (1 a 11) =	421	28.4338	< 0.01
Médias (3 a 4) =	897	60.5822	< 0.01
Médias (3 a 5) =	5	0.3377	ns
Médias (3 a 6) =	997	67.3361	< 0.01
Médias (3 a 7) =	879	59.3665	< 0.01
Médias (3 a 8) =	675	45.5886	< 0.01
Médias (3 a 9) =	775.5	52.3763	< 0.01
Médias (3 a 10) =	580.5	39.2062	< 0.01
Médias (3 a 11) =	437	29.5144	< 0.01
Médias (4 a 5) =	892	60.2445	< 0.01
Médias (4 a 6) =	100	6.7539	< 0.05
Médias (4 a 7) =	18	1.2157	ns
Médias (4 a 8) =	222	14.9936	< 0.01
Médias (4 a 9) =	121.5	8.206	< 0.01
Médias (4 a 10) =	316.5	21.376	< 0.01
Médias (4 a 11) =	460	31.0678	< 0.01
Médias (5 a 6) =	992	66.9984	< 0.01
Médias (5 a 7) =	874	59.0288	< 0.01
Médias (5 a 8) =	670	45.2509	< 0.01
Médias (5 a 9) =	770.5	52.0386	< 0.01
Médias (5 a 10) =	575.5	38.8685	< 0.01
Médias (5 a 11) =	432	29.1767	< 0.01
Médias (6 a 8) =	322	21.7475	< 0.01
Médias (6 a 9) =	221.5	14.9598	< 0.01
Médias (6 a 10) =	416.5	28.1299	< 0.01
Médias (6 a 11) =	560	37.8217	< 0.01
Médias (7 a 8) =	204	13.7779	< 0.01
Médias (7 a 9) =	103.5	6.9903	< 0.05
Médias (7 a 10) =	298.5	20.1603	< 0.01
Médias (7 a 11) =	442	29.8521	< 0.01
Médias (8 a 9) =	100.5	6.7876	< 0.05
Médias (8 a 10) =	94.5	6.3824	< 0.05
Médias (8 a 11) =	238	16.0742	< 0.01
Médias (9 a 10) =	195	13.17	< 0.01
Médias (9 a 11) =	338.5	22.8619	< 0.01
Médias (10 a 11) =	143.5	9.6918	< 0.01

Tabela B.24– Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de Rabal.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	192	16.3698	< 0.01
Médias (1 a 4) =	83	7.0765	< 0.05
Médias (1 a 5) =	187	15.9435	< 0.01
Médias (1 a 6) =	189	16.114	< 0.01
Médias (1 a 7) =	165	14.0678	< 0.01
Médias (1 a 8) =	197	16.7961	< 0.01
Médias (1 a 9) =	73	6.2239	< 0.05
Médias (1 a 10) =	14.5	1.2363	ns
Médias (1 a 11) =	59	5.0303	ns
Médias (3 a 4) =	275	23.4463	< 0.01
Médias (3 a 5) =	5	0.4263	ns
Médias (3 a 6) =	381	32.4837	< 0.01
Médias (3 a 7) =	357	30.4375	< 0.01
Médias (3 a 8) =	389	33.1658	< 0.01
Médias (3 a 9) =	265	22.5937	< 0.01
Médias (3 a 10) =	177.5	15.1335	< 0.01
Médias (3 a 11) =	133	11.3395	< 0.01
Médias (4 a 5) =	270	23.02	< 0.01
Médias (4 a 6) =	106	9.0375	< 0.01
Médias (4 a 7) =	82	6.9913	< 0.05
Médias (4 a 8) =	114	9.7195	< 0.01
Médias (4 a 9) =	10	0.8526	ns
Médias (4 a 10) =	97.5	8.3128	< 0.01
Médias (4 a 11) =	142	12.1068	< 0.01
Médias (5 a 6) =	376	32.0574	< 0.01
Médias (5 a 7) =	352	30.0112	< 0.01
Médias (5 a 8) =	384	32.7395	< 0.01
Médias (5 a 9) =	260	22.1674	< 0.01
Médias (5 a 10) =	172.5	14.7072	< 0.01
Médias (5 a 11) =	128	10.9132	< 0.01
Médias (6 a 7) =	24	2.0462	ns
Médias (6 a 8) =	8	0.6821	ns
Médias (6 a 9) =	116	9.8901	< 0.01
Médias (6 a 10) =	203.5	17.3502	< 0.01
Médias (6 a 11) =	248	21.1443	< 0.01
Médias (7 a 8) =	32	2.7283	ns
Médias (7 a 9) =	92	7.8438	< 0.01

Tabela B.24 – Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de Rabal (continuação).

