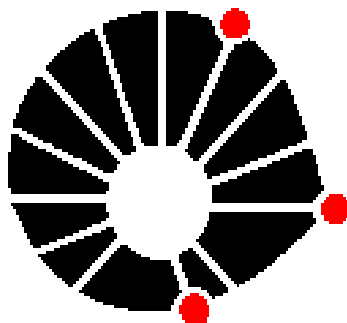




UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

Departamento de Saneamento e Ambiente

**AVALIAÇÃO DAS VALAS DE FILTRAÇÃO COMO MÉTODO DE
PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE ANAERÓBIO: REMOÇÃO
NATURAL DE PATÓGENOS E NUTRIENTES NA APLICAÇÃO DE
ALTAS TAXAS HIDRÁULICAS**

Oder Luiz de Sousa Junior

Campinas

2006



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

Departamento de Saneamento e Ambiente

**AVALIAÇÃO DAS VALAS DE FILTRAÇÃO COMO MÉTODO DE PÓS-TRATAMENTO
DE EFLUENTE ANAERÓBIO: REMOÇÃO NATURAL DE PATÓGENOS E
NUTRIENTES NA APLICAÇÃO DE ALTAS TAXAS HIDRÁULICAS**

Oder Luiz de Sousa Junior

Orientador: Prof. Dr. Bruno Coraucci Filho

Co-orientador: Prof. Dr. Roberto Feijó de Figueiredo

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração em Saneamento e Ambiente.

Campinas, São Paulo.

2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

So85a Sousa Junior, Oder Luiz de
Avaliação das valas de filtração como método de pós-tratamento de efluente anaeróbio: remoção natural de patógenos e nutrientes na aplicação de altas taxas hidráulicas / Oder Luiz de Sousa Junior.-- Campinas, SP: [s.n.], 2006.

Orientadores: Bruno Coraucci Filho, Roberto Feijó de Figueiredo
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Fossas. 2. Águas residuais. 3. Esgotos - Saneamento. 4. Microorganismos patogênicos. 5. Águas residuais – Eliminação. 6. Águas residuais - Filtração. I. Coraucci Filho, Bruno. II. Figueiredo, Roberto Feijó de. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. IV. Título.

Título em Inglês: Evaluation of filtration ditches as method of post treatment of effluent anaerobic: removal natural of pathogens and nutrients in application of high hydraulic rates

Palavras-chave em Inglês: System septic tank with anaerobic unit, Environmental sanitation, Sanitary wastewater, Low cost cost and pathogenic microorganisms, Sanitary engineering

Área de concentração: Saneamento e Ambiente

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Ederio Dino Bidoia, Ricardo de Lima Isaac, Ronaldo Stefanutti

Data da defesa: 31/08/2006

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo
Departamento de Saneamento e Ambiente – DAS

**AVALIAÇÃO DAS VALAS DE FILTRAÇÃO COMO MÉTODO DE PÓS-TRATAMENTO
DE EFLUENTE ANAERÓBIO: REMOÇÃO NATURAL DE PATÓGENOS E
NUTRIENTES NA APLICAÇÃO DE ALTAS TAXAS HIDRÁULICAS**

Oder Luiz de Sousa Junior

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Prof. Dr. Bruno Coraucci Filho

Presidente e Orientador – Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Prof. Dr. Ederio Dino Bidoia

**Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - UNESP - Campus de
Rio Claro**

Prof. Dr. Ricardo de Lima Isaac

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Campinas, 31 de Agosto de 2006

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais, a
Elisângela companheira e amiga e a todos
que de alguma forma contribuíram para
esta realização.*

AGRADECIMENTOS

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa, em especial:

Ao Orientador Bruno Coraucci Filho e ao Co-orientador Roberto Feijó de Figueiredo que acreditaram em mim e me concederam a oportunidade e o apoio na realização deste projeto, além da contribuição profissional e amizade.

Agradeço ainda aos Professores Bruno Coraucci Filho e Ricardo de Lima Isaac que quando ainda era estudante da graduação me proporcionaram oportunidades, e me iniciaram na pesquisa acadêmica que contribuíram na minha formação pessoal.

Ao Ronaldo Stefanutti pela contribuição e apoio no decorrer das atividades ao longo da pesquisa.

Sou grato também ao Enelton Fagnani e ao Marco Aurélio Gattamorta que tiveram participação essencial neste projeto, pelas orientações técnicas e amizades.

Aos colegas de projeto, a Daniele Tonon pelo companheirismo e ajuda diária nos processamento das análises, ao Adriano Luiz Tonetti pelo convívio e pelas importantes contribuições no projeto, a Verônica C. Magalhães pela contribuição e execução das análises de protozoários e helmintos, ao Álvaro Chaves Porras pela amizade e ajuda no processo de montagem na parte experimental.

Aos bolsistas que contribuíram significativamente nos processamentos das análises laboratoriais, Paula Barbosa Sena, Regiane Ap. Guadagnini, Israel Sergio de Oliveira Junior, Lucas, Roberto Ângelo de Oliveira e Cíntia Helena.

Aos companheiros e colegas da graduação e da pós, Renata Castagnato, Lígia Domingues, Cristiano Mano, Saulo Bruno Silveira e Souza, Doralice Meloni Arisati, Paulo Henrique, Alexandre Kanegae, Thamy Quintanilha Pinto, Martina Barbosa, Mara, Milma e Ariston Junior.

Aos colegas do Laboratório de Saneamento, Sandra, Melina, Marcos, Jô, Miriam, Lílian, Regina, Tácia, Warner, Bruna, Marcela, Roberto, Vanessa, Flávio, Gracietti Guilherme, Camila, Carolina e Ana.

Agradeço também ao Roberto funcionário da Biblioteca Central, pelas longas conversas e pelo auxílio à aquisição de materiais bibliográficos.

Aos professores membros da banca de qualificação.

Aos professores, funcionários e colaboradores da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - DAS. Em especial ao Prof. Dr. Edson Nour, Prof. Dr. José Roberto Guimarães e ao motorista Saul.

A Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento - SANASA S.A, por permitir a realização desta pesquisa, em especial: ao gerente de operação de esgoto, engenheiro Renato Rossetto; a coordenadora de tratamento de esgoto, a engenheira Silvia Helena Ferreira; ao coordenador de tratamento de esgoto, o engenheiro Uildson Carlos Alberto e a engenheira Renata de Lima.

Agradecimentos especiais ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq em especial ao Edital CT-Hidro, pelo apoio através de concessão de bolsa de estudo.

À Elisângela, companheira e amiga, pela paciência, compreensão e apoio.

Aos meus amigos e aos meus pais e meus irmãos que sempre me incentivaram.

A todos muito obrigado!

RESUMO

Sousa Junior. O. L. **Avaliação das valas de filtração como método de pós-tratamento de efluente anaeróbio: remoção natural de patógenos e nutrientes na aplicação de altas taxas hidráulicas.** Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2006. 246 p. Dissertação (Mestrado).

O objetivo deste projeto foi estudar as valas de filtração como um método de baixo custo aplicável a residências isoladas e pequenas ou médias comunidades brasileira, analisar as valas de filtração como unidades de pós-tratamento de efluente anaeróbio de um sistema fossa filtro, na remoção natural de nutrientes e microrganismos patogênicos. No presente estudo foram estudadas três valas de filtração em escala piloto com 1 m de comprimento e 0,50 m de largura, com altura da camada de areia igual a 0,25, 0,50, e 0,75 m, foi utilizado tubo de drenagem em PEAD - polietileno de alta densidade – com 0,10 m de diâmetro, as valas de filtração foram alimentadas por efluente de um sistema fossa filtro, foram empregadas 4 taxas hidráulicas (40, 60, 80, e 100 L/m².dia) cada taxa foi aplicada na frequência de 6, 12, 18, e 24 hora/dia. O esgoto bruto, afluente, e efluente das valas de filtração, foram analisados semanalmente permitindo constatar que os resultados obtidos no estudo das valas de filtração no emprego de altas taxas hidráulicas proporcionavam uma remoção superior a 82,5% DBO e adequação de coliformes e a ausência de microrganismo patogênico. Quanto aos compostos nitrogenados, ocorreu uma grande nitrificação. A concentração de fósforo também foi muito reduzida, adequando o efluente das valas de filtração a legislação brasileira, em todas as taxas empregadas.

Palavras chaves: Fossa filtro, saneamento ambiental, esgoto sanitário, baixo custo e microrganismos patogênicos.

ABSTRACT

Sousa Junior. O. L. **Evaluation of filtration ditches as method of post treatment of effluent anaerobic: removal natural of pathogens and nutrients in application of high hydraulic rates.** Campinas, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Urban Design, State University of Campinas, 2006. 246 p. Master in Science dissertation.

The aim of this work was to study filtration ditches as a method of low cost applicable the isolated homes and the small Brazilian municipalities for the post-treatment of anaerobic effluent from a system septic tank with anaerobic unit in the removal of natural nutrients and pathogenic microorganisms. For the research were analyzed three filtration ditches on pilot-scale with 1 m length and 0,5 m width, with height of the layer of sand equal 0,25, 0,50, and 0,75 m was used a drainage pipe in HDPE - High Density Polyethylene - with 0,10 m in diameter. The of filtration ditches were fed by effluent from a system septic tank with anaerobic unit were used four high hydraulic rates (40, 60, 80, and 100 L/m².day) each rate was applied in the frequency of 6, 12, 18, and 24 hours/day. The municipal wastewater, affluent and the effluent of the filtration ditches were weekly analyzed allowing that the results obtained in the study removal of organic matter exceeded 82,5% BOD and adequacy of coliform, absence of pathogenic microorganisms. In terms of nitrogen compounds, a high nitrification occurred. The phosphorus concentration also was very reduced, the effluent of the three filtration ditches being in compliance with Brazilian laws at all the rates used.

Keywords: system septic tank with anaerobic unit, environmental sanitation, sanitary wastewater, low cost and pathogenic microorganisms.

*“Todos têm direito ao meio ambiente
ecologicamente equilibrado, bem de uso
comum do povo e essencial à sadia
qualidade de vida, impondo-se ao Poder
Público e à coletividade o dever de
defendê-lo e preservá-lo para as presentes
e futuras gerações.”*
*Constituição Federal de 1988. Título VIII,
Capítulo VI, Art. 225.*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xix
LISTA DE TABELAS	xxv
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xli
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	5
2.1 Objetivo Geral	5
2.2 Objetivos Específicos	5
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
3.1 Processos Biológicos do Sistema Tratamento de Esgoto Sanitário	7
3.1.1 Processo Anaeróbio	9
3.1.2 Tipos de Reatores Anaeróbios	11
3.1.3 Sistema Fossa Filtro (tanque séptico seguido de filtro anaeróbio)	12
3.1.4.1 Funcionamento	16
3.1.4.2 Afluente do Tanque Séptico	17
3.1.4.4 Eficiência	20
3.1.4.5 Sistemas de Disposição do Efluente Líquido dos Tanques Sépticos	21
3.1.5 Filtro Anaeróbio	22
3.2 Pós-Tratamento de Efluente Anaeróbio	24

3.2.1 Remoção de Nutrientes.....	24
3.2.1.1 Fontes de Nitrogênio nos Corpos Hídricos.....	27
3.2.2 Fontes de Fósforo nos Corpos Hídricos.....	29
3.2.3 Microrganismos Patogênicos	30
3.2.3.1 Organismos Indicadores	34
3.2.3.2 Coliformes Totais	35
3.2.3.3 Coliformes Termotolerantes	36
3.2.3.4 Helmintos	36
3.2.3.5 Protozoários	39
3.2.3.6 Remoção Natural	41
3.3 Reúso de Águas Residuárias	42
3.3.1 Parâmetros para Reúso de Águas na Agricultura	45
3.4 Sistemas Descentralizados.....	46
3.4.1 Filtração Biológica em Meio Filtrante de Areia	48
3.4.2 Sistema de Filtro de Areia	49
3.4.3 Sistemas de Valas de Infiltração	50
3.4.4 Sistemas de Valas de Filtração	53
3.4.4.1 Características Construtivas das Valas de Filtração	54
3.4.4.2 Aplicação.....	57
3.4.4.3 Operação.....	58
3.4.4.4 Taxas de Aplicação	60
3.4.4.5 Vantagens, Eficiências e Inconvenientes	60
4 MATERIAIS E MÉTODOS	65
4.1 Localização.....	65
4.1.1 Origem do Afluente da ETE Jd. Icaraí.....	66
4.2 Coleta do Efluente Anaeróbio	69
4.3 Aspectos Construtivos das Valas de Filtração.....	70

4.3.1 Armazenamento e o a Distribuição do Afluente Anaeróbio	70
4.3.2 Tubulações	71
4.3.3 Disposição das Camadas do Leito Filtrante e Características Físicas .	72
4.3.4 Valas de Filtração.....	75
4.3.5 Taxas de Aplicação e Sistema de Distribuição do Afluente	77
4.3.6 Coleta de Amostras e Análises Laboratoriais.....	79
4.3.7 Análise Microbiológica.....	84
4.3.8 Análise dos Dados	85
4.4 Análise dos Resultados	85
4.5 Verificação dos Resultados	85
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	87
5.1 Avaliação dos Parâmetros	88
5.1.1 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	88
5.1.2 Oxigênio Dissolvido (OD)	92
5.1.3 Temperatura.....	93
5.1.4 Turbidez	94
5.1.5 Condutividade	98
5.1.6 Cor Verdadeira	102
5.1.6.1 Cor Aparente	106
5.1.7 Alcalinidade Parcial	110
5.1.7.1 Alcalinidade Total	112
5.1.8 Demanda Química de Oxigênio (DQO)	115
5.1.8.1 Demanda Química de Oxigênio Filtrada (DQO _F).....	119
5.1.9 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	123
5.1.9.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio filtrada (DBO _F).....	127
5.1.10 Carbono Orgânico Total Filtrado (COT _F)	131

5.1.11 Sólidos Totais (ST), Sólidos Totais Fixos (STF) e Sólidos Totais Voláteis (STV)	133
5.1.11.1 Sólidos Suspensos Totais (SST), Sólidos Suspensos Fixos (SSF) e Sólidos Suspensos Voláteis (SSV).....	144
5.1.12 Compostos Nitrogenados	154
5.1.13 Fósforo Total	164
5.1.14 Coliformes Totais e Termotolerantes	170
5.1.15 Helmintos e Protozoários	180
5.2 Verificação das Taxas Hidráulicas	184
5.3 Simulação de uma Descarga Sanitária.....	185
5.4 Avaliação Qualitativa do Efluente Anaeróbio e das Valas e Filtração.....	189
5.5 Eficiência do Sistema Fossa Filtro e Valas de filtração.....	191
5.5 Análise do Meio Filtrante	194
6 CONCLUSÕES	197
7 REMOMENDAÇÕES	201
ANEXO A – Relação dos Aparelhos Empregados na Realização dos Ensaio Laboratoriais	203
ANEXO B – PLANILHA DE RESULTADOS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	205
ANEXO C – PLANILHA DE RESULTADOS DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS..	231
REFERÊNCIAS.....	235
REFERÊNCIAS CONSULTADAS	245

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Fluxograma do sistema fossa filtro.....	13
Figura 3.2: Tanque séptico com câmara única.....	19
Figura 3.3: Tanque séptico com câmara em série	19
Figura 3.4: Tanque séptico com câmara sobreposta	20
Figura 3.5: Transformação do nitrogênio em processo biológico	28
Figura 3.6: Fluxograma do sistema local de tratamento.....	47
Figura 3.7: Esquema dos filtros de areia.....	49
Figura 3.8: Esquema de uma vala de infiltração	52
Figura 3.9: Esquema de funcionamento de uma vala de filtração.....	54
Figura 3.10: Valas de filtração em secção transversal	56
Figura 3.11: Valas de filtração em secção longitudinal	57
Figura 3.12: Sistema de tratamento com um conjunto de valas de filtração	57
Figura 4.1: Vista geral da ETE Jd. Icaraí.....	65
Figura 4.2: Vista geral das valas de filtração.....	66
Figura 4.3: Croqui da ETE Jd. Icaraí	67
Figura 4.4: Tratamento preliminar com grade, caixa de areia e vertedor Parshall	68
Figura 4.5: Tanque séptico e filtro anaeróbio	69

Figura 4.6: Área de armazenamento do efluente anaeróbio e veículo de transporte	70
Figura 4.7: Bombas desadoras peristálticas	71
Figura 4.8: Detalhe da caixa em fibra de vidro com tubos de drenagem	72
Figura 4.9: Curva de distribuição granulométrica da brita utilizada nas valas.....	73
Figura 4.10: Curva de distribuição granulométrica da areia utilizada nas valas	74
Figura 4.11: Materiais constituintes no preenchimento do leito.....	75
Figura 4.12: Caixa em fibra de vidro, com camada de areia e brita	76
Figura 4.13: Caixa em fibra de vidro com tubos superpostos, camada de areia e brita	76
Figura 4.14: Tambores utilizados no sistema de aplicação do afluente anaeróbio	78
Figura 4.15: Fluxograma simplificado do sistema de tratamento e os pontos de coleta	79
Figura 4.16: Caixa de distribuição, local de coleta de esgoto bruto.	80
Figura 4.17: Caixa de entrada do afluente do filtro anaeróbio, local da coleta.....	80
Figura 4.18: Coleta do efluente anaeróbio da ETE Jd. Icaraí.....	81
Figura 4.19: Coleta do efluente das valas de filtração.....	82
Figura 5.1: Semanas de coleta em função de pH do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração	89
Figura 5.2: Semanas de coleta em função de pH, afluente e efluente das valas de filtração	90
Figura 5.3: Semanas de coleta em função da Turbidez do afluente e efluente das valas de filtração	95
Figura 5.4: Semanas da coleta, em função da condutividade do esgoto bruto e do afluente e efluente das valas de filtração.....	99
Figura 5.5: Semanas da coleta em função da cor verdadeira do esgoto bruto e do afluente das valas de filtração.....	103
Figura 5.6: Semanas da coleta em função da cor aparente do esgoto bruto e do afluente das valas de filtração	107

Figura 5.7: Semanas da coleta em função da alcalinidade parcial do esgoto bruto e do afluente e efluente das valas de filtração	110
Figura 5.8: Semanas da coleta em função da alcalinidade total, do esgoto bruto e do afluente e efluente das valas de filtração	113
Figura 5.9: Semana da coleta em função da DQO do esgoto bruto e do afluente das valas de filtração	115
Figura 5.10: Semana da coleta em função da DQO e do afluente, e efluente das valas de filtração	116
Figura 5.11: Semana da coleta em função da DQO_F do esgoto bruto, e afluente das valas de filtração	120
Figura 5.12: Semana da coleta em função da DQO_F do afluente e efluente das valas de filtração	120
Figura 5.13: Semana da coleta em função da DBO, do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração	123
Figura 5.14: Semana da coleta em função da DBO, do afluente e efluente das valas de filtração	124
Figura 5.15: Semana da coleta em função da STF, do afluente e efluente das valas de filtração	134
Figura 5.16: Semana da coleta em função de STV, do afluente e efluente das valas de filtração	137
Figura 5.17: Semana da coleta em função do ST, do esgoto bruto afluente e efluente das valas de filtração	140
Figura 5.18: Semana da coleta em função do SSF, do esgoto bruto afluente e efluente das valas de filtração	144
Figura 5.19: Semana da coleta em função do SSV, do esgoto bruto afluente e efluente das valas de filtração	148

Figura 5.20: Semana da coleta em função do SST, do esgoto bruto afluente e efluente das valas de filtração	151
Figura 5.21:Semana da coleta em função da concentração dos compostos nitrogenados no esgoto bruto	155
Figura 5.22:Semana da coleta em função da concentração dos compostos nitrogenados no afluente das valas de filtração.....	157
Figura 5.23:Semana da coleta em função da concentração dos compostos nitrogenados na vala V 0,25	158
Figura 5.24:Semana da coleta em função da concentração dos compostos nitrogenados na vala V 0,50	159
Figura 5.25:Semana da coleta em função da concentração dos compostos nitrogenados na vala V 0,50	160
Figura 5.26: Semana da coleta em função da concentração de fósforo total, do esgoto e afluente das valas de filtração.....	165
Figura 5.27: Semana da coleta em função da concentração de fósforo total, do esgoto e afluente das valas de filtração.....	167
Figura 5.28: Semana da coleta em função do logaritmo da concentração de coliformes totais do esgoto bruto e do afluente das valas de filtração	171
Figura 5.29: Semana da coleta em função do logaritmo da concentração de coliformes totais do esgoto bruto e do afluente das valas de filtração.	172
Figura 5.30: Semana da coleta em função do logaritmo da concentração de coliformes termotolerantes do esgoto bruto e do afluente das valas de filtração	176
Figura 5.31: Semana da coleta em função do logaritmo da concentração de coliformes termotolerantes do esgoto bruto e do afluente das valas de filtração	177
Figura 5.32: Afluente e efluente das valas de filtração 2ª semana de aplicação	190
Figura 5.33: Esgotos brutos, afluentes e efluentes das valas de filtração, na 10ª semana de aplicação.....	190

Figura 5.34: Esgoto bruto, Afluentes e efluentes das valas de filtração na 22ª semana de aplicação em vista superior e lateral	191
--	-----

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Faixas prováveis de remoção de poluentes, conforme tipo de tratamento, considerado em conjunto com tanques sépticos (em %).....	14
Tabela 3.2: Períodos de Detenção (T) em função da vazão afluyente (N.C).....	17
Tabela 3.3: Nutrientes presentes nos esgotos domésticos brutos	25
Tabela 3.4: Formas do nitrogênio.....	27
Tabela 3.5: Principais tipos de microrganismos presentes nos efluentes sanitários	32
Tabela 3.6: Patógenos potencialmente presentes em esgoto doméstico não tratado ..	32
Tabela 3.7: Helminhos causadores de doenças encontrados no ambiente	37
Tabela 3.8: Principais características de alguns ovos de helminhos usualmente encontrados em esgotos brutos e tratados.....	38
Tabela 3.9: Protozoários causadores de doenças encontradas no ambiente	41
Tabela 3.10: Sobrevivência típica de patógenos em temperaturas entre 20 e 30°C.....	42
Tabela 3.11: Qualidade microbiológica para uso agrícola de efluentes de ETE: recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS)	46
Tabela 4.1: Denominação das valas e suas profundidades de leito de areia.....	74
Tabela 4.2: Taxa hidráulica e volumes aplicados.....	78
Tabela 4.3: Parâmetros estudados, metodologias e periodicidades	82
Tabela 5.1: Faixas de valores de pH das valas de filtração nas taxas hidráulicas	91

Tabela 5.2: Concentração de OD (mg/L) no esgoto bruto e no afluente e efluente das valas	92
Tabela 5.3: Valores de temperatura em graus °C.....	94
Tabela 5.4: Valores médios da turbidez (uT) e desvio padrão relativo (%) do esgoto bruto, efluentes e afluente das valas de filtração nas freqüências de aplicações as taxa hidráulicas estudadas	96
Tabela 5.5: Valores médios da turbidez (uT) e desvio padrão relativo (%) do esgoto bruto, nos efluentes e afluente das valas de filtração nas taxa hidráulicas estudadas	96
Tabela 5.6: Remoção da turbidez (%) do afluente e efluente das valas de filtração das freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas.....	97
Tabela 5.7: Remoção da turbidez (%) no afluente e efluentes das valas de filtração ...	97
Tabela 5.8: Valores médios da condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) e desvio padrão relativo (%) freqüências de aplicação das taxas hidráulicas estudadas	100
Tabela 5.9: Valores médios da condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) e desvio padrão relativo (%) das taxas hidráulicas estudadas.....	101
Tabela 5.10: Remoção da condutividade (%) no sistema fossa filtro, e nas valas de filtração nas freqüências de aplicações e nas taxas hidráulicas estudadas	101
Tabela 5.11: Valores médios da cor verdadeira (mg Pt/L) e desvio padrão relativo (%) das freqüências de aplicação das hidráulicas estudadas	104
Tabela 5.12: Valores médios da cor verdadeira (mg Pt/L) e o desvio padrão relativo (%) das freqüências de aplicação das taxas hidráulicas estudadas.....	104
Tabela 5.13: Remoção de cor verdadeira (%) no sistema fossa filtro, e nas valas de filtração nas taxas e freqüências estudadas	105
Tabela 5.14: Remoção de cor verdadeira (%) no sistema fossa filtro e nas valas de filtração nas taxas e freqüências estudadas	105

Tabela 5.15: Valores médios da cor aparente (mg Pt/L) e desvio padrão relativo (%) das frequências de aplicação das hidráulicas estudadas	107
Tabela 5.16: Valores médios da cor aparente (mg Pt/L) e desvio padrão relativo (%) na aplicação das hidráulicas estudadas	108
Tabela 5.17: Remoção de cor aparente (%) no sistema fossa filtro e nas valas de filtração nas frequências de aplicação nas taxas hidráulicas estudadas	109
Tabela 5.18: Remoção de cor aparente (%) no sistema fossa filtro e nas valas de filtração nas taxas e frequências estudadas	109
Tabela 5.19: Valores médios da alcalinidade parcial (mg CaCO ₃ - /L) e desvios padrão relativo (%) do esgoto bruto, afluyente e efluente da valas na frequência de aplicação das taxas hidráulicas estudadas	111
Tabela 5.20: Valores médios da alcalinidade parcial (mg CaCO ₃ /L-) e desvio padrão relativo (%) do esgoto bruto, afluyente e efluente da valas de filtração das taxas hidráulicas estudadas.....	112
Tabela 5.21: Valores médios da concentração de alcalinidade parcial (mg CaCO ₃ /L) do esgoto bruto, afluyente e efluente da valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	114
Tabela 5.22: Valores médios da alcalinidade (mg CaCO ₃ /L) e desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluyente e efluente da valas de filtração na frequência de aplicação das taxas hidráulicas estudadas	114
Tabela 5.23: Valores médios da DQO (mg O ₂ /L) desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração nas taxas hidráulicas e frequências aplicadas	117
Tabela 5.24: Valores médios da concentração de DQO (mg O ₂ /L) desvio padrão relativo esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	118

Tabela 5.25: Remoção da concentração de DQO (%) do afluente e efluente das valas de filtração, na frequência de aplicação das taxas hidráulicas estudadas	118
Tabela 5.26: Remoção da concentração de DQO (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	119
Tabela 5.27: Valores médios da concentração de DQO_F (mg O_2/L) e desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração, na frequência de aplicação das taxas hidráulicas estudadas	121
Tabela 5.28: Valores médios da concentração de DQO_F (mg O_2/L), desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas.....	121
Tabela 5.29: Remoção da concentração de DQO_F (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas frequências aplicadas nas taxas hidráulicas estudadas	122
Tabela 5 30: Remoção da concentração de DQO_F em (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	122
Tabela 5.31: Valores médios da DBO (mg O_2/L) e desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente e efluente das valas, nas frequências de aplicação nas taxas hidráulicas estudadas.....	125
Tabela 5.32: Valores médios da concentração de DBO (mg O_2/L), desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente, e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	126
Tabela 5.33: Remoção da concentração de DBO (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas frequências aplicadas nas taxas hidráulicas estudadas	126
Tabela 5.34: Remoção da concentração de DBO (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	127
Tabela 5.35: Verificação da Taxa 40 $L/m^2.dia$, na concentração de DBO (mg O_2/L) ..	127

Tabela 5.36: Valores médios da DBO_F ($\text{mg O}_2/\text{L}$) e desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluyente, efluente das valas, nas freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas.....	128
Tabela 5.37: Valores médios da concentração de DBO_F ($\text{mg O}_2/\text{L}$), desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluyente, e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas.....	129
Tabela 5.38: Remoção da concentração de DBO_F (%) do afluyente e efluente das valas de filtração, nas freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas	130
Tabela 5.39: Remoção da concentração de DBO (%) do afluyente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	130
Tabela 5.40: Valores médios da concentração de COTF (mg/L), desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração, nas freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas	131
Tabela 5.41: Valores médios da concentração de COTF (mg/L), desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	132
Tabela 5.42: Remoção da concentração de COT (%) do afluyente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas e freqüências aplicadas	132
Tabela 5.43: Remoção da concentração de COT (%) do afluyente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	133
Tabela 5.44: Valores médios da concentração de STF (mg/L), desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	135
Tabela 5.45: Valores médios de STF (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas	135

Tabela 5.46: Remoção da concentração de STF (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	136
Tabela 5.47: Remoção da concentração de STF (%) do afluente e efluente das valas de filtração, na frequência de aplicações nas taxas hidráulicas aplicadas .	136
Tabela 5.48: Valores médios de STV (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas	138
Tabela 5.49: Valores médios de STV (mg/L), o esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicação taxas hidráulicas estudadas.....	138
Tabela 5.50: Remoção da concentração de STV (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	139
Tabela 5.51: Remoção da concentração de STV (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas aplicadas	139
Tabela 5.52: Valores médios de ST (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo das taxas hidráulicas estudadas	141
Tabela 5.53: Valores médios de ST (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações das taxas hidráulicas estudadas	142
Tabela 5.54: Remoção da concentração de ST (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	143
Tabela 5.55: Remoção da concentração de ST (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas frequências de aplicações das taxas hidráulicas estudadas	143

Tabela 5.56: Valores médios de SSF (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração, e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas	145
Tabela 5.57: Valores médios de SSF (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas freqüências de aplicações taxas hidráulicas e estudadas.....	146
Tabela 5.58: Remoção SSF (%) do afluyente e efluente das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	146
Tabela 5.59: Remoção SST (%) do afluyente e efluente das valas de filtração nas freqüências de aplicação nas taxas hidráulicas estudadas	147
Tabela 5.60: Valores médios de SSV (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas	149
Tabela 5.61: Valores médios de SSV (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas freqüências de aplicações taxas hidráulicas estudadas.....	149
Tabela 5.62: Remoção SSV (%) do afluyente e efluente das valas de filtração nas taxas estudadas	150
Tabela 5.63: Remoção SSV (%) do afluyente e efluente das valas de filtração nas freqüências de aplicações taxas hidráulicas e estudadas	150
Tabela 5.64: Valores médios do SST (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas	152
Tabela 5.65: Valores médios do SST (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas	152
Tabela 5.66: Remoção SST (%) do afluyente e efluente das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	153

Tabela 5.67: Remoção SST (%) do afluente e efluente das valas de filtração nas taxas e frequências estudadas.....	153
Tabela 5.68: Valores médios de N _{orgânico} (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas	155
Tabela 5.69: Valores médios de N NH ₃ (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo taxas hidráulicas estudadas	156
Tabela 5.70: Valores médios de N nitrito (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas	156
Tabela 5.71: Valores médios de N nitrito (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas	157
Tabela 5.72: Valores médios de N NH ₃ (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas	161
Tabela 5.73: Valores médios de N _{orgânico} (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas	161
Tabela 5.74: Valores médios de N _{nitrito} (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas	162
Tabela 5.75: Valores médios de N NH ₃ (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas	163
Tabela 5.76: Valores médios de N _{total} (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas	163

Tabela 5.77: Valores de remoção de N_{total} (%), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração	164
Tabela 5.78: Valores médios de P_{total} (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas	166
Tabela 5.79: Valores médios de P_{total} (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas	168
Tabela 5.80: Valores de remoção de P_{total} (%), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas	169
Tabela 5.81: Remoção de P_{total} (%), afluyente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	170
Tabela 5.82: Valores médios de coliforme total (NMP/100 mL), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas	173
Tabela 5.83: Valores médios de coliforme total (NMP/100 mL), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração, e desvio padrão relativo nas freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas	174
Tabela 5.84: Remoção de coliformes totais (%), do afluyente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	175
Tabela 5.85: Valores médios de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas	177
Tabela 5.86: Valores médios de coliforme termotolerantes (NMP/100 mL), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas	179

Tabela 5.87: Remoção de coliformes termotolerantes (%), do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	180
Tabela 5.88: Análise qualitativa de microrganismos no esgoto bruto e no afluente das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	181
Tabela 5.89: Análise quantitativa do esgoto bruto, nas taxas hidráulicas estudadas..	182
Tabela 5.90: Análise quantitativa do afluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	183
Tabela 5.91: Comparação das taxas hidráulicas de 40 L/m ² .dia em relação a remoção de DBO _F (mg O ₂ /L)	184
Tabela 5.92: Volume do efluente aplicado nas taxas hidráulicas de 40 e 100L/m ² .dia	185
Tabela 5.93: Valores de pH do afluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas	185
Tabela 5.94: Valores de DQO (mg O ₂ /L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas	186
Tabela 5.95: Valores de DQO _F (mg O ₂ /L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas.....	186
Tabela 5.96: Valores de OD (mg O ₂ /L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas	186
Tabela 5.97: Valores de P _{total} (mg/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas	186
Tabela 5.98: Valores de N _{amoniaco} (mg/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas.....	187
Tabela 5.99: Valores de N _{orgânico} (mg/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas	187
Tabela 5.100: Valores de N _{nitrito} (mg/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas	187

Tabela 5.101: Valores de N_{nitrito} (mg/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas	187
Tabela 5.102: Valores de Turbidez (uT), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas	188
Tabela 5.103: Valores de Cor verdadeira (mg Pt/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas	188
Tabela 5.104: Valores de Coliformes Totais (NMP/100 mL), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas	188
Tabela 5.105: Valores de Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas.....	188
Tabela 5.106: Valores Helmintos e Protozoários (organismos/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas	189
Tabela 5.107: Remoção de DQO (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	192
Tabela 5.108: Remoção de DQOF (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	192
Tabela 5.109: Remoção de DBO (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	192
Tabela 5.110: Remoção de DBO_F (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	192
Tabela 5.111: Remoção de coliformes totais (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	193
Tabela 5.112: Remoção de coliformes termotolerantes (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	193

Tabela 5.113: Remoção de fósforo total (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas	193
Tabela 5.114: Volume de água potável aplicados nas valas de filtração	194
Tabela 5.115: Valores de pH, da água potável e do efluente das valas de filtração ...	194
Tabela 5.116: Valores de OD ($\text{mg O}_2/\text{L}$), da água potável e do efluente das valas de filtração	195
Tabela 5.117: Valores de turbidez (uT), da água potável e do efluente das valas de filtração na lavagem das valas de filtração	195
Tabela 5.118: Valores da cor verdadeira (mg Pt/L), da água potável e do efluente das valas de filtração	195
Tabela 5.119: Valores de DQO ($\text{mg O}_2/\text{L}$), da água potável e do efluente das valas de filtração	195
Tabela 5.120: Valores de $\text{N}_{\text{nitrito}}$ (mg/L), da água potável e do efluente das valas de filtração	196
Tabela 5.121: Valores de $\text{N}_{\text{nitrito}}$ (mg/L), da água potável e do efluente das valas de filtração	196
Tabela 5.122: Valores de P_{total} (mg/L), da água potável e do efluente das valas de filtração	196
Tabela 5.123: Valores de helmintos e protozoários (organismos/L) da água potável e do efluente das valas de filtração.....	196
Tabela A: Aparelhos empregados na realização dos ensaios laboratoriais	204
Tabela B 1: Valores do pH analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	206
Tabela B 2: Valores de DQO _{Total} analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	207

Tabela B 3: Valores de DQO Filtrada analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	208
Tabela B 4: Valores de DBO Total analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	209
Tabela B 5: Valores de DBO Filtrada analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	210
Tabela B 6: Valores de OD analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	211
Tabela B 7: Valores de Fósforo Total analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	212
Tabela B 8: Valores de Nitrogênio Amoniacal analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	213
Tabela B 9: Valores de Nitrogênio Orgânico analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	214
Tabela B 10: Valores de Nitrogênio Nitrito analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	215
Tabela B 11: Valores de Nitrogênio Nitrato analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	216
Tabela B 12: Valores de Nitrogênio Total analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	217

Tabela B 13: Valores de Condutividade analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	218
Tabela B 14: Valores de Turbidez analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	219
Tabela B 15: Valores de Alcalinidade Parcial analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	220
Tabela B 16: Valores de Alcalinidade Total analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	221
Tabela B 17: Valores de Cor Aparente analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	222
Tabela B 18: Valores de Cor Aparente analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	223
Tabela B19: Valores de Sólidos Totais analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	224
Tabela B 20: Valores de Sólidos Totais Fixos analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	225
Tabela B 21: Valores de Sólidos Totais Voláteis analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	226
Tabela B 22: Valores de Sólidos Suspensos Totais analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	227

Tabela B 23: Valores de Sólidos Suspensos Fixos analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluyente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	228
Tabela B 24: Valores de Carbono Orgânico Total Filtrado analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluyente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	229
Tabela C 1: Valores de Coliformes Totais analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluyente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	232
Tabela C 2: Valores de Coliformes Termotolerantes analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluyente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas	233

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AF .V	Afluente das valas de filtração
AF	Afluente das valas de filtração
APHA	American Public Health Association
AWWA	American Water Works Association
C	Símbolo químico do carbono
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CO₂	Gás Carbônico
COT	Carbono Orgânico Total
COT_F	Carbono Orgânico Total filtrado
d	Dia
DBO_F	Demanda Bioquímica de Oxigênio filtrada
DP	Desvio Padrão
DPR	Desvio padrão reativo
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DQO_F	Demanda Química de Oxigênio filtrado
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
EB	Esgoto bruto
FOWA	Florida Onsite Wastewater Association, Inc
g	grama
h	hora
H	Símbolo químico do Hidrogênio

H₂	Gás Hidrogênio
Jd.	Jardim
L	Litro
L/m². d	Litro por metro quadrado por dia
m	Metro
m²	Metro quadrado
m³	Metro cúbico
min	Minuto
mg	Miligrama
mL	Mililitro
mm	Milímetro
N	Símbolo químico do Nitrogênio
NAT	Nitrogênio Amoniacal Total
NBR	Norma Técnica Brasileira
NH₃	Fórmula química da amônia
N/L	Nitrogênio por Litro
NIT	Nitrogênio Inorgânico Total
NMP	Número mais provável
N_{org.}	Nitrogênio orgânico
NO₂	Fórmula química do nitrito
NO₃	Fórmula química nitrato
NT	Nitrogênio Total
NTK	Nitrogênio Total Kjeldahl
O	Símbolo químico do Oxigênio molecular
O₂	Gás oxigênio
O₂/L	Oxigênio por litro
OD	Oxigênio Dissolvido
OMS	Organização Mundial da Saúde
P	Símbolo químico do Fósforo
PEAD	Polietileno de alta densidade
pH	Potencial Hidrogeniônico

PROSAB	Programa de Pesquisas em Saneamento Básico
PVC	Policloreto de vinila
SANASA	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A
SST	Sólidos Totais
STF	Sólidos Totais Fixos
STV	Sólidos Totais Voláteis
SSF	Sólidos Suspensos Fixos
SST	Sólidos Suspensos Totais
SSV	Sólidos Suspensos Voláteis
TDC	Tempo de Detenção Celular
TDH	Tempo de Detenção Hidráulica
TS	Tanque Séptico
UASB	Up Flow Anaerobic Sludge Blanket
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USEPA	United States Environmental Protection Agency
V 0,25	Vala de filtração com 0,25m areia como meio suporte
V 0,50	Vala de filtração com 0,50 m areia como meio suporte
V 0,75	Vala de filtração com 0,75 m areia como meio suporte
WPCF	Water Pollution Control Federation
(%)	Símbolo de porcentagem
(°C)	Grau centígrado
(μS)	Microsiemens
(μm)	Micrômetro

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o diagnóstico realizado pelo Ministério das Cidades (2005) sobre o saneamento ambiental no Brasil, quase a metade da população (83 milhões de pessoas), não é atendida por sistemas de tratamento de esgotos, 45 milhões de cidadãos carecem de serviços de distribuição de água potável. Nas áreas rurais, mais de 80 % das moradias não são servidas por redes gerais de abastecimento de água e quase 60 % dos esgotos de todo o país são lançados, sem tratamento, diretamente nos cursos de água.