Médias (7 a 10) =	179.5	15.304	< 0.01
Médias (7 a 11) =	224	19.098	< 0.01
Médias (8 a 9) =	124	10.5721	< 0.01
Médias (8 a 10) =	211.5	18.0323	< 0.01
Médias (8 a 11) =	256	21.8263	< 0.01
Médias (9 a 10) =	87.5	7.4602	< 0.01
Médias (9 a 11) =	132	11.2542	< 0.01
Médias (10 a 11) =	44.5	3.794	ns

Tabela B.25 – Teste de Tukey para SST de Saída na ETAR de Rabal.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	192	57.5347	< 0.01
Médias (1 a 4) =	83	24.8718	< 0.01
Médias (1 a 5) =	187	56.0364	< 0.01
Médias (1 a 6) =	189	56.6357	< 0.01
Médias (1 a 7) =	197	59.033	< 0.01
Médias (1 a 8) =	185	55.437	< 0.01
Médias (1 a 9) =	187.5	56.1862	< 0.01
Médias (1 a 10) =	177.5	53.1896	< 0.01
Médias (1 a 11) =	189	56.6357	< 0.01
Médias (3 a 4) =	275	82.4064	< 0.01
Médias (3 a 5) =	5	1.4983	ns
Médias (3 a 6) =	381	114.1703	< 0.01
Médias (3 a 7) =	389	116.5676	< 0.01
Médias (3 a 8) =	377	112.9717	< 0.01
Médias (3 a 9) =	379.5	113.7208	< 0.01
Médias (3 a 10) =	369.5	110.7242	< 0.01
Médias (3 a 11) =	381	114.1703	< 0.01
Médias (4 a 5) =	270	80.9081	< 0.01
Médias (4 a 6) =	106	31.7639	< 0.01
Médias (4 a 7) =	114	34.1612	< 0.01
Médias (4 a 8) =	102	30.5653	< 0.01
Médias (4 a 9) =	104.5	31.3144	< 0.01
Médias (4 a 10) =	94.5	28.3178	< 0.01
Médias (4 a 11) =	106	31.7639	< 0.01
Médias (5 a 6) =	376	112.672	< 0.01
Médias (5 a 7) =	384	115.0693	< 0.01

Tabela B.25 – Teste de Tukey para SST de Saída na ETAR de Rabal (continuação).

Médias (5 a 8) =	372	111.4734	< 0.01
Médias (5 a 9) =	374.5	112.2225	< 0.01
Médias (5 a 10) =	364.5	109.226	< 0.01
Médias (5 a 11) =	376	112.672	< 0.01
Médias (6 a 7) =	8	2.3973	ns
Médias (6 a 8) =	4	1.1986	ns
Médias (6 a 9) =	1.5	0.4495	ns
Médias (6 a 10) =	11.5	3.4461	ns
Médias (6 a 11) =	0	0	ns
Médias (7 a 8) =	12	3.5959	ns
Médias (7 a 9) =	9.5	2.8468	ns
Médias (7 a 10) =	19.5	5.8434	< 0.05
Médias (7 a 11) =	8	2.3973	ns
Médias (8 a 9) =	2.5	0.7491	ns
Médias (8 a 10) =	7.5	2.2474	ns
Médias (8 a 11) =	4	1.1986	ns
Médias (9 a 10) =	10	2.9966	ns
Médias (9 a 11) =	1.5	0.4495	ns
Médias (10 a 11) =	11.5	3.4461	ns

Tabela B.26 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de Rabal.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	127	29.3294	< 0.01
Médias (1 a 4) =	56	12.9326	< 0.01
Médias (1 a 5) =	118	27.2509	< 0.01
Médias (1 a 6) =	164	37.8742	< 0.01
Médias (1 a 7) =	94	21.7084	< 0.01
Médias (1 a 8) =	36.5	8.4293	< 0.01
Médias (1 a 9) =	55	12.7017	< 0.01
Médias (1 a 10) =	11	2.5403	ns
Médias (1 a 11) =	48	11.0851	< 0.01
Médias (3 a 4) =	71	16.3967	< 0.01
Médias (3 a 5) =	9	2.0785	ns
Médias (3 a 6) =	291	67.2036	< 0.01
Médias (3 a 7) =	33	7.621	< 0.01
Médias (3 a 8) =	90.5	20.9001	< 0.01
Médias (3 a 9) =	72	16.6277	< 0.01
Médias (3 a 10) =	138	31.8697	< 0.01

Tabela A.27 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de Rabal (continuação).

Médias (3 a 11) =	175	40.4145	< 0.01
Médias (4 a 5) =	62	14.3183	< 0.01
Médias (4 a 6) =	220	50.8068	< 0.01
Médias (4 a 7) =	38	8.7757	< 0.01
Médias (4 a 8) =	19.5	4.5033	ns
Médias (4 a 9) =	1	0.2309	ns
Médias (4 a 10) =	67	15.473	< 0.01
Médias (4 a 11) =	104	24.0178	< 0.01
Médias (5 a 6) =	282	65.1251	< 0.01
Médias (5 a 7) =	24	5.5426	ns
Médias (5 a 8) =	81.5	18.8216	< 0.01
Médias (5 a 9) =	63	14.5492	< 0.01
Médias (5 a 10) =	129	29.7913	< 0.01
Médias (5 a 11) =	166	38.3361	< 0.01
Médias (6 a 7) =	258	59.5825	< 0.01
Médias (6 a 8) =	200.5	46.3035	< 0.01
Médias (6 a 9) =	219	50.5759	< 0.01
Médias (6 a 10) =	153	35.3338	< 0.01
Médias (6 a 11) =	116	26.7891	< 0.01
Médias (7 a 8) =	57.5	13.2791	< 0.01
Médias (7 a 9) =	39	9.0067	< 0.01
Médias (7 a 10) =	105	24.2487	< 0.01
Médias (7 a 11) =	142	32.7935	< 0.01
Médias (8 a 9) =	18.5	4.2724	ns
Médias (8 a 10) =	47.5	10.9697	< 0.01
Médias (8 a 11) =	84.5	19.5144	< 0.01
Médias (9 a 10) =	66	15.242	< 0.01
Médias (9 a 11) =	103	23.7868	< 0.01
Médias (10 a 11) =	37	8.5448	< 0.01