O impacto recai sobre a saúde pública, sessenta e cinco por cento das internações hospitalares de crianças de zero a cinco anos, registradas no Brasil, decorrem da ausência ou da precariedade dos serviços de saneamento. Segundo Teixeira e Pungirum (2005), quanto menor a cobertura populacional por sistemas de esgotamento sanitário, maior a mortalidade infantil. Nas áreas urbanas com precária infra-estrutura urbana, em relação à falta de esgotamento sanitário, há evidências de que o maior risco para a saúde infantil está associado, em primeiro lugar, à disposição de esgotos no terreno, no entorno da moradia, e, em segundo lugar, à presença de esgotos escoando na rua, principalmente para as parasitoses de transmissão feco-oral.

Para a melhoria e implantação de serviços de saneamento ambiental, exigem-se o desenvolvimento de sistemas de tratamento simples, eficientes e adaptáveis as condições econômicas e estruturais do país. De acordo com Van Haandel et al. (2004), esta simplicidade refere-se à aplicação de métodos naturais, simples não sofisticados e

com baixo custo de construção e operação, além de viáveis e com sustentabilidade ambiental.

O mais comum método de tratamento de efluentes domésticos, que não requerem o transporte de efluente a longas distâncias, são os sistemas descentralizados que inclui as valas de filtração; que são empregados tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. O tratamento geralmente consiste em uma primeira parte anaeróbia seguida de disposição controlada no solo (ZEEMAN & LETTINGA, 1999; CORAUCCI FILHO et al., 2001).

Nos Estados Unidos da América do Norte, cerca de mais de 30 % das residências, utilizam sistemas de tratamento de esgoto com fossa séptica e um tratamento complementar (campos de disposição, valas de infiltração, valas de filtração e filtros de areia enterrados e/ou subsuperficiais). Além das residências unifamiliares, conjuntos de residências e imóveis comerciais também utilizam estes sistemas de tratamento (USEPA 2000; FOWA, 2005).

Um dos sistemas de tratamento de esgoto que têm sido pesquisados, atualmente no Brasil é o que utilizam o processo anaeróbio, por ser de baixo custo e podem gerar energia para ser reaproveitada. No entanto, esses sistemas ainda necessitam de pesquisas para atingir um grau maior de eficiência, por não atender os limites estabelecidos no lançamento de efluentes de acordo com a Resolução CONAMA 357 (2005). Por isso há a necessidade de melhorar a eficiência final dos sistemas conjugados através de outras unidades de pós-tratamento, enquadrando as valas de filtração, valas de infiltração, filtros de areia, (sumidouros) poços absorventes e outros.

Segundo Coraucci Filho et al. (2001), sistema de filtros de areia caracteriza-se por permitir elevado nível de remoção de poluentes, podendo-se utilizá-lo quando o solo ou as condições climáticas do local não recomenda o emprego da vala de infiltração ou poço absorvente e quando a legislação sobre o lançamento de águas nos corpos receptores exige alta remoção dos poluentes dos efluentes.

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, os sistemas como as valas de filtração no pós-tratamento de efluentes anaeróbios, tornam-se uma alternativa viável por ser de baixo custo de implantação e operação e necessitando de pouca manutenção, bem como a possibilidade de ter o seu efluente reutilizado em irrigação e usos não nobres.

O sistema de valas de filtração estudado foi constituído por três valas reduzidas com tubos de drenagem de PEAD (polietileno de alta densidade), e situa-se em uma etapa intermediária entre a vala de filtração e a vala de infiltração, que pode ser denominada de valas modificadas, entretanto, doravante este sistema é classificado como vala de filtração.

Pretende-se com esta associação desenvolver um sistema compacto e de baixo custo, aplicável a residências isoladas e pequenas ou médias comunidades.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este estudo buscou dar continuidade às pesquisas realizadas no Departamento de Saneamento e Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp que visam desenvolver métodos alternativos para o tratamento de esgotos de pequenas comunidades.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o comportamento das valas de filtração em escala piloto em relação à eficiência de procedimento de reação físico-químico quanto à remoção de matéria orgânica, como pós-tratamento de efluente anaeróbio, de “fossa filtro” com diferentes alturas da camada filtrante de areia (0,25; 0,50 e 0,75 m) quando aplicadas às taxas hidráulicas de (40, 60, 80 e 100 L/m².dia), nas frequências de 6, 12, 18 e 24 hora/dia;
- Verificar a eficácia das valas de filtração no que se refere à remoção natural, dos patógenos e nutrientes; e,
- Avaliar a possibilidade de reúso dessa água residuárias na agricultura com base na legislação.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Abordam-se nesta pesquisa a disposição em sistemas de valas de filtração, a remoção de nutrientes e patógenos em taxas hidráulicas bem como conceitos de filtração biológica em meio suporte de areia, sistema de tratamento e as vantagens e desvantagens destes sistemas.

3.1 Processos Biológicos do Sistema Tratamento de Esgoto Sanitário

Segundo Jordão (2005), os processos biológicos de sistema tratamento de esgoto procuram reproduzir, em dispositivos racionalmente projetados, os fenômenos biológicos observados na natureza, condicionado-os em áreas e tempo economicamente justificáveis.

Os objetivos do tratamento biológico de águas residuais é a remoção de sólidos coloidais não sedimentáveis e estabilizados da matéria orgânica. Para o efluente sanitário, o principal objetivo é a redução da quantidade da matéria orgânica e em muitos casos, de nutrientes como o nitrogênio e o fósforo. Esses objetivos são alcançados pelas atividades de diversos microrganismos, principalmente bactérias (METCALF & EDDY, 2003).

Os principais processos biológicos de tratamento de acordo com Jordão (2005) são:

- Oxidação biológica (aeróbia como: lodos ativados, filtros biológicos aeróbios, valos de oxidação e lagoas de estabilização; e anaeróbia como: reatores anaeróbios de fluxo ascendente, ou de manta de lodo, lagoas anaeróbias, e tanques sépticos); e,
- Digestão de lodo (aeróbia, anaeróbia e tanques sépticos).

De acordo com Metcalf & Eddy (2003), o processo biológico é devido pela oxidação biológica, por ação bacteriana de componentes orgânicos e formas inorgânicas. Na oxidação aeróbia, as bactérias utilizam o oxigênio molecular como aceptor de elétrons, enquanto que, na oxidação anaeróbia componentes como o gás carbônico, nitratos e sulfatos são utilizados como aceptores finais de elétrons. Há ainda bactérias facultativas que se desenvolve tanto na presença, quanto na ausência de oxigênio livre.

O papel desempenhado pelos microrganismos no tratamento de esgotos depende do processo a ser utilizado. Nos sistemas anaeróbios de tratamento, as condições são favoráveis, ou mesmo exclusivas, ao desenvolvimento de microrganismos adaptados funcionalmente à ausência de oxigênio. Destacam-se, neste caso, as bactérias denominadas acidogênicas e metanogênicas. Nos processos aeróbios são constituídas basicamente por bactérias e protozoários. Outros organismos, como fungos e rotíferos podem ser eventualmente encontrados, mas a sua importância é menor (VON SPERLING, 1996a).

Fatores ambientais devem ser observados de modo a proporcionar condições adequadas à microbiota envolvida no tratamento e esgoto sanitário como: pH, temperatura, nutrientes e concentração de substrato têm grande influência no desenvolvimento de microrganismo, mas parâmetros de projeto como tempo de

detenção celular, tempos de detenção hidráulica, relação alimento microrganismo, assim como a configuração do sistema.

O mecanismo mais importante para a remoção de matéria orgânica em sistemas biológicos de tratamento é o metabolismo bacteriano, ou seja, as bactérias utilizam o material orgânico como fonte de energia e para síntese celular. Para desenvolvimento e crescimento das bactérias, ocorrem simultaneamente dois processos: o catabolismo e o anabolismo. No catabolismo, o material orgânico é utilizado como fonte de energia, sendo transformado em produtos estáveis, enquanto que, no anabolismo, o material orgânico é transformado e incorporado na massa celular (METCAF & EDDY, 2003).

3.1.1 Processo Anaeróbio

De acordo com Jordão (2005), a evolução recente do tratamento anaeróbio conduziu a que os efluentes sanitários, e não apenas os lodos, possam ser tratados em unidades dimensionadas para tal fim, em condições tais que a biomassa formada no interior dessas unidades aí permaneça por um elevado tempo de residência.

A degradação da matéria orgânica é parcial levando a formação de produtos carbonáceos tais como metano, álcoois ou ácidos graxos ainda com energia potencial disponível como o metano que poder ser utilizado (LEITÃO et al., 2005).

A degradação da matéria orgânica é realizada pelo processo da digestão anaeróbia, que consiste na degradação da biológica da matéria orgânica complexas na ausência do oxigênio livre. As reações que compõem o processo de digestão anaeróbia são numerosas e complexas, produzindo muitos produtos intermediários, decorrentes da microbiologia e bioquímica do processo anaeróbio (GARPAR, 2003).

Segundo Foresti (1987), *apud* Camargo (2000), as diversas etapas envolvidas na

estabilização da matéria orgânica inicial realizam-se por grupos distintos de bactérias, mas que são dependentes entre si. O substrato inicial é utilizado por um grupo específico de bactérias que produzem compostos intermediários os quais são o substrato para um segundo grupo e assim sucessivamente até a estabilização desse substrato inicial.

Conforme Van Haandel & Lettinga (1994), o processo de digestão anaeróbia pode ser separado em quatro fases distintas:

- **Hidrólise:** O substrato orgânico é convertido, os compostos de menor peso molecular pelas enzimas excretadas pelas bactérias fermentativas. As proteínas se degradam para formarem aminoácidos, os lipídeos são metabolizados em ácidos graxos de cadeia longa de carbono e glicerina, e os carboidratos são convertidos em açúcares solúveis (mono e dissacarídeos);
- **Acidogênese:** Os compostos gerados na hidrólise são convertidos pelas bactérias anaeróbias a substâncias mais simples, tais como os ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico), álcoois e compostos simples (CO_2 , H_2 , NH_3 , H_2S);
- **Acetogênese:** Os produtos da acidogênese são convertidos em acetato, CO_2 e H_2 , compostos que depois serão substratos utilizados na etapa seguinte e na produção de metano. Dependendo do estado de oxidação do material orgânico a ser convertido, a formação do ácido acético pode ser acompanhada pelo surgimento de CO_2 e H_2 . A pressão parcial do gás H_2 influencia significativamente a cinética desta etapa; e,
- **Metanogênese:** Fase que limita o processo de digestão anaeróbia, pois é a etapa mais lenta do processo. Exceção nos casos em que a hidrólise de um composto tenha velocidade significativamente pequena, como ocorre

com os lipídios. O metano é produzido pelas bactérias metanogênicas acetotróficas, a partir da redução do ácido acético, e pelas bactérias metanogênicas hidrogenotróficas, a partir da redução do CO_2 pelo H_2 . As metanogênicas acetotróficas geralmente limitam a taxa de conversão dos compostos orgânicos a biogás.

Chernicharo (1997) e Jordão (2005) apresentam aspectos positivos e negativos do processo anaeróbio, comparando-o com o processo aeróbio. Dentre os aspectos positivos, os autores destacam: estabilidade do processo biológico; redução de custos com tratamento e disposição do lodo (devido à baixa produção de biomassa), menores áreas de instalações requeridas, menores consumo de energia, potencialidade de utilização do gás metano como combustível, dentre os aspectos negativos são destacados: partida lenta do processo, quando da ausência de inoculo, geração de maus odores e qualidade do efluente inadequada para lançamento em corpos d' água em alguns casos.

Apesar das vantagens que o processo anaeróbio apresenta seus efluentes dificilmente possui qualidade suficiente para atender os padrões estabelecidos pela legislação ambiental brasileira a Resolução CONAMA 357 (2005). Assim, torna-se necessária à utilização de pós-tratamento desses efluentes de modo a propiciar a proteção dos corpos receptores.

3.1.2 Tipos de Reatores Anaeróbios

Nas estações de tratamento ou no emprego em escala residencial, os reatores anaeróbios atualmente mais utilizados de reatores de baixa taxa são: biodigestor; tanque séptico; tanque de Imhoff e lagoa anaeróbia.

Os principais reatores de alta taxa são: filtro anaeróbio; reator anaeróbio de fluxo ascendente e de manta de lodo UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket); reatores de dois estágios, reator de chicana; reator de leito granular expandido; reator de recirculação interna e reatores de processo anaeróbio com crescimento aderido como, reator de leito fluidizado; reator de leito expandido; reator de leito rotatório e reator de leito fixo.

Nos itens seguintes, serão descritos com maiores detalhes o sistema de fossa filtro, tanque séptico e o filtro anaeróbio e valas de filtração.

3.1.3 Sistema Fossa Filtro (tanque séptico seguido de filtro anaeróbio)

Segundo Alem Sobrinho e Jordão (2000), no Brasil, até a década de 70, o uso de sistema para o tratamento de esgotos era quase que exclusivamente através de lagoas de estabilização, e filtros biológicos. O uso de fossas sépticas, para solução individual ou de pequenas comunidades, era normalmente associado a uma posterior infiltração no solo, através de sumidouros ou ainda, raramente, através de valas de infiltração.

A partir da década de 80, o uso de filtros anaeróbios como tratamento complementar às fossas sépticas se tornou bastante popular, com a promulgação, em 1982, da Norma NBR 7.229.

Ainda de acordo com Alem Sobrinho e Jordão (2000), o uso da fossa filtro ocorreu, principalmente, devido ao fato desse sistema ser extremamente simples de construir e operar, e também de se projetar com o uso da Norma NBR 7.229/82, que dispensava a necessidade de especialistas em tratamento de esgotos, além de ter custo aceitável de implantação. Hoje sistemas depuradores de esgotos sanitários como fossa filtro continua sendo intensivamente utilizada para novos loteamentos com

populações e até 1.000 habitantes. Entretanto, segundo Chernicharo (2001a), o sistema fossa filtro deve ser utilizado para populações que não ultrapassem a 2000 habitantes.

De acordo com Von Sperling (1996a), a os sistemas de fossa filtro tem sido utilizado amplamente no meio rural e em pequenas comunidades. O tanque séptico (do tipo tanque Imhoff o mais utilizado) remove a maior parte dos sólidos em suspensão, que sedimentam no fundo do tanque e sobre o processo de digestão anaeróbia. A matéria orgânica efluente do tanque séptico se dirige ao filtro anaeróbio, onde o corre a degradação.

No sistema de fossa filtro, o filtro anaeróbio apresenta algumas similaridades com os filtros biológicos aeróbios: meio suporte, em ambos os casos, a biomassa cresce aderida, as britas são as mais utilizadas do volume e nas condições anaeróbias.

A eficiência do sistema fossa filtro comparado ao sistema aeróbio é inferior, embora na maior parte seja suficiente para atender pequenas populações, o volume de lodo gerado é baixo. No entanto, há risco de geração de maus odores, mas nos procedimento de projeto e operacionais podem contribuir para a diminuição do risco. A Figura 3.1 apresenta um fluxograma típico do sistema.

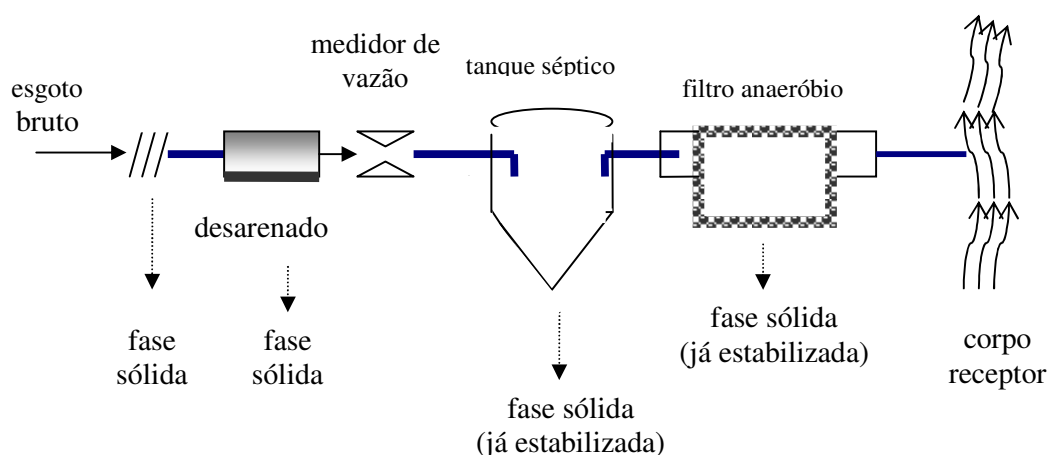


Figura 3.1: Fluxograma do sistema fossa filtro

Fonte: Adaptado de Von Sperling (1996a)

A Norma NBR 13.969 (1997) recomenda o emprego do tanque séptico em conjunto com filtro anaeróbio anterior à disposição e pós-tratamento do esgoto doméstico. O efluente do tanque séptico tem a sua disposição condicionada à disponibilidade de área, profundidade do lençol freático, utilização e localização da fonte de água de subsolo utilizada para consumo humano e grau de permeabilidade do solo, podendo apresentar-se como sumidouro, valas de infiltração, valas de filtração e filtros de areia. A eficiência de sistemas conjugados do tanque séptico mais tratamento secundário é apresentada na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Faixas prováveis de remoção de poluentes, conforme tipo de tratamento, considerado em conjunto com tanques sépticos (em %)

Eficiência (%)			
Parâmetros	Fossa filtro	TS + Filtro de areia	TS + Valas de filtração
DBO	40 a 75	50 a 85	50 a 80
DQO	40 a 70	40 a 75	40 a 75
Sólidos Sedimentáveis	70 ou mais	100	700
Nitrogênio Amoniacal	-	50 a 80	50 a 80
Nitrato	-	30 a 70	30 a 70
Fosfato	20 a 50	30 a 70	30 a 70
Coliformes Termotolerantes	-	99 ou mais	99,5 ou mais

TS – Tanque Séptico; * - taxa de aplicação = 100 L/m²dia.

Fonte: Adaptado da Norma NBR 13.969 (1997)

3.1.4 Decanto - Digestores (Tanques Imhoff e Tanques Sépticos)

Segundo Jordão (2005), os tanques Imhoff são os exemplos mais antigos na experiência de aplicação da tecnologia anaeróbia a esgotos sanitários, seu desenvolvimento deve-se a Karl Imhoff, na Alemanha, no fim do século XIX, tendo este tipo de decanto - digestor ganhando os Estados Unidos já nos primeiros anos do século XX.

Os tanques sépticos constituem hoje o tipo mais usado, de tratamento anaeróbio para esgotos domiciliar. As pesquisas de caráter histórico registram como inventor dos tanques sépticos Jean Louis Mouras que em 1860, construiu um tanque de alvenaria, no qual eram coletados antes de serem encaminhados para um sumidouro, os esgotos, restos de cozinha e águas pluviais de uma pequena habitação em Veoul, na França. Este tanque, aberto 12 anos mais tarde, não apresentava acumulada a quantidade de sólidos que foi previamente estimada em função da redução apresentada no efluente líquido do tanque.

Os tanques sépticos são câmaras convenientemente construídas para reter os despejos domésticos e ou industriais, por um período de tempo especificamente estabelecido, de modo a permitir sedimentação dos sólidos e retenção do material contido nos esgotos, transformando-os, bioquimicamente, em substâncias e compostos mais simples e estáveis (JORDÃO, 2005).

Segundo Batalha (1989), o tanque séptico é o principal representante do sistema de disposição individual dos esgotos domésticos, muito utilizado em locais onde não se dispõe de rede de esgotos ou onde a presença desta rede coletora não se justifica, em razão da baixa densidade de ocupação do solo.

Os tanques sépticos são normalmente utilizados para soluções individuais, precedendo a infiltração do efluente no terreno ou precedendo filtros anaeróbios. Para populações de até 1.000 habitantes, os tanques sépticos são Normalmente utilizados precedendo filtros anaeróbios. Por terem remoção de lodo no máximo uma vez ao ano, os tanques sépticos devem ter um volume razoavelmente grande para armazenamento de lodo, o que limita a sua aplicação à faixa de população referida.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, normatiza as valas de filtração por meio da Norma NBR 7.229 (1993) é a que especifica e recomenda sua aplicação no Brasil:

- Em áreas desprovidas de rede coletora de esgotos;

- Como uma alternativa de tratamento em locais que possuam rede coletora; e,
- Na retenção de sólidos sedimentáveis, quando a rede coletora tem diâmetro e ou declividade reduzida.

Segundo Chernicharo (1997), os tanques sépticos são unidades de forma cilíndrica ou prismática retangular, de fluxo horizontal sendo destinadas principalmente, ao tratamento primário de esgoto de residências unifamiliares e de pequenas áreas não servidas por redes coletoras e devem cumprir as seguintes funções:

- Separação gravitacional de espuma e dos sólidos, em relação ao fluxo do afluente vindo os sólidos as e constituir em lodo;
- Digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo; e,
- Armazenamento do lodo.

3.1.4.1 Funcionamento

O funcionamento dos tanques sépticos pode ser explicitado nas seguintes fases do processo:

- **Retenção de esgoto:** O esgoto é detido no tanque por um período racionalmente estabelecido, que pode variar de 24 a 12 horas, dependendo das contribuições afluentes conforme demonstra a Tabela 3.2;
- **Decantação do esgoto:** Simultaneamente à fase anterior, processa-se uma sedimentação de 60 a 70 % dos sólidos em suspensão contidos no esgoto, formando-se lodos. Parte dos sólidos não sedimentados, emergente é retirada na superfície do líquido, no interior do tanque séptico; estes denominados escumas;

- **Digestão anaeróbia do lodo:** Ambos, lodo e espuma, são degradados por bactérias anaeróbias, provocando destruição total ou parcial de materiais volátil e organismos patogênicos; e,
- **Redução de volume do lodo:** Do fenômeno anterior, digestão anaeróbia, resulta gases, líquidos e acentuada redução de volume dos sólidos retidos e digeridos, que adquirem características estáveis capazes de permitir que o efluente líquido dos tanques sépticos possa ser disposto em melhores condições de segurança.

Tabela 3.2: Períodos de Detenção (T) em função da vazão afluyente (N.C)

Contribuição (N.C) litros/dia	Período de detenção	
	Horas	dias
Até 1500	24	1,00
1501 a 3000	22	0,92
3001 a 4500	20	0,83
4501 a 6000	18	0,75
6001 a 7500	16	0,67
7501 a 9000	14	0,58
Mais que 9000	12	0,50

N= número de pessoas ou unidades de contribuição;

C = contribuição de esgoto, L/pessoa. dia, ou L/unidade.dia.

Fonte: Adaptado da Norma NBR 7.229 (1993).

3.1.4.2 Afluente do Tanque Séptico

O tanque séptico é projetado de modo a receber todos os despejos domésticos ou qualquer outro despejo cujas características se assemelham aos efluentes sanitários. Segundo Batalha (1989), ao tanque séptico devem ser encaminhados todos os despejos domésticos provenientes de cozinha, lavanderias domiciliares, lavatórios,

bacias sanitárias, bidês, banheiros, mictórios e ralos dos pisos de compartimentos internos. As impurezas, principalmente sólidos sedimentáveis (cerca de 0,1 %) sedimentam e são parcialmente digeridas no tanque séptico.

Em alguns locais é obrigatória a intercalação de um dispositivo de retenção de gordura (caixa de gordura) são vetados os lançamentos diretos de qualquer despejo que possam por qualquer motivo causar condições adversas ao bom funcionamento do tanque séptico ou que apresentem um elevado índice de contaminação por microrganismo patogênico.

3.1.4.3 Tipos e Formas

Segundo Jordão (2005) os principais tipos de tanques sépticos são:

- Tanques sépticos de câmara única;
- Tanque séptico de câmaras sobrepostas; e,
- Tanques sépticos de duas ou mais câmaras múltiplas em série.

Quanto à forma, os tanques sépticos podem ser prismáticos retangulares ou cilíndricos. Tanques de iguais capacidades, mesmo com formas diferentes, devem apresentar em geral a mesma eficiência.

Em relação à profundidade útil as seguintes faixas são recomendadas de acordo com a Norma NBR 7.229 (1993):

- Para tanques com volume útil até $6,0 \text{ m}^3$: 1,20m a 2,20 m;
- Para tanques com volume útil de $6,0$ até $10,0 \text{ m}^3$: 1,50 m a 2,50 m; e,
- Para tanques com volume útil acima de $10,0 \text{ m}^3$: 1,80 m a 2,80 m.

No tanque de câmara única, tem-se apenas um compartimento onde na região superior ocorrem os processos de sedimentação, flotação e digestão da espuma. A Figura 3.2, ilustra um sistema de tanque séptico. Na zona inferior existe o acúmulo e a de composição do lodo (NBR 7.229, 1993).

Segundo Campos (1999), o tanque séptico com câmara em série possui dois ou mais compartimentos contínuos, dispostos seqüencialmente no sentido do fluxo do líquido e interligados por paredes janeladas, conforme mostra a Figura 3.3. Na primeira câmara acumula-se a maioria do lodo, constituída pelos sólidos mais facilmente sedimentáveis e, apesar das bolhas ascendentes formadas na decomposição da biomassa, a remoção de matéria orgânica dissolvida é significativa.

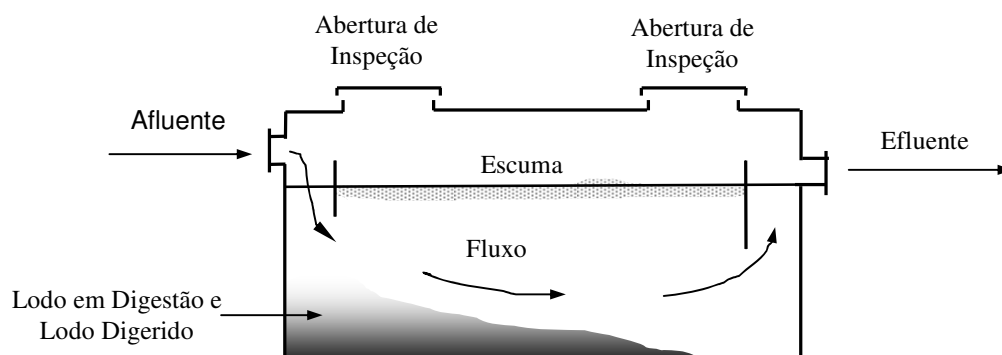


Figura 3.2: Tanque séptico com câmara única

Fonte: Adaptado da Norma NBR 7.229(1993) e Tonetti (2004)

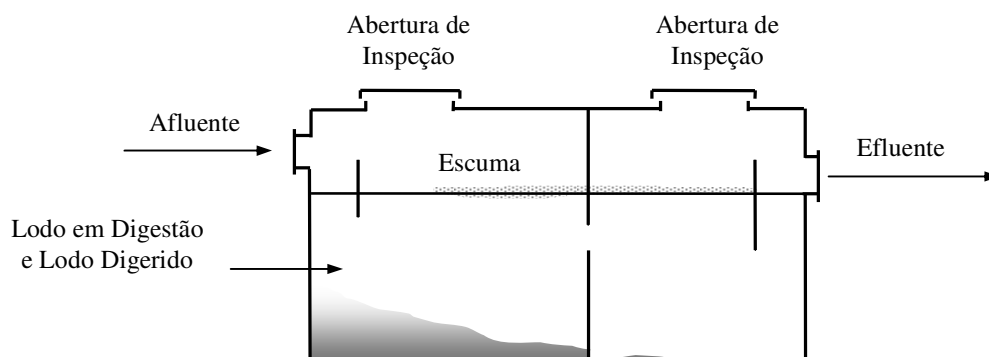


Figura 3.3: Tanque séptico com câmara em série

Fonte: Adaptado de NBR 7.229(1993) e Tonetti (2004)

Os tanques sépticos de câmaras sobrepostas possuem dois compartimentos arranjados verticalmente em que placas inclinadas separam as fases sólida, líquida e gasosa, conforme ilustra a Figura 3.4. Este dispositivo permite a passagem do lodo da câmara superior até a inferior e desvia os gases produzidos nesta segunda região, possibilitando uma melhor sedimentação (CAMPOS 1999).

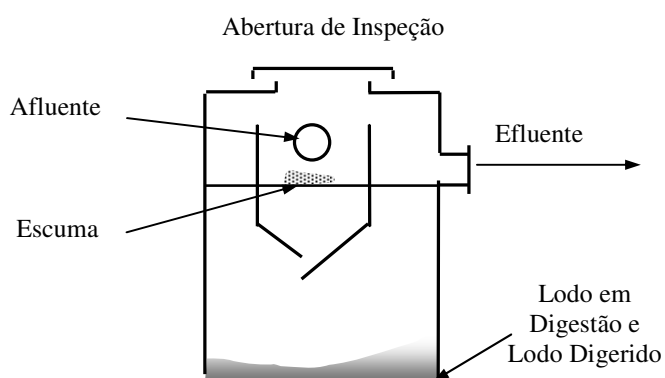


Figura 3.4: Tanque séptico com câmara sobreposta

Fonte: Adaptado da Norma NBR 7.229(1993) e Tonetti (2004)

3.1.4.4 Eficiência

De acordo com Jordão (2005), a eficiência do tanque séptico é normalmente expressa em função dos parâmetros comumente adotados nos diversos processos de tratamento. Os mais usados são: sólidos em suspensão e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). As quantidades de cloretos, nitrogênio amoniacal, material graxo e outras substâncias podem interessar em casos particulares. Assim sendo, a avaliação do desempenho das fossas sépticas costuma seguir os critérios abaixo descritos.

Sólidos em Suspensão: a fossa séptica, projetada e operada racionalmente, poderá obter reduções de Sólidos em Suspensão em torno de 50 %. Evidentemente, esta eficiência decai à medida que a limpeza do tanque deixa de ser feita regularmente.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): a remoção de DBO costuma alcançar

cerca de 30 % de eficiência, como todo tratamento primário, decaindo com a falta de limpeza regular do tanque.

Influência de outras substâncias: os esgotos domésticos contendo sabões nas proporções comumente utilizadas, de 20 a 25 mg/L, não prejudicam o sistema. No entanto, sob nenhum propósito estes deverão ser lançadas nas fossas, soluções de soda cáustica que além da interferência em sua eficiência provocarão a colmatação dos solos argilosos (infiltração no solo).

3.1.4.5 Sistemas de Disposição do Efluente Líquido dos Tanques Sépticos

Segundo Chernicharo (1997), devido à baixa eficiência do sistema principalmente em termos de remoção de Demanda Química de Oxigênio (DQO), nutrientes e patogênicos fazem-se necessária um pós-tratamento e disposição final.

De acordo com Jordão (2005), as características do efluente líquido dos tanques sépticos não permitem a sua utilização como única fonte de água para irrigação de áreas agrícolas ou para criação de peixes. O transporte deste efluente não deverá ser realizado em canais ou valas abertas sem a autorização das autoridades sanitárias locais.

O efluente do tanque séptico tem a sua disposição condicionada à disponibilidade de área, profundidade do lençol freático, utilização e localização da fonte de água de subsolo utilizada para consumo humano e grau de permeabilidade do solo, podendo apresentar-se como sumidouro, valas de infiltração, valas de filtração e filtros de areia (CHERNICHARO, 1997).

Jordão (2005), cita que a seleção do processo a ser adotado deve considerar os seguintes fatores:

- Natureza e utilização do solo;
- Profundidade do lençol freático;
- Grau de permeabilidade do solo;
- Utilização e localização da fonte de água de subsolo utilizada para consumo humano; e,
- Volume e taxa de renovação das águas de superfícies.

3.1.5 Filtro Anaeróbio

De acordo com Chernicharo (1997), o filtro anaeróbio caracteriza-se pela presença de um material suporte estacionário e inerte, no qual a biomassa adere-se ou fica retida nos interstícios, formando um biofilme que degrada o substrato contido no fluxo de esgoto. Devido ao risco de entupimento, seu uso é mais apropriado quando os contaminantes estão predominantemente dissolvidos.

O filtro anaeróbio de fluxo ascendente é um caso particular de reatores, em que a degradação da matéria orgânica pode ocorrer, em sua maior parcela, pela ação do biofilme aderido no material suporte do leito ou pela ação das biopartículas que desenvolvem nas camadas mais profundas do leito (CAMPOS, 1999).

Segundo a Norma NBR 1.3969 (1997), o filtro anaeróbio é um reator biológico em fluxo ascendente, composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida de meio filtrante submerso, onde atuam microrganismos facultativos e anaeróbios, responsáveis pela estabilização da matéria orgânica.

Segundo Metcalf & Eddy (2003), o filtro anaeróbio de fluxo ascendente é uma

coluna preenchida com meio suporte, usado para o tratamento da matéria orgânica carbonácea. O fluxo fica em contato com o meio suporte, na qual as células bacterianas anaeróbias e facultativas crescem e ficam retidas.

As altas densidades de microrganismos, fixadas no meio e o tempo de residência dos sólidos, constituem um grande potencial para o desenvolvimento de processos de tratamento anaeróbios muito eficientes (YOUNG & McCARTY, 1969 *apud* CAMARGO, 2000). Tempo médios de residência das células podem chegar até 100 dias, (METCALF & EDDY, 2003).

A biomassa retida no reator pode se apresentar em três formas distintas: na forma de uma fina camada de biofilme aderido às superfícies do material suporte; na forma de biomassa dispersa retida nos interstícios do material suporte e na forma de flocos ou grânulos, retidos no fundo falso, abaixo do material suporte (CHERNICHARO, 1997).

De acordo com Camargo (2000), a finalidade do material suporte é a de reter sólidos no interior do reator, seja através do biofilme formado na superfície do material suporte, seja através da retenção de sólidos nos interstícios do meio ou abaixo deste.

O material suporte deve ter uma estrutura resistente, ser biológica e quimicamente inerte, leveza, grande área específica, porosidade elevada, possibilitar a colonização acelerada dos microrganismos e custo reduzido.

Tendo em vista a preocupação de atender estes requisitos, podem-se adotar diversos materiais, dentre eles: blocos cerâmicos, anéis plásticos, pedra britada e cilindros ou esferas perfuradas (PINTO, 1996 e SPEECE, 1996 *apud* TONETTI, 2004). A escolha entre estas possibilidades deve ser dada considerando-se a eficiência, disponibilidade e custo (CAMPOS, 1999).

3.2 Pós-Tratamento de Efluente Anaeróbio

De acordo com Chernicharo (2001) e Jordão (2005), os sistemas anaeróbios dificilmente produzem efluente que atende aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental brasileira, apesar de suas vantagens. Torna-se de grande importância, portanto, o pós-tratamento dos efluentes dos sistemas anaeróbios, como uma forma de adequar o efluente tratado aos requisitos da legislação ambiental e propiciar a proteção dos corpos d'água receptores dos lançamentos dos esgotos.

O principal papel do pós-tratamento é o de completar a remoção da matéria orgânica, bem como o de proporcionar a remoção de constituintes pouco afetados no tratamento anaeróbio, como os nutrientes (N e P) e os organismos patogênicos (vírus, bactérias, protozoários e helmintos).

3.2.1 Remoção de Nutrientes

De acordo com Braga et al. (2003), o excesso de nutrientes como o nitrogênio e o fósforo nos corpos de água podem levar ao crescimento excessivo de alguns organismos aquáticos, acarretando prejuízo a determinados usos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Esses nutrientes, notadamente os sais de nitrogênio e fósforo, são comumente responsáveis pela proliferação acentuada de algas, que podem prejudicar a utilização de mananciais de água potável.

Segundo Jordão (2005), nitrogênio e fósforo têm sido caracterizados como os nutrientes que limitam a capacidade de crescimento biológico, o primeiro principalmente em estuários, e o segundo principalmente em lagos. Os organismos requerem vários elementos em diversas quantidades, como carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio, fósforo, enxofre, e traços de vários outros. O desenvolvimento de qualquer organismo é assim dependente da disponibilidade destes elementos.

O caso mais conhecido da poluição devida a nutrientes específicos é o da alta produtividade de algas em lagos e reservatórios de água doce. Em condições Normais, de ausência de poluição, alguns elementos nutrientes estarão faltando, ou estarão presentes em quantidade insuficiente para atender as necessidades do crescimento biológico.

O elemento restritivo ao crescimento é chamado "fator limitante", ou "nutriente limitante". Quando esgoto doméstico não tratado, por exemplo, ou águas pluviais ricas em contribuição orgânica, alcançam o lago ou o reservatório, o nutriente presente adicionado - nesse caso, o fósforo - elimina a restrição ou o fator limitante, e permite a produtividade das algas, muitas vezes de forma excessiva, com conseqüências desagradáveis, de natureza estética e ambiental. A este fenômeno se denomina "eutrofização" (JORDÃO 2005).

Segundo Von Sperling et al. (2001), a remoção de nutrientes em países desenvolvidos vem sendo empregada de forma sistemática em congressos e encontros científicos internacionais e tem sido um tópico de grande discussão e que tem alcançado avanços significativos.

Os nutrientes chegam aos corpos de água por meio da erosão de solos, pela fertilização artificial dos campos agrícolas, pela própria decomposição natural da matéria orgânica biodegradável existente no solo e na água, ou nos desejos de esgotos domésticos. Na Tabela 3.3, apresenta os nutrientes presentes nos esgotos domésticos.

Tabela 3.3: Nutrientes presentes nos esgotos domésticos brutos

Parâmetros de Qualidade	Unidades	Descrições	Concentrações
Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK)	mg N-NTK /L	É a soma do nitrogênio nas formas orgânica e amoniacal. A contribuição "per capita" de N-NTK é na faixa de 5 a 10 g/hab.dia. Cidades com maior consumo de proteínas atingem valores na faixa de 8 a 9 g/hab.dia.	15 a 70

Parâmetros de Qualidade	Unidades	Descrições	Concentrações
Nitrogênio Total	mg N /L	Nitrogênio total inclui o nitrogênio nas formas orgânica, amoniacal, nitrito e nitrato. Nitrogênio e fósforo, com carbono e traços de outros elementos servem como nutrientes e aceleram o crescimento dos organismos.	15 a 70
Nitrogênio Orgânico	mg N /L	Corresponde ao nitrogênio presente nas proteínas, aminoácidos uréia, ácidos nucleicos, etc.	6 a 28
Nitrogênio Amoniacal	mg NH ₃ -N/L	É uma forma altamente reduzida do nitrogênio. A sua presença num corpo d'água indica poluição recente.	7 a 42
Nitrito	mg NO ₂ -N/L	Nitrito e nitrato são formas mais oxidadas do nitrogênio. Ambas estão ausentes em esgoto sanitário bruto fresco. Podem aparecer em efluentes de ETE, especialmente os nitratos, quando há oxidação biológica do nitrogênio amoniacal (nitrificação).	≅ 0
Nitrato	mg NO ₃ -N/L		
Fósforo Total (P)	mg P /L	É o fósforo existente na forma orgânica e inorgânica. Fósforo em águas naturais causa eutrofização. A contribuição "per capita" estimada no Brasil é de 0,9 a 1,3 g/hab.dia, podendo aumentar com a elevação do consumo de sabão em pó.	2 a 10
Fósforo Orgânico	mg P /L	É a parcela do fósforo ligado à matéria orgânica.	0,7 a 3,5
Fósforo Inorgânico	mg P /L	Aparece nas formas de ortofosfatos e polifosfatos inorgânicos	1,3 a 6,5

Fontes: Adaptado de Metcalf e Eddy (1991); Tsutiya et al. (2001) e Von Sperling (1996) citado por Cartaxo (2003)

3.2.1.1 Fontes de Nitrogênio nos Corpos Hídricos

O nitrogênio pode ser introduzido ser inserido nos corpos hídricos através de processos naturais ou como consequência de atividades humanas. Deve-se ainda considerar que quantitativamente, as fontes naturais são freqüentemente aumentadas pelas atividades do homem. Um exemplo é a concentração presente nas precipitações; é uma fonte natural que pode elevar a concentração de nitrogênio devido à combustão do carvão fóssil ou devido à aplicação de fertilização agrícola de amônia líquida liberado pela atmosfera através da volatilização (EPA, 1975 *apud* GASPAR 2003).

Os conhecimentos da interação entre as atividades humanas e as fontes naturais são importantes para que possa prever a concentração de nitrogênio. As fontes naturais de substâncias nitrogenadas incluem precipitações, poeira, escoamento e drenagem rural e fixação biológica.

As principais descargas de nitrogênio nos corpos d' água são decorrentes do lançamento de esgoto (tratados ou não) e de efluentes industriais. Segundo Jordão (2005), nos esgotos domésticos o nitrogênio está presente sob a forma de nitrogênio orgânico, amônia, nitrito e nitrato, ou gás nitrogênio. A Tabela 3.4, apresenta as formas do nitrogênio.

Tabela 3.4: Formas do nitrogênio

Forma do Nitrogênio	Abreviação	Definição
Gás amônia (*)	NH ₃	NH ₃
Íon amônia (*)	NH ₄	NH ₄ ⁺
Nitrogênio amoniacal total	NAT	NH ₃ + NH ₄
Nitrito	NO ₂ ⁻	NO ₂ ⁻
Nitrato	NO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻
Nitrogênio inorgânico total	NIT	NH ₃ + NH ₄ + NH ₂ ⁻ + NO ₃ ⁻
Nitrogênio total Kjeldahl (**)	NTK	N orgânico + NH ₃ + NH ₄ ⁺
Nitrogênio orgânico	N org.	NTK- (NH ₃ + NH ₄ ⁺)
Nitrogênio Total	NT	N orgânico + NH ₃ + NH ₄ + NH ₂ ⁻ + NO ₃ ⁻

(*) predominância de uma ou outra forma de acordo com o pH (**) ou nitrogênio Kjeldahl
Fonte: Metcalf & Eddy (2003)

A matéria nitrogenada orgânica divide-se, de forma similar à matéria carbonácea, também em duas frações quanto à biodegradabilidade: inerte e biodegradável. Inerte a fração divide-se em duas frações: solúvel e particulada. Solúvel é usualmente desprezível e pode ser desconsiderada. Particulada é associada à matéria orgânica carbonácea não biodegradável, sendo envolvida pela biomassa e removida com o lodo excedente.

Segundo Metcalf & Eddy (2003), no tratamento de esgoto os compostos nitrogenados sofrem transformações: nitrificação e desnitrificação, convertendo o nitrogênio amoniacal em produtos que podem ser removidos do esgoto. A Figura 3.5 demonstra quimicamente a transformação do nitrogênio em processos biológicos. A remoção do nitrogênio do esgoto, além do metabolismo bacteriano em processo de tratamento biológico (natural), pode ser removido por outro processo como o físico-químico.

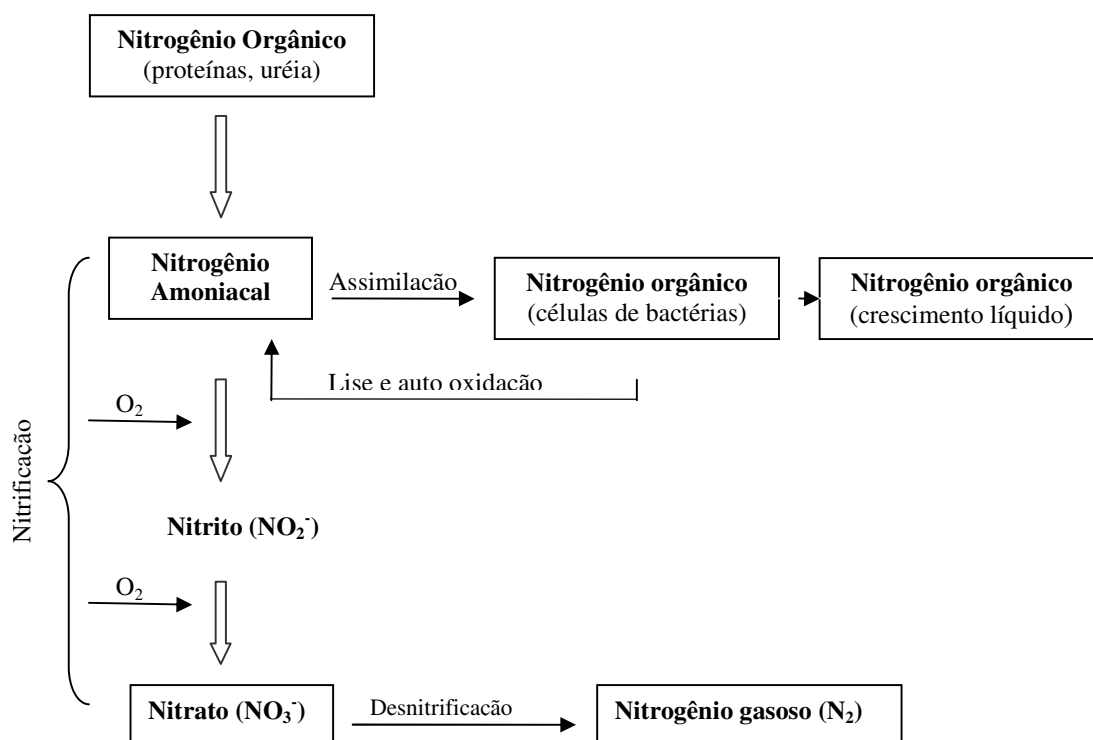


Figura 3.5: Transformação do nitrogênio em processo biológico

Fonte: Adaptado Metcalfy & Eddy (2003)

3.2.2 Fontes de Fósforo nos Corpos Hídricos

De acordo com Von Sperling (1996b), o fósforo não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento, mas é o constituinte do efluente que mais está associado à eutrofização das águas superficiais. Pois o fósforo é um nutriente essencial para o crescimento de algas, podendo em certas ocasiões conduzir à eutrofização dos corpos d' água, sendo limitado, segundo a Resolução CONAMA 357 (2005), seu lançamento é diferenciado e estabelecido de acordo com o ambiente.

Assim como o nitrogênio, o fósforo também é usado pelos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica para a formação de suas células e tecidos.

Na água o fósforo apresenta-se principalmente nas seguintes formas (VON SPERLING, 1996b):

- Ortofosfatos: são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico sem necessidade de conversões a formas mais simples, sendo apresentados nas formas PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} (mais comum em pH 6,5 e 7,5), H_2PO_4^- , H_3PO_4 . As principais fontes são os solos, detergentes, fertilizantes, despejos industriais e esgoto doméstico (degradação da matéria orgânica);
- Polifosfatos: são moléculas mais complexas com dois ou mais átomos de fósforo, sendo que se transformam em ortofosfatos pelo mecanismo da hidrólise, mas tal transformação é usualmente lenta; e,
- Fósforo orgânico: é Normalmente de menor importância nos esgotos domésticos típicos, mas pode ser importante em águas residuárias industriais e lodos oriundos do tratamento de esgotos. No tratamento de

esgotos nos corpos d' águas e receptores o fósforo orgânico é convertido a ortofosfatos.

Segundo Valentim (1999), as formas potenciais de remoção de fósforo em sistemas naturais incluem o consumo pelas plantas, outros processos biológicos, adsorção e precipitação.

Coraucii Filho et al. (2000b), cita que em estudos realizados em sistemas de pós-tratamento de efluentes anaeróbios por valas de filtração, a remoção de fósforo foi eficiente independente da altura da camada filtrante; sendo superior a 90 % em todos os casos.

Natalin Junior (2002), em seu estudo de avaliação da valas de filtração como método de pós-tratamento compara os resultados de remoção de fósforo com os resultados encontrados na literatura e menciona que com taxas maiores de até 100 L/m².dia pode-se chegar à eficiência de 70 %; valores estes constantes na Norma NBR 13.969 (1997), para vala de filtração no tratamento de efluente de tanque séptico.

3.2.3 Microrganismos Patogênicos

Segundo Jordão (2005), o conceito técnico de contaminação e poluição, indica o estado de "contaminação" quando ocorre a presença de substâncias tóxicas ou de organismos patogênicos (que transmitem doenças de veiculação hídrica) oferecendo riscos à saúde da população. O estado de "poluição" por sua vez se caracteriza pela presença de poluentes que afetam apenas os aspectos estéticos e ambientais.

A contaminação das águas pela presença de diversos organismos - bactérias, protozoários, vermes, vírus chamados nesse caso genericamente de patogênicos, traz consequências indesejáveis não apenas de natureza de saúde pública como também

econômica, como:

- A maior incidência de doenças;
- O aumento da mortalidade infantil;
- A redução da produtividade;
- A redução da vida média;
- O aumento de custos hospitalares; e,
- Os incômodos próprios das doenças.

Os microrganismos patogênicos são introduzidos na água junto com matéria fecal de esgotos sanitários, e ainda as classes mais comuns e algumas doenças transmitidas pela água e pelo esgoto ao homem de acordo com Braga et al. (2003) são:

- Bactérias, responsáveis pela transmissão de doenças como a leptospirose, febre tifóide, febre paratífóide e cólera;
- Vírus, responsáveis pela transmissão de doenças como a hepatite infecciosa e a poliomielite;
- Protozoários, responsáveis pela transmissão de doenças como a amebíase e a giardíase; e,
- Helmintos, responsáveis pela transmissão de doenças como a esquistossomose e a ascaridíase.

Os principais microrganismos presentes nos esgotos estão apresentados na Tabela 3.5 e Tabela 3.6.

Tabela 3.5: Principais tipos de microrganismos presentes nos efluentes sanitários

Microorganismos presentes	Unidades	Descrições	Concentrações
Bactérias	NMP/100 mL	Organismos unicelulares, apresentando várias formas e tamanhos. São os principais responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. As bactérias patogênicas veiculadas no esgoto causam, principalmente, doenças intestinais.	10^9 a 10^{10}
Fungos	-	Organismos aeróbios, multicelulares, não fotossintetizantes, heterotróficos. Têm ação importante na decomposição da matéria orgânica carbonácea e podem crescer em condições de baixo pH.	-
Helmintos	Ovos/100 mL	Animais superiores. Os ovos dos helmintos presentes nos esgotos são responsáveis por vários tipos de doenças.	Maior que 10^3
Protozoários	Cistos/100 mL	Organismos unicelulares sem parede celular. A maioria é aeróbia ou facultativa. Alimentam-se de bactérias, algas e outros microorganismos. Alguns são patogênicos. Todos têm importância fundamental na manutenção do equilíbrio entre os diversos grupos de microorganismos, presentes no esgoto.	Maior que 10^3
Vírus	NMP/100 mL	Organismos parasitas, formados pela associação de material genético (DNA ou RNA) e uma carapaça protéica.	10^2 a 10^4

Fontes: Adaptado de Metcalf & Eddy (1991); Paganini (1997); Von Sperling (1996) citado por Cartaxo (2003)

Tabela 3.6: Patógenos potencialmente presentes em esgoto doméstico não tratado

	Organismo	Doença	Alguns Sintomas
Bactérias	<i>Campylobacter jejuni</i>	Gastreenterite	Diarréia
	<i>E. Coli</i> Enteropatogênico	Gastreenterite	Diarréia
	<i>Legionella pneumophila</i>	Pneumonia	Mialgia, febre, cefaléia, doenças respiratórias
	<i>Leptospira</i> (spp.)	Leptospirose	Icterícia, febre

	Organismo	Doença	Alguns Sintomas
	<i>Salmonella</i>	Salmonelose	Intoxicação alimentar
	<i>Salmonella Typha</i>	Febre Tifóide	Febre, diarreia, ulceração do intestino delgado
	<i>Shigella (spp.)</i>	Shigelose	Disenteria bacilar
	<i>Vibrio Cholerae</i>	Cólera	Diarreia severa e desidratação
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	Yersiniose	Diarreia
Protozoários	<i>Balantidium coli</i>	Balantidíase	Diarreia, disenteria
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	Criptosporidiose	Diarreia, gastroenterite
	<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Cyclosporidiose	Diarreia severa, cólica estomacal, náusea e vômitos prolongados
	<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebíase	Diarreia prolongada, com sangue, abscessos no fígado e intestino delgado
	<i>Giardia lamblia</i>	Giardíase	Diarreia, náusea, indigestão, gastroenterite
Helmintos	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariíase	Bronquite, pneumonia atípica, diarreia, pancreatite, apendicite, etc.
	<i>Enterobius vermicularis</i>	Enterobiasis	Diarreia, dores abdominais, prurido
	<i>Fasciola hepática</i>	Fascioliasis	Fibrose, necrose hepática
	<i>Hymenolepis nana</i>	Hymenolepiasis	Dores abdominais, náusea, diarreia com muco ou sangue, convulsão
	<i>Taenia saginata</i>	Teníase	Diarreia e constipação intercaladas, dores abdominais, náuseas, vômitos
	<i>Taenia solium</i>	Teníase	
	<i>Trichuris trichura</i>	Trichuriase	Dor abdominal, constipação, febre
	<i>Schistossoma Mansoni</i>	Esquistossomose	Dermatite cercariana, embolia pulmonar
Vírus	Adenovírus (31 tipos)	Doenças respiratórias	
	Enterovirus (> 100 tipos: pólio, echo, coxsackie)	Gastroenterite, meningite, anomalias do coração	sintomas variados dependendo do tipo de vírus
	Vírus da Hepatite A	HepatiteInfecciosa	Icterícia, febre
	Agente Norwalk	Gastroenterite	Vômito, diarreia, mialgia, cefaléia
	Parvovírus (2 tipos)	Gastroenterite	Diarreia, vômitos
	Rotavírus	Gastroenterite	Diarreia severa, vômitos e febre

Fonte: Modificado USEPA (1999) e Metcalf & Eddy (2003)

3.2.3.1 Organismos Indicadores

Há vários organismos cuja presença num corpo d'água indica uma forma qualquer de poluição desta forma para indicar a contaminação por organismos patogênicos e indicar e medir a extensão desta contaminação, usa-se adotar indicadores, entretanto, de acordo com Metcalf & Eddy (2003) e Gonçalves (2003), devido à dificuldade de isolar e identificar os diversos organismos patogênicos, em esgotos e águas poluídas, microrganismos mais numerosos e mais facilmente testáveis são comumente usados como substitutos, ou seja, indicadores de organismos patogênicos. As características gerais para um indicador ideal são:

- Estar presente quando houver contaminação fecal;
- Apresentar-se em número igual ou superior ao de organismos patógenos;
- Sobreviver tempos maiores ou iguais aos patógenos no ambiente ou sob desinfecção;
- Não se reproduzir fora do organismo hospedeiro, para evitar contaminação dos trabalhadores do laboratório e, preferencialmente, não ser patogênico ao homem;
- Facilidade de isolamento e quantificação; e
- Ser membro da microflora intestinal de animais de sangue quente.

Segundo Jordão (2005), considerando a dificuldade na identificação desses microrganismos nos laboratórios das empresas de saneamento básico, tem-se usado alguns organismos como indicadores de contaminação, como é o caso dos Coliformes Totais (CT), dos Coliformes Termotolerantes, e dos Enterococos Fecais (EF, como os CFs sempre presentes nas fezes dos animais de sangue quente).

Jordão cita ainda que ao detectar de algum desses organismos em qualquer amostras ou corpo d'água, tem-se a indicação de que é possível ou até provável que

outros organismos patogênicos estejam presentes, caracterizando-se uma contaminação por esgotos, mas não necessariamente a transmissão de doenças.

3.2.3.2 Coliformes Totais

Segundo Jordão (2005), as bactérias do grupo coliforme total foram às primeiras adotadas como indicadoras da poluição humana. No entanto, a presença de bactérias do grupo coliforme total em uma água residuária não significa, necessariamente, que seja de contribuição humana ou animal, pois estes organismos embora estejam associados à matéria fecal podem também se desenvolver em vegetação, no solo, e serem carregados com a água de lavagem. Por conterem os coliformes termotolerantes e grandes variedades de espécies, foram desenvolvidos testes específicos para medir coliformes totais e outros grupos.

A medida dos coliformes é dada por uma estimativa estatística de sua concentração, conhecida como o Número Mais Provável de Coliformes (NPM/100 ml), determinada por técnicas próprias de laboratório (APH, 2001).

De acordo com a Norma L 5.240 da CETESB (1991), os coliformes totais são definidos como, microrganismos pertencentes ao grupo de bactérias constituído por bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície (surfactantes). Os coliformes possuem propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de aldeído, ácido e gás a 35°C em 24-48 horas. O grupo inclui os seguintes gêneros: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*.

3.2.3.3 Coliformes Termotolerantes

De acordo com a Norma L 5.240 da CETESB (1991), coliformes termotolerantes são definidos como capazes de se desenvolver e fermentar a lactose com produção de ácido e gás à temperatura de $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas. O principal componente deste grupo é *Escherichia coli*, sendo que alguns coliformes do gênero *Klebsiella* também apresentam essa capacidade.

Segundo a Resolução CONAMA 357 (2005) são bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidas e negativas, caracterizadas pela atividade da enzima galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° a 45°C , com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal.

3.2.3.4 Helmintos

O termo helminto é usado para descrever os vermes coletivamente. Os vermes, principalmente os nematóides e os platelmintos estão entre os principais causadores de doenças no ser humano em todo o mundo. A contaminação humana por nematóides se dá por ingestão de ovos ou larvas por penetração de larvas na pele ou nas mucosas (METCALF & EDDY, 2003).

Segundo Jordão (2005) os helmintos são parasitas cujos ovos podem ser detectados no esgoto e particularmente no lodo dos esgotos, destacando-se os Nematóides - *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura*. As larvas passam do aparelho circulatório e pulmões, e se fixam no intestino, de onde os ovos são eliminados com as

fezes, nos teores adiante descritos. Os ovos de helmintos irão dar as formas embrionárias que podem permanecer viáveis por meses ou anos, contaminando alimentos, solo e água.

Os helmintos estão presentes em esgotos primariamente em forma de ovos de tamanho entre 10 e mais de 100 μm e podem ser removidos por processos naturais como lagoas de estabilização e disposição no solo (GONÇALVES, 2003). As Tabelas 3.7 e 3.8 apresentam helmintos causadores de doenças, e as principais características de alguns ovos.

Tabela 3.7: Helmintos causadores de doenças encontrados no ambiente

Organismo	Doença/sintoma	Distribuição Geográfica	Ambiente	Forma infectante (tamanho) e via de infecção
<i>Echinococcus spp.</i>	Hidatidose	Cosmopolita	Solo, água e alimento	Ovo (32-38 x 21-30 μm) ingestão
<i>Fasciola hepatica</i> (<i>Fasciola gigantica</i>)	Assintomático, inflamação crônica do ducto biliar, anemia	Cosmopolita criações	Alimento	Metacercária (250 μm) ingestão
<i>Fasciolopsis buski</i>	Assintomático, diarreia, associada ao ovo, flatulência e vômito	Ásia	Alimento	Metacercária (9-14,5 μm) ingestão
<i>Schistosoma spp.</i>	Cirrose, hematuria, patologias fibro-inflamatórias associadas ao ovo	África, América Central, América Sul e Ásia	Água	Cercária (<500 μm) penetração da pele
<i>Taenia solium</i>	Cistecercose e neuro cistecercose	Cosmopolita	Alimento, água e solo	Ovo (31-43 μm diam) ingestão
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariases pulmonar e intestinal, alergia	Cosmopolita	Solo, alimento água	Ovo (55-75 x 35-50 μm) ingestão
<i>Dracunculus medinensis</i>	Urticaria, febre, formação de feridas, calcificação	África central e parte oeste, Índia	Água	1 ^a estágio de larva (490-737 x 18-24 μm) ingestão do 3 ^o estágio
Ancilostomídeos	Asma, fadiga, anemia, hipoproteinemia	Cosmopolita	Solo alimento	Filariforme (infectiva) larva (600-720 μm) penetração da pele e ingestão com alimento

Organismo	Doença/sintoma	Distribuição Geográfica	Ambiente	Forma infectante (tamanho) e via de infecção
<i>Strongyloides stercoralis</i>	Diarréia, enteropatia, hipereosinofilia, strongiloidíases	Cosmopolita	Solo alimento	Filariforme (infectiva) larva (240-460 x 12 µm) penetração da pele
<i>Toxocara spp.</i>	Toxocaríases visceral e ocular	Cosmopolita	Solo, alimento água	Ovo (75 x 85 µm) ingestão
<i>Trichuris trichiura</i>	Assintomático, baixa dor abdominal, síndrome da disenteria	Cosmopolita	Solo, alimento água	Ovo (50-55 x 22-24 µm) ingestão

Fonte: Adaptado de SMITH (1988) citado por Kanegae (2005).

Tabela 3.8: Principais características de alguns ovos de helmintos usualmente encontrados em esgotos brutos e tratados

Ovo	Tamanho	Principais características
<i>Ascaris lumbricoides</i> (fértil)	55 a 75 µm x 35 a 50 µm	• forma: esférica ou oval; • cor: castanho-amarelada; e, • possui membrana mamilonada (alguns ovos podem apresentar-se sem essa membrana ovo descortçado) casca espessa.
<i>Ascaris lumbricoides</i> (infértil)	85 a 95 µmx 43 a 47 µm	• forma: alongada; e, • membrana mamilonada delgada.
<i>Trichuris trichiura</i>	50 a 55 µm x 22 a 24 µm	• forma: aspecto típico de um pequeno barril; • cor: castanho; • possui duas rolhas polares; e, • possui duas membranas.
<i>Ancylostoma duodenale</i> : em torno de 60 µm <i>Necator americanus</i> : em torno de 70 µm		• forma: ovóide ou elíptica; • sem segmentação ou clivagem; • entre a casca e a célula-ovo há sempre; • um espaço claro que diminui à medida; • que avança a segmentação;

Ovo	Tamanho	Principais características
		- membrana fina e transparente envolvida; e, - por uma linha preta.
<i>Enterobius vermicularis</i>	50 a 60 µm x 20 a 32 µm	- membrana dupla, lisa e transparente; - ligeiramente achatado de um lado; e, - possui no seu interior uma larva já formada.
<i>Hymenolepis diminuta</i>	70 a 80 µm de diâmetro	- forma: aproximadamente esférica; - apresenta dupla casca; - não possui filamentos dispostos no; - espaço que separa a casca interna da externa; e, - oncosfera típica, com seus três pares de acúleos, estando envolvida por duas membranas.
<i>Hymenolepis nana</i>	30 a 47 µm de diâmetro	- cor: transparente; - oncosfera típica, com seus três pares de acúleos, estando envolvida por duas membranas; e, - possui filamentos polares
<i>Taenia</i> sp	30 µm de diâmetro	- forma: esférica; - possui uma casca protetora denominada embrióforo; e, - dentro do embrióforo se encontra a oncosfera ou embrião hexacanto com dupla membrana e três pares de acúleos.

Fonte: Rey (1991) *apud* Chernicharo 2001

3.2.3.5 Protozoários

A Norma L 5.550, CETESB (1989), define os protozoários como todos os organismos, animais unicelulares, eucariotos, constituídos por uma membrana, que envolve o citoplasma, contendo o núcleo. Trofozoíto é a forma ativa dos protozoários, os quais se alimentam e se reproduzem. Cisto é a forma resistente dos protozoários,

estes secretam uma parede resistente (cística), que os protegerá dependendo do meio ou em fase de latência.

De acordo com Roberts e Janovy (1996), citado por Metcalf & Eddy (2003), os protozoários mais comuns e conhecidos há mais tempo presentes em esgotos são a *Entamoeba histolytica*, a *Giardia lamblia* e o *Balantidium coli*. *Cryptosporidium parvum*, *Cyclospora* e *Giardia lamblia* têm atraído atenção recentemente, devido ao seu impacto significativo sobre indivíduos com o sistema imunológico comprometido, como portadores de HIV, crianças, idosos e pessoas sob tratamento contra o câncer.

A infecção por protozoários é causada pela ingestão de água contaminada com cistos e oocistos viáveis. Apesar de nem todos os cistos e oocistos serem capazes de causar doenças, a ingestão de um único cisto pode desencadear um processo infeccioso. A Tabela 3.9 apresenta os protozoários causadores de doenças.

Helminhos e protozoários causadores de enteroparasitoses podem infectar o homem, quando o material contaminado com organismos infecciosos é ingerido por um hospedeiro suscetível. A infecção ocorre por fezes, solo contaminado com fezes, água ou alimentos contaminados. Alguns estágios de transmissão necessitam de um período externo de maturação antes de se tornarem infecciosos no ambiente. Nessas circunstâncias, o contato com fezes recentes não é considerado de grande risco.

O solo e alimentos vegetais são importantes veículos para a transmissão de ovos, larvas, cistos e oocistos, considerando contato de pessoa a pessoa e também transmissão por animais. O potencial de contaminar o ambiente depende: do número de hospedeiros contaminados, do número de estágios transmissíveis, das atividades humanas e não-humanas, das diferenças éticas e sócio-econômicas, da distribuição geográfica, das condições sanitárias, da qualidade da água para consumo e de abastecimento, do clima e da hidrogeologia da área (SMITH, 1988) *apud* Kanegae (2005).

Tabela 3.9: Protozoários causadores de doenças encontradas no ambiente

Organismo	Doença / sintoma	Distribuição Geográfica	Ambiente	Forma infectante (tamanho) e via de infecção
<i>Balantidium coli</i>	Diarréia e disenteria	Cosmopolita	Água, alimento e solo	Cisto (50-60 μm) ingestão
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Diarréia	Cosmopolita	Água, alimento e solo	Oocisto (4,5-5,5 μm) ingestão
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Diarréia	Cosmopolita	Alimento, água e solo	Oocisto (8-10 μm) ingestão
<i>Entamoeba histolytica</i>	Disenteria e abscesso no fígado	Cosmopolita	Alimento, água e solo	Cisto (9-14,5 μm) ingestão
<i>Giardia intestinalis</i>	Diarréia, má absorção	Cosmopolita	Água, alimento e solo	Cisto (8-12 μm) ingestão
Microsporídio	Diarréia, hepatite, peritonite, queratoconjuntivite, etc.	Cosmopolita	Alimento, água e solo	Esporo (1,8-5,0 μm) ingestão / contato com os olhos
<i>Sarcocystis</i> sp.	Diarréia, fraqueza muscular	Cosmopolita	Alimento, água e solo	Oocisto (7,5-17 μm) ingestão
<i>Toxoplasma gondii</i>	Linfadenopatia, febre, infecções congênitas	Cosmopolita	Alimento, água e solo	Oocisto (10-12 μm) ingestão

Fonte: Adaptado de SMITH (1988) *apud* Kanegae (2005)

O solo e alimentos vegetais são importantes veículos para a transmissão de ovos, larvas, cistos e oocistos, considerando contato de pessoa a pessoa e também transmissão por animais. O potencial de contaminar o ambiente depende: do número de hospedeiros contaminados, do número de estágios transmissíveis, das atividades humanas e não-humanas, das diferenças éticas e sócio-econômicas, da distribuição geográfica, das condições sanitárias, da qualidade da água para consumo e de abastecimento, do clima e da hidrogeologia da área (SMITH, 1988) *apud* Kanegae (2005).

3.2.3.6 Remoção Natural

Segundo Coraucci Filho et al. (2003), os processos por remoção natural de organismos patogênicos, como forma complementar de tratamento de efluentes

sanitários, são bem recebidos pela comunidade científica por causa da pequena ou mesmo inexistente interferência nos processos ambientais. A eliminação ou mesmo a remoção parcial desses organismos pode reduzir custos e evitar a formação de subprodutos indesejáveis.

O tempo de sobrevivência de microrganismos em diversos ambientes pode ser da ordem de alguns dias até vários meses, como ilustra a Tabela 3.10.

Tabela 3.10: Sobrevivência típica de patógenos em temperaturas entre 20 e 30°C

Microrganismo	Tempo de Sobrevivência (dias)		
	Água doce e esgoto	Grãos	Solo
Coliformes Fecais	<60, em geral <30	<30, em geral <15	<70, em geral <20
<i>Salmonella spp.</i>	<60, em geral <30	<30, em geral <15	<70, em geral <20
<i>Shigella</i>	<30, em geral <10	<10, em geral <5	<20, em geral <10
<i>Vibrio cholerae</i>	<30, em geral <10	<5, em geral <2	<20, em geral <10
<i>E. histolytica</i> (cistos)	<30, em geral <15	<10, em geral <2	<20, em geral <10
<i>A. lumbricoides</i> (ovos)	Vários meses	<60, em geral <30	Vários meses
Enterovirus ^a	<120, em geral <50	<60, em geral <15	<100, em geral <20

^a inclui polio, echo e coxsackie vírus.

Fonte: Feachen et al. (1983) citado por Metcalf & Eddy (2003)

Esses microrganismos não são residentes naturais do meio aquático, tendo origem, principalmente, nos dejetos de pessoas doentes. Assim, têm sobrevivência limitada na água, podendo, no entanto, alcançar o ser humano por meio da ingestão ou contato com a água, causando-lhe doenças.

3.3 Reúso de Águas Residuárias

O reúso de águas residuárias não é um conceito novo e tem sido utilizado há muitos anos. A demanda crescente por água tem feito da reutilização de tal recurso

uma grande importância. É possível o reúso da água como parte integrante de um conceito mais abrangente.

O reúso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim e essa reutilização pode ser direto ou indireto de ações planejadas ou não.

Por meio do ciclo hidrológico a água constitui-se em um recurso renovável. Quando reciclada por meio de sistemas naturais, é um recurso limpo e seguro que é deteriorada a diferentes níveis de poluição pela atividade antrópica. Entretanto Souza (2004), diz que uma vez poluída, a água pode ser recuperada e reusada para fins diversos. A qualidade da água utilizada e o fim a que esta se destina estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital, de operação e de manutenção associados.

Segundo Braga et al. (2003) e Hespanhol (2005), as possibilidades e formas potenciais de reúso, dependem, evidentemente, de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais.

De acordo com Coraucci Filho et al. (2003), visando a seu posterior reúso, os esgotos brutos ou tratados podem ser aplicados no solo por vários métodos, dependendo essencialmente da escala predefinida.

Métodos de pequena escala:

- Poço absorvente ou sumidouro;
- Vala de infiltração ou irrigação subsuperficial; e,
- Vala de filtração ou trincheira filtrante.

Métodos de média escala:

- Filtros de areia; e,
- Wetland.

Métodos de larga escala:

- Escoamento superficial;
- Irrigação de baixa e alta carga hidráulica; e,
- Infiltração/percolação ou bacias de infiltração.

O sucesso de planos de reúso depende da maneira e da profundidade com que as ações e as atitudes seguintes forem efetivamente implementadas:

- Critérios adotados para avaliar as alternativas de reúso propostas;
- Escolha de estratégias de uso único ou uso múltiplo dos esgotos;
- Provisões gerenciais e organizacionais estabelecidas para administrar os esgotos e para selecionar e implementar o plano de reúso;
- Importância dada às considerações de saúde pública e os riscos correspondentes; e,
- Nível de apreciação da possibilidade de estabelecimento de um recurso florestal, por intermédio de irrigação com os esgotos disponíveis.

A adoção de uma mistura de estratégias para o uso dos esgotos traz a vantagem de permitir maior flexibilidade, maior segurança econômica e melhor eficiência do uso dos esgotos disponíveis ao longo do ano, enquanto a estratégia de uso único pode levar as sobras sazonais que normalmente, são condenadas à disposição improdutiva.

3.3.1 Parâmetros para Reúso de Águas na Agricultura

Um dos principais desafios do Brasil e do mundo na gestão dos recursos hídricos é conseguir maior produção agrícola com menor quantidade de água, principalmente nas regiões áridas. O País desperdiça, atualmente, cerca de 50 % da água utilizada na irrigação.