Tabela B.27 – Teste de Tukey para CBO5 de Entrada na ETAR de Rabal.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 2) =	45	3.0392	ns
Médias (1 a 3) =	858	57.9482	< 0.01
Médias (1 a 4) =	39	2.634	ns
Médias (1 a 5) =	853	57.6105	< 0.01
Médias (1 a 6) =	139	9.3879	< 0.01
Médias (1 a 7) =	21	1.4183	ns
Médias (1 a 8) =	183	12.3596	< 0.01
Médias (1 a 9) =	82.5	5.5719	ns
Médias (1 a 10) =	277.5	18.742	< 0.01
Médias (1 a 11) =	421	28.4338	< 0.01
Médias (3 a 4) =	897	60.5822	< 0.01
Médias (3 a 5) =	5	0.3377	ns
Médias (3 a 6) =	997	67.3361	< 0.01
Médias (3 a 7) =	879	59.3665	< 0.01
Médias (3 a 8) =	675	45.5886	< 0.01
Médias (3 a 9) =	775.5	52.3763	< 0.01
Médias (3 a 10) =	580.5	39.2062	< 0.01
Médias (3 a 11) =	437	29.5144	< 0.01
Médias (4 a 5) =	892	60.2445	< 0.01
Médias (4 a 6) =	100	6.7539	< 0.05
Médias (4 a 7) =	18	1.2157	ns
Médias (4 a 8) =	222	14.9936	< 0.01
Médias (4 a 9) =	121.5	8.206	< 0.01
Médias (4 a 10) =	316.5	21.376	< 0.01
Médias (4 a 11) =	460	31.0678	< 0.01
Médias (5 a 6) =	992	66.9984	< 0.01
Médias (5 a 7) =	874	59.0288	< 0.01
Médias (5 a 8) =	670	45.2509	< 0.01
Médias (5 a 9) =	770.5	52.0386	< 0.01
Médias (5 a 10) =	575.5	38.8685	< 0.01
Médias (5 a 11) =	432	29.1767	< 0.01
Médias (6 a 7) =	118	7.9696	< 0.01
Médias (6 a 8) =	322	21.7475	< 0.01
Médias (6 a 9) =	221.5	14.9598	< 0.01
Médias (6 a 10) =	416.5	28.1299	< 0.01
Médias (6 a 11) =	560	37.8217	< 0.01
Médias (7 a 8) =	204	13.7779	< 0.01

Tabela B.27 – Teste de Tukey para CBOs de Entrada na ETAR de Rabal (continuação).

Médias (7 a 9) =	103.5	6.9903	< 0.05
Médias (7 a 10) =	298.5	20.1603	< 0.01
Médias (7 a 11) =	442	29.8521	< 0.01
Médias (8 a 9) =	100.5	6.7876	< 0.05
Médias (8 a 10) =	94.5	6.3824	< 0.05
Médias (8 a 11) =	238	16.0742	< 0.01
Médias (9 a 10) =	195	13.17	< 0.01
Médias (9 a 11) =	338.5	22.8619	< 0.01
Médias (10 a 11) =	143.5	9.6918	< 0.01

Tabela B.28 – Teste de Tukey para CBOs de Saída na ETAR de Rabal.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	13.75	0.9513	ns
Médias (1 a 4) =	10.75	0.7438	ns
Médias (1 a 5) =	46.75	3.2345	ns
Médias (1 a 6) =	20	1.3837	ns
Médias (1 a 7) =	50.85	3.5181	ns
Médias (1 a 8) =	50.35	3.4835	ns
Médias (1 a 9) =	51.85	3.5873	ns
Médias (1 a 10) =	39.25	2.7156	ns
Médias (1 a 11) =	25.75	1.7815	ns
Médias (3 a 4) =	24.5	1.6951	ns
Médias (3 a 5) =	33	2.2831	ns
Médias (3 a 6) =	6.25	0.4324	ns
Médias (3 a 7) =	64.6	4.4694	ns
Médias (3 a 8) =	64.1	4.4348	ns
Médias (3 a 9) =	65.6	4.5386	ns
Médias (3 a 10) =	25.5	1.7642	ns
Médias (3 a 11) =	39.5	2.7329	ns
Médias (4 a 5) =	57.5	3.9782	ns
Médias (4 a 6) =	30.75	2.1275	ns
Médias (4 a 7) =	40.1	2.7744	ns
Médias (4 a 8) =	39.6	2.7398	ns
Médias (4 a 9) =	41.1	2.8436	ns
Médias (4 a 10) =	50	3.4593	ns
Médias (4 a 11) =	15	1.0378	ns
Médias (5 a 6) =	26.75	1.8507	ns

Tabela B.28 – Teste de Tukey para CBO5 de Saída na ETAR de Rabal (continuação).