Segundo Braga et al. (2003) e Hespanhol (2005), a agricultura depende de suprimento de água, numa escala tal, que a continuidade da produção de alimentos não poderá ser mantida sem o desenvolvimento de novas fontes de fornecimento e a gestão adequada dos recursos hídricos. Esta condição crítica fundamenta-se no fato de que o aumento da produção não pode mais ser efetuado apenas pela expansão de área cultivada. Com poucas exceções, as terras aráveis, em escala planetária, se aproximam, muito rapidamente, de seus limites.

De acordo com Jordão (2005), o reúso do esgoto tratado para irrigação constitui prática desejável, particularmente nas regiões áridas e semi-áridas, onde a disponibilidade hídrica é baixa. As diretrizes adotadas pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 1986 *apud* JORDÃO, 2005), estabelecem que a qualidade microbiológica de efluentes tratados para uso em irrigação de culturas consumidas cruas, bem como em campos esportivos ou parques públicos. Nos casos em que existem trabalhadores ou consumidores ou público exposto, deve ser no máximo 1000 CF/100 mL, como média geométrica, e o número de ovos de Nematóides intestinais no máximo 2/L, como média aritmética, sempre durante o período de irrigação.

No Brasil os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 (2005), para águas de classe 2 destinadas a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, fixam em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais um valor igual ou menor que 1000 CF/100 mL e 5000 CT/100 mL.

Visando à proteção da saúde pública, a Organização Mundial da Saúde estabeleceu, em 1989, parâmetros microbiológicos para reúso dependentes da atividade agrícola de destino. Foram adotados como indicadores microbiológicos a concentração de *E. coli* e o número de ovos de helmintos por litro, conforme mostra a Tabela 3.11.

Tabela 3.11: Qualidade microbiológica para uso agrícola de efluentes de ETE: recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS)

Recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS)				
	Condições de reúso	Grupo exposto	Ovos de Helmintos a L-1 (média aritmética)	Coliformes Termotolerantes b 100 mL-1 (média geométrica)
Categoria	A Irrigação de culturas ingeridas cruas, campos de esporte e parques	Trabalhadores consumidores público	≤ 1	≤ 103
	B Irrigação de culturas ingeridas cozidas (cereais, pastos, árvores frutíferas d, etc.)	trabalhadores	≤ 1	Não há um padrão recomendado
	C Idem a categoria B, caso não haja exposição de trabalhadores e público.	Nenhum	Não se aplica	Não se aplica

a espécies dos nematóides: *Ascaris*, *Trichuris*, *Necator americanus* e *Ancilostoma duodenale*;

b durante período de irrigação; e,

c recomendações mais rigorosas (≤ 200 CF/100 mL) para gramados com que o público tem contato direto; de para árvores frutíferas, suspender irrigação 2 semanas antes da colheita e não apanhar frutas do chão.

Fonte: OMS (1989) *apud* Gonçalves (2003)

Nos Estados Unidos da América, critérios para uso de efluentes domésticos variam conforme o estado. A Califórnia adota padrões particularmente restritivos, os quais já vêm sendo adotados também em alguns países europeus. Estes padrões estabelecem que após tratamento físico-químico e desinfecção atinja-se um limite de 2,2 coliformes totais por 100 mL e remoção de vírus em 5 unidades logarítmicas.

3.4 Sistemas Descentralizados

Os sistemas descentralizados são métodos mais comuns de tratamento de efluentes domésticos que não requer o transporte de efluente a longas distâncias, sendo empregados tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. O

tratamento geralmente consiste em uma primeira parte anaeróbia e seguinte disposição no solo (ZEEMAN & LETTINGA, 1999; VAN HAANDEL et al. 2004).

Segundo a Norma NBR 13.969 (1997), o sistema local de tratamento de esgoto é utilizado quando as distâncias entre as fontes geradoras de esgoto, seu tratamento e disposição final são próximas entre si, não necessitando de uma rede coletora externa. Em decorrência da necessidade de saneamento básico em áreas não abrangidas por sistema e rede coletora e tratamento

Os tanques sépticos são unidades largamente conhecidas, e utilizadas há quase um século por apresentar uma solução econômica para residência isolada do sistema de tratamento de esgoto. Na Figura 3.6, são ilustrados os casos possíveis de instalações de dispositivos e receptivas disposições, entretanto os exemplos ilustrados não representam os únicos modelos da literatura, visto que são numerosas as situações que existem adaptações e ou variâncias das instalações.

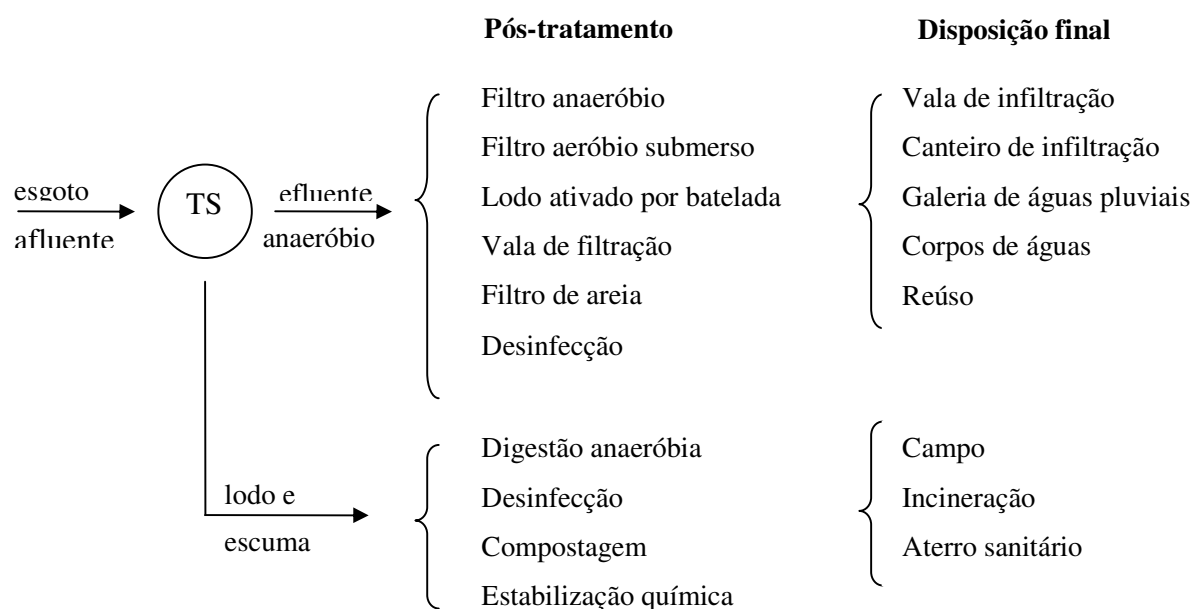


Figura 3.6: Fluxograma do sistema local de tratamento

Fonte: Adaptado da Norma NBR 13.969 (1997)

3.4.1 Filtração Biológica em Meio Filtrante de Areia

Segundo Jordão (2005), o processo de tratamento de esgotos através de filtração biológica foi utilizado pela primeira vez em 1897, na Inglaterra, em Lancashire na ETE Salford.

Ainda de acordo com o mesmo autor, o termo “filtro” é incorretamente empregado, pois o processo não envolve qualquer ação de peneiramento ou filtragem. Na realidade há apenas o efeito de contato com uma cultura biológica. Portanto, o termo mais adequado seria “camada de contato para oxidação biológica”, contudo a denominação “Filtro Biológico” é amplamente adotada.

Os sólidos dos filtros biológicos são constituídos de microrganismos e matéria orgânica relativamente estável. Os fenômenos bioquímicos que ocorrem nos Filtros Biológicos não sofrem reduções perceptíveis no seu rendimento, quando submetidos a variações bruscas de cargas, no entanto, o seu emprego depois da decantação primária, da remoção de gordura, apresenta maior rendimento e é economicamente aconselhável. O meio filtrante é geralmente constituído de materiais inertes como pedregulhos, cascalhos, pedras britadas, escórias de alto forno, plástico e areia. A escolha depende principalmente da disponibilidade local do material e de seu custo de transporte.

Metcalf & Eddy (2003), citam que o tratamento do efluente na camada de areia, ocorre pela combinação de mecanismos físicos, biológicos e químicos. Os vazios (poros) da camada de areia funcionam como filtros anaeróbios quando submetidos a uma inundação contínua de efluente e como filtros aeróbios quando há intermitência na aplicação.

3.4.2 Sistema de Filtro de Areia

O filtro de areia é um método de tratamento bastante antigo, inicialmente adotado na remoção de turbidez para potabilização de água. A partir do século XIX, na Europa e nos Estados Unidos, passou a ser aproveitado na depuração de efluentes domésticos (FAROOQ e AL-YOUSEF, 1993; MICHELS, 1996; *apud* TONETTI, 2004).

De acordo com a Norma NBR 13.969 (1997), o filtro de areia é um tanque preenchido com areia e com fundo drenante, sendo o fluxo do efluente anaeróbio descendente, onde ocorre a remoção de poluentes tanto por ação biológica quanto física, a Figura 3.7 ilustra-se um filtro superficial de areia cilíndrico.

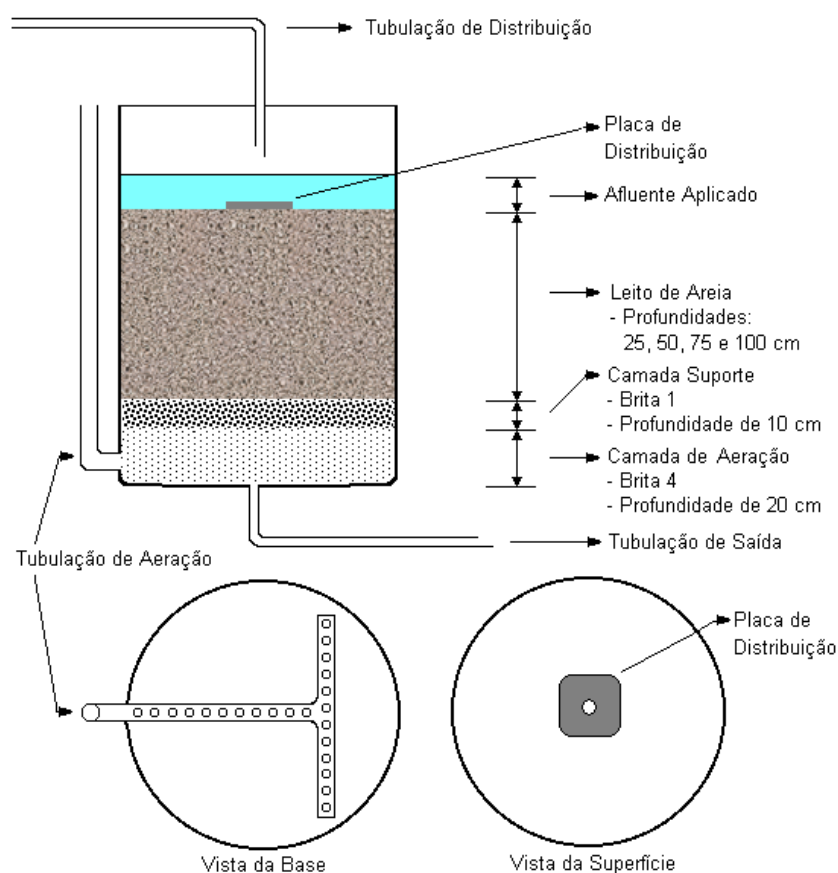


Figura 3.7: Esquema dos filtros de areia

Fonte: Tonetti (2004)

3.4.3 Sistemas de Valas de Infiltração

Segundo a Norma NBR 13.969 (1997), as valas de infiltração são processo de tratamento disposição final de efluente anaeróbico que consiste na percolação do mesmo no solo, onde ocorre a depuração devido aos processos físicos (retenção de sólidos) e bioquímicos (oxidação) devido aos microrganismos fixos nas superfícies dos grãos de areia, sem necessidade de operação e manutenção complexas.

De acordo com Jordão (2005), o sistema de valas de infiltração consiste em um conjunto de canalizações, assentado a uma profundidade racionalmente fixada, em um solo cujas características permitam a absorção do esgoto efluente do tanque séptico conectada ao sistema. A percolação do líquido através do solo permitirá a mineralização dos esgotos, antes que o mesmo se transforme em fonte de contaminação das águas subterrâneas e de superfície que se deseja proteger.

O sistema vala de filtração se diferencia do filtro de areia (Infiltração/Percolação) por não possuir área superficial exposta ao tempo, sendo este construído no próprio solo, podendo ter suas paredes impermeáveis. A vala de filtração é constituída de condutos não estanques (usualmente tubos perfurados) envolvidos com britas e alinhada no seu interior. São recobertas com solo local e tem uma baixa declividade em sua extensão. O conduto distribui o efluente ao longo da vala, propiciando sua infiltração subsuperficial. Como utiliza o solo como meio filtrante, seu desempenho depende das características do solo, assim como seu grau de saturação por água.

De acordo com Coraucci Filho et al. (2001a), as valas de infiltração são aplicadas com vantagens, quando a camada superficial do solo tem maior capacidade de infiltração que as camadas inferiores, ou quando o aquífero encontra-se em grande profundidade, propiciando maior proteção sanitária. Levando-se em consideração a utilização do solo com meio filtrante, o desempenho das valas depende das características deste meio.

Para a disposição no solo devem-se proceder duas análises do local: a primeira é qualitativa e serve para determinar qual o tipo de solo e a profundidade do lençol freático e camadas impermeáveis. A segunda é quantitativa, que é a medida de capacidade de infiltração do solo, ou seja, sua permeabilidade. Solos arenosos (muito permeáveis) permitem a rápida passagem do efluente, sem o correto e suficiente tratamento do efluente; já solos argilosos são pouco permeáveis, não permitindo a absorção suficiente para o tratamento (NBR 13.969,1997).

Este método pode ser utilizado para disposição final de efluentes líquidos de tanques sépticos, filtros anaeróbios e de outros reatores domésticos que produzam poucos sólidos suspensos. Para sua instalação, necessita-se de locais com boa disponibilidade de área e com remota possibilidade de contaminação do aquífero, a ilustração da Figura 3.8, apresenta um esquema de vala de filtração. Para tanto, sua utilização deve ser precedida por avaliação técnica para observação dos seguintes parâmetros (CORAUCCI FILHO et al. 2001):

- A característica do solo onde a vala de infiltração será instalada;
- O nível máximo do aquífero e a sua distância vertical mínima;
- A manutenção da condição aeróbia no interior da vala;
- A distância mínima do poço de captação de água; e,
- O índice pluviométrico.

Solos que ao longo do tempo têm a sua capacidade de absorção reduzida podendo chegar ao rápido entupimento, devido principalmente a alta concentração de sólidos no efluente de tanques sépticos, melhoram seu rendimento ao receberem efluentes das valas de infiltração, pois a remoção de sólidos é alta na camada de areia deste sistema (LOUDON, 1985; *apud* NATALIN JUNIOR, 2002).

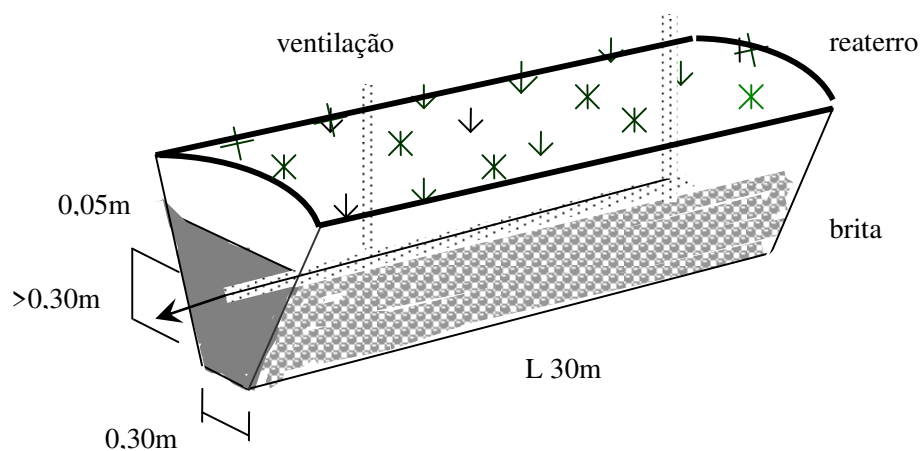


Figura 3.8: Esquema de uma vala de infiltração

Fonte: Adaptado da Norma NBR 13.969 (1997)

Kristiansen (1981) *apud* Natalin Junior (2002), afirma que o entupimento do solo ocorre nos dois primeiros centímetros de solo após a camada de areia em valas de infiltração. Os principais fatores que contribuem para o entupimento é a quantidade de matéria orgânica no líquido a ser infiltrado no solo, tamanho dos poros (vazios do solo) quando comparado ao tamanho dos sólidos do líquido a ser infiltrado no solo, a atividade biológica nesta região do solo e o aumento de temperatura. Bolsas de gases que se formam nesta região e ficam presas nos vazios do solo é também um fator que contribuiu para o entupimento.

Segundo Bunnell (1999), os usos de bombas dosadoras, entre os tanques sépticos e as valas de infiltração promovem uma melhor distribuição do efluente ao longo do dia sobre o sistema amortizando picos de vazão e reduzindo a probabilidade de entupimento dos vazios do solo. Harkin et al. (1979) *apud* Bunnell (1999), cita que a dosagem do efluente ao longo do dia pode promover alternância entre condições aeróbias e anaeróbias favorecendo a nitrificação e desnitrificação.

3.4.4 Sistemas de Valas de Filtração

A vala de filtração é um sistema alternativo de tratamento de esgotos, que teve o desenvolvimento de sua tecnologia iniciado há cerca de 100 anos. Seu funcionamento baseia-se na aplicação de efluentes em um leito de areia, onde ocorrem, naturalmente, processos físicos, químicos e biológicos, que realizam a depuração dos esgotos.

Dentro de cada vala, são instaladas, ao longo do eixo longitudinal e em níveis distintos, uma tubulação distribuidora e uma receptora. O líquido que sai pelas juntas livres da tubulação distribuidora atravessa o leito de areia para, em seguida penetrar na tubulação receptora que também é constituída de tubos que deixam entre si juntas livres ou possuem a superfície perfurada (CORRAUCI FILHO et al. 2000a).

Segundo a Norma NBR 7.229 (1993), as valas de filtração são definidas, como sistema complementar de tratamento biológico do efluente líquido proveniente do tanque séptico, que consiste em um conjunto ordenado de caixa de distribuição, caixas de inspeção, tubulações perfuradas superiores para distribuir o efluente sobre leito biológico filtrante, e tubulações perfuradas inferiores, para coletar o filtrado e encaminhá-lo à disposição final.

De acordo com a NBR 13.969 (1997), uma vala escavada no solo, preenchida com meio filtrante de areia e provida de tubos de distribuição de efluente anaeróbio e coleta de efluente tratado. O sistema vala de filtração se diferencia do filtro de areia (Infiltração/Percolação) por não possuir área superficial exposta ao tempo, sendo construído no próprio solo, podendo ter suas paredes impermeáveis com lona impermeabilizante nas laterais e fundos, quando não deseja-se fuga do efluente para o solo, ou quando o lençol freático está pouco profundo. A Figura 3.9 apresenta uma ilustração de um sistema simplificado de funcionamento de uma vala de filtração.

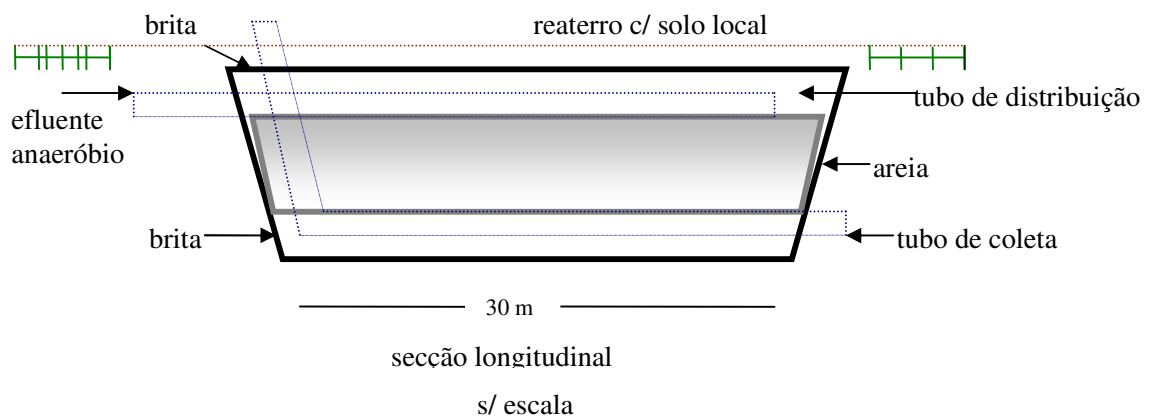


Figura 3.9: Esquema de funcionamento de uma vala de filtração

Fonte: Adaptado da Norma NBR 13.969 (1997)

Segundo Jordão (2005), a vala de filtração é empregada quando o tempo de infiltração do solo é alto, tratando-se de um solo quase impermeável ou saturado de água, e não permitindo adotar outro sistema mais econômico (valas de infiltração ou sumidouros); quando a poluição do lençol freático deve ser evitada; quando se requer uma elevada remoção de poluentes; ou quando o corpo receptor puder receber esta contribuição.

3.4.4.1 Características Construtivas das Valas de Filtração

A Norma NBR 13.969 (1997) determina que a construção de um sistema de valas de filtração apresenta as seguintes recomendações conforme mostram as ilustrações das Figuras 3.10 a 3.12.

- Deve-se prever uma sobrelevação do solo, na ocasião de reaterro da vala, de modo a evitar a erosão do mesmo devido às chuvas, dando-se uma declividade entre 3 e 6 % nas suas laterais;

- Nos locais onde o terreno tem inclinação acentuada, como nas encostas de morros, as valas devem ser instaladas acompanhando as curvas de nível;
- A camada de brita ou pedra britada, situada acima do leito de areia, deve ser coberta de material permeável, tal como tela fina contra mosquito, antes do reaterro com solo, para não permitir a mistura deste com a pedra, e ao mesmo tempo permitir a evaporação da umidade; com coeficiente de uniformidade¹ inferior a 4. Pois, um meio com alto coeficiente de uniformidade é caracterizado pela desigualdade no tamanho das partículas. Desta forma, leitos de areia com esta característica terão partículas muito próximas entre si, diminuindo a porosidade e a média de área dos poros, além da permeabilidade ao efluente (WILLMAN et al., 1981) A USEPA (1999a);
- Dependendo das características geológicas do local, a vala de filtração deve ter as paredes do fundo e laterais, protegidas com material impermeável, como por exemplo, mantas de PVC, de modo a não contaminar o lençol freático;
- O leito de areia deve ter 0,70 m de altura e suas partículas devem ter diâmetro efetivo² na faixa de 0,25 mm a 1,2 mm. Pois, o diâmetro efetivo da areia, afeta a taxa de infiltração do afluente no leito e a profundidade de penetração da matéria sólida insolúvel. A adoção de um meio com partículas muito grossas proporciona um baixo tempo de retenção do líquido, insuficiente para a completa decomposição biológica. Tal fato

¹ **Coeficiente de uniformidade:** Relação entre os diâmetros efetivos D60 e D10, a qual expressa a dispersão dos diâmetros de grãos componentes do meio, quanto maior este número, mais variado é o diâmetro dos grãos (NBR 13.969, 1997). Ele é calculado através da divisão do diâmetro efetivo de 60 % da areia pelo dos 10 %. Por exemplo, se o diâmetro de 60 % for igual a 2,1 mm e o dos de 10 % for de 0,3 mm, tem-se que o coeficiente de uniformidade será igual a 7 (IMHOFF, 1985).

² **Diâmetro Efetivo:** É a abertura da peneira que permite a passagem acumulada de 10 % da amostra considerada, ou seja é o tamanho dos grãos abaixo do qual ficam 10 % do peso total da amostra.

propicia um baixo rendimento, porém podem-se adotar altas taxas de aplicação (USEPA, 2002). O uso de areia mais fina possibilita uma efetiva nitrificação e remoção de matéria orgânica, no entanto a quantidade de afluente aplicado é pequena e o filtro entope-se rapidamente (USEPA, 1980);

- As tubulações de drenagem e a de distribuição devem ser envolvidas em uma camada de brita nº 4, ter no mínimo um diâmetro de 100 mm, serem perfuradas e terem declividade entre 1 e 3 %; e,
- Deve-se levar em consideração a disponibilidade de material local para diminuir o custo de implantação do sistema, mas sempre tendo como referência os parâmetros da Norma ABNT.

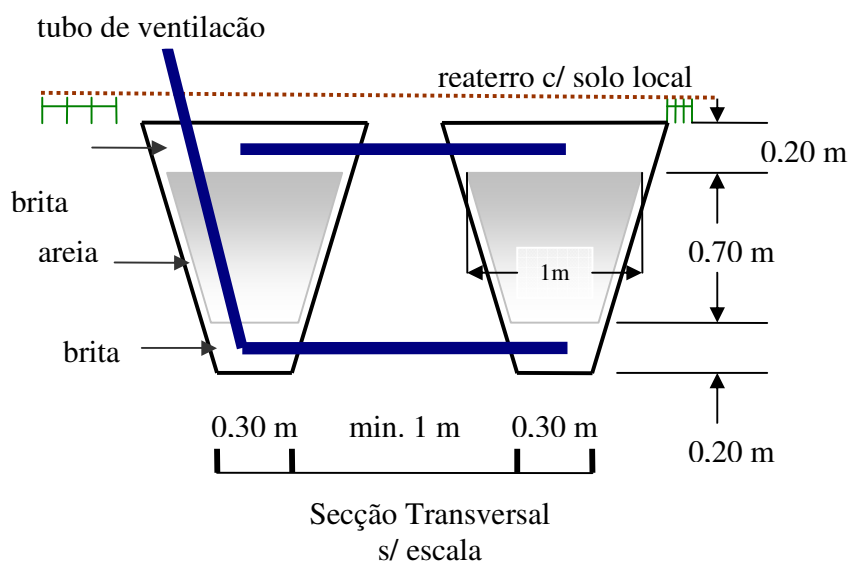


Figura 3.10: Valas de filtração em secção transversal

Fonte: Adaptado da Norma NBR 13.969 (1997)

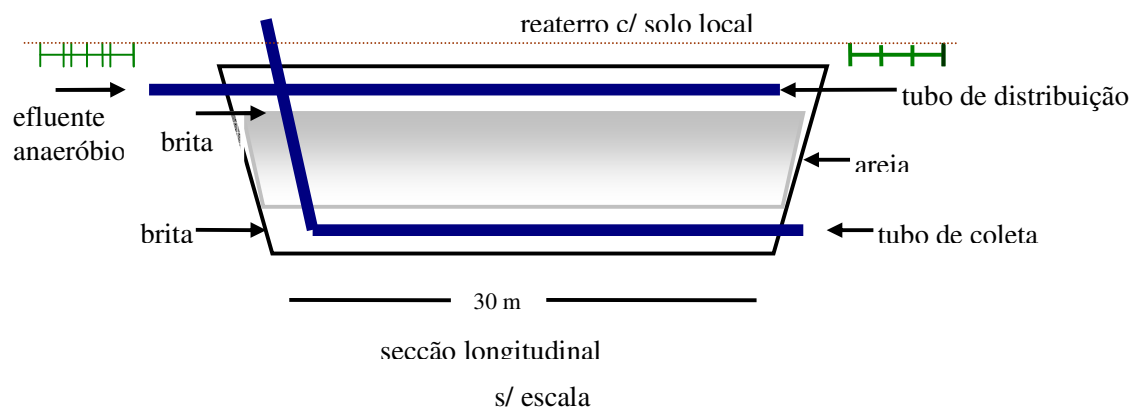


Figura 3.11: Valas de filtração em secção longitudinal

Fonte: Adaptado da Norma NBR 13.969 (1997)

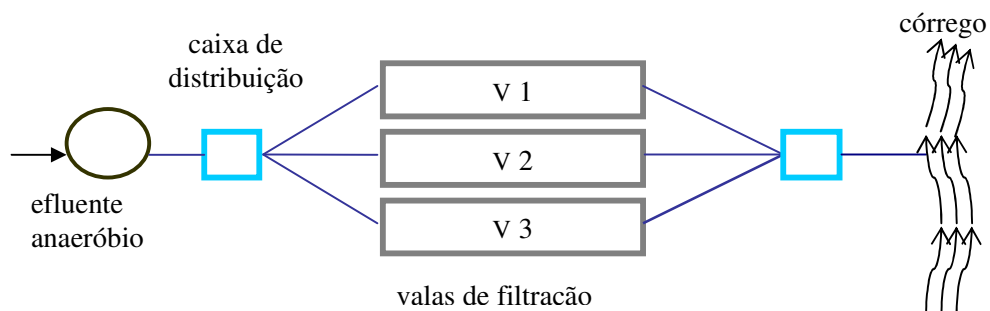


Figura 3.12: Sistema de tratamento com um conjunto de valas de filtração

3.4.4.2 Aplicação

De acordo com Chernicharo e Von Sperling (1996), o sistema de valas de filtração pode ser utilizado nos seguintes casos:

- Quando o solo ou as condições climáticas do local não recomenda o emprego de poço absorvente/sumidouro ou da vala de infiltração ou a sua instalação exige uma extensa área não disponível;

- A legislação sobre as águas dos corpos receptores exige alta remoção dos poluentes dos efluentes do tanque séptico / filtro anaeróbio;
- Se for considerado vantajoso o aproveitamento do efluente tratado, sendo adotado como uma unidade de pós-tratamento; e,
- Quando o lençol freático está próximo à superfície e quando o solo do local oferece suporte como elemento estrutural para o meio filtrante de areia.

Segundo Coraucci Filho et al. (2001), a vala de filtração é Normalmente utilizada como tratamento secundário, após o material sólido ter sido removido em um sistema de tratamento que promova a sedimentação e a retirada de sólidos (tanque séptico, tanque séptico + filtro anaeróbio, unidade aeróbia etc.). Os efluentes que são tratados geralmente não apresentam cheiro ou cor e, caso sejam dispostos no solo, receberão um tratamento adicional através da absorção existente neste meio. A vala é construída no próprio solo e, dependendo das condições deste meio, pode ter suas paredes impermeabilizadas.

Pelo fato de possuir um baixo custo e ser de fácil instalação, a vala de filtração tem ampla aplicação em áreas urbanas e rurais. Pois, estas áreas dificilmente são atendidas por rede coletora de esgoto, como por exemplo, em pequenas comunidades, condomínios residenciais e até mesmo no litoral, onde existe o problema da baixa declividade dos terrenos, o que dificulta a implantação dos sistemas dinâmicos de coleta de esgotos.

3.4.4.3 Operação

Para a conversão aeróbia da matéria orgânica e nitrificação, a quantidade de oxigênio deve ser igual ou maior que a demanda. O suprimento de oxigênio é por

difusão de ar e convecção. Cargas intermitentes, quando comparadas com cargas contínuas, aumentam o transporte e a quantidade de oxigênio nos filtros (Van BUUREN et al., 1999).

Kristiansen (1981), *apud* Natalin Junior (2002), cita que o emprego de tubos de ventilação em valas de filtração, mas quando há o entupimento dos vazios da camada de areia filtrante este mecanismo torna-se pouco eficiente. Valas de filtração e infiltração construídas em solos não saturados de água e que permitam a passagem de oxigênio pelas laterais das valas não necessitam de tubos de ventilação. Em valas de filtração de 4,00 x 0,80 x 1,15 m (comprimento x largura x altura) com altura da camada filtrante de areia de 0,75 m observou-se o entupimento no primeiro centímetro de areia após a camada de brita envolvente do tubo de distribuição do efluente anaeróbio, prevalecendo nesta região a predominância de microrganismos anaeróbios.

Se após o tanque séptico for instalado uma bomba ou dispositivo de controle de vazão, o ambiente, no campo de disposição, é, geralmente, aeróbio. Sobre condições aeróbias, o tratamento biológico ocorre mais rapidamente que sobre condições anaeróbias. Quando há alta carga orgânica e sólida o ambiente torna-se, geralmente, anaeróbio. Como ocorrem conversões biológicas na biomassa, precipitados minerais como sulfeto ferroso, sulfeto de alumínio e fosfato de cálcio serão formados. Estes precipitados podem acumular-se ou lixiviar-se dependendo das condições locais como pH e oxigênio dissolvido (NATALIN JUNIOR, 2002; METCALF & EDDY, 2003). Estes mesmos precipitados minerais, segundo Kristiansen (1981) *apud* Natalin Junior (2002), contribuem para o entupimento do solo, na interface solo/camada de areia em valas de infiltração.

Além da intermitência do fluxo de efluente, deve ser prevista alternância de uso para permitir a digestão do material retido no meio filtrante e remoção dos sólidos da superfície; portanto devem ser previstas no mínimo duas unidades de filtro (cada uma com capacidade plena de filtração).

3.4.4.4 Taxas de Aplicação

De acordo com a Norma NBR 7.229 (1993), tem-se como diretriz o número de habitantes contribuintes, sendo recomendados 6 m de vala por pessoa e não sendo admissível menos que 2 valas por tanque séptico/filtro anaeróbio. O comprimento mínimo total não deve ser menor que 25 m, sendo o máximo de 30 m e a distância mínima entre valas superior a 1 m. Segundo a Norma NBR 13.969 (1997), a taxa aplicada deve ser limitada a 100 L/ m².dia.

Segundo a USEPA (1992), as taxas de aplicação de efluentes oriundas de tanques sépticos podem variar de 40 L/m².dia a 60 L/m².dia para as valas de filtração. De acordo com a USEPA (1999), as taxas de aplicação de efluentes oriundas de tanques sépticos podem variar de 82 L/ m².dia a 200 L/m².dia para filtros intermitentes de areia enterrados.

3.4.4.5 Vantagens, Eficiências e Inconvenientes

Segundo estudos realizados por Azevedo Neto, (1984) *apud* Natalin Junior (2002), as valas de filtração, valas de infiltração e filtros de areia têm:

- Eficiência superior a 99 % de remoção de bactérias;
- Nitrificação elevada (processo biológico);
- Não há problema de mosca e insetos e não resultam lodos no processo; e,
- Como inconveniente, o tratamento exige grandes ares e grande quantidade areia, nem sempre inexistente e economicamente viável.

Com base na pesquisa realizada por Chrysikopoulos & Sin (1996), *apud* Natalin Junior (2002) verificou-se que os vírus são parasitas intracelulares e podem ser classificados como partículas coloidais com tamanhos variando de 0,02 μm a 0,30 μm . Bactérias possuem tamanho entre 0,2 μm e 7 μm . A granulometria da areia esta na faixa de 70 a 1000 μm , da argila entre 0,02 μm a 1,20 μm e siltes entre 1,20 μm a 70 μm . Desta forma, há adsorção dos vírus e bactérias na matriz do solo e também passagem dos mesmos através do solo pela percolação fase líquida neste meio, podendo atingir águas subterrâneas. O trabalho de Santos (1998) demonstrou que um grande número de bactérias atingiu o lençol freático no solo por ele estudado.

No trabalho de Andreoli (1996), *apud* Natalin Junior (2002), adotaram-se taxas de aplicação e profundidades de leito filtrante variáveis, em escala piloto com alturas de 40, 80 e 120 cm de areia média da região litorânea do Espírito Santo, com ciclo operacional constituído de dois dias de aplicação e cinco de descanso, obteve resultados de eficiência de remoção DQO e SS variando entre 80 e 90 %.

Na pesquisa de Teixeira (1998) utilizou-se uma escala piloto de leito filtrante de areia, com 50 cm de espessura obteve remoção de DQO entre 70 e 100 %, com aplicação de efluente doméstico durante dois dias e cinco de descanso.

Remoção de 70 % de nitrogênio total foi observada por Van Buuren et al. (1999), através da recirculação do efluente de filtro de areia, com altura do meio filtrante entre 0,5 a 1,2 m, após tanque séptico com taxas de aplicação de 50 a 100 L/m².dia, constatou-se também remoção de 90 % de DQO, 95 % de DBO₅ e 99,90 % de coliformes termotolerantes nestas mesmas condições, sem recirculação a remoção de nitrogênio total foi de 30 % e fósforo total igual a 40 %.

Segundo estudos realizados por Kristiansen (1981) *apud* Natalin Junior (2002), o nitrogênio em efluentes de tanque séptico origina-se principalmente do material fecal, onde 80 % está na forma de NH₄⁺- N e 20 % na forma de N-orgânico. O mesmo autor encontrou, em uma vala de filtração com 0,75 m de camada de areia filtrante, NO₃⁻ na

areia em profundidade maior que 0,27 m e próximo aos tubos de ventilação do sistema. Devido às condições aeróbias e falta de energia disponível na região que continham nitrato, uma insignificante desnitrificação ocorreu na vala estudada, sugerindo-se então uma aplicação intermitente de efluente do tanque séptico e recirculação do efluente nitrificado para aumentar a desnitrificação no sistema.

Na pesquisa realizada por Bunnell et al. (1999), em valas de infiltração com 0,40 m de brita e 1,20 m de camada filtrante de areia, operando com e sem sistemas de dosagem do efluente ao longo do dia obteve-se a eficiência na remoção de nitrogênio total de 40 % para o sistema com dosagem e 48 % para o outro. Segundo o trabalho de Wolf et al. (1998) *apud* Bunnell et al. (1999) houve uma remoção de 79 % de nitrogênio total para sistemas com dosagem foram relatados por com concentrações de N-NO_3^- sempre inferiores a 6 mg.L^{-1} .

De acordo com o trabalho de Macmaster (1995) *apud* Van Buuren (1999), que utilizou pequenas partículas de espuma plástica como meio filtrante ao invés de areia em filtros, com elevadas taxas de DBO aplicada ($68 \text{ g. m}^{-2}.\text{d}^{-1}$) obteve-se bons resultados. Houve a diminuição de caminhos preferenciais e maior penetração de oxigênio no sistema. Com a aeração do sistema (a 23° C), a remoção de coliformes termotolerantes foi de 99,5 % para a mesma taxa de aplicação de DBO.

Segundo Metcalfy & Eddy (2003), a biomassa, comumente observada na camada de areia, mostrou-se eficiente na remoção de vírus. No trabalho de Scandura & Sobsey (1997), onde foram estudados quatro sistemas de tratamento, constituídos por fossa séptica e valas de infiltração em solos arenosos da região costeira americana. Nestas regiões, o lençol freático eventualmente ficava próximo às linhas de distribuição (0,3 metros) e o clima era verão quente e úmido ($26-27^\circ \text{ C}$) com inverno moderado ($6 - 8^\circ \text{ C}$) e com precipitações pluviométricas anuais de 1.450 a 1.500 mm. Havia o risco de contaminação por vírus devido a porosidade do solo, a altura do lençol freático era alta e as temperaturas no inverno eram menores. Entretanto, expressivas reduções na presença de vírus entéricos, bactérias e nutrientes puderam ser observadas na região

cujo solo, conforme cita o autor, continha cerca de 15 % de argila e o lençol freático estava a 1 m abaixo da linha de distribuição. A quantidade de vírus para valores de pH igual a 4,5 - 5,0 é a metade que para pH igual a 6,0 - 6,5. O número de vírus decresce com a distância da linha de distribuição, a 35 metros de distância não há mais vírus em número significativo para causar infecções.

Na vala de filtração estudada por Kristiansen (1981), citado por Natalin Junior (2002), no efluente de tanque séptico aplicado a vala havia 10^3 coliformes termotolerantes/100 mL de amostra e o efluente da vala tinha 10^2 coliformes termotolerantes/100 mL de amostra. Um pequeno acréscimo na temperatura contribuiu (5°C) para um pequeno aumento na remoção de coliformes (10 %).

Nos dez primeiros centímetros da camada de areia notou-se a redução de 10^4 para 10^2 , coliformes termotolerantes/grama de areia seca, número este que se manteve até fundo da vala. Constatou-se também a maior concentração de bactérias nos primeiros 7,5 centímetros de areia (10^{10} bactérias/grama de areia seca) sendo o maior número encontrado na região em houve um entupimento, ou seja, no primeiro centímetro da camada de areia. Rahe et al. (1978), *apud* Scandura & Sobsey (1997) observaram o rápido movimento de bactérias (1,5 m/h) em solos (com 10 % de declividade) saturados por valas de infiltração.

As variáveis que influenciam na redução de microrganismos são: temperatura, tempo de residência no tanque séptico, intensidade pluviométrica, saturação do solo, altura do lençol freático e distância horizontal das linhas de distribuição (HAIN & O'BRIEN, 1979 *apud* SCANDURA & SOBSEY, 1997). Efluentes de filtros de areia com recirculação têm alta qualidade e podem, na maioria das vezes, serem utilizados para irrigação por gotejamento (TCHOBANOGLIOUS & ANGELAKIS, 1996).

Valas de filtração estudada por Natalin Junior (2002), empregou três valas de filtração com 15 m de comprimento e 0,5 de largura, revestida com lona PVC com 1 mm com alturas de camada de areia a 0,25; 0,50 e 0,75 m utilizou-se tubo de drenagem em

PEAD - polietileno de alta densidade, com 0,10 m de diâmetro e instalado com inclinação de 1:300. E receberam efluente de quatro filtros anaeróbios de fluxos ascendente com recheios de anéis de bambu e operado com TDH igual a 3 horas com aplicação das seguintes taxas hidráulicas: 20 a 40 L/m².dia.

Foram obtidos valores de pH entre 6,00 e 8,00 na média no efluente dos filtros anaeróbios e na saída das três valas. Os melhores valores de remoção de DBO total foram obtidos na vala 0,75 na taxa 20 L/m².dia (90,2 %); para DQO total e fósforo a vala 0,50 m na taxa 40 L/m². dia, foi a mais eficiente (95,4 e 94,7 % respectivamente).

A remoção de nitrogênio total foi mais eficiente na vala 0,25 m na taxa 40 L/m².dia (70,2 %). A vala 0,50m na taxa 20 L/m².dia, foi a mais eficiente na remoção de Coliforme Fecal (10⁴), e a vala de 0,75 m, na taxa de 30 L/m².dia, foi com a melhor, desempenho na remoção de *E. coli* (10³).

A remoção de sólidos suspensos totais foi sempre superior a 80 % nas valas de filtração. O desempenho das valas de filtração como pós-tratamento de efluente anaeróbio foi eficiente na remoção de matéria orgânica, nitrogênio total e fósforo total.

O uso das valas de filtração, de acordo com o estudo realizado por Natalin Junior (2002), é uma alternativa viável como pós-tratamento de efluentes anaeróbios, compatível com as exigências da legislação brasileira e demonstrou durante toda a pesquisa ser de fácil operação.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa apresentada neste trabalho foi desenvolvida utilizando o efluente anaeróbio da estação de tratamento de esgoto Jd. Icaraí, conforme ilustra a Figura 4.1. Os materiais, os métodos e os recursos técnicos aplicados, bem como outras informações importantes para caracterização do estudo, estão comentados a seguir.



Figura 4.1: Vista geral da ETE Jd. Icaraí

4.1 Localização

Este projeto de pesquisa foi desenvolvido na Estação de Tratamento de Esgoto Jd. Icaraí, em Campinas-SP, administrado pela Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A. (SANASA) e no Laboratório de Protótipos Aplicados ao Tratamento

de Águas e Efluentes Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Estadual de Campinas, a Figura 4.2 apresenta uma vista geral das valas de filtração.

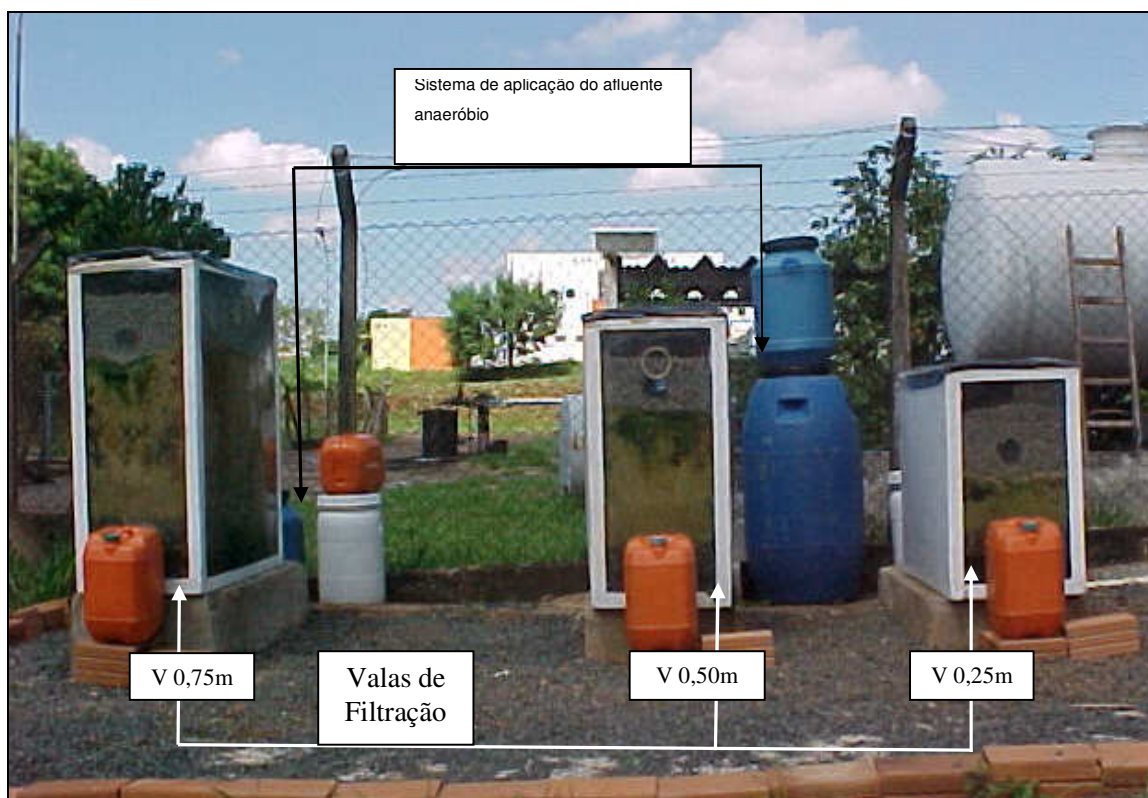


Figura 4.2: Vista geral das valas de filtração

4.1.1 Origem do Afluente da ETE Jd. Icaraí

O efluente anaeróbio utilizado na pesquisa foi coletado na ETE Jd. Icaraí administrado pela SANASA. A estação foi projetada para tratar o esgoto produzido nos bairros: Parque Residencial Carvalho Moura e Jd. Icaraí, que lhe deu o nome. Durante a pesquisa a população atendida era de aproximadamente de 1.600 habitantes.

A área da estação tem uma extensão de 40x60 m, e está próxima do córrego São Vicente ou Taubaté afluente do rio Capivari, que está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 05 (UGRHI 05) – Piracicaba, Capivari e Jundiaí. A estação teve o início de a operação de tratamento em, 5 de julho de 1996. O sistema da ETE Jd. Icarai conforme ilustra a Figura 4.3, é composto por um tratamento preliminar, este constituído de: grade de barras; desarenador e vertedor Parshall, seguido por dois módulos (cada modulo com 1 tanque séptico e 1 filtro anaeróbio). Com TDH (tempo de detenção hidráulica) de 24 horas, com vazão média de 2,75 L/s e vazão máxima 4,94 L/s.

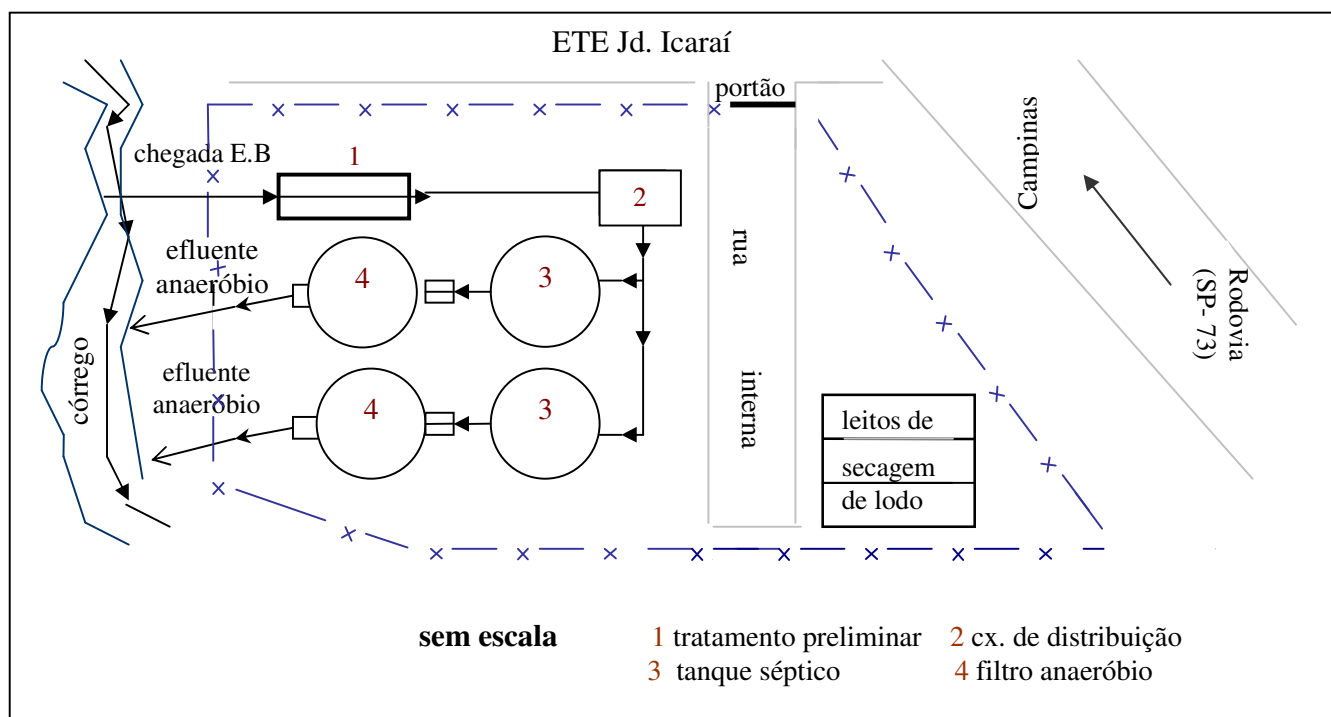


Figura 4.3: Croqui da ETE Jd. Icarai

O esgoto que chega à estação passa por tratamento preliminar composto por grade de barras, desarenador e vertedor Parshall, conforme ilustra a Figura 4.4, em seguida o efluente doméstico é distribuído aos tanques sépticos, estes removem a maior parte dos sólidos sedimentáveis e em suspensão. A matéria orgânica, restante no

efluente, do tanque séptico, dirige-se ao filtro anaeróbio e dessa forma ocorre sua remoção em condições anaeróbias.



Figura 4.4: Tratamento preliminar com grade, caixa de areia e vertedor Parshall

Os tanques sépticos e os filtros anaeróbios foram projetados seguindo as recomendações da Norma NBR 7.229 (1993), e têm as seguintes especificações:

- Tanque séptico, diâmetro 7 m, profundidade total de 6,08 m, profundidade útil 5,68 m, volume 134,75 m³, inclinação de fundo 45⁰; e,
- Filtro anaeróbio diâmetro 8,10 m; profundidade total de 2,80 m, profundidade útil 2,40 m, volume 92,40 m³, camada de brita nº 4 (meio suporte) 1,20 m e fundo falso de 0,60 m. Na Figura 4.5 apresenta uma vista geral da estação.

De acordo com a SANASA, o tempo de detenção hidráulica do tanque séptico e do filtro anaeróbio são de 24 horas com vazão média de 2,3 L/s.



Figura 4.5: Tanque séptico e filtro anaeróbio

4.2 Coleta do Efluente Anaeróbio

Durante todo o estudo o efluente anaeróbio aplicado nas valas de filtração foi coletado da ETE Jd. Icaraí. O fator que determinou a escolha desta estação foi por ser a única, entre as dez estações de tratamento de esgoto com efluente anaeróbio que apresentou no momento da pesquisa condições adequadas com o contexto do projeto.

A coleta foi realizada semanalmente durante um período de 41 semanas, o efluente anaeróbio foi coletado após a saída do filtro anaeróbio, o seu armazenamento foi por meio de galões, com capacidades de 20 litros. O volume coletado foi de acordo com a taxa hidráulica aplicada. Os galões com efluente anaeróbio foram transportados por um veículo até o Laboratório de Protótipos Aplicados ao Tratamento de Águas e Efluentes Saneamento, da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP.

O horário mais freqüente da coleta do efluente anaeróbio foi no período da manhã, principalmente entre às 9:00 e 10:00 horas, pois de acordo com a caracterização dos efluentes (esgoto bruto e tratado) da estação, neste horário apresentaram as maiores concentrações de nutrientes (NTK e P) e matéria orgânica (DQO).

4.3 Aspectos Construtivos das Valas de Filtração

O estudo das valas de filtração foi desenvolvido no Laboratório de Protótipos, Aplicados ao Tratamento de Águas e Efluentes Saneamento, da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Estadual de Campinas.

4.3.1 Armazenamento e o a Distribuição do Afluente Anaeróbio

Os galões com efluente anaeróbio foram armazenados em área coberta do Laboratório de Protótipos, Aplicados ao Tratamento de Águas e Efluentes Saneamento, da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Estadual de Campinas, conforme ilustra a Figura 4.6.



Figura 4.6: Área de armazenamento do efluente anaeróbio e veículo de transporte

Nas aplicações do efluente anaeróbio, nas valas de filtração, foram utilizadas duas bombas desadoras, conforme ilustra a Figura 4.7, uma bomba continha um conjunto de sistema peristáltico com três rolamentos independentes e reguláveis, com capacidade de bombeamento máximo de 11,2 mL/s, ao qual foi utilizada nas três valas

de filtração na aplicação das taxas hidráulicas de 40 e 60 L/m².dia, nas demais taxas aplicadas somente as valas V 0,25 e V 0,50 foram alimentadas por este equipamento. A segunda bomba dosadora continha um único cartucho hidráulico de rotação com controle eletrônico e foi utilizada nas aplicações das taxas hidráulicas de 80 e 100 L/m².dia, somente na vala V 0,75 m.

As bombas dosadoras foram controladas por um dispositivo eletrônico denominado “timer” (um para cada bomba) que foi responsável pelo controle do tempo de funcionamento das bombas na aplicação das taxas hidráulicas estudadas.



Figura 4.7: Bombas dosadoras peristálticas

4.3.2 Tubulações

Na constituição das valas de filtração, adotou-se na tubulação de distribuição do afluente, tubos de drenagem de PEAD (Polietileno de Alta Densidade), esta escolha deveu-se aos ensaios realizados anteriormente por Coraucci et al. (2000b), onde observou-se, que o assentamento do tubo de drenagem sobre a brita permitiu a quebra de tensão superficial do líquido, além de, proporcionar diferentes caminhos para a percolação do efluente anaeróbio, o que é desejável para o sistema o tubo, possui um

diâmetro interno de 0,10 m de diâmetro, também teve a função, de tubos de ventilação, para a entrada de ar nas valas, a Figura 4.8 apresenta a ilustração.

A alimentação das bombas dosadoras e das valas de filtração com afluente anaeróbio, foram realizadas por mangueiras, com diâmetro interno de 0,10 m.



Figura 4.8: Detalhe da caixa em fibra de vidro com tubos de drenagem

4.3.3 Disposição das Camadas do Leito Filtrante e Características Físicas

Na constituição das valas foram empregadas duas camadas de brita 1, ambas com 0,20 m de altura, na base e também na cobertura, na base, à camada de brita tinha dois objetivos. O primeiro, sustentar a areia, e impedir que suas partículas fossem arrastadas para fora da estrutura do sistema, o segundo objetivo, foi armazenar o efluente tratado.

Na cobertura da vala de filtração a camada de brita teve o objetivo de possibilitar, uma melhor distribuição do afluente, para evitar os caminhos preferenciais do líquido do sistema.

A característica da brita 1 utilizada na valas de filtração, possuiu um diâmetro efetivo (D10) de 9,00 mm e coeficiente de uniformidade ($U = D_{60}/D_{10}$) de 1,678 obtido a partir da determinação da curva de distribuição granulométrica, apresentada na Figura 4.09.

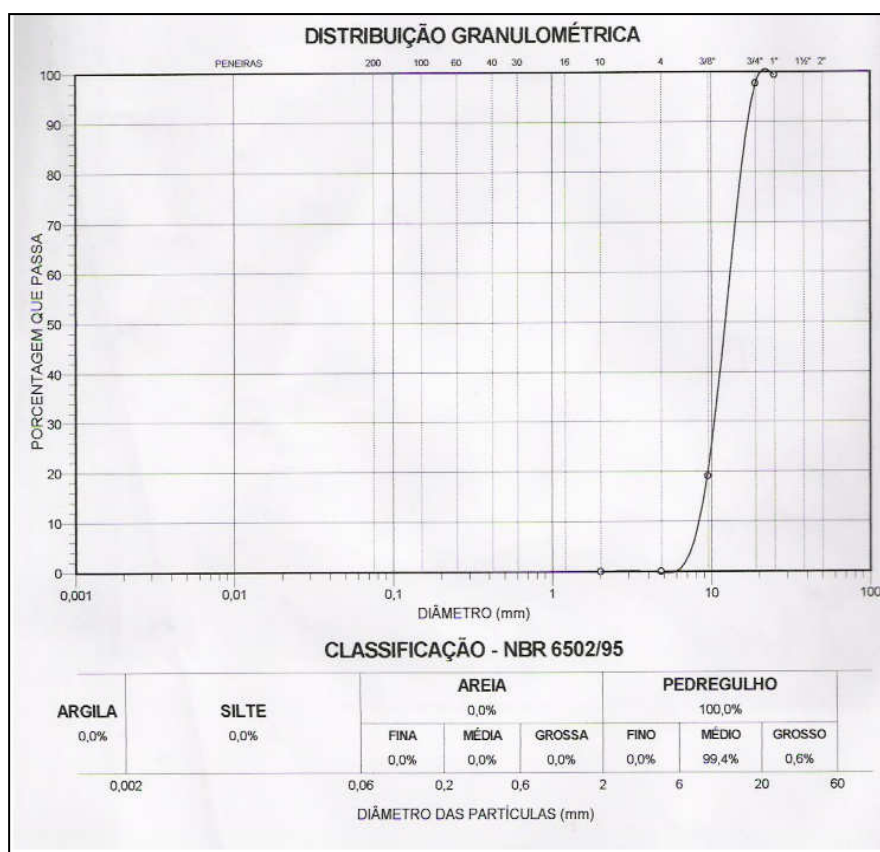


Figura 4.9: Curva de distribuição granulométrica da brita utilizada nas valas

Quanto à camada de areia, em cada uma das valas de filtração, adotaram-se profundidades diferentes, conforme apresentado na Tabela 4.1. A areia empregada foi a popularmente denominada de grossa comercial, possuiu um diâmetro efetivo (D10) de 0,183 mm e coeficiente de uniformidade ($U = D_{60}/D_{10}$) de 2,514, encontrados a partir da determinação da curva de distribuição granulométrica, apresentada na Figura 4.10.

A areia e a brita utilizada como materiais foram os mais comumente encontrados na região de desenvolvimento do projeto e foram lavados com água e cuidadosamente misturados antes da colocação no interior das caixas de vibra de vidro. Está medida

buscou a retirada de qualquer composto que pudesse interferir no experimento. Na Figura 4.11, estão apresentados os materiais constituintes das valas de filtração durante o preenchimento do leito.

Tabela 4.1: Denominação das valas e suas profundidades de leito de areia

Vala	Profundidade do Leito (metros)
V 0,25 m	0,25
V 0,50 m	0,50
V 0,75 m	0,75

CURVA GRANULOMÉTRICA

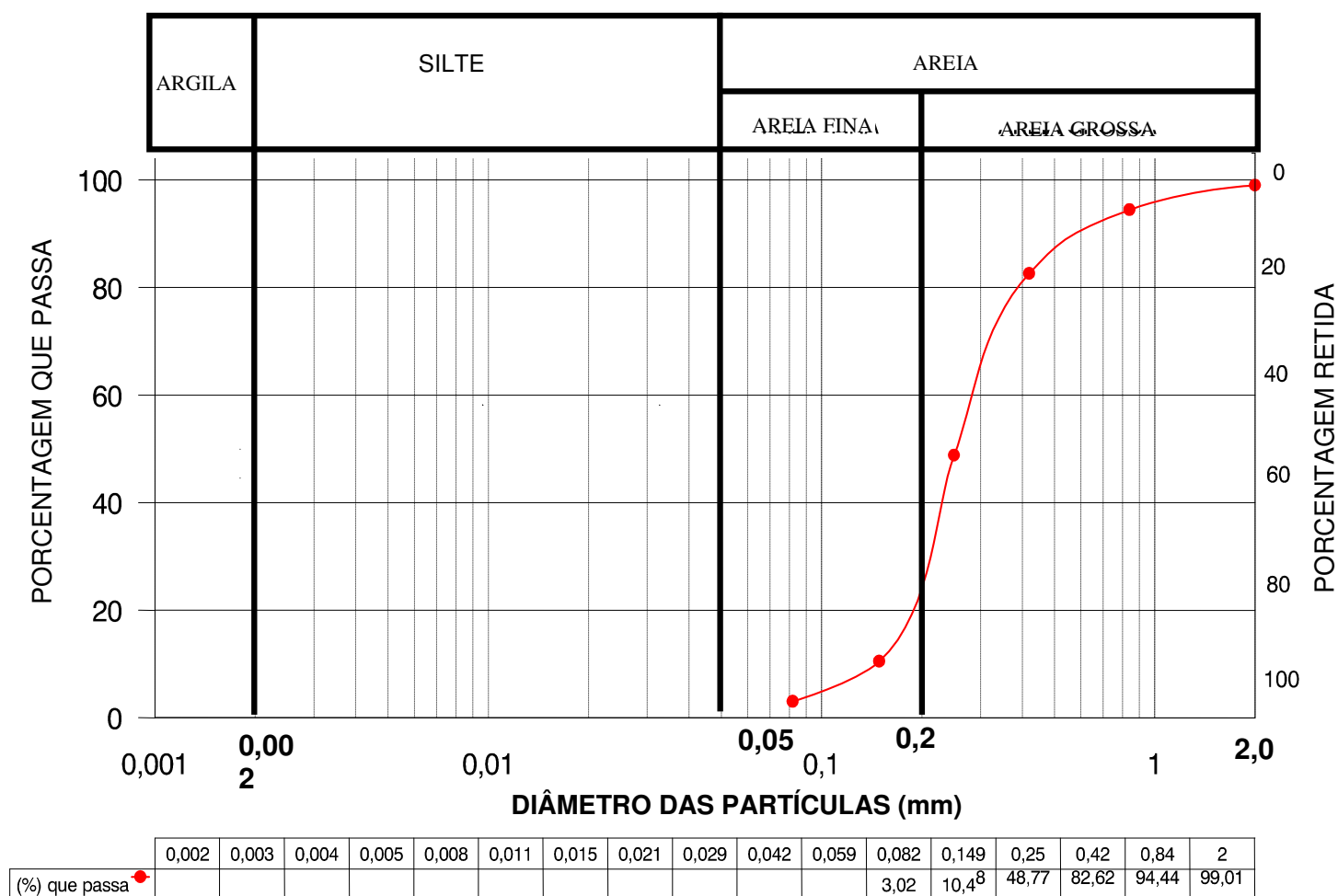


Figura 4.10: Curva de distribuição granulométrica da areia utilizada nas valas



Figura 4.11: Materiais constituintes no preenchimento do leito

4.3.4 Valas de Filtração

Para o desenvolvimento deste projeto foram construídas três valas de filtração, que seguiram o modelo utilizado por Coraucci Filho et al. (2000), que é baseada na Norma NBR 7.229 (1993), com modificações, que trata do projeto, da construção e da operação de sistemas de tanques sépticos, filtro anaeróbio e dispositivo de infiltração do efluente líquido no solo, e foram constituídos por tubos de drenagem de PEAD.

As valas de filtração foram constituídas em três caixas de fibra de vidro com visor em acrílico, com dimensões, 1m de comprimento, 0,50 m de largura de fundo e declividade longitudinal entre 1:300 e 1:500. As Figuras 4.12 e 4.13 mostram um esquema de uma caixa de fibra de vidro.

Buscando-se evitar a influência das estações de chuva e de seca sobre os resultados experimentais, as valas de filtração foram cobertas com lonas (tipo comercial). Para impedi-se as precipitações pluviométricas, que poderia causar infiltração de água da chuva e alterar a diluição do efluente, influenciando os resultados das análises.

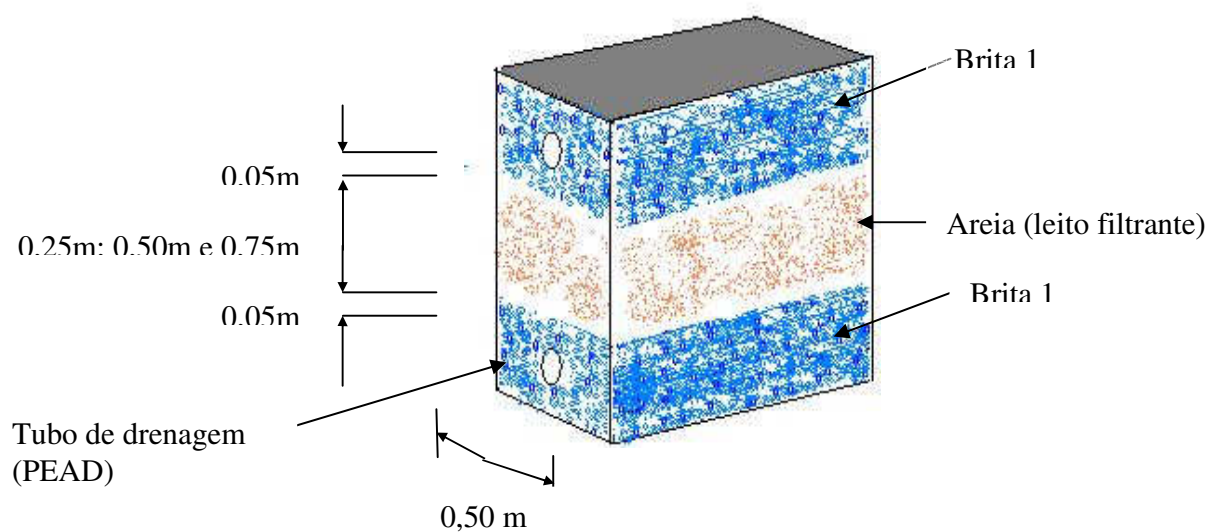


Figura 4.12: Caixa em fibra de vidro, com camada de areia e brita

Fonte: adaptado de Coraucci Filho et al. (2000a)

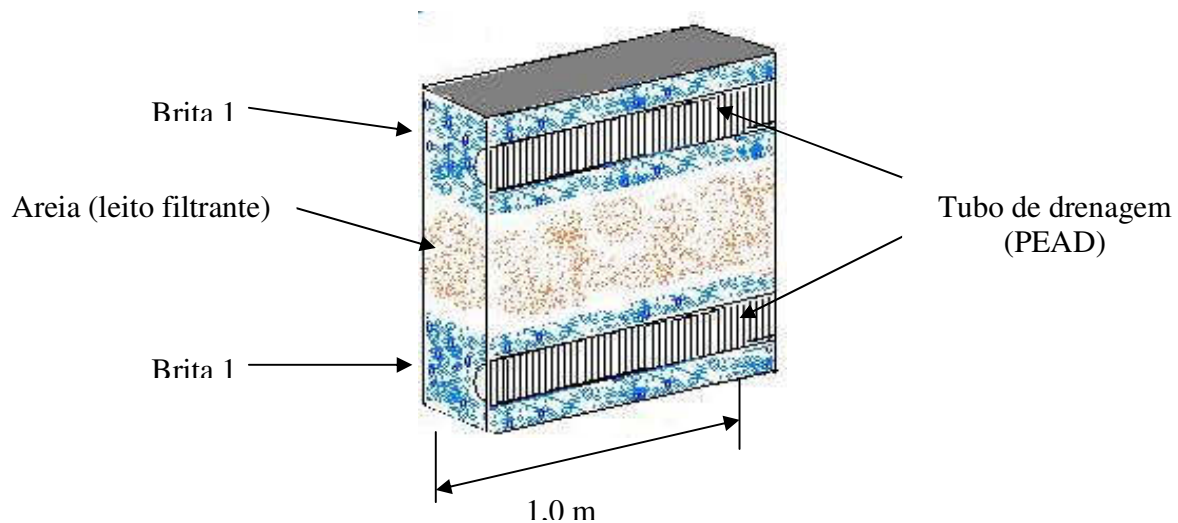


Figura 4.13: Caixa em fibra de vidro com tubos superpostos, camada de areia e brita

Fonte: Adaptado de Coraucci Filho et al. (2000a)

4.3.5 Taxas de Aplicação e Sistema de Distribuição do Afluente

A aplicação das taxas hidráulica, no projeto de pesquisa foram relacionadas à literatura, de acordo com a USEPA (1992), as taxas de aplicação de efluentes oriundas de tanques sépticos podem variar de 40 L/m².dia, a 60 L/m².dia, para as valas de filtração. Na pesquisa realizada por Natalin Junior (2002), comprovou a eficiência das valas de filtração na aplicação de taxas hidráulicas até 40 L/m².dia. Durante a realização do presente estudo, foram aplicadas as taxas hidráulicas 40, 60, 80 e 100 L/m².dia, nas frequências de aplicações de 6; 12; 18 e 24 horas.dia. Sendo as taxas hidráulicas superiores a 60 L/m².dia, consideradas altas hidráulicas para as valas de filtração.

Estas atividades ocorreram entre as segundas e sextas feiras, tendo um período de descanso aos sábados e domingos, nestes dias não houve a disposição do afluente sobre o leito de areia, objetivando a sua recomposição. Nas taxas hidráulicas foram empregados períodos, 12 semanas na taxa de 40 L/m².dia, 9 semanas na taxa de 60 L/m².dia e 8 semanas nas taxas de 80 e 100 L/m².

No sistema de distribuição do afluente nas valas de filtração, era composto por dois tambores, e duas bombas peristálticas, estas descritas no item 4.3.1, o afluente anaeróbio era diariamente inserido e homogeneizado nos tambores, que possuíam tampas e capacidade de 60 litros de armazenamento a Figura 4.14, ilustra o sistema.



Figura 4.14: Tambores utilizados no sistema de aplicação do afluente anaeróbio

O efluente anaeróbio foi aplicado no tubo superior, que posteriormente per colou através do leito composto de camadas de brita 1, e areia grossa até atingir o tubo inferior, ao qual, coleta e encaminha o líquido para saída e descarte.

A determinação do volume do efluente anaeróbio aplicado nas valas de filtração foi dimensionando de acordo com o leito da camada filtrante. Os volumes utilizados são os apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Taxa hidráulica e volumes aplicados

Taxa hidráulica	Volume aplicado (L) vala 0,25 m	Volume aplicado (L) vala 0,50 m	Volume aplicado (L) na vala 0,75 m
40 (L/m ² . h)	1,08	1,58	1,92
60 (L/m ² . h)	1,13	2,38	2,88
80 (L/m ² .h)	1,50	3,17	3,84
100 (L/m ² .h)	1,88	3,96	4,80

4.3.6 Coleta de Amostras e Análises Laboratoriais

As amostras foram obtidas semanalmente, toda segunda-feira, para determinação do esgoto bruto, afluente, e efluente dos filtros anaeróbio da ETE Jd. Icaraí, e toda terça-feira, para determinação do efluente das valas de filtração. A Figura 4.15, apresenta um fluxograma simplificado do processo de tratamento envolvido.

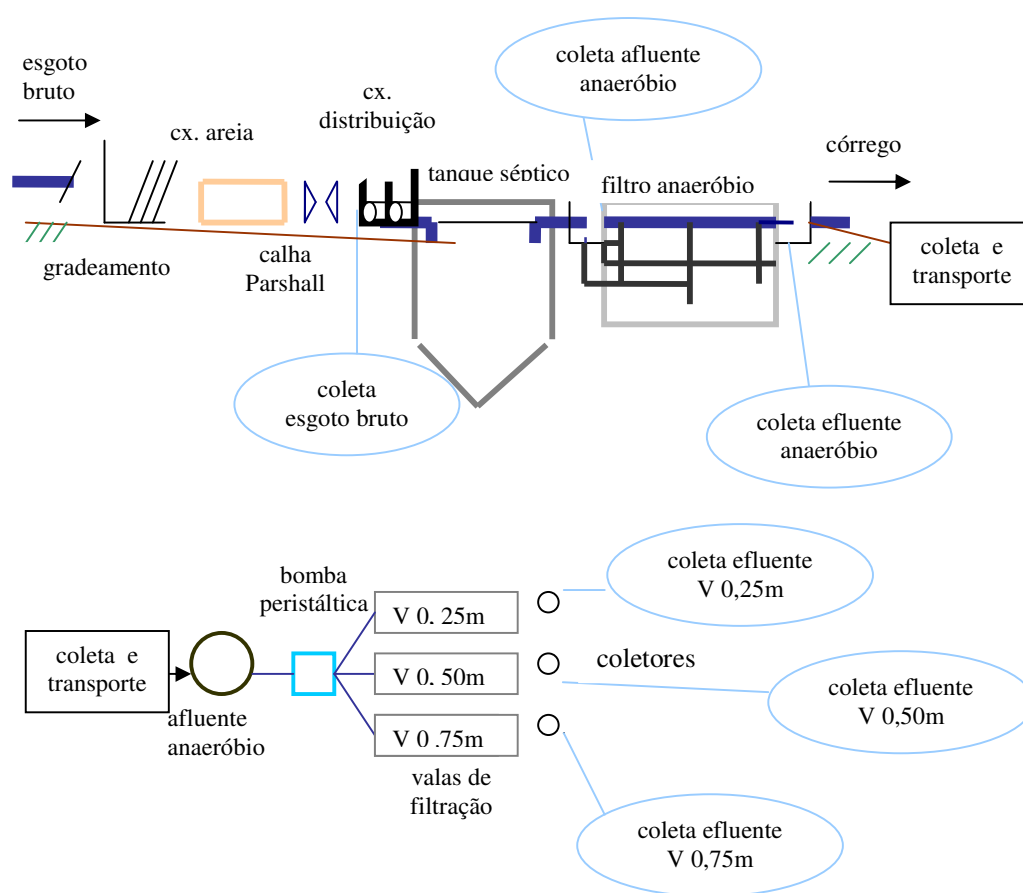


Figura 4.15: Fluxograma simplificado do sistema de tratamento e os pontos de coleta

A coleta da amostra de esgoto bruto foi realizada após a fase do tratamento preliminar, mais precisamente na caixa de distribuição dos tanques sépticos, a Figura 4.16 apresenta o local da coleta.