Médias (5 a 7) =	97.6	6.7526	< 0.05
Médias (5 a 8) =	97.1	6.718	< 0.05
Médias (5 a 9) =	98.6	6.8218	< 0.05
Médias (5 a 10) =	7.5	0.5189	ns
Médias (5 a 11) =	72.5	5.016	ns
Médias (6 a 7) =	70.85	4.9018	ns
Médias (6 a 8) =	70.35	4.8673	ns
Médias (6 a 9) =	71.85	4.971	ns
Médias (6 a 10) =	19.25	1.3318	ns
Médias (6 a 11) =	45.75	3.1653	ns
Médias (7 a 8) =	0.5	0.0346	ns
Médias (7 a 9) =	1	0.0692	ns
Médias (7 a 10) =	90.1	6.2337	< 0.05
Médias (7 a 11) =	25.1	1.7366	ns
Médias (8 a 9) =	1.5	0.1038	ns
Médias (8 a 10) =	89.6	6.1991	< 0.05
Médias (8 a 11) =	24.6	1.702	ns
Médias (9 a 10) =	91.1	6.3029	< 0.05
Médias (9 a 11) =	26.1	1.8058	ns
Médias (10 a 11) =	65	4.4971	ns

Tabela B.29 – Teste de Tukey para CQO de Entrada na ETAR de Rabal.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	69.7207	0.8011	ns
Médias (1 a 4) =	232.2365	2.6685	ns
Médias (1 a 5) =	332.3355	3.8187	ns
Médias (1 a 6) =	359.2278	4.1277	ns
Médias (1 a 7) =	348.9357	4.0094	ns
Médias (1 a 11) =	1036.847	11.9139	< 0.01
Médias (3 a 4) =	162.5157	1.8674	ns
Médias (3 a 5) =	262.6148	3.0176	ns
Médias (3 a 6) =	289.5071	3.3266	ns
Médias (3 a 7) =	279.215	3.2083	ns
Médias (3 a 8) =	2.822	0.0324	ns
Médias (3 a 9) =	292.4951	3.3609	ns
Médias (3 a 10) =	8.7981	0.1011	ns
Médias (3 a 11) =	967.1262	11.1128	< 0.01

Tabela B.29 – Teste de Tukey para CQO de Entrada na ETAR de Rabal (continuação).

Médias (4 a 5) =	100.0991	1.1502	ns
Médias (4 a 6) =	126.9913	1.4592	ns
Médias (4 a 7) =	116.6992	1.3409	ns
Médias (4 a 8) =	165.3377	1.8998	ns
Médias (4 a 9) =	129.9794	1.4935	ns
Médias (4 a 10) =	171.3138	1.9685	ns
Médias (4 a 11) =	804.6105	9.2454	< 0.01
Médias (5 a 6) =	26.8923	0.309	ns
Médias (5 a 7) =	16.6002	0.1907	ns
Médias (5 a 8) =	265.4368	3.05	ns
Médias (5 a 9) =	29.8803	0.3433	ns
Médias (5 a 10) =	271.4129	3.1187	ns
Médias (5 a 11) =	704.5114	8.0952	< 0.01
Médias (6 a 7) =	10.2921	0.1183	ns
Médias (6 a 8) =	292.3291	3.359	ns
Médias (6 a 9) =	2.988	0.0343	ns
Médias (6 a 10) =	298.3052	3.4277	ns
Médias (6 a 11) =	677.6192	7.7862	< 0.01
Médias (7 a 8) =	282.037	3.2407	ns
Médias (7 a 9) =	13.2801	0.1526	ns
Médias (7 a 10) =	288.013	3.3094	ns
Médias (7 a 11) =	687.9113	7.9044	< 0.01
Médias (8 a 9) =	295.3171	3.3933	ns
Médias (8 a 10) =	5.9761	0.0687	ns
Médias (8 a 11) =	969.9483	11.1452	< 0.01
Médias (9 a 10) =	301.2932	3.462	ns
Médias (9 a 11) =	674.6311	7.7518	< 0.01
Médias (10 a 11) =	975.9243	11.2139	< 0.01

Tabela B.30 – Teste de Tukey para CQO de Saída na ETAR de Rabal.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	820.7127	15.9409	< 0.01
Médias (1 a 4) =	607.7324	11.8042	< 0.01
Médias (1 a 5) =	800.2945	15.5443	< 0.01
Médias (1 a 6) =	805.4405	15.6443	< 0.01
Médias (1 a 7) =	830.1748	16.1247	< 0.01
Médias (1 a 8) =	861.2171	16.7277	< 0.01
Médias (1 a 9) =	806.1045	15.6572	< 0.01

Tabela B.30 – Teste de Tukey para CQO de Saída na ETAR de Rabal (continuação).