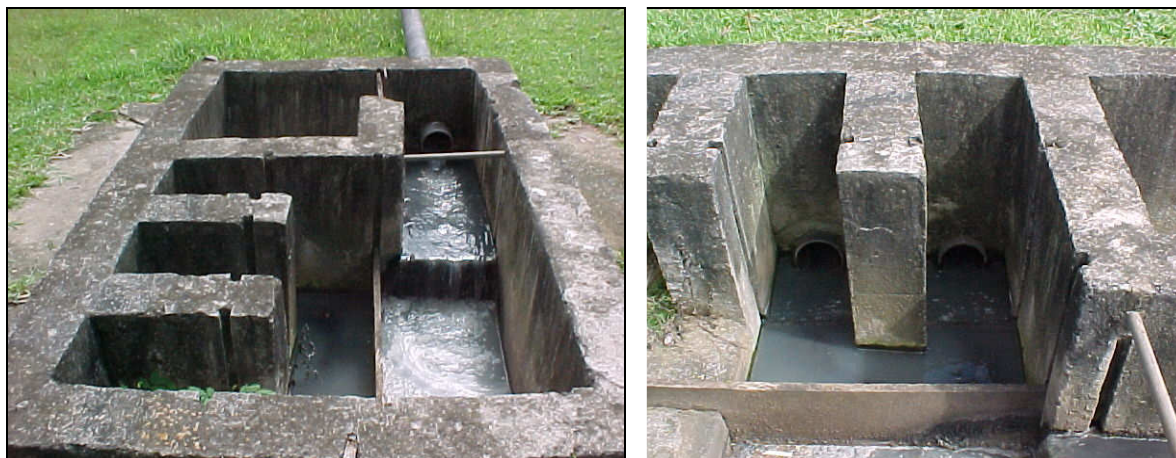


Figura 4.16: Caixa de distribuição, local de coleta de esgoto bruto.

A coleta do afluente do filtro anaeróbio foi realizada na saída do tanque séptico, a Figura 4.17 ilustra, a coleta do efluente anaeróbio foi realizada após o tratamento final da ETE, a Figura 4.18 ilustra. Buscou fazer estas coletas sempre aproximadamente das 9 às 12 horas, pois nestes horários apresentaram as maiores concentrações de matéria orgânica, nutrientes e microrganismo, segundo a caracterização realizada durante o início da pesquisa.



Figura 4.17: Caixa de entrada do afluente do filtro anaeróbio, local da coleta.

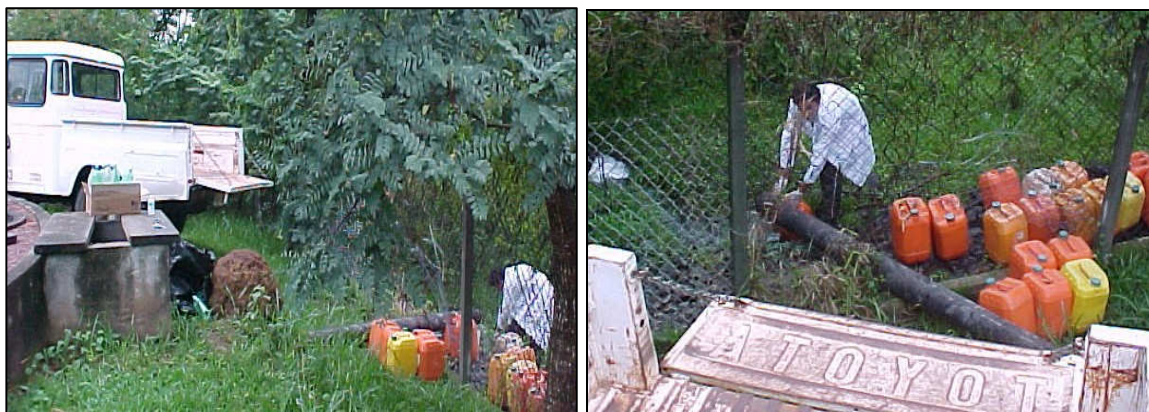


Figura 4.18: Coleta do efluente anaeróbico da ETE Jd. Icaraí

As amostras do efluente das valas de filtração eram coletadas na saída do sistema, em coletores específicos para cada uma das valas, conforme ilustra a Figura 4.19.

Os frascos utilizados na coleta para análises físico-químicas possuíam volume de 2 L eram lavados, com ácido clorídrico (1:1), para a determinação de fósforo, com ácido sulfúrico 20 % para a determinação das análises de DBO e DQO que indicam a concentração de matéria orgânica a seguir empregava-se uma grande quantidade de água destilada que objetivava a eliminação deste composto, buscando sua adequação para os procedimentos das análises.

Os recipientes utilizados na coleta das amostras para análise biológica eram lavados e autoclavados. Tal procedimento buscava eliminar os possíveis os microrganismos que pudessem interferir nos experimentos. Imediatamente após esta coleta destas amostras, os frascos eram postos no interior de uma caixa e acondicionados.



Figura 4.19: Coleta do efluente das valas de filtração

As análises das amostras coletadas eram realizadas no Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP. As análises físico-químicas se baseiam no APHA; AWWA; WPCF (2001). Os parâmetros físico-químicos e biológicos analisados são apresentados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Parâmetros estudados, metodologias e periodicidades

Parâmetros	Metodologia	Periodicidade
pH	Potenciométrico-pHmetro Termo Orion	2x semana
Temperatura	Termômetro de mercúrio e termômetro digital do aparelho de medição do O.D	Eventual
Oxigênio Dissolvido	Eletrodo de Membrana - Orion	2x semana
Turbidez	Turbidimétrico	2x semana
Condutividade	Condutimétrico	2x semana
Cor aparente	Colorimétrico	1x semana

Parâmetros	Metodologia	Periodicidade
Cor verdadeira	Colorimétrico	1x semana
Alcalinidade parcial	Tímulométrico (Ripley et al, 1986)	1x semana
Alcalinidade total	Titulométrico – APHA*	1x semana
Demanda Química de Oxigênio total	Colorimétrico de refluxo fechado – APHA*	2x semana
Demanda Química de Oxigênio filtrado	Colorimétrico de refluxo fechado – APHA*	1x semana
Demanda Bioquímica de Oxigênio total	Teste 5 dias- APHA*	1x semana
Demanda Bioquímica de Oxigênio filtrada	Teste 5 dias- APHA*	1x semana
Carbono Orgânico Total filtrado	Combustão analítica a alta temperatura	1x semana
Sólidos Totais	Gravimétrico – APHA*	1x semana
Sólidos Totais Fixos	Gravimétrico – APHA*	1x semana
Sólidos Totais Voláteis	Gravimétrico – APHA*	1x semana
Sólidos Suspensos Totais	Gravimétrico – APHA*	1x semana
Sólidos Suspensos Fixos	Gravimétrico – APHA*	1x semana
Sólidos Suspensos Voláteis	Gravimétrico – APHA*	1x semana
Nitrogênio orgânico	Macro-Kjeldahl APHA*	1x semana
Nitrogênio amoniacal	Titulométrico - APHA*	1x semana
Nitrogênio nitrito	Colorimétrico Nitri Ver 3-HACH	1x semana
Nitrogênio nitrato	Colorimétrico - NitraVer 5-HACH	1x semana
Fósforo total	Ácido ascórbico - APHA*	1x semana
Coliforme Total	Tubos Múltiplos	1x semana
Coliforme Fecal	Tubos Múltiplos	1x semana

Parâmetros	Metodologia	Periodicidade
Helmintos	Sedimentação espontânea adotado pela CETESB (Norma L 5.550) modificado por PIRES (2003).	2x mês
Protozoário	Sedimentação espontânea adotado pela CETESB (Norma L 5.550) modificado por PIRES (2003).	2x mês

*APHA; AWWA; WPCF (2001), equipamentos descrito no Anexo A

4.3.7 Análise Microbiológica

Os exames microbiológicos de coliformes totais e termotolerantes foram realizados de acordo com a metodologia dos tubos múltiplos conforme CETESB (1991); APHA; AWWA; WPCF (2001).

As análises de helmintos e protozoários foram realizadas segundo o método de sedimentação espontânea, adotada pela CETESB, a Norma L 5.550 (1989), e modificado por Pires (2003). As leituras das amostras dos efluentes (das fossas filtro e valas de filtração) foram realizadas no Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas.

Os frascos com amostras de efluente para a determinação das análises de helmintos e protozoários eram de plásticos e possuíam volume de 2 L (identificados com etiquetas contendo local de coleta e data), e foram mantidas em repouso em ambiente refrigerado por pelo menos 3 horas, para que houve se a sedimentação. De acordo com a Norma da CETESB L 5.550 (1989).

Importante ressaltar que estas metodologias foram escolhidas por serem simples e de baixo custo quando comparadas com outros testes moleculares e genéticos, entretanto estas análises apresentam algumas desvantagens, nas análises de

coliformes realizadas por tubos múltiplos é inviável a inoculação de volumes grandes de amostras; é muito demorado, requer de 72 a 96 horas para obter os resultados.

4.3.8 Análise dos Dados

A análise dos dados encontrados para a os parâmetros avaliados foi realizado por meio da média aritmética e do desvio padrão relativo (%), que corresponde em porcentagem a variação do desvio.

4.4 Análise dos Resultados

Os resultados obtidos nas análises laboratoriais foram comparados com os limites apresentados pela Resolução CONAMA 357 (2005). Nos casos em que não encontrou-se uma legislação federal que estabelecesse um padrão de lançamento para um determinado parâmetro, buscou-se a comparação com as existentes nos estados brasileiros.

4.5 Verificação dos Resultados

O período que correspondeu a avaliação das 4 taxas hidráulicas (40 a 100 L/m²/dia) do sistema foi de 37 semanas de estudo. Entretanto, ao término deste período, foi realizado mais 4 semanas de avaliação, sendo na 38ª semana repetiu todos os parâmetros, a fim de conhecer o quanto influenciou a estabilização do sistema (partida, formação da cultura de microrganismo na camada de areia) os dados iniciais.

Na 39^a e 40^a semana de estudo verificou-se as taxas hidráulicas de 40 e 100 L/m²dia, em três etapas de aplicação em um período de 24 horas, com a finalidade de simular uma descarga sanitária. Na 41^a semana procedeu-se à lavagem do sistema com o objetivo de conhecer as concentrações de nutrientes e matéria orgânica retida na camada de areia no período de estudo, foram realizadas três lavagens nas valas V 0,25, V 0,50 e V 0,75 com o controle das vazões.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A duração deste projeto de pesquisa foi de 15 meses. Deste total, despreendeu-se de um período 90 dias no, estudo da ETE (autorização da SANASA, seleção e caracterização do efluente anaeróbio), 30 dias na construção e instalação da estrutura física do sistema de valas de filtração.

A aplicação do efluente do sistema fossa filtro nas valas de filtração foi feita pelo período de 10 meses, correspondentes ao emprego de quatro taxas hidráulicas estudadas são:

- Taxa 40 L/m².dia (12 semanas de operação);
- Taxa 60 L/m².dia (9 semanas de operação);
- Taxa 80 L/m².dia (8 semanas de operação);
- Taxa 100 L/m².dia (8 semanas de operação); e,
- Verificação das taxas hidráulicas (5 semanas de operação).

As aplicações das taxas hidráulicas de 40 L/m².dia e 60 L/m².dia tiveram um período de duração maior devido aos feriados nacionais, atividades acadêmicas e problemas operacionais, que levaram a paralisações momentâneas do experimento, impedindo a coleta de amostras em algumas das semanas de estudos.

Destaca-se que o sistema de fossa filtro estudado, teve um período de operação de 9 anos que antecederam o início das atividades das valas de filtração. Deste modo

este sistema já havia passado por todo o processo de partida e de estabilização do filtro anaeróbio.

5.1 Avaliação dos Parâmetros

Na avaliação da eficiência das valas de filtração foram analisados os parâmetros: pH, OD, Turbidez, Condutividade, Cor aparente e verdadeira, Alcalinidade parcial e total, DQO total e filtrada, DBO total e filtrada, COT filtrada, ST, STF, STV, SST, SSF, SSV, compostos nitrogenados, Fósforo total, Coliforme Total e Termotolerantes, Helmintos e Protozoário.

O período da avaliação, das taxas hidráulicas foi de 37 semanas, entretanto, houve um outro momento de estudo das taxas, de 40 e 100 L/m².dia onde objetivou, na primeira taxa, a confirmação dos dados, e na última a simulação de uma descarga sanitária, que será tratado no item 5.2. Verificação das Taxas Hidráulicas. Nos gráficos de resultados dos parâmetros analisados, os períodos correspondentes às taxas hidráulicas, estão separados por linhas pontilhadas.

A eficiência do sistema Fossa Filtro será avaliada no item 5.4 Eficiência do Sistema Fossa Filtro e Valas de filtração.

5.1.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os valores encontrados de pH do esgoto bruto, do afluente das valas de filtração durante todo o período da presente pesquisa estão apresentados na Figura 5.1, a faixa de valores do pH do esgoto bruto e o afluente das valas de filtração estiveram na faixa de 6,5 na 30^a semana e 7,30 na 7^a semana de coleta, já o afluente das valas de

filtração estiveram na faixa de 6,8 na 25ª semana a 7,55 na 1ª semana de coleta. A semelhança destes resultados pode sugerir um comportamento muito semelhante ao longo das semanas.

Quanto ao efluente das valas de filtração através da Figura 5.2, pode-se observar os valores de pH no início das primeiras aplicações de afluente anaeróbio estão acima do recomendado pela legislação CONAMA 274 (2000). As faixas de valores de pH em função das taxas hidráulicas estão apresentadas na Tabela 5.1.

Uma explicação para este comportamento de acordo com Tonetti (2004), em estudos realizados em filtro de areia alimentado com efluente anaeróbio, o autor afirma que tal fato se da devido à formação de um tampão químico no leito de areia, principalmente nas primeiras aplicações do afluente que correspondeu a pequenos volumes de líquido, este tamponamento teve a capacidade de influenciar o pH dos efluentes dos sistemas levando-os a resultados bastante altos.

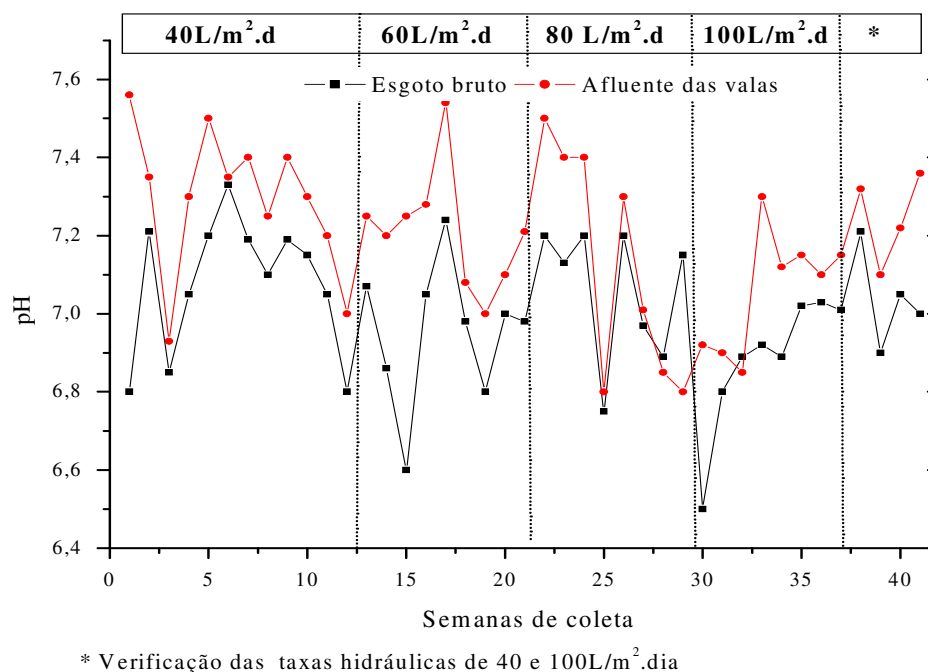


Figura 5.1: Semanas de coleta em função de pH do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração

Na 3ª semana de aplicação da taxa hidráulica de 40 L/m².dia, foram encontrados valores superiores a 10 de pH, nas valas V 0,50 e V 0,75, na aplicação da taxa de 40 L/m².dia no decorrer das aplicações de afluente anaeróbico, e com o aumento das taxas e frequência de aplicação, os valores de pH diminuíram. Entretanto, durante o período de estudo houve problemas operacionais na ETE Jd. Icaraí o que causou a paralisação do sistema por duas semanas, entre as 12ª e 14ª semanas; e entre as 21ª e 22ª semanas após a parada nas duas ocasiões os valores de pH se elevaram.

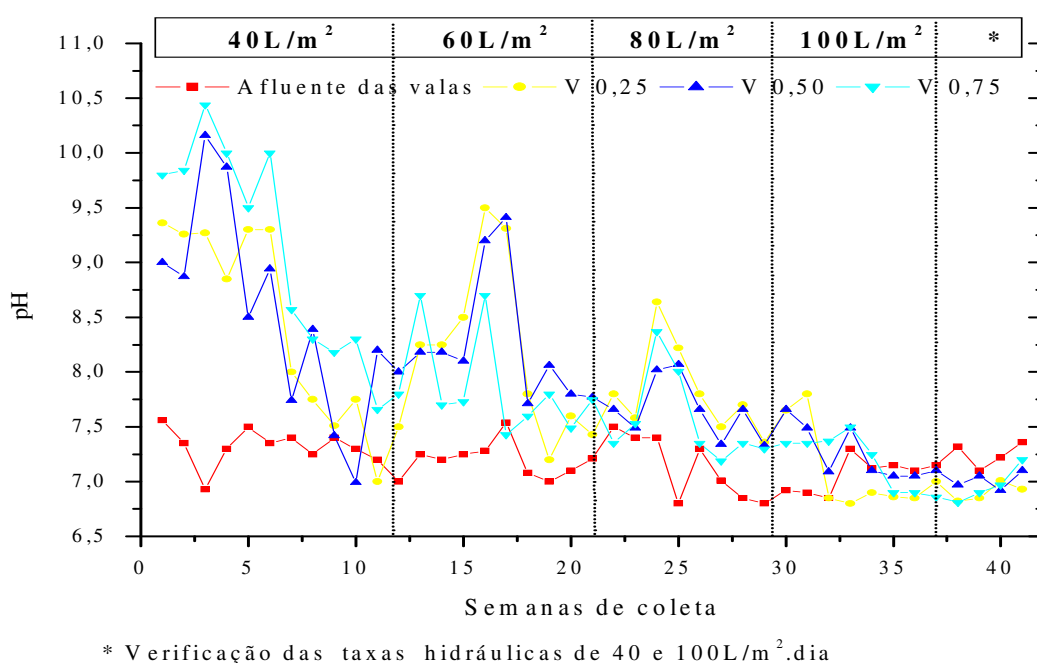


Figura 5.2: Semanas de coleta em função de pH, afluente e efluente das valas de filtração

Pode-se comparar o pH com a transformação do nitrogênio amoniacal em nitrato, fato que pode acarretar em um acréscimo de acidez no meio, ocasionando a queda do pH. A nitrificação, na valas de filtração teve uma influência preponderante sobre o sistema, levando o pH a valores mais baixos. Esta característica foi encontrada a partir da 20ª semana (60 L/m².dia) e estendida até o final do projeto.

Estudos realizados por Tonetti (2004), com filtros de ária como pós - tratamento de filtro anaeróbio verificou uma tendência nos filtros de areia, os filtros com menores profundidades 0,25 m proporcionaram os maiores valores de pH, enquanto que no de cama de areia maior 0,100 m os menores. Ao relacionar os valores obtidos no filtro de areia com as valas de filtração nota se certa semelhança, exceto ao início da operação que o valor da vala V 0,25 foi inferior as demais. Este comportamento pode ser relacionado com o processo de transformação do nitrogênio amoniacal em nitrato, que foi mais eficiente justamente no filtro mais profundo.

Quando comparam-se os resultados obtidos em todas as semanas de coleta com os limites estabelecidos pelo CONAMA 274 (2000), nota-se que em algumas situações o efluente gerado pelo sistema não se adequava a esta legislação. Esta não conformidade foi constatada principalmente no início da aplicação da taxa hidráulica de 40 L/m².dia, e quando houve paralisações do sistema. Tal fato pode ser, observado, devido à estabilização do sistema, pois, em outro momento, quando foi repetida a aplicação da taxa de 40 L/m².dia, na 38ª semana os valores de pH se manteve próximo ao do afluente.

No entanto, vale destacar que na grande maioria das semanas analisadas o efluente gerado por este sistema esta de acordo com esta legislação, possibilitando seu descarte em um corpo hídrico ou a realização de algum tipo de reúso sem acarretar danos ao meio ambiente ou aos materiais com que tenha contato.

Tabela 5.1: Faixas de valores de pH das valas de filtração nas taxas hidráulicas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
V 0,25	7,00 a 9,36	7,20 a 9,50	7,20 a 9,50	6,90 a 7,30
V 0,50	6,99 a 10,99	7,71a 9,41	7,71 a 9,41	7,05 a 7.66
V 0,75	7,70 a 10,44	7,43 a 8,70	7,19 a 8,70	6,86 a 7,50

5.1.2 Oxigênio Dissolvido (OD)

A Tabela 5.2 apresenta a concentração média e o desvio padrão relativo (%) do oxigênio dissolvido em cada uma das taxas hidráulicas, avaliadas nas valas de filtração, isso permite constatar que o esgoto bruto adentrava a estação de tratamento com baixos teores O_2 .mg/L, a média, encontrada para cada período de aplicação das taxas estuda sempre foi inferior a 1,00 mg/L. Após a passagem do esgoto bruto pelo sistema fossa filtro, o mesmo permaneceu com a media inferior a 1,00 mg/L

Na aplicação do efluente anaeróbio nas valas de filtração, em todas as situações ocorreu um acréscimo na concentração de oxigênio dissolvido atingindo, em todos os casos, resultados superiores a 6 mg/L O_2 , valor admissível para emissão em um corpo d' água de Classe 1, segundo o CONAMA 274 (2000). Este desempenho garantiu que neste parâmetro, o efluente gerado pelo sistema de valas de filtração poderia ter uma disposição final sem acarretar danos ao a ao corpo receptor.

Tabela 5.2: Concentração de OD (mg/L) no esgoto bruto e no afluente e efluente das valas

Taxa	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
(L/m ² .hora)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40 - 6	0,86	16,69	0,78	12,23	7,00	12,15	7,01	13,75	7,03	12,74
40-12	0,97	21,41	0,77	16,52	6,38	17,92	6,44	13,01	6,85	19,78
40-18	0,93	24,74	1,16	2,99	6,54	21,11	6,62	23,44	7,18	17,97
40-24	0,57	16,27	1,01	15,40	8,22	3,18	7,75	4,56	8,41	0,76
60 - 6	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
60-12	0,59	NR	0,75	NR	6,75	NR	7,20	NR	6,70	NR
60-18	0,65	10,88	0,80	0,00	7,38	18,12	7,94	9,62	6,86	18,67
60-24	0,66	9,72	0,87	7,36	6,85	3,10	6,90	2,05	7,34	8,48
80 - 6	0,80	0,00	0,92	3,07	6,81	4,26	6,37	6,55	7,02	0,00
80-12	0,57	16,27	0,55	37,63	6,65	12,24	6,46	15,01	6,91	2,15
80-18	0,73	15,50	0,82	6,90	7,09	21,66	7,23	20,18	7,29	16,99

Taxa	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
(L/m ² .hora)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
80-24	0,69	11,35	0,63	50,91	7,31	9,09	7,14	2,48	7,13	7,64
100 -6	0,65	54,39	0,84	5,05	7,25	9,75	7,15	9,89	7,45	0,00
100-12	0,59	45,54	0,82	21,69	6,59	25,45	6,16	11,02	6,52	19,09
100-18	0,82	4,34	0,85	8,32	6,39	22,35	6,70	21,11	6,30	13,37
100-24	0,71	31,87	0,68	26,19	6,51	0,11	6,03	11,73	6,10	11,59

NR: Análise não realizada.

Ao analisar a mesma Tabela 5.2, pode notar-se, que o melhor desempenho na concentração de OD (mg/L), encontra-se na vala V 0,75 com frequência de 24 horas/dia na aplicação da taxa hidráulica de 40 L/m².dia, isto se justifica pelo fato da camada de areia ser mais profundas que as demais, por apresentar a maior quantidade de poros que permitiam uma superfície de contato entre o ar e o líquido filtrante superior a existentes nas valas com menores camadas de areia.

Com o aumento das taxas hidráulica, nas diferentes frequências de aplicação houve uma diminuição da concentração de oxigênio dissolvido encontrado nos efluentes das valas de filtração. Pode-se explicar este desempenho pela maior interação ocorrida entre o líquido e o leito durante o emprego de pequenos volumes. Entretanto, não foi possível verificar o desempenho nas frequências de 6 e 12 horas/dia de aplicação na taxa hidráulica de 60 L/m².dia, devido a manutenção no equipamento.

5.1.3 Temperatura

Os valores, obtidos nas receptivas datas estão apresentadas na Tabela 5.3 pode se observar que os valores da temperatura em todas as amostragens, permaneceram na faixa de 21,00º C no dia 06/jun. do efluente da valas V 0,75 a 24,80º C no dia 22/jun. da vala V 0,50.

Tabela 5.3: Valores de temperatura em graus °C

Data da coleta	Esgoto Bruto	Afluente das valas	V 0,25	V 0,50	V 0,75
04/10/05	23,80	23,20	24,05	22,50	23,50
21/11/05	23,00	23,10	23,60	23,40	23,20
07/02/06	21,65	22,90	23,00	23,90	23,75
20/02/06	24,00	24,50	24,00	23,70	24,50
17/04/06	23,80	23,60	24,30	24,30	24,10
25/04/06	22,10	22,60	21,30	21,70	21,60
04/05/06	21,30	21,60	22,30	22,50	22,60
06/06/06	24,10	24,10	21,10	21,20	21,00
22/07/06	23,00	22,00	24,40	24,80	23,00

Poder se concluir, não houve uma grande variação neste parâmetro, no período avaliado, e que todas as amostras estão com valores inferiores ao valor máximo, no possível lançamento ao um corpo receptor permitido, cujo valor no lançamento que é 40° C segundo o CONAMA 274 de (2000). Porém, vale ressaltar que para lançamento de efluentes em qualquer classe de água, este efluente deverá simultaneamente atender às condições e padrões de lançamento de efluentes de outros parâmetros físico-químico e biológico.

5.1.4 Turbidez

A turbidez média obtida para o esgoto bruto permaneceu na faixa de 147,7 uT com desvio padrão relativo (%) 18,3 a 156,1 uT na aplicação, com desvio padrão relativo (%) de 16,9. Enquanto que no afluente das valas de filtração foi de 70,00 com desvio padrão relativo (%) 20,20 a 165,00 uT com desvio padrão relativo (%) 13,89. Na Figura 5.3 apresenta os valores obtidos durante o estudo em função das semanas de coleta.

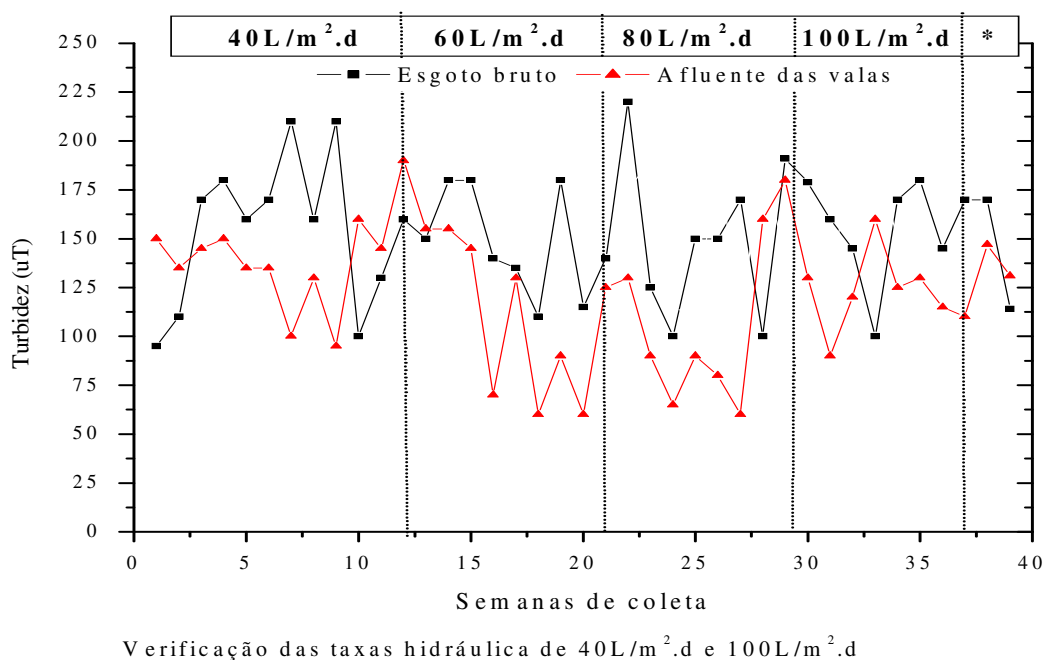


Figura 5.3: Semanas de coleta em função da Turbidez do afluente e efluente das valas de filtração

Quanto às valas de filtração, a Tabela 5.4, apresenta os valores médios e os desvios padrão relativos (%), obtidos durante as freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas avaliadas, e pela Tabela 5.5 observam-se também os valores médios e o desvio padrão relativo (%), obtidos durante a aplicação das taxas hidráulicas. As Tabelas 5.6 e 5.7 apresentam a remoção da turbidez no sistema fossa filtro e nas valas de filtração nas freqüências de aplicação nas taxas hidráulicas estudadas.

Ao analisar os efluentes de uma mesma vala de filtração no decorrer das freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas, observa-se uma grande diminuição dos valores médios da turbidez. No entanto, constata-se que houve variações significativas ao observar o desvio padrão relativo (%). Este comportamento das valas ocorreu devido principalmente da remoção de sólidos, em relação as variações do desvio padrão relativo, foi devido a grande diminuição dos valores da turbidez.

Tabela 5.4: Valores médios da turbidez (uT) e desvio padrão relativo (%) do esgoto bruto, efluentes e afluente das valas de filtração nas frequências de aplicações as taxa hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40- 6	125,0	31,7	143,3	5,3	83,3	3,4	53,3	47,1	76,6	24,6
40-12	170,0	5,9	140,0	6,1	19,3	67,3	26,0	15,3	20,0	45,8
40-18	193,3	14,9	108,3	17,4	8,1	73,2	11,3	37,2	4,5	9,6
40-24	130,0	23,1	165,0	13,8	2,2	40,2	1,5	28,0	2,3	20,0
60- 6	170,0	10,2	151,6	3,8	4,6	7,1	4,3	27,2	2,6	22,1
60-12	137,5	2,6	100,0	42,4	4,6	5,3	2,8	90,9	1,8	0,3
60-18	145,0	34,1	75,0	28,2	1,3	15,7	0,8	27,0	0,3	104,5
60-24	127,5	13,9	92,5	49,6	0,9	25,0	1,1	2,3	0,7	18,0
80-6	172,5	38,9	110,0	25,7	2,1	20,2	1,6	4,2	0,9	3,8
80-12	125,0	28,3	77,5	22,8	1,7	29,9	2,9	92,2	2,5	94,6
80-18	160,0	8,8	70,0	20,2	1,6	30,0	1,4	4,8	0,3	3,7
80-24	145,5	44,2	170,0	8,3	1,0	32,1	1,6	17,8	0,4	46,1
100-6	169,5	7,9	110,0	25,7	1,4	21,0	0,8	1,9	0,4	36,0
100-12	122,5	25,9	140,0	20,2	0,8	18,2	0,7	17,7	0,6	2,5
100-18	175,0	4,0	127,5	2,7	1,3	58,1	1,0	43,2	0,5	21,5
100-24	157,5	11,2	112,5	3,1	1,8	5,4	1,0	31,4	0,5	5,2
40-24	110,0	*	125,0	5,1	1,1	2,1	1,7	0,9	0,8	1,1

- Apenas uma amostra analisada.

Tabela 5.5: Valores médios da turbidez (uT) e desvio padrão relativo (%) do esgoto bruto, nos efluentes e afluente das valas de filtração nas taxa hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DP (%)	Média	DP (%)	Média	DP (%)
E.B	154,5	25,0	147,7	18,3	150,7	29,6	156,1	16,9
AF. V	139,1	18,0	110,0	36,5	108,4	41,7	106,8	18,7
V 0,25	28,2	121,6	3,0	59,94	1,6	32,6	1,3	35,1
V 0,50	21,5	107,8	2,5	75,2	1,9	63,1	0,9	26,6
V 0,75	25,8	126,4	1,5	68,8	1,0	123,1	0,5	20,8

Tabela 5.6: Remoção da turbidez (%) do afluente e efluente das valas de filtração das frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	AF. V	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40-06	-14,67	41,86	62,79	46,51
40-12	17,65	86,19	81,43	85,71
40-18	43,97	92,49	89,52	95,85
40-24	-26,92	98,62	99,08	98,61
60-6	10,78	96,95	97,15	98,25
60-12	27,27	95,37	97,19	98,20
60-18	48,28	98,20	98,83	99,54
60-24	27,45	98,96	98,79	99,19
80-06	36,23	98,09	98,50	99,16
80-12	38,00	97,77	96,24	96,69
80-18	56,25	97,64	97,93	99,54
80-24	-16,84	99,39	99,06	99,71
100-06	35,10	98,65	99,22	99,63
100-12	-14,29	99,37	99,44	99,56
100-18	27,14	98,95	99,21	99,60
100-24	28,57	98,37	99,04	99,50

Tabela 5.7: Remoção da turbidez (%) no afluente e efluentes das valas de filtração

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	9,97	25,56	29,10	31,55
V 0,25	79,69	97,19	98,48	98,71
V 0,50	84,55	97,72	98,22	99,13
V 0,75	81,41	98,61	98,99	99,51

Ao analisar as frequências de aplicação da quatro taxas hidráulicas, pode-se verificar qual o melhor desempenho do tratamento propiciado pelas três valas de filtração, nota-se, na taxa hidráulica de 40 L/m².dia, foram observadas, diferenças

significativas, nos valores de turbidez encontrada em cada uma das valas de filtração. Quando comparadas às frequências de aplicação dos períodos de 6 e 12 horas/dia, apresentaram respectivamente os piores tratamentos em relação aos demais, 18 e 24 horas/dia respectivamente. Entretanto, quando aumentou o volume aplicado, o desempenho foi melhor, fato que se seguiu até o final do estudo.

Após a avaliação das frequências de aplicação das quatro taxas hidráulicas foi realizada novamente a aplicação da taxa de 40 L/m².dia, e verificou-se que houve uma significativa diferença entre ambas, no último ensaio foram encontrados valores comparados ao do início da pesquisa bem superior. Pode-se concluir que, a estabilização do sistema influenciou no desempenho deste parâmetro, nas demais taxas avaliadas os resultados se mantiveram próximos. Todavia, o melhor desempenho foi observado na vala V 0,75 m, mais precisamente, na taxa de 100 L/m².dia com remoção de 99,51%.

A Resolução CONAMA 274 de (2000), exige que para a disposição de um efluente em um corpo d'água de Classe 1, a turbidez seja de no máximo 40 uT. Assim, o sistema de valas de filtração atendeu esta exigência em todas as amostras pesquisadas.

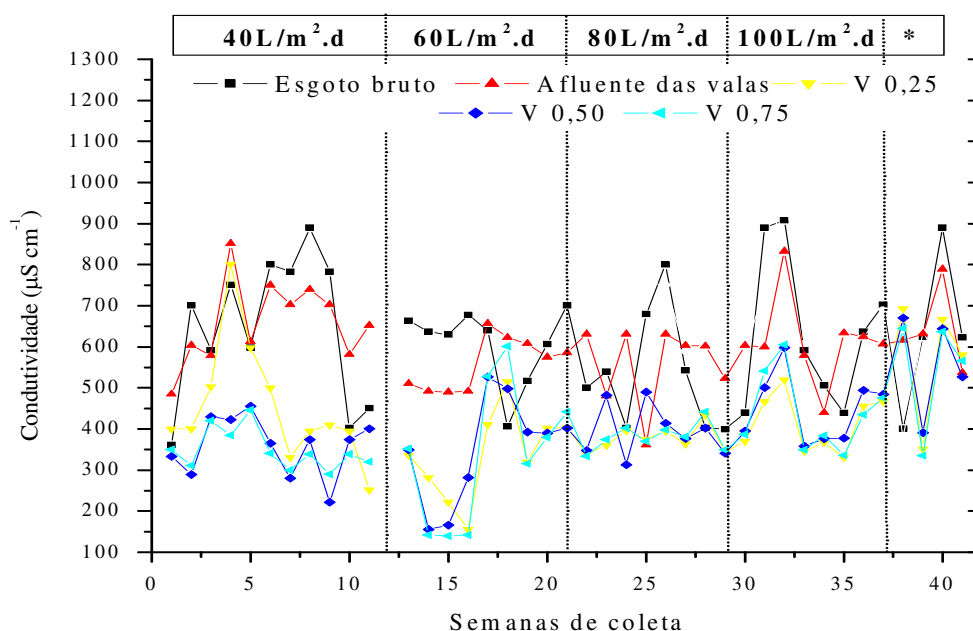
Diversos autores destacam que uma boa remoção de turbidez contribui na posterior desinfecção do efluente, visto que os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para os microrganismos patogênicos. Outro fator importante na remoção de turbidez é a possibilidade do reúso deste efluente e outras atividades.

5.1.5 Condutividade

Através da Figura 5.4, é possível comparar todos os pontos, da amostragem, o primeiro denominado de esgoto bruto teve uma leve tendência em alguns casos de

possuíam valores maiores que os demais, sendo que os valores médios estiveram na faixa de, $533,50 \mu\text{S cm}^{-1}$ na aplicação da taxa hidráulica de $80 \text{ L/m}^2.\text{dia}$ com desvio padrão relativo (%) de 18,19 a $644,60 \mu\text{S cm}^{-1}$ na aplicação da taxa hidráulica de $40 \text{ L/m}^2.\text{dia}$ com desvio padrão relativo (%) de 27,60.

Os valores médios do afluente das valas estiveram próximo aos valores médios do esgoto bruto, tendo as faixas médias de $557,88 \mu\text{S cm}^{-1}$ na aplicação da taxa hidráulica de $80 \text{ L/m}^2.\text{dia}$, com desvio padrão relativo (%) de 17,39 a $660,27 \mu\text{S cm}^{-1}$ na aplicação da taxa hidráulica de $40 \text{ L/m}^2.\text{dia}$ com desvio padrão relativo (%) de 14,43.



* Verificação das taxas hidráulicas de 40 e $100 \text{ L/m}^2.\text{d}$

Figura 5.4: Semanas da coleta, em função da condutividade do esgoto bruto e do afluente e efluente das valas de filtração

Quanto ao efluente das valas de filtração, pode-se fazer uma divisão dos dados em duas etapas, A primeira foi compreendida entre o início do projeto e a 22ª semana, onde os valores da condutividade foram inferior a do afluente, neste período do estudo. Nas valas V 0,50 e V 0,75 tiveram os valores da condutividade inferiores ao afluente.

Na vala V 0,25 a concentração de sais atingiu um pico logo na 4ª semana de aplicação, Na Tabela 5.8 têm-se os valores médios e desvios padrões relativos (%) as taxas e freqüências estudadas. Na seqüência os valores da concentração, da condutividade acompanharam a tendência das V 0,50 e V 0,75. Houve uma paralisação na aplicação do efluente anaeróbico entre a 12ª e 14ª semanas, este fato ocasionou na redução da concentração de sais após este período, mais precisamente no início da aplicação de taxa de 60 L/m².dia.

Tabela 5.8: Valores médios da condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) e desvio padrão relativo (%) freqüências de aplicação das taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² . hora)	EB		AF. V		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40- 6	551,33	31,49	556,00	11,29	434,67	13,62	350,67	20,57	360,33	15,33
40-12	716,67	14,76	738,33	16,24	633,00	24,25	414,67	11,11	390,67	13,50
40-18	818,67	7,55	715,33	2,99	378,67	11,08	292,00	26,27	309,67	8,36
40-24	427,00	7,95	617,00	8,02	323,50	31,26	387,50	4,93	329,50	4,08
60- 6	643,33	2,70	497,67	2,33	280,00	20,37	223,67	48,58	211,33	57,65
60-12	659,00	4,08	574,50	20,31	283,50	63,60	404,50	42,83	335,00	81,48
60-18	461,50	17,01	615,50	1,72	417,50	33,03	445,00	16,84	458,50	43,95
60-24	654,00	10,16	580,50	1,34	402,50	0,18	396,00	2,14	411,00	10,67
80 -6	520,00	5,44	556,00	19,08	350,00	4,04	415,00	22,83	354,00	7,99
80-12	541,50	36,17	496,00	38,49	385,50	3,85	401,50	31,17	386,00	5,86
80-18	671,50	27,06	617,00	3,21	379,50	5,78	395,50	6,62	389,50	3,09
80-24	401,00	0,71	562,50	9,93	389,00	16,36	371,50	11,61	395,50	16,63
100- 6	665,00	47,85	601,50	0,35	418,50	16,39	448,00	16,73	464,00	23,47
100-12	750,00	29,79	706,00	25,44	433,00	28,41	478,00	35,50	477,00	37,95
100-18	472,50	10,03	537,00	25,55	349,00	7,29	377,00	0,38	360,00	9,43
100-24	670,00	6,97	616,00	2,07	461,50	1,69	489,00	1,45	455,50	6,36

A partir da 22ª semana, na taxa hidráulica de 80 L/m². dia os efluentes das valas de filtração passam a ter um aumento da condutividade ao longo das coletas, com oscilação dos dados de condutividade de todos os pontos de coleta, sendo possível

caracterizar uma tendência nas frequências 6 e 12 horas/dia de aplicação, causavam os maiores valores da concentração da condutividade.

Nas Tabelas 5.9 e 5.10 é possível definir entre as valas de filtração aquela quais apresentaram os maiores e menores valores de condutividade de forma sistemática.

Tabela 5.9: Valores médios da condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) e desvio padrão relativo (%) das taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	646,73	27,60	608,78	15,14	533,50	18,19	639,38	28,90
AF. V	660,27	15,43	559,33	11,50	557,88	17,39	615,13	17,42
V 0,25	453,27	32,44	338,56	32,19	376,00	8,32	415,50	16,84
V 0,50	358,00	20,02	351,33	37,03	395,88	16,31	448,00	18,81
V 0,75	349,18	14,08	338,11	50,64	381,25	8,79	439,13	21,74

Tabela 5.10: Remoção da condutividade (%) no sistema fossa filtro, e nas valas de filtração nas frequências de aplicações e nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	AF. V	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40-06	-0,85	21,82	36,93	35,19
40-12	-3,02	14,27	43,84	47,09
40-18	12,62	47,06	59,18	56,71
40-24	-44,50	47,57	37,20	46,60
60-6	22,64	43,74	55,06	57,54
60-12	12,82	50,65	29,59	41,69
60-18	-33,37	32,17	27,70	25,51
60-24	11,24	30,66	31,78	29,20
80-06	-6,92	37,05	25,36	36,33
80-12	8,40	22,28	19,05	22,18
80-18	8,12	38,49	35,90	36,87

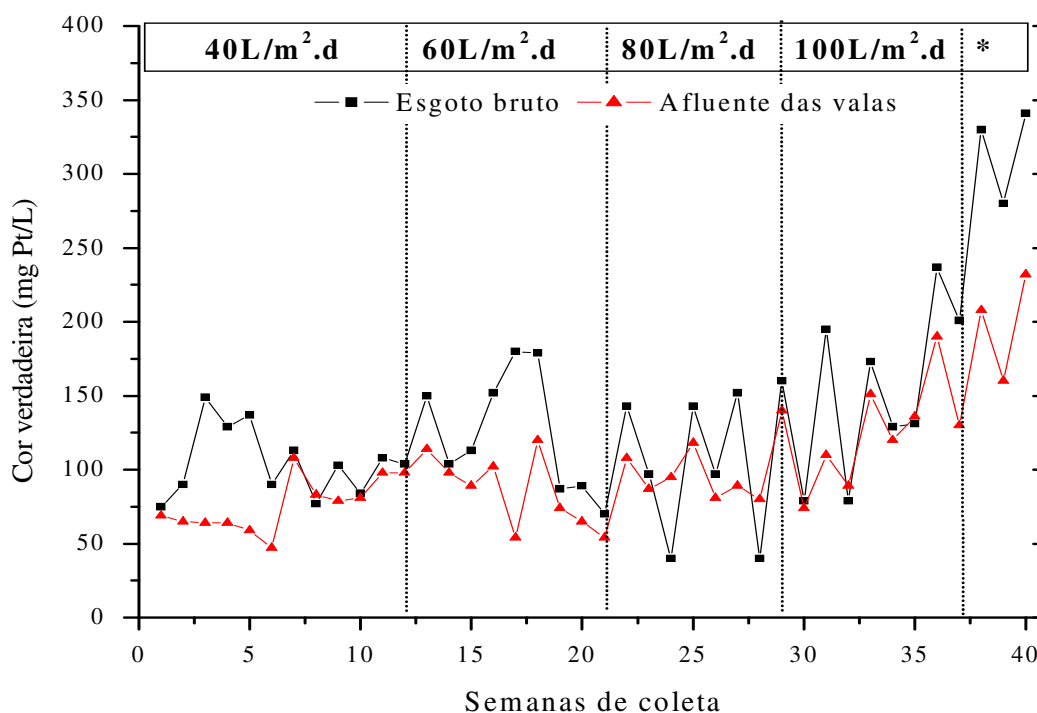
Taxa (L/m ² .hora)	AF. V	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
80-24	-40,27	30,84	33,96	29,69
100-06	9,55	30,42	25,52	22,86
100-12	5,87	38,67	32,29	32,44
100-18	-13,65	35,01	29,80	32,96
100-24	8,06	25,08	20,62	26,06

O desempenho das valas de filtração está de acordo com o esperado, visto que a maior mineralização da matéria orgânica acarreta no aumento da concentração de sais e de compostos mais degradados, que possuem condutividade superior aos constituintes orgânicos que adentravam as valas.

5.1.6 Cor Verdadeira

A cor é um parâmetro, que está relacionada ao aspecto estético, é de grande importância, no reúso do esgoto tratado. Sua origem se deve a decomposição da matéria orgânica, quando há presença de ferro e manganês, enquanto, a origem antropogênica a cor é causada pela matéria em solução na água. Para se obter a cor verdadeira é necessária a centrifugação ou filtração da amostra.

Ao observar a Figura 5.5, notam-se os valores médios encontrados no esgoto bruto no período avaliado estiveram na faixa de 104,92 mg Pt/L com desvio padrão relativo (%) 22,61 a 153,00 mg Pt/L, com desvio padrão relativo (%) 37,90. Enquanto, que, no efluente das valas de filtração estiveram na faixa de, 76,25 mg Pt/L, com desvio padrão relativo (%) 23, 93 a 125,00 mg Pt/L, com desvio padrão relativo (%) 28,99.



* Verificação da taxa hidráulica de 40L/m².d

Figura 5.5: Semanas da coleta em função da cor verdadeira do esgoto bruto e do afluente das valas de filtração

A Tabela 5.11 apresenta os valores médios e o desvio padrão relativo (%), nas freqüências das aplicações das taxas hidráulicas e estudadas, nota-se que os efluentes das valas de filtração, comparados ao afluente, sempre estiveram com valores médios inferiores. Assim, como ocorreu, com a turbidez houve uma tendência a partir da 13^a semana início da aplicação da taxa de 60 L/m².dia, apresentam os melhores valores em relação ao inicial da aplicação da taxa de 40 L/m².dia Na Tabelas 5.11 a 5.14 são apresentados os valores médios da cor verdadeira, o desvio padrão relativo (%), a eficiência de remoção das freqüências de aplicação das taxas e do esgoto bruto, afluente e efluente das valas no período estudado.

Tabela 5.11: Valores médios da cor verdadeira (mg Pt/L) e desvio padrão relativo (%) das freqüências de aplicação das hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	104,92	22,61	124,89	33,07	109,00	19,19	153,00	37,90
AF. V	76,25	23,93	85,56	29,16	99,75	20,97	125,00	28,99
V 0,25	22,75	38,05	11,67	38,09	12,25	37,98	13,13	46,15
V 0,50	18,54	46,03	10,00	38,73	14,88	81,90	8,38	51,03
V 0,75	18,08	65,75	8,33	46,48	7,38	54,69	4,00	70,71

Tabela 5.12: Valores médios da cor verdadeira (mg Pt/L) e o desvio padrão relativo (%) das freqüências de aplicação das taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40 -6	104,67	37,38	66,00	4,01	31,00	25,60	29,67	33,93	36,33	20,29
40-12	118,67	21,19	56,67	15,42	25,67	4,50	19,67	10,58	15,33	7,53
40-18	97,67	19,03	90,00	17,46	22,33	21,16	18,00	16,67	11,67	26,19
40-24	98,67	13,03	92,33	10,63	12,00	50,69	11,00	39,63	9,00	44,44
60-6	122,33	19,93	100,33	12,62	7,67	39,85	9,00	33,33	6,00	44,10
60-12	166,00	11,93	78,00	43,51	12,50	39,60	7,50	28,28	9,50	22,33
60-18	133,00	48,91	97,00	33,53	13,50	15,71	10,00	42,43	13,50	5,24
60-24	79,50	16,90	59,50	13,07	15,00	37,71	14,00	40,41	5,50	64,28
80 -6	120,00	27,11	97,50	15,23	10,50	6,73	10,50	6,73	6,00	47,14
80-12	91,50	79,60	106,50	15,27	9,50	22,33	7,00	40,41	5,50	64,28
80-18	124,50	31,24	85,00	6,66	14,00	60,61	28,00	75,76	10,00	70,71
80-24	100,00	84,85	110,00	38,57	15,00	37,71	14,00	60,61	8,00	53,03
100 -6	137,00	59,87	92,00	27,67	13,00	87,03	13,50	36,66	6,00	70,71
100-12	126,00	52,75	120,00	36,53	15,00	66,00	7,50	66,00	5,00	84,85
100-18	130,00	1,09	128,00	8,84	12,00	23,57	6,00	23,57	3,00	0,00
100-24	219,00	11,62	160,00	26,52	12,50	28,28	6,50	32,64	2,00	0,00

Tabela 5.13: Remoção de cor verdadeira (%) no sistema fossa filtro, e nas valas de filtração nas taxas e frequências estudadas

Taxa (L/m²hora)	AF. V	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40-06	36,94	53,03	55,05	44,95
40-12	52,25	54,71	65,29	72,94
40-18	7,85	75,19	80,00	87,04
40-24	6,42	87,00	88,09	90,25
60-6	17,98	92,36	91,03	94,02
60-12	53,01	83,97	90,38	87,82
60-18	27,07	86,08	89,69	86,08
60-24	25,16	74,79	76,47	90,76
80-06	18,75	89,23	89,23	93,85
80-12	-16,39	91,08	93,43	94,84
80-18	31,73	83,53	67,06	88,24
80-24	-10,00	86,36	87,27	92,73
100-06	32,85	85,87	85,33	93,48
100-12	4,76	87,50	93,75	95,83
100-18	1,54	90,63	95,31	97,66
100-24	26,94	92,19	95,94	98,75

Tabela 5.14: Remoção de cor verdadeira (%) no sistema fossa filtro e nas valas de filtração nas taxas e frequências estudadas

	Taxa 40 L/m².d	Taxa 60 L/m².d	Taxa 80 L/m².d	Taxa 100 L/m².d
AF. V	27,32	31,49	8,49	34,80
V 0,25	70,16	86,36	87,72	86,84
V 0,50	75,69	88,31	85,09	91,60
V 0,75	76,28	90,26	92,61	95,99

Como já mencionado anteriormente, após o estudo da frequência de aplicação das quatro taxas hidráulicas foi realizada na 38ª semana a aplicação taxa de 40 L/m².dia e ao comparar os valores dos dois ensaios, verificou que houve uma significativa diferença entre ambas, no último ensaio houve uma maior remoção de cor. Pode-se concluir que, a estabilização do sistema influenciou no desempenho da taxa de 40 L/m².dia, nas demais taxas hidráulicas, os resultados se mantiveram próximos. Toda via, o melhor desempenho foi observado na vala V 0,75m, mais precisamente, na taxa de 100 L/m².dia com remoção de 99,51%.

A Resolução CONAMA 274 (2000) exige que para a disposição de um efluente em um corpo d'água de Classe 2 até 75 mg Pt/L.

De acordo com Jordão (2005), uma boa remoção da cor verdadeira contribui para a operação de uma ETA, no tratamento de água, e também possibilita o reúso deste efluente e outras atividades.

5.1.6.1 Cor Aparente

Na Figura 5.6, nota-se os valores médios encontrados no esgoto bruto, no período avaliado estiveram na faixa de 1552,22 mg Pt/L, com desvio padrão relativo (%), 15,62 a 1720,00 mg Pt/L, com desvio padrão relativo (%) 37,35, enquanto que os efluentes das valas de filtração estiveram na faixa de, 1073,83 mg Pt/L, com desvio padrão relativo (%) 22,75 a 1187,50 mg Pt/L com desvio padrão relativo (%) 22,75.

A Tabela 5.15, apresenta os valores médios e o desvio padrão relativo (%) da cor aparente, nas frequências de aplicação das taxas hidráulicas, nota-se que os valores médios do afluente das valas de filtração, foram maiores que os efluentes. Assim, como ocorreu, com os parâmetros da turbidez e da cor verdadeira houve uma tendência a partir da 13ª semana início da aplicação da taxa de 60 L/m².dia, apresentar os melhores

valores em relação ao inicial da aplicação da taxa de 40 L/m².dia. Nas Tabelas 5.15 a 5.18 são apresentados os valores médios da cor aparente, o desvio padrão relativo (%), a eficiência de remoção das freqüências, de aplicação das taxas hidráulicas do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas filtração no período estudado.

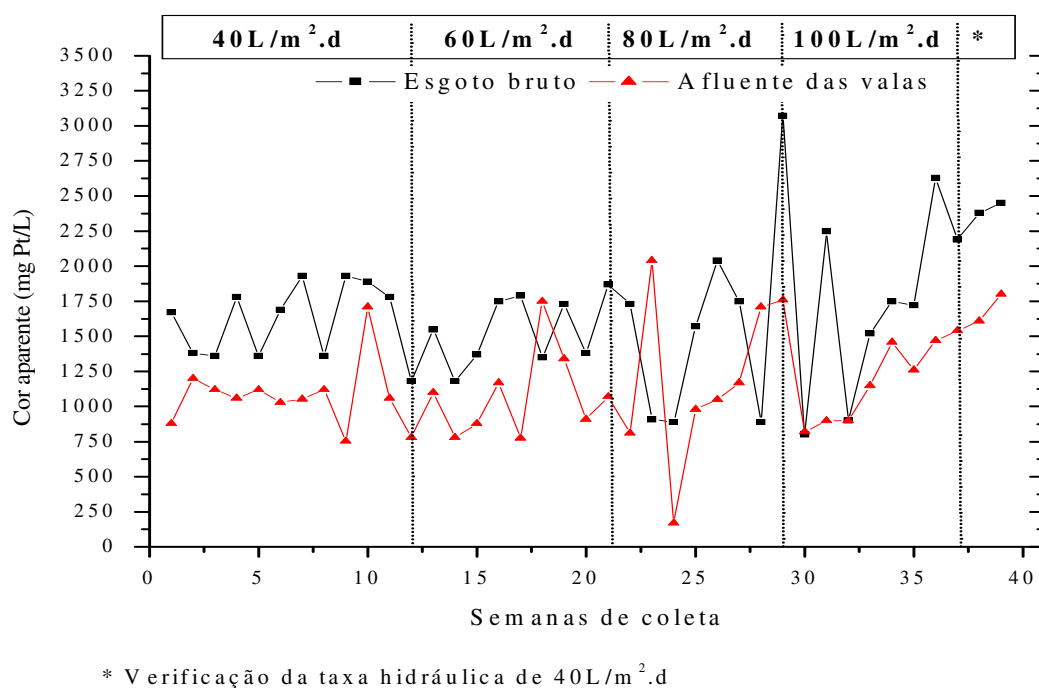


Figura 5.6: Semanas da coleta em função da cor aparente do esgoto bruto e do afluyente das valas de filtração

Tabela 5.15: Valores médios da cor aparente (mg Pt/L) e desvio padrão relativo (%) das freqüências de aplicação das hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	1609,17	16,51	1552,22	15,62	1606,25	28,09	1720,00	37,35
AF. V	1073,83	22,75	1086,11	28,69	1402,50	32,17	1187,50	24,35
V 0,25	170,83	112,56	47,56	49,15	28,38	44,46	30,38	37,08
V 0,50	140,23	101,23	45,44	55,02	50,13	53,20	21,00	75,46
V 0,75	111,33	94,93	42,56	52,99	23,63	57,55	9,38	62,44

Tabela 5.16: Valores médios da cor aparente (mg Pt/L) e desvio padrão relativo (%) na aplicação das hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF.valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	1470,00	11,80	1066,67	15,61	446,67	43,89	340,00	36,14	258,67	26,06
40-12	1610,00	13,73	1070,00	4,28	133,33	57,28	163,33	39,36	130,00	42,83
40-18	1740,00	18,91	975,33	20,04	60,00	0,00	46,67	24,74	30,00	0,00
40-24	1616,67	23,64	1183,33	40,32	43,33	17,63	31,67	39,74	26,67	21,65
60-6	1366,67	13,54	920,00	17,79	63,33	43,48	71,00	9,24	52,67	57,00
60-12	1770,00	1,60	972,50	28,72	56,50	33,79	44,50	49,26	56,50	28,78
60-18	1540,00	17,45	1545,00	18,76	27,50	12,86	18,50	11,47	36,00	3,93
60-24	1625,00	21,32	990,00	11,43	35,00	60,61	35,00	80,81	20,00	70,71
80-6	1320,00	43,93	1425,00	61,03	25,50	13,86	30,50	2,32	18,00	15,71
80-12	1230,00	39,09	1340,00	37,99	18,50	19,11	69,00	2,05	36,50	71,68
80-18	1895,00	10,82	1110,00	7,64	34,50	47,14	64,00	75,13	20,50	31,04
80-24	1980,00	77,85	1735,00	2,04	35,00	60,61	37,00	57,33	19,50	54,39
100-6	1525,00	67,23	860,00	6,58	36,50	52,31	45,50	13,99	17,00	33,28
100-12	1210,00	36,23	1025,00	17,25	29,50	55,13	15,00	66,00	10,00	42,43
100-18	1735,00	1,22	1360,00	10,40	24,00	41,25	11,00	12,86	6,00	23,57
100-24	2410,00	12,91	1505,00	3,29	31,50	2,24	12,50	5,66	4,50	15,71

Tabela 5.17: Remoção de cor aparente (%) no sistema fossa filtro e nas valas de filtração nas frequências de aplicação nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	AF. V	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40 -06	27,44	58,13	68,13	75,75
40-12	33,54	87,54	84,74	87,85
40-18	43,95	93,85	95,22	96,92
40-24	26,80	96,34	97,32	97,75
60 -6	32,68	93,12	92,28	94,28
60-12	45,06	94,19	95,42	94,19
60-18	-0,32	98,22	98,80	97,67
60-24	39,08	96,46	96,46	97,98
80 -06	-7,95	98,21	97,86	98,74
80-12	-8,94	98,62	94,85	97,28
80-18	41,42	96,89	94,23	98,15
80-24	12,37	97,98	97,87	98,88
100-06	43,61	95,76	94,71	98,02
100-12	15,29	97,12	98,54	99,02
100-18	21,61	98,24	99,19	99,56
100-24	37,55	97,91	99,17	99,70

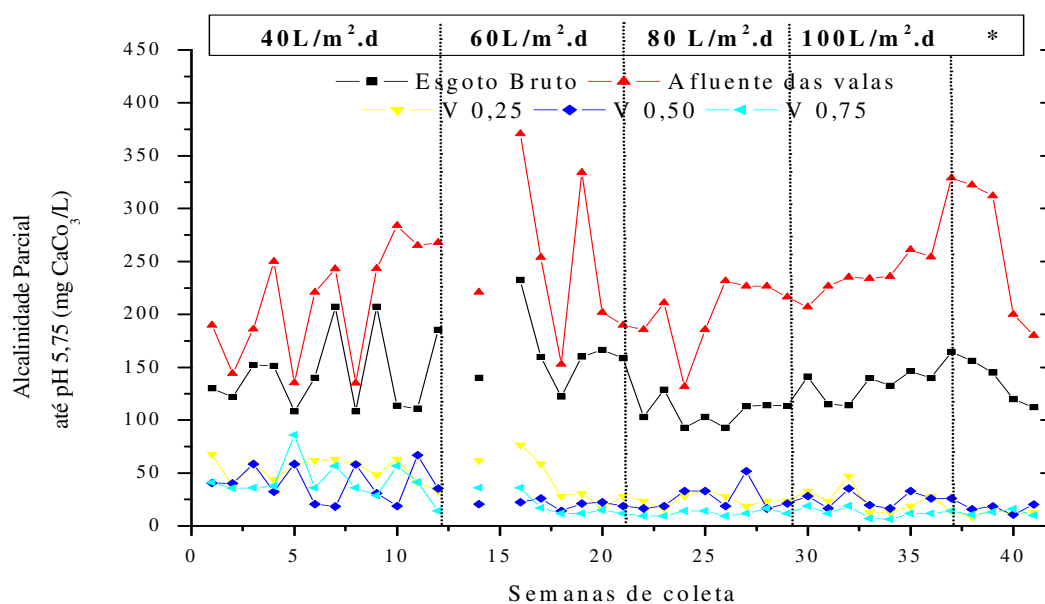
Tabela 5.18: Remoção de cor aparente (%) no sistema fossa filtro e nas valas de filtração nas taxas e frequências estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	33,27	30,03	12,68	18,46
V 0,25	84,09	95,62	97,98	97,83
V 0,50	86,94	95,82	96,43	98,50
V 0,75	89,63	96,08	98,32	99,33

5.1.7 Alcalinidade Parcial

A alcalinidade parcial (devido a bicarbonatos) é importante para monitorar a estabilidade da digestão capacidade de tamponamento, no processo anaeróbio, e encontra-se na faixa de pH entre 3,75 e 5,75.

Nota-se, na Figura 5.7, que os valores obtidos das valas de filtração, foram sempre menores quando comparados ao efluente bruto e aos filtros anaeróbios, sendo que houve uma tendência a partir da 13ª semana início da aplicação da taxa de 60 L/m².dia, de permanecer abaixo de 50 mg CaCO₃/L. Nas Tabelas 5.19 e 5.20 são apresentados os valores médios e o desvio padrão relativo (%), das taxas e frequências aplicadas no sistema.



* Verificação das taxas hidráulicas de 40 e 100 L/m².d

Figura 5.7: Semanas da coleta em função da alcalinidade parcial do esgoto bruto e do afluente e efluente das valas de filtração

Ao analisar os valores médios da alcalinidade parcial, nota-se que na frequência de aplicação de 12 e 18 horas/dia da taxa hidráulica de 80 L/m².dia, vala V 0,50, foram encontrados valores de (32,9 e 35,25 mg CaCO₃/L), valores suficientes para elevar o pH, neste período.

Quando compara-se, os valores médios da alcalinidade parcial, do afluente das valas de filtração, com os valores de pH, verifica-se que não houve uma grande oscilação de pH no sistema. Entretanto, não foi possível verificar os valores da alcalinidade parcial, nas 12^a e 14^a semanas (60 L/m².dia), após este período a alcalinidade apresentou oscilação. Os valores de pH estiveram na faixa de 6,80 a 7,50 e os valores médios da alcalinidade parcial na faixa de 201,87 a 246,29 mg CaCO₃/L.

Tabela 5.19: Valores médios da alcalinidade parcial (mg CaCO₃/L) e desvios padrão relativo (%) do esgoto bruto, afluente e efluente da valas na frequência de aplicação das taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF.valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média DPR (%)		Média DPR (%)		Média DPR (%)		Média DPR (%)		Média DPR (%)	
40 -6	134,57	11,64	173,40	14,63	54,57	28,19	46,40	22,59	37,47	8,21
40-12	133,13	16,79	202,07	29,54	54,52	17,45	37,23	52,20	53,18	53,54
40-18	174,00	32,85	207,13	30,16	56,67	13,27	35,70	56,86	40,47	36,13
40-24	136,56	30,99	272,25	3,76	45,73	34,12	40,38	60,47	37,36	57,82
60 -6	40,00	*	221,00	*	61,80	*	20,60	*	36,00	*
60-12	196,08	26,27	312,15	26,44	67,63	18,56	24,18	9,80	26,48	50,88
60-18	141,10	18,94	243,38	52,66	29,38	5,66	17,63	28,28	11,75	0,00
60-24	162,46	3,36	195,98	4,32	22,27	37,66	20,54	11,98	13,30	16,48
80-6	115,88	15,71	198,28	9,18	19,98	24,96	17,63	9,43	9,40	0,00
80-12	97,85	7,44	158,58	23,92	30,55	10,88	32,90	0,00	14,10	0,00
80-18	102,85	13,96	229,18	1,59	23,50	28,28	35,25	66,00	10,58	15,71
80-24	113,65	0,44	221,45	3,29	23,50	0,00	18,80	17,68	14,10	23,57
100-6	128,00	14,36	216,70	6,46	28,20	23,57	22,33	37,22	15,28	32,64
100-12	126,85	14,33	234,50	0,30	30,00	80,14	27,38	40,68	12,90	64,68
100-18	139,30	7,11	248,53	7,24	15,75	27,39	24,71	46,91	9,05	42,19
100-24	152,10	11,53	291,50	18,19	21,15	47,14	25,85	0,00	12,93	12,86

* Apenas uma amostra realizada

Tabela 5.20: Valores médios da alcalinidade parcial (mg CaCO₃/L) e desvio padrão relativo (%) do esgoto bruto, afluente e efluente da valas de filtração das taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	144,57	25,62	162,75	21,10	107,56	31,17	136,56	12,09
AF. V	213,71	25,29	246,29	32,19	201,87	16,61	247,81	14,82
V 0,25	52,87	21,84	42,91	52,35	24,38	21,82	23,78	50,26
V 0,50	39,93	42,67	20,75	17,55	26,14	47,18	25,06	28,40
V 0,75	42,12	42,41	19,86	56,35	12,04	21,97	12,54	37,13

5.1.7.1 Alcalinidade Total

A alcalinidade é um parâmetro que indica a capacidade de tamponamento do sistema e é responsável por boa parte do equilíbrio do pH. Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO₃⁻), carbonatos (CO₃⁻²) e hidróxidos (OH⁻). A distribuição entre estas três formas é função do pH, sendo:

- pH > 9,4: Hidróxidos e carbonatos;
- pH entre 8,3 e 9,4: carbonatos e bicarbonatos; e,
- pH entre 4,4 e 8,3: apenas bicarbonato.

Deve-se levar em consideração que processos oxidativos (como a Nitrificação) tendem a consumir alcalinidade, a qual, caso atinja baixos teores, pode levar a valores reduzidos de pH, afetando a própria taxa de crescimento dos microrganismos responsáveis por esta oxidação.

Os valores médios encontrados no esgoto bruto no período avaliado estiveram na faixa de 166,16 mg CaCO_3/L , com desvio padrão relativo (%) 14,45 a 217,82 mg CaCO_3/L , com desvio padrão relativo (%) 21,29. Enquanto, que no afluente das valas de filtração estiveram na faixa de 250,38 mg CaCO_3/L , com desvio padrão relativo (%) 44,22 a 305,69 mg CaCO_3/L com desvio padrão relativo (%) 13,5. Vale salientar que os valores médios da alcalinidade total do afluente das valas de filtração, foram maiores devido à atividade metanogênicas da degradação anaeróbia e a quase inexistência da formação de nitrito e nitrato.

Ao observar a Figura 5.8, nota-se que os efluentes das valas de filtração, comparados ao efluente bruto e ao afluente, sempre estiveram com valores médios inferior. Assim, como ocorreu com a alcalinidade parcial, houve uma tendência a partir da 13ª semana (60 $\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$) de permanecer abaixo de 50 mg CaCO_3/L . Nas Tabelas 5.21 a 5.22, são apresentados os valores médios e o desvio padrão relativo (%), das frequências de aplicação da taxas hidráulicas.

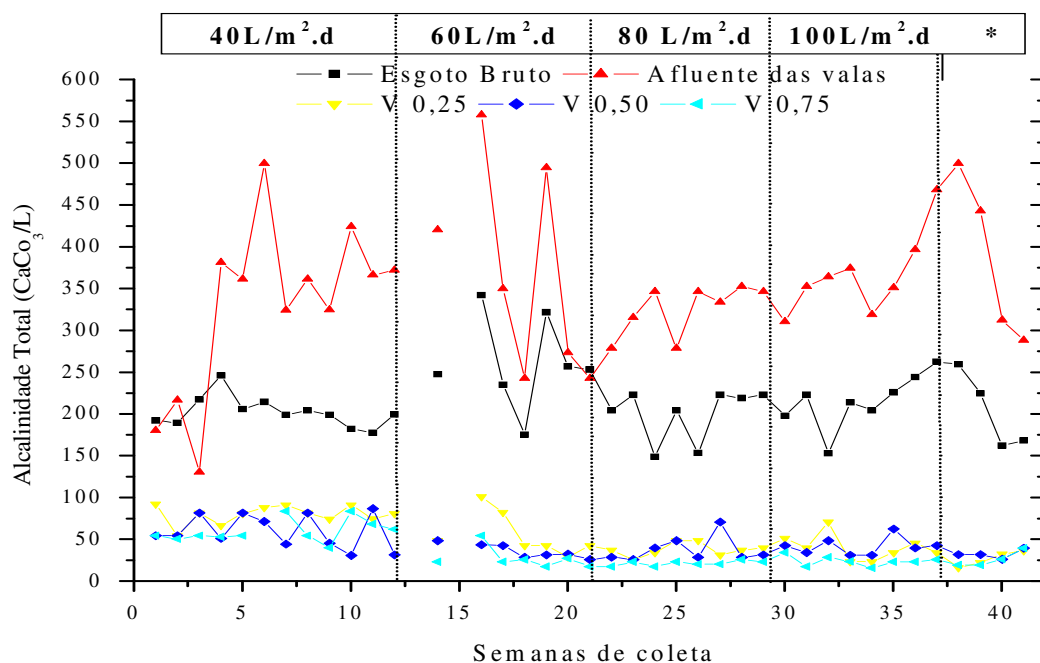


Figura 5.8: Semanas da coleta em função da alcalinidade total, do esgoto bruto e do afluente e efluente das valas de filtração

Ao analisar os valores médios da alcalinidade total, na frequência de 12 e 18 horas/dia na taxa hidráulica de 80 L/m².dia vala V 0,50 foram encontrados valores de (36,43 e 41,13 mg CaCO₃/L), valores suficientes para diminuir os valores de nitrato neste período.

Tabela 5.21: Valores médios da concentração de alcalinidade parcial (mg CaCO₃/L) do esgoto bruto, afluente e efluente da valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	168,28	9,02	217,82	21,29	166,16	15,45	179,33	15,29
AF. V	250,38	44,22	277,94	53,97	270,38	9,50	305,69	44,22
V 0,25	66,11	14,09	45,94	47,12	31,14	20,86	33,26	39,46
V 0,50	49,30	34,24	29,78	24,20	31,14	41,09	34,26	25,50
V 0,75	49,60	22,92	22,03	48,14	17,33	14,38	19,54	25,30

Tabela 5.22: Valores médios da alcalinidade (mg CaCO₃ /L) e desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente e efluente da valas de filtração na frequência de aplicação das taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40 -6	166,13	7,62	146,27	24,64	63,03	25,81	52,50	24,74	43,93	4,21
40-12	184,97	9,59	345,00	18,10	65,00	14,10	56,47	22,65	44,41	2,09
40-18	167,00	1,56	280,48	6,35	68,27	10,37	47,20	37,25	49,13	37,75
40-24	155,01	6,26	229,79	75,65	68,16	10,33	41,03	65,58	59,19	15,58
60 -6	206,00	*	350,20	*	39,95	*	40,00	*	18,80	*
60-12	240,35	26,27	378,20	32,46	76,08	14,73	35,63	1,49	31,90	58,08
60-18	206,75	41,76	307,05	48,34	35,25	0,00	24,68	6,73	17,63	28,28
60-24	212,27	1,05	112,43	112,80	29,51	27,54	23,94	16,48	18,19	31,80
80-6	177,68	6,15	247,20	8,84	25,85	25,71	22,33	7,44	16,45	20,22
80-12	146,78	22,33	260,08	15,40	34,08	24,38	36,43	13,69	16,40	20,70
80-18	156,35	26,28	283,25	2,57	32,90	30,30	41,13	60,61	16,45	0,00
80-24	183,83	1,21	290,98	1,25	31,73	5,24	24,68	6,73	19,98	8,32
100-6	174,95	8,45	276,03	8,98	37,60	17,68	31,73	15,71	21,15	47,14
100-12	152,40	23,57	307,58	2,03	38,90	72,16	32,68	31,49	21,28	14,79
100-18	179,10	7,11	279,05	6,87	23,63	27,39	38,55	48,24	15,75	27,39
100-24	210,85	5,13	360,10	11,74	32,90	20,20	34,08	4,88	19,98	8,32

* Apenas uma amostra analisada

5.1.8 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

No que refere-se, a DQO os valores médios obtidos no esgoto bruto no período avaliado estiveram, na faixa de 607,94 mg O₂/L, com desvio padrão relativo (%) 5,50 a 776,98 mg O₂/L, com desvio padrão relativo (%) 22,33. Enquanto que no afluente das valas de filtração estiveram na faixa de 219,61 mg O₂/L com desvio padrão relativo (%) 5,21 a 283,14 mg O₂/L com desvio padrão relativo (%) de 21,24.