Médias (1 a 10) =	790.3344	15.3509	< 0.01
Médias (1 a 11) =	860.8851	16.7212	< 0.01
Médias (3 a 4) =	212.9803	4.1368	ns
Médias (3 a 5) =	20.4182	0.3966	ns
Médias (3 a 6) =	15.2722	0.2966	ns
Médias (3 a 7) =	9.4621	0.1838	ns
Médias (3 a 8) =	40.5044	0.7867	ns
Médias (3 a 9) =	14.6082	0.2837	ns
Médias (3 a 10) =	30.3783	0.59	ns
Médias (3 a 11) =	40.1724	0.7803	ns
Médias (4 a 5) =	192.562	3.7402	ns
Médias (4 a 6) =	197.7081	3.8401	ns
Médias (4 a 7) =	222.4424	4.3206	ns
Médias (4 a 8) =	253.4847	4.9235	ns
Médias (4 a 9) =	198.3721	3.853	ns
Médias (4 a 10) =	182.6019	3.5467	ns
Médias (4 a 11) =	253.1527	4.9171	ns
Médias (5 a 6) =	5.1461	0.1	ns
Médias (5 a 7) =	29.8803	0.5804	ns
Médias (5 a 8) =	60.9226	1.1833	ns
Médias (5 a 9) =	5.8101	0.1129	ns
Médias (5 a 10) =	9.9601	0.1935	ns
Médias (5 a 11) =	60.5906	1.1769	ns
Médias (6 a 7) =	24.7343	0.4804	ns
Médias (6 a 8) =	55.7766	1.0834	ns
Médias (6 a 9) =	0.664	0.0129	ns
Médias (6 a 10) =	15.1062	0.2934	ns
Médias (6 a 11) =	55.4446	1.0769	ns
Médias (7 a 8) =	31.0423	0.6029	ns
Médias (7 a 9) =	24.0703	0.4675	ns
Médias (7 a 10) =	39.8404	0.7738	ns
Médias (7 a 11) =	30.7103	0.5965	ns
Médias (8 a 9) =	55.1126	1.0705	ns
Médias (8 a 10) =	70.8827	1.3768	ns
Médias (8 a 11) =	0.332	0.0064	ns
Médias (9 a 10) =	15.7702	0.3063	ns
Médias (9 a 11) =	54.7806	1.064	ns
Médias (10 a 11) =	70.5507	1.3703	ns

Tabela B.31 – Teste de Tukey para SST de Entrada na ETAR de Sacóias.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	1755	7.1901	< 0.01
Médias (1 a 4) =	547	2.241	ns
Médias (1 a 5) =	961	3.9371	ns
Médias (1 a 6) =	5	0.0205	ns
Médias (1 a 7) =	583.5	2.3906	ns
Médias (1 a 8) =	1141	4.6746	ns
Médias (1 a 9) =	507.5	2.0792	ns
Médias (1 a 10) =	405	1.6593	ns
Médias (1 a 11) =	243	0.9956	ns
Médias (3 a 4) =	1208	4.9491	ns
Médias (3 a 5) =	794	3.253	ns
Médias (3 a 6) =	1750	7.1696	< 0.01
Médias (3 a 7) =	1171.5	4.7995	ns
Médias (3 a 8) =	614	2.5155	ns
Médias (3 a 9) =	1247.5	5.1109	ns
Médias (3 a 10) =	1350	5.5309	ns
Médias (3 a 11) =	1512	6.1946	< 0.05
Médias (4 a 5) =	414	1.6961	ns
Médias (4 a 6) =	542	2.2205	ns
Médias (4 a 7) =	36.5	0.1495	ns
Médias (4 a 8) =	594	2.4336	ns
Médias (4 a 9) =	39.5	0.1618	ns
Médias (4 a 10) =	142	0.5818	ns
Médias (4 a 11) =	304	1.2455	ns
Médias (5 a 6) =	956	3.9167	ns
Médias (5 a 7) =	377.5	1.5466	ns
Médias (5 a 8) =	180	0.7374	ns
Médias (5 a 9) =	453.5	1.858	ns
Médias (5 a 10) =	556	2.2779	ns
Médias (5 a 11) =	718	2.9416	ns
Médias (6 a 7) =	578.5	2.3701	ns
Médias (6 a 8) =	1136	4.6541	ns
Médias (6 a 9) =	502.5	2.0587	ns
Médias (6 a 10) =	400	1.6388	ns
Médias (6 a 11) =	238	0.9751	ns
Médias (7 a 8) =	557.5	2.284	ns
Médias (7 a 9) =	76	0.3114	ns

Tabela B.31 – Teste de Tukey para SST de Entrada na ETAR de Sacóias (continuação).

Médias (7 a 10) =	178.5	0.7313	ns
Médias (7 a 11) =	340.5	1.395	ns
Médias (8 a 9) =	633.5	2.5954	ns
Médias (8 a 10) =	736	3.0153	ns
Médias (8 a 11) =	898	3.679	ns
Médias (9 a 10) =	102.5	0.4199	ns
Médias (9 a 11) =	264.5	1.0836	ns
Médias (10 a 11) =	162	0.6637	ns

Tabela B.32 – Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de Sacóias.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	886	17.1156	< 0.01
Médias (1 a 4) =	287	5.5442	ns
Médias (1 a 5) =	151	2.917	ns
Médias (1 a 6) =	1357	26.2143	< 0.01
Médias (1 a 7) =	1233	23.8189	< 0.01
Médias (1 a 8) =	1237	23.8962	< 0.01
Médias (1 a 9) =	1232.5	23.8092	< 0.01
Médias (1 a 10) =	1221.5	23.5967	< 0.01
Médias (1 a 11) =	1367	26.4075	< 0.01
Médias (3 a 4) =	1173	22.6598	< 0.01
Médias (3 a 5) =	1037	20.0326	< 0.01
Médias (3 a 6) =	471	9.0987	< 0.01
Médias (3 a 7) =	347	6.7033	< 0.05
Médias (3 a 8) =	351	6.7806	< 0.05
Médias (3 a 9) =	346.5	6.6936	< 0.05
Médias (3 a 10) =	335.5	6.4811	< 0.05
Médias (3 a 11) =	481	9.2919	< 0.01
Médias (4 a 5) =	136	2.6272	ns
Médias (4 a 6) =	1644	31.7585	< 0.01
Médias (4 a 7) =	1520	29.3631	< 0.01
Médias (4 a 8) =	1524	29.4404	< 0.01
Médias (4 a 9) =	1519.5	29.3534	< 0.01
Médias (4 a 10) =	1508.5	29.1409	< 0.01
Médias (4 a 11) =	1654	31.9517	< 0.01
Médias (5 a 6) =	1508	29.1313	< 0.01
Médias (5 a 7) =	1384	26.7359	< 0.01

Tabela B.32 – Teste de Tukey para SST do Reator na ETAR de Sacóias (continuação).

Médias (5 a 8) =	1388	26.8132	< 0.01
Médias (5 a 9) =	1383.5	26.7262	< 0.01
Médias (5 a 10) =	1372.5	26.5137	< 0.01
Médias (5 a 11) =	1518	29.3245	< 0.01
Médias (6 a 7) =	124	2.3954	ns
Médias (6 a 8) =	120	2.3181	ns
Médias (6 a 9) =	124.5	2.4051	ns
Médias (6 a 10) =	135.5	2.6176	ns
Médias (6 a 11) =	10	0.1932	ns
Médias (7 a 8) =	4	0.0773	ns
Médias (7 a 9) =	0.5	0.0097	ns
Médias (7 a 10) =	11.5	0.2222	ns
Médias (7 a 11) =	134	2.5886	ns
Médias (8 a 9) =	4.5	0.0869	ns
Médias (8 a 10) =	15.5	0.2994	ns
Médias (8 a 11) =	130	2.5113	ns
Médias (9 a 10) =	11	0.2125	ns
Médias (9 a 11) =	134.5	2.5982	ns
Médias (10 a 11) =	145.5	2.8107	ns

Tabela B.33 – Teste de Tukey para SST de Saída na ETAR de Sacóias.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	318	49.6357	< 0.01
Médias (1 a 4) =	75	11.7065	< 0.01
Médias (1 a 5) =	219	34.1831	< 0.01
Médias (1 a 6) =	83	12.9552	< 0.01
Médias (1 a 7) =	37	5.7752	< 0.05
Médias (1 a 8) =	33	5.1509	ns
Médias (1 a 9) =	41.5	6.4776	< 0.05
Médias (1 a 10) =	48.5	7.5702	< 0.01
Médias (1 a 11) =	47	7.3361	< 0.01
Médias (3 a 4) =	243	37.9292	< 0.01
Médias (3 a 5) =	99	15.4526	< 0.01
Médias (3 a 6) =	401	62.591	< 0.01
Médias (3 a 7) =	355	55.411	< 0.01
Médias (3 a 8) =	351	54.7866	< 0.01

Tabela B.33 – Teste de Tukey para SST de Saída na ETAR de Sacóias (continuação).

Médias (3 a 9) =	359.5	56.1134	< 0.01
Médias (3 a 10) =	366.5	57.206	< 0.01
Médias (3 a 11) =	365	56.9719	< 0.01
Médias (4 a 5) =	144	22.4766	< 0.01
Médias (4 a 6) =	158	24.6618	< 0.01
Médias (4 a 7) =	112	17.4818	< 0.01
Médias (4 a 8) =	108	16.8574	< 0.01
Médias (4 a 9) =	116.5	18.1842	< 0.01
Médias (4 a 10) =	123.5	19.2768	< 0.01
Médias (4 a 11) =	122	19.0426	< 0.01
Médias (5 a 6) =	302	47.1384	< 0.01
Médias (5 a 7) =	256	39.9583	< 0.01
Médias (5 a 8) =	252	39.334	< 0.01
Médias (5 a 9) =	260.5	40.6607	< 0.01
Médias (5 a 10) =	267.5	41.7533	< 0.01
Médias (5 a 11) =	266	41.5192	< 0.01
Médias (6 a 7) =	46	7.18	< 0.01
Médias (6 a 8) =	50	7.8044	< 0.01
Médias (6 a 9) =	41.5	6.4776	< 0.05
Médias (6 a 10) =	34.5	5.385	ns
Médias (6 a 11) =	36	5.6191	< 0.05
Médias (7 a 8) =	4	0.6243	ns
Médias (7 a 9) =	4.5	0.7024	ns
Médias (7 a 10) =	11.5	1.795	ns
Médias (7 a 11) =	10	1.5609	ns
Médias (8 a 9) =	8.5	1.3267	ns
Médias (8 a 10) =	15.5	2.4194	ns
Médias (8 a 11) =	14	2.1852	ns
Médias (9 a 10) =	7	1.0926	ns
Médias (9 a 11) =	5.5	0.8585	ns
Médias (10 a 11) =	1.5	0.2341	ns

Tabela B.34 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de Sacóias.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	926.5	11.5884	< 0.01
Médias (1 a 4) =	544.5	6.8105	< 0.05
Médias (1 a 5) =	284.5	3.5585	ns
Médias (1 a 6) =	1147.5	14.3526	< 0.01
Médias (1 a 7) =	1001.5	12.5265	< 0.01
Médias (1 a 8) =	1013	12.6704	< 0.01
Médias (1 a 9) =	1004	12.5578	< 0.01
Médias (1 a 10) =	981.5	12.2764	< 0.01
Médias (1 a 11) =	1110.5	13.8899	< 0.01
Médias (3 a 4) =	1471	18.3989	< 0.01
Médias (3 a 5) =	1211	15.1469	< 0.01
Médias (3 a 6) =	221	2.7642	ns
Médias (3 a 7) =	75	0.9381	ns
Médias (3 a 8) =	86.5	1.0819	ns
Médias (3 a 9) =	77.5	0.9694	ns
Médias (3 a 10) =	55	0.6879	ns
Médias (3 a 11) =	184	2.3014	ns
Médias (4 a 5) =	260	3.252	ns
Médias (4 a 6) =	1692	21.1631	< 0.01
Médias (4 a 7) =	1546	19.337	< 0.01
Médias (4 a 8) =	1557.5	19.4808	< 0.01
Médias (4 a 9) =	1548.5	19.3683	< 0.01
Médias (4 a 10) =	1526	19.0868	< 0.01
Médias (4 a 11) =	1655	20.7003	< 0.01
Médias (5 a 6) =	1432	17.9111	< 0.01
Médias (5 a 7) =	1286	16.085	< 0.01
Médias (5 a 8) =	1297.5	16.2288	< 0.01
Médias (5 a 9) =	1288.5	16.1162	< 0.01
Médias (5 a 10) =	1266	15.8348	< 0.01
Médias (5 a 11) =	1395	17.4483	< 0.01
Médias (6 a 7) =	146	1.8261	ns
Médias (6 a 8) =	134.5	1.6823	ns
Médias (6 a 9) =	143.5	1.7949	ns
Médias (6 a 10) =	166	2.0763	ns
Médias (6 a 11) =	37	0.4628	ns
Médias (7 a 8) =	11.5	0.1438	ns
Médias (7 a 9) =	2.5	0.0313	ns

Tabela B.34 – Teste de Tukey para SSV do Reator na ETAR de Sacóias (continuação).

Médias (7 a 10) =	20	0.2502	ns
Médias (7 a 11) =	109	1.3633	ns
Médias (8 a 9) =	9	0.1126	ns
Médias (8 a 10) =	31.5	0.394	ns
Médias (8 a 11) =	97.5	1.2195	ns
Médias (9 a 10) =	22.5	0.2814	ns
Médias (9 a 11) =	106.5	1.3321	ns
Médias (10 a 11) =	129	1.6135	ns

Tabela B.35 – Teste de Tukey para CBO₅ de Entrada na ETAR de Sacóias.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	66	1.8568	ns
Médias (1 a 4) =	94	2.6445	ns
Médias (1 a 5) =	336.5	9.4668	< 0.01
Médias (1 a 6) =	399	11.2251	< 0.01
Médias (1 a 7) =	494	13.8977	< 0.01
Médias (1 a 8) =	23.5	0.6611	ns
Médias (1 a 9) =	488	13.7289	< 0.01
Médias (1 a 10) =	194	5.4578	ns
Médias (1 a 11) =	132	3.7136	ns
Médias (3 a 4) =	28	0.7877	ns
Médias (3 a 5) =	270.5	7.61	< 0.01
Médias (3 a 6) =	333	9.3683	< 0.01
Médias (3 a 7) =	428	12.0409	< 0.01
Médias (3 a 8) =	89.5	2.5179	ns
Médias (3 a 9) =	422	11.8721	< 0.01
Médias (3 a 10) =	128	3.601	ns
Médias (3 a 11) =	66	1.8568	ns
Médias (4 a 5) =	242.5	6.8223	< 0.05
Médias (4 a 6) =	305	8.5806	< 0.01
Médias (4 a 7) =	400	11.2532	< 0.01
Médias (4 a 8) =	117.5	3.3056	ns
Médias (4 a 9) =	394	11.0844	< 0.01
Médias (4 a 10) =	100	2.8133	ns
Médias (4 a 11) =	38	1.0691	ns
Médias (5 a 6) =	62.5	1.7583	ns
Médias (5 a 7) =	157.5	4.4309	ns

Tabela B.35 – Teste de Tukey para CBOs de Entrada na ETAR de Sacóias (continuação).

Médias (5 a 8) =	360	10.1279	< 0.01
Médias (5 a 9) =	151.5	4.2622	ns
Médias (5 a 10) =	142.5	4.009	ns
Médias (5 a 11) =	204.5	5.7532	< 0.05
Médias (6 a 7) =	95	2.6726	ns
Médias (6 a 8) =	422.5	11.8862	< 0.01
Médias (6 a 9) =	89	2.5038	ns
Médias (6 a 10) =	205	5.7673	< 0.05
Médias (6 a 11) =	267	7.5115	< 0.01
Médias (7 a 8) =	517.5	14.5588	< 0.01
Médias (7 a 9) =	6	0.1688	ns
Médias (7 a 10) =	300	8.4399	< 0.01
Médias (7 a 11) =	362	10.1842	< 0.01
Médias (8 a 9) =	511.5	14.39	< 0.01
Médias (8 a 10) =	217.5	6.1189	< 0.05
Médias (8 a 11) =	155.5	4.3747	ns
Médias (9 a 10) =	294	8.2711	< 0.01
Médias (9 a 11) =	356	10.0154	< 0.01
Médias (10 a 11) =	62	1.7442	ns

Tabela B.36 – Teste de Tukey para CBOs de Saída na ETAR de Sacóias.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	58	4.1657	ns
Médias (1 a 4) =	86.25	6.1948	< 0.05
Médias (1 a 5) =	78.75	5.6561	< 0.05
Médias (1 a 6) =	50	3.5912	ns
Médias (1 a 7) =	129.15	9.276	< 0.01
Médias (1 a 8) =	125.15	8.9887	< 0.01
Médias (1 a 9) =	126.85	9.1108	< 0.01
Médias (1 a 10) =	36.25	2.6036	ns
Médias (1 a 11) =	71.5	5.1354	ns
Médias (3 a 4) =	28.25	2.029	ns
Médias (3 a 5) =	20.75	1.4903	ns
Médias (3 a 6) =	8	0.5746	ns
Médias (3 a 7) =	71.15	5.1102	ns
Médias (3 a 8) =	67.15	4.8229	ns
Médias (3 a 9) =	68.85	4.945	ns

Tabela B.36 – Teste de Tukey para CBOs de Saída na ETAR de Sacóias (continuação).

Médias (3 a 10) =	21.75	1.5622	ns
Médias (3 a 11) =	13.5	0.9696	ns
Médias (4 a 5) =	7.5	0.5387	ns
Médias (4 a 6) =	36.25	2.6036	ns
Médias (4 a 7) =	42.9	3.0812	ns
Médias (4 a 8) =	38.9	2.7939	ns
Médias (4 a 9) =	40.6	2.916	ns
Médias (4 a 10) =	50	3.5912	ns
Médias (4 a 11) =	14.75	1.0594	ns
Médias (5 a 6) =	28.75	2.0649	ns
Médias (5 a 7) =	50.4	3.6199	ns
Médias (5 a 8) =	46.4	3.3326	ns
Médias (5 a 9) =	48.1	3.4547	ns
Médias (5 a 10) =	42.5	3.0525	ns
Médias (5 a 11) =	7.25	0.5207	ns
Médias (6 a 7) =	79.15	5.6848	< 0.05
Médias (6 a 8) =	75.15	5.3975	ns
Médias (6 a 9) =	76.85	5.5196	ns
Médias (6 a 10) =	13.75	0.9876	ns
Médias (6 a 11) =	21.5	1.5442	ns
Médias (7 a 8) =	4	0.2873	ns
Médias (7 a 9) =	2.3	0.1652	ns
Médias (7 a 10) =	92.9	6.6724	< 0.05
Médias (7 a 11) =	57.65	4.1406	ns
Médias (8 a 9) =	1.7	0.1221	ns
Médias (8 a 10) =	88.9	6.3851	< 0.05
Médias (8 a 11) =	53.65	3.8533	ns
Médias (9 a 10) =	90.6	6.5072	< 0.05
Médias (9 a 11) =	55.35	3.9754	ns
Médias (10 a 11) =	35.25	2.5318	ns

Tabela B.37– Teste de Tukey para CQO de Saída na ETAR de Sacóias.

Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 3) =	7.9681	0.2996	ns
Médias (1 a 4) =	141.1015	5.3048	ns
Médias (1 a 5) =	132.3034	4.9741	ns
Médias (1 a 6) =	134.6274	5.0614	ns

Tabela B.37 – Teste de Tukey para CQO de Saída na ETAR de Sacóias (continuação).

Médias (1 a 7) =	145.4175	5.4671	ns
Médias (1 a 8) =	181.6059	6.8276	< 0.05
Médias (1 a 9) =	112.2172	4.2189	ns
Médias (1 a 10) =	96.613	3.6322	ns
Médias (1 a 11) =	146.7456	5.517	ns
Médias (3 a 4) =	149.0696	5.6044	ns
Médias (3 a 5) =	140.2715	5.2736	ns
Médias (3 a 6) =	142.5955	5.361	ns
Médias (3 a 7) =	153.3856	5.7667	< 0.05
Médias (3 a 8) =	189.574	7.1272	< 0.05
Médias (3 a 9) =	120.1853	4.5185	ns
Médias (3 a 10) =	104.5811	3.9318	ns
Médias (3 a 11) =	154.7136	5.8166	< 0.05
Médias (4 a 5) =	8.7981	0.3308	ns
Médias (4 a 6) =	6.4741	0.2434	ns
Médias (4 a 7) =	4.316	0.1623	ns
Médias (4 a 8) =	40.5044	1.5228	ns
Médias (4 a 9) =	28.8843	1.0859	ns
Médias (4 a 10) =	44.4885	1.6726	ns
Médias (5 a 6) =	2.324	0.0874	ns
Médias (5 a 7) =	13.1141	0.493	ns
Médias (5 a 8) =	49.3025	1.8536	ns
Médias (5 a 9) =	20.0862	0.7552	ns
Médias (5 a 10) =	35.6904	1.3418	ns
Médias (5 a 11) =	14.4422	0.543	ns
Médias (6 a 7) =	10.7901	0.4057	ns
Médias (6 a 8) =	46.9785	1.7662	ns
Médias (6 a 9) =	22.4102	0.8425	ns
Médias (6 a 10) =	38.0144	1.4292	ns
Médias (6 a 11) =	12.1181	0.4556	ns
Médias (7 a 8) =	36.1884	1.3605	ns
Médias (7 a 9) =	33.2004	1.2482	ns
Médias (7 a 10) =	48.8045	1.8348	ns
Médias (7 a 11) =	1.328	0.0499	ns
Médias (8 a 9) =	69.3887	2.6087	ns
Médias (8 a 10) =	84.9929	3.1954	ns
Médias (8 a 11) =	34.8604	1.3106	ns
Médias (9 a 10) =	15.6042	0.5867	ns
Médias (9 a 11) =	34.5284	1.2981	ns
Médias (10 a 11) =	50.1325	1.8848	ns