Ao observar a Figura 5.9, nota-se que os valores de DQO do esgoto bruto foram muito oscilante com valores na 14ª semana de 1.035 mg O₂/L e 1050 mg O₂/L na 39ª semana a 388 mg O₂/L na 29ª semana, quanto aos valores da DQO do efluente do sistema fossa filtro, atingiu 391 mg O₂/L, na 5ª semana, e 175 mg O₂/L na 6ª semana. Ao analisar as 41ª semanas de coleta, obteve-se uma média de 703 mg O₂/L do esgoto bruto com desvio padrão relativo (%) de 20,20. Quanto ao efluente do sistema fossa filtra o valor da média foi de 249 mg O₂/L com um padrão relativo de (%) 20,54 o valor da remoção do sistema fossa filtro foi de 64,60 % de eficiência.

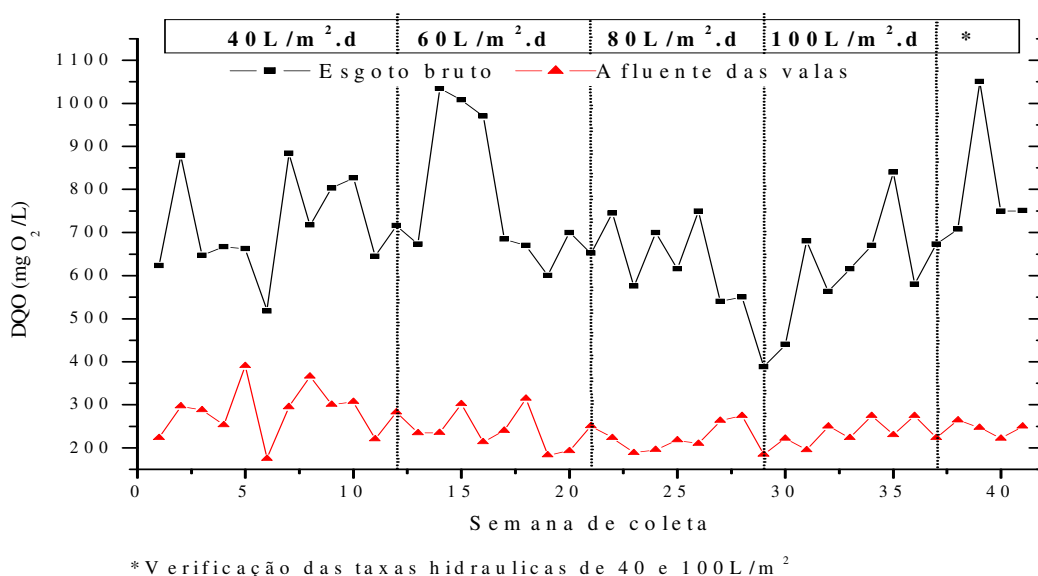
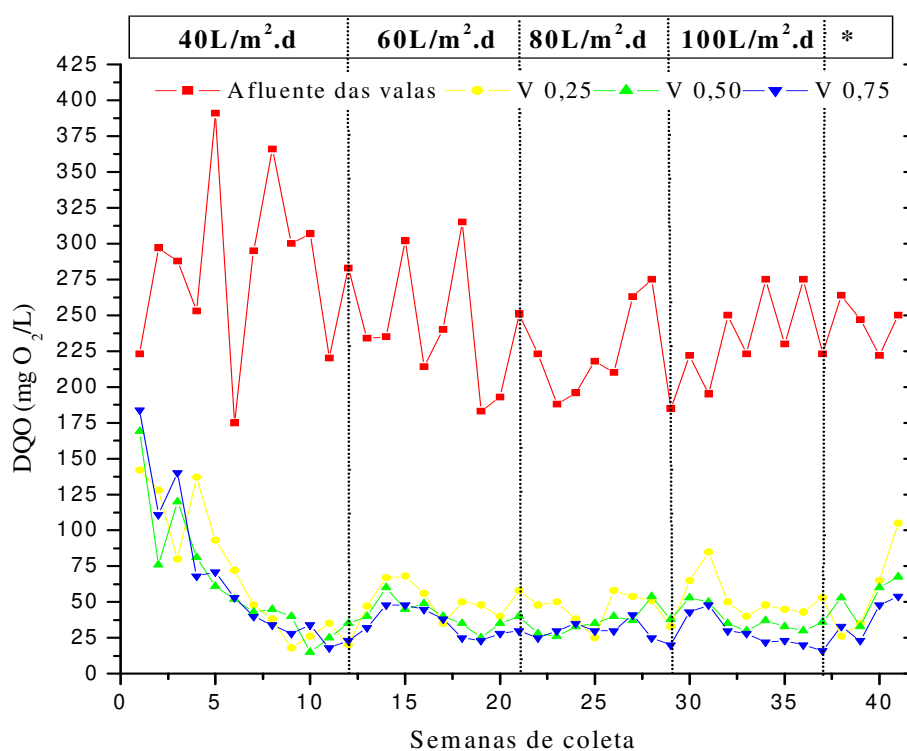


Figura 5.9: Semana da coleta em função da DQO do esgoto bruto e do afluente das valas de filtração

Ao comparar os valores médios de DQO do efluente das valas de filtração, por meio da Figura 5.10 averigua-se que após a 5ª semana de operação o sistema teve uma tendência de obter valores médios inferior a 100 mg O₂/L.

Pela análise da Tabela 5.23, verifica-se que os maiores valores da concentração de DQO, foram da taxa hidráulica de 40 L/m².dia, obtiveram-se também nesta taxa os maiores valores do desvio padrão relativo, o que indica que as valas de filtração, neste período estiveram, em fase de estabilização da camada de areia, nota-se, ainda que nas quatro taxas hidráulica estudadas, teve-se uma tendência de obter os melhores resultados de remoção de DQO, na freqüência, de 24 horas/dia de aplicação.



*Verificação das taxas hidráulicas de 40 e 100 L/m².d

Figura 5.10: Semana da coleta em função da DQO e do afluente, e efluente das valas de filtração

Tabela 5.23: Valores médios da DQO (mg O₂/L) desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração nas taxas hidráulicas e frequências aplicadas

Taxa	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
(L/m ² .hora)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40 -6	716,31	19,71	269,42	14,90	116,72	27,95	121,89	38,20	144,83	25,54
40-12	615,90	13,77	273,02	40,04	100,77	32,88	64,63	23,23	63,90	15,65
40-18	801,03	10,42	320,13	12,41	34,17	44,71	42,50	5,88	34,00	17,65
40-24	729,28	12,60	269,98	16,62	27,00	27,96	25,00	40,00	24,90	34,18
60 -6	905,43	22,25	257,13	15,11	60,63	18,91	48,30	21,63	42,47	20,53
60-12	827,50	24,35	227,00	8,10	45,50	32,64	44,50	14,30	41,25	12,86
60-18	635,00	7,79	248,75	37,66	48,75	3,63	30,00	23,57	23,75	7,44
60-24	675,75	5,08	221,88	18,72	48,75	25,38	37,50	9,43	28,75	6,15
80 -6	660,00	18,21	205,00	12,07	48,75	3,63	26,65	4,51	27,50	12,86
80-12	658,00	9,03	206,75	7,35	31,50	29,18	34,00	4,16	32,50	10,88
80-18	645,00	23,02	236,50	15,85	55,58	4,89	38,30	6,28	35,73	22,68
80-24	468,75	24,51	230,20	27,52	41,85	31,60	45,55	24,99	22,50	15,71
100-6	560,00	30,30	208,50	9,16	75,00	18,86	51,25	3,45	45,00	7,86
100-12	589,25	6,42	236,50	8,07	45,13	15,28	32,63	10,30	29,00	4,88
100-18	755,00	15,92	252,50	12,60	46,50	4,56	35,00	8,08	22,50	3,14
100-24	626,50	10,50	249,00	14,77	47,75	15,55	33,00	12,86	18,00	15,71

A ao longo do estudo verificou-se a não comatação da areia, seria necessário um maior período de avaliação para saber quanto tempo cada vala de filtração, comata-se.

Nas Tabelas 5.24 a 5.26, têm-se a eficiência de remoção da concentração de DQO, os valores médios e os desvio padrão relativo das taxas hidráulicas e frequência de aplicação.

Tabela 5.24: Valores médios da concentração de DQO (mg O₂/L) desvio padrão relativo esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	715,63	15,61	776,98	22,33	607,94	5,50	632,69	18,25
AF. V	283,14	21,24	240,74	18,51	219,61	15,21	236,63	11,83
V 0,25	69,66	66,62	51,99	21,40	44,42	25,58	53,59	27,64
V 0,50	61,69	70,83	40,99	23,97	36,13	23,73	37,97	22,64
V 0,75	66,91	77,97	34,99	27,91	29,56	22,32	28,63	38,73

Tabela 5.25: Remoção da concentração de DQO (%) do afluente e efluente das valas de filtração, na frequência de aplicação das taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	AF. V	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40-06	62,39	56,68	54,76	46,24
40-12	55,67	63,09	76,33	76,59
40-18	60,04	89,33	86,72	89,38
40-24	62,98	90,00	90,74	90,78
60-6	71,60	76,42	81,22	83,48
60-12	72,57	79,96	80,40	81,83
60-18	60,83	80,40	87,94	90,45
60-24	67,17	78,03	83,10	87,04
80-06	68,94	76,22	87,00	86,59
80-12	68,58	84,76	83,56	84,28
80-18	63,33	76,50	83,81	84,89
80-24	50,89	81,82	80,21	90,23
100-06	62,77	64,03	75,42	78,42
100-12	59,86	80,92	86,21	87,74
100-18	66,56	81,58	86,14	91,09
100-24	60,26	80,82	86,75	92,77

Tabela 5.26: Remoção da concentração de DQO (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	60,44	69,02	63,88	62,60
V 0,25	75,40	78,40	79,77	77,35
V 0,50	78,21	82,97	83,55	83,95
V 0,75	76,37	85,47	86,54	87,90

5.1.8.1 Demanda Química de Oxigênio Filtrada (DQO_F)

Os valores médios da concentração da DQO_F encontrados no esgoto bruto no período avaliado estiveram na faixa de concentração de 160,00 mg O₂/L, com desvio padrão relativo (%) 45,95 a 367,16 mg O₂/L, com desvio padrão relativo (%), 28,99 enquanto que no afluente das valas de filtração estiveram na faixa de concentração de 96,88 mg O₂/L com desvio padrão relativo (%) 35,68 a 140,81 mg O₂/L e desvio padrão relativo (%) 34,77.

Ao observar a Figura 5.11, nota-se que os afluentes das valas de filtração, comparados ao efluente bruto teve uma tendência de acompanhar as oscilações do esgoto bruto, mais em menor intensidade. Não houve realização das análises nas 11^a, 14^a e 15^a semanas, correspondente às aplicações das taxas de 40 L/m². 24h e 60 L/m² 6h.

Quanto às valas de filtração, vê-se por meio da Figura 5.12, que a concentração da DQO_F manteve-se uma tendência após a 15^a semana de coleta a 50,0 mg O₂/L resultantes de um processo de degradação da matéria orgânica dissolvida. Portanto, pode-se afirmar que o tratamento propiciado pelo sistema não era somente físico, mas resultante de uma ação dos microrganismos sobre os compostos presentes no efluente.

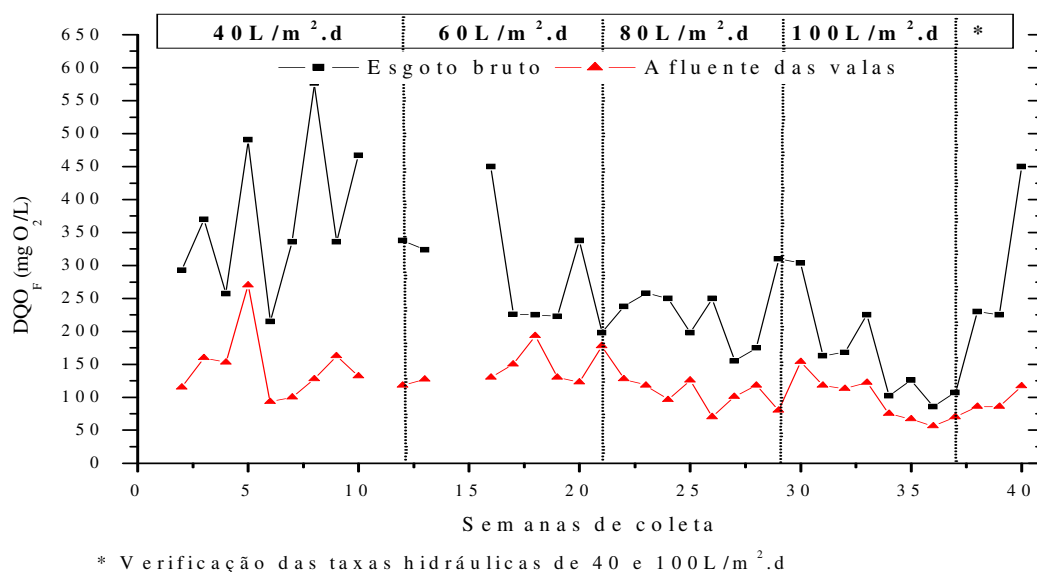


Figura 5.11: Semana da coleta em função da DQO_F do esgoto bruto, e afluente das valas de filtração

Nas Tabelas 5.27 a 5.30, têm-se a eficiência de remoção da concentração de DQO, os valores médios e o desvio padrão relativo e frequência de aplicação das taxas hidráulicas.

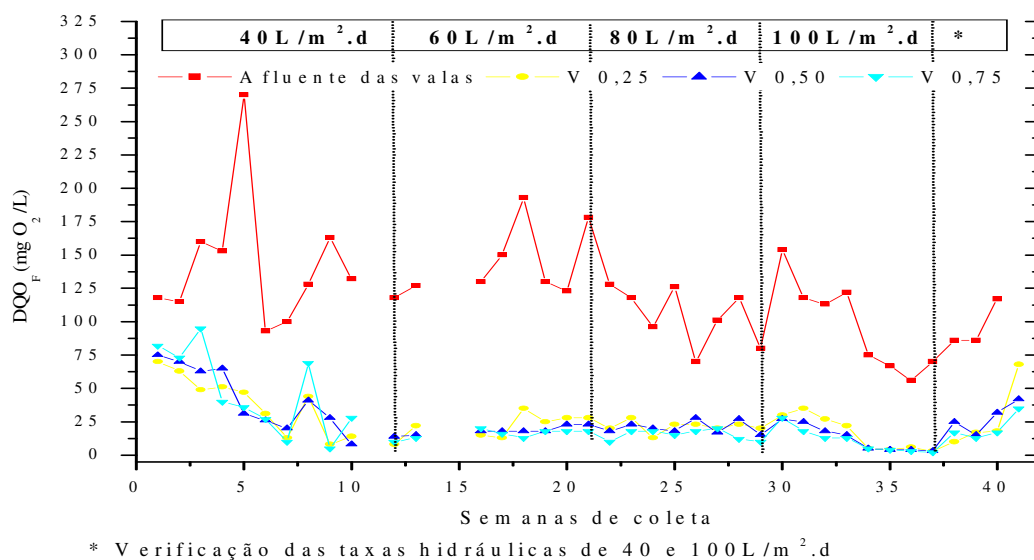


Figura 5.12: Semana da coleta em função da DQO_F do afluente e efluente das valas de filtração

Tabela 5.27: Valores médios da concentração de DQO_F (mg O₂/L) e desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração, na frequência de aplicação das taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	340,83	12,37	131,13	19,11	60,54	17,40	69,17	9,10	83,42	13,24
40-12	320,80	46,37	171,85	52,41	43,00	24,61	40,67	52,18	34,33	19,39
40-18	416,59	33,44	130,04	24,08	21,40	93,00	29,20	36,14	28,05	127,21
40-24	402,05	22,71	124,93	7,84	11,00	38,57	11,00	38,57	19,00	66,99
60-6	324,00	*	127,20	*	22,40	*	14,96	*	12,50	*
60-12	337,75	47,00	140,00	10,10	14,13	8,76	17,88	2,97	17,88	16,81
60-18	224,00	0,63	161,25	27,41	30,00	23,57	17,75	1,99	15,25	25,50
60-24	267,50	37,01	150,00	25,93	27,50	0,00	22,50	0,00	17,50	0,00
80-6	247,50	5,71	122,50	5,77	23,75	22,33	20,00	17,68	13,75	38,57
80-12	223,75	16,59	110,75	18,83	17,50	40,41	18,75	9,43	16,25	10,88
80-18	202,50	33,17	85,50	25,64	21,25	8,32	22,37	32,47	18,60	8,36
80-24	242,50	39,36	98,75	26,85	21,25	8,32	20,91	39,97	11,10	14,01
100-6	233,25	42,90	136,00	18,72	32,50	10,88	25,95	5,18	22,50	31,43
100-12	196,25	20,72	117,50	5,42	24,50	14,43	16,50	12,86	13,00	0,00
100-18	114,00	14,89	71,00	7,97	4,50	15,71	4,50	15,71	4,50	15,71
100-24	96,50	15,39	63,00	15,71	4,50	47,14	3,50	20,20	2,50	28,28

* Apenas uma amostra analisada

Tabela 5.28: Valores médios da concentração de DQO_F (mg O₂/L), desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	367,16	28,99	283,21	32,27	229,06	9,31	160,00	45,95
AF. V	140,81	34,47	147,10	18,78	104,38	20,43	96,88	35,68
V 0,25	36,08	62,60	23,66	32,04	20,94	20,12	16,50	80,86
V0, 50	37,84	63,68	18,74	14,84	20,51	22,73	12,61	78,78
V 0,75	43,22	73,13	16,25	17,52	14,93	25,15	10,63	83,53

Tabela 5.29: Remoção da concentração de DQO_F (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas frequências aplicadas nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	AF. V	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40-06	61,53	53,83	47,25	36,38
40-12	46,43	74,98	76,34	80,02
40-18	68,78	83,54	77,55	78,43
40-24	68,93	91,20	91,20	84,79
60-6	60,74	82,39	88,24	90,17
60-12	58,55	89,91	87,23	87,23
60-18	28,01	81,40	88,99	90,54
60-24	43,93	81,67	85,00	88,33
80-06	50,51	80,61	83,67	88,78
80-12	50,50	84,20	83,07	85,33
80-18	57,78	75,15	73,84	78,25
80-24	59,28	78,48	78,83	88,76
100-06	41,69	76,10	80,92	83,46
100-12	40,13	79,15	85,96	88,94
100-18	37,72	93,66	93,66	93,66
100-24	34,72	92,86	94,44	96,03

Tabela 5 30: Remoção da concentração de DQO_F em (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	61,65	48,06	54,43	34,77
V 0,25	74,38	83,91	79,94	82,97
V 0,50	73,13	87,26	80,35	86,98
V 0,75	69,31	88,95	85,70	89,03

5.1.9 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Os valores médios da concentração DBO encontrados no esgoto bruto, no período avaliado estiveram na faixa de 296,00 mg O₂/L, com desvio padrão relativo (%) 18,54 a 326,00 mg O₂/L, com desvio padrão relativo (%) 19,13, enquanto que, no afluente das valas de filtração, a concentração de DBO esteve na faixa de, 102,56 mg O₂/L com desvio padrão relativo (%) 18,28 a 140,54 mg O₂/L, com desvio padrão relativo (%) 37,83.

Ao observar a Figura 5.13, nota-se que os valores da concentração de DBO, oscilaram durante o estudo, ao analisar as 41^a semanas de coleta, obteve-se uma média de 307 mg O₂/L, do esgoto bruto com desvio padrão relativo (%) 69,83 quanto ao efluente do sistema fossa filtro, o valor da média foi de 120,00 mg O₂/L, com um padrão relativo de (%) 20,70 o valor da remoção do sistema fossa filtro foi de 62,33% de eficiência.

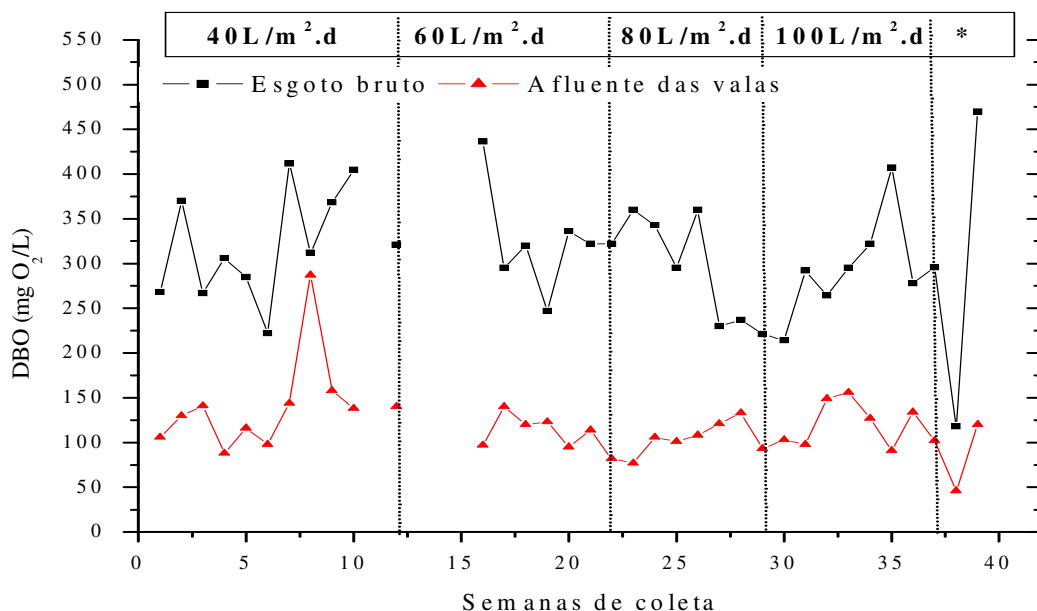


Figura 5.13: Semana da coleta em função da DBO, do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração

Ao comparar os valores médios da DBO do efluente das valas de filtração, por meio da Figura 5.14, averigua-se que após a 15ª semana de operação o sistema teve uma tendência de obter valores médios inferior a 40 mg O₂/L.

Pela análise da Tabela 5.31, a comparação entre as valas, mostra que a vala V 0,25 gerou em praticamente todas as situações efluente com as maiores concentrações de DBO e, no extremo oposto, a vala V 0,75 proporcionou melhor remoção de DBO constata-se que nas frequências 6; 12; 18 e 24 horas/dia de aplicação na taxa hidráulica de 40 L/m².dia, foi gerado tratamento semelhante nas três valas, entretanto, após a última taxa estudada, retornaram-se a aplicação da taxa hidráulica 40 L/m².dia.e observou remoção de DBO foi maior, comparada a primeira aplicação, uma hipótese seria, que as valas de filtração têm uma eficiência melhor quando há uma estabilização nas camadas e areia referente a formação de microrganismos.

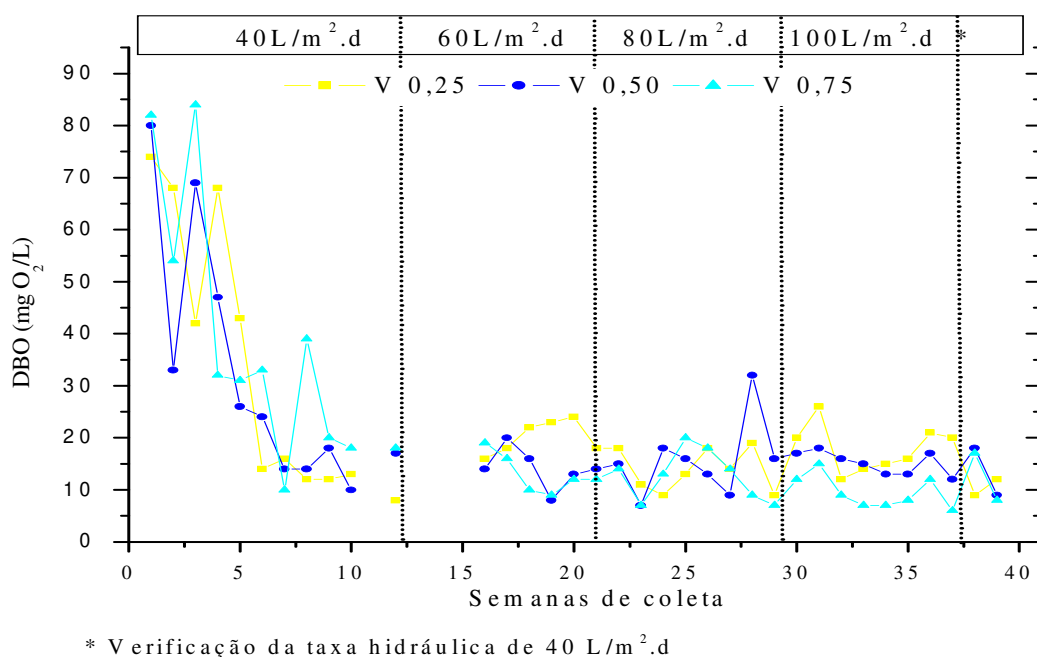


Figura 5.14: Semana da coleta em função da DBO, do afluente e efluente das valas de filtração

Uma forma de avaliar a eficiência das taxas hidráulicas foi pelos resultados de remoção de matéria orgânica nas frequências 18 e 24 hora/dia de aplicação. Desta forma, pode concluir-se que na aplicação de um maior volume de efluente tem se uma boa eficiência de remoção por este sistema.

Em praticamente toda a avaliação das taxas hidráulicas aplicadas ao comparar as análises das valas V 0,50 e V 0,75, estas apresentaram os melhores resultado, sendo que a melhor foi a vala com camada de areia maior.

Tem se nas Tabelas 5.32 a 5.35, os valores médios, desvio padrão relativo, eficiência da remoção em (%) e os valores obtidos na 38ª semana dos efluentes analisados.

Tabela 5.31: Valores médios da DBO (mg O₂/L) e desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente e efluente das valas, nas frequências de aplicação nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0, 25		V 0, 50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	301,67	19,62	125,67	14,24	61,33	27,73	60,67	40,52	73,33	22,87
40-12	270,90	16,10	100,63	14,24	41,43	64,96	32,30	39,52	31,87	3,78
40-18	364,00	13,77	196,33	40,15	13,27	17,86	15,43	14,44	22,83	63,33
40-24	363,00	16,36	139,00	1,02	10,50	33,67	13,50	36,66	18,00	0,00
60- 6	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
60-12	365,50	27,28	118,50	25,66	17,00	8,32	17,00	24,96	17,50	12,12
60-18	283,50	18,21	121,50	1,75	22,25	4,77	11,90	46,35	9,50	7,44
60-24	329,00	3,01	104,30	12,61	21,00	20,20	13,50	5,24	12,00	0,00
80-6	341,00	7,88	79,50	4,45	14,70	31,75	11,05	50,55	10,50	47,14
80-12	319,00	10,64	103,50	3,42	11,00	25,71	17,00	8,32	16,50	30,00
80-18	295,00	31,16	114,25	7,74	16,00	17,68	11,08	24,58	15,90	18,68
80-24	229,15	4,84	113,00	25,03	14,05	48,82	24,00	47,14	7,88	15,71
100-6	253,00	21,80	100,50	3,52	23,00	18,45	17,50	4,04	13,50	15,71
100-12	279,50	7,84	152,50	3,25	13,00	10,88	15,50	4,56	8,00	17,68
100-18	364,50	16,49	109,00	23,35	15,50	4,56	13,00	0,00	7,50	9,43
100-24	287,00	4,43	118,00	19,18	20,50	3,45	14,50	24,38	9,00	47,14

NR: Análise não realizada

Tabela 5.32: Valores médios da concentração de DBO ($\text{mg O}_2/\text{L}$), desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente, e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 $\text{L}/\text{m}^2.\text{d}$		Taxa 60 $\text{L}/\text{m}^2.\text{d}$		Taxa 80 $\text{L}/\text{m}^2.\text{d}$		Taxa 100 $\text{L}/\text{m}^2.\text{d}$	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	321,43	18,95	326,00	19,13	296,04	6,33	296,00	18,54
AF. V	140,54	37,83	114,77	14,79	102,56	18,28	120,00	20,77
V 0,25	33,55	78,00	20,08	0,00	13,94	28,67	18,00	25,37
V 0,50	32,02	73,53	14,13	27,61	15,78	47,65	15,13	14,76
V 0,75	38,19	65,89	13,00	29,19	12,69	38,24	9,50	33,29

Tabela 5.33: Remoção da concentração de DBO (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas frequências aplicadas nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa ($\text{L}/\text{m}^2.\text{hora}$)	AF. V	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40-06	58,34	51,19	51,72	41,64
40-12	62,85	58,83	67,90	68,33
40-18	46,06	93,24	92,14	88,37
40-24	61,71	92,45	90,29	87,05
60-6	NR	NR	NR	NR
60-12	67,58	85,65	85,65	85,23
60-18	57,14	81,69	90,21	92,18
60-24	68,30	79,87	87,06	88,49
80-06	76,69	81,51	86,10	86,79
80-12	67,55	89,37	83,57	84,06
80-18	61,27	86,00	90,31	86,08
80-24	50,69	87,57	78,76	93,03
100-06	60,28	77,11	82,59	86,57
100-12	45,44	91,48	89,84	94,75
100-18	70,10	85,78	88,07	93,12
100-24	58,89	82,63	87,71	92,37

NR: Análise não realizada

Tabela 5.34: Remoção da concentração de DBO (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	56,28	64,80	65,35	65,35
V 0,25	76,12	82,50	86,41	85,00
V 0,50	77,22	87,69	84,61	87,40
V 0,75	72,82	88,67	87,62	92,08

Tabela 5.35: Verificação da Taxa 40 L/m².dia, na concentração de DBO (mg O₂/L)

	Taxa 40 L/m ² .d
AF valas	46
V 0,25	9
V 0,50	18
V 0,75	17

5.1.9.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio Filtrada (DBO_F)

Quanto a DBO_F, desde já expõe-se, que não foi possível realizar uma sequência de análises do período final da avaliação da taxa de 40 L/m².dia e no início da taxa de 60 L/m².dia, devido a limitações laboratoriais para a execução da análises.

Os valores médios encontrados no esgoto bruto no período avaliado estiveram na faixa de 148,22 mg O₂/L com desvio padrão relativo (%) de 42,16 a 101,25 mg O₂/L, com desvio padrão relativo (%) 21,06 enquanto que, no afluente das valas de filtração, estiveram na faixa de, 46,88 mg O₂/L com desvio padrão relativo (%) de 27,07 a 76,75 mg O₂/L, com desvio padrão relativo (%) 71,89.

Quanto a concentração de DBO_F , ao longo de todo no período de estudado, a média foi de 119,52 mg O_2/L do esgoto bruto filtrado com desvio padrão relativo (%) de 44,29 correspondendo a 61,07 % da DBO total. A concentração da DBO_F do efluente do sistema fossa filtro, foi de 59,03 mg O_2/L , com um desvio padrão relativo de (%) 24,00 que correspondeu a 50,80 % da DBO total, por meio estes dados é possível constatar que sistema fossa filtro foi mais eficiente na extração da parcela mais particulada da matéria orgânica.

Ao analisar as valas de filtração, V 0,50 e V 0,75, constatou-se que ambas as valas proporcionaram efluente com melhor qualidade, conforme pode ser observado na Tabela 5.36, pode se concluir que nas frequências de aplicações há influência no tratamento gerado no sistema.

As Tabelas 5.36 a 5.37 apresentam a eficiência de remoção em relação ao afluente, percebe-se que a ação biológica do tratamento também foi eficiente na depuração da matéria orgânica não filtrável, e ainda, pode-se concluir, que caso tivesse ocorrido um tratamento exclusivamente físico, haveria uma pequena a variação entre a concentração de matéria orgânica dissolvida que adentravam no sistema das valas de filtração, todas as valas apresentaram uma remoção desta parcela de DBO_F sempre superior a 50 %.

Tabela 5.36: Valores médios da DBO_F (mg O_2/L) e desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente, efluente das valas, nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa ($\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{hora}$)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	138,00	*	58,00	*	37,00	*	43,00	*	45,00	*
40-12	64,87	*	31,00	*	23,00	*	20,00	*	18,00	*
40-18	183,00	*	157,00	*	5,60	*	8,00	*	16,34	*
40-24	207,00	*	61,00	*	7,00	*	10,00	*	11,00	*

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
60 - 6	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
60-12	108,00	15,71	58,00	4,88	6,50	76,15	4,50	15,71	7,50	9,43
60-18	131,50	18,82	75,50	8,43	7,50	28,28	6,50	54,39	9,50	7,44
60-24	150,00	44,31	71,63	19,00	9,00	15,71	8,00	0,00	7,50	9,43
80 - 6	153,00	46,22	42,50	34,94	10,70	9,25	7,05	1,00	7,50	9,43
80-12	128,50	47,87	53,00	21,35	8,00	35,36	9,00	0,00	10,00	14,14
80-18	91,00	37,30	35,50	41,83	5,50	12,86	4,00	35,36	5,00	0,00
80-24	114,00	34,74	56,50	1,25	9,90	84,28	9,70	83,10	4,50	62,85
100 - 6	100,50	42,92	60,50	22,21	8,00	0,00	5,50	12,86	7,50	28,28
100-12	94,00	19,56	67,50	7,33	4,75	22,33	7,50	9,43	7,50	28,28
100-18	114,00	14,89	71,00	7,97	5,00	28,28	4,50	15,71	4,00	00,00
100-24	96,50	15,39	63,00	15,71	4,50	47,14	3,50	20,20	2,50	28,28

* Apenas uma mostra analisada.

- NR: Análise não realizada

Tabela 5.37: Valores médios da concentração de DBO_F (mg O₂/L), desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente, e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	148,22	42,16	129,83	29,01	121,63	10,43	101,25	21,06
AF. V	76,75	71,89	68,38	15,64	46,88	27,07	65,50	12,46
V 0,25	18,15	81,76	7,67	32,04	8,53	46,75	5,44	33,85
V 0,50	20,25	79,26	6,33	35,54	7,44	52,33	5,25	31,79
V 0,75	22,59	67,47	8,17	14,31	6,75	39,20	5,50	46,61

Tabela 5.38: Remoção da concentração de DBO_F (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa ($\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{hora}$)	AF. V	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40-06	58,0	36,2	25,9	22,4
40-12	52,2	25,8	35,5	41,9
40-18	14,2	96,4	94,9	89,6
40-24	70,5	88,5	83,6	82,0
60-6	NR	NR	NR	NR
60-12	46,3	88,8	92,2	87,1
60-18	42,6	90,1	91,4	87,4
60-24	52,3	87,4	88,8	89,5
80-06	72,2	74,8	83,4	82,4
80-12	58,8	84,9	83,0	81,1
80-18	61,0	84,5	88,7	85,9
80-24	50,4	82,5	82,8	92,0
100-06	39,8	86,8	90,9	87,6
100-12	28,2	93,0	88,9	88,9
100-18	37,7	93,7	93,7	93,7
100-24	34,7	92,9	94,4	96,0

Tabela 5.39: Remoção da concentração de DBO (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 $\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$	Taxa 60 $\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$	Taxa 80 $\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$	Taxa 100 $\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$
AF. V	48,22	47,34	61,46	35,31
V 0,25	76,35	88,79	81,81	91,70
V 0,50	73,62	90,74	84,13	91,98
V 0,75	70,57	88,06	85,60	91,60

5.1.10 Carbono Orgânico Total Filtrado (COT_F)

No que refere-se, a análise do carbono orgânico total, desde já expõe-se que não foi possível realizar as análises no período inicial, até 22ª semana, devido a limitações laboratoriais e manutenção do equipamento, porém, por razões técnicas e laboratoriais, optou-se somente pela análise do carbono orgânico total filtrado.

Como o ocorrido também para a DQO_F e a DBO_F, a concentração de COT_F do esgoto bruto que adentrava do sistema fossa filtro foi bastante reduzida. Na Tabela 5.41 são apresentados, os valores médios e os desvios padrões relativos (%). O valor médio do esgoto bruto, obtido no período avaliado, foi de 23,93 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 9,83 a 30,71 mg/L com desvio padrão relativo (%) 23,30. Enquanto que, no afluente das valas de filtração a concentração esteve na faixa de 18,38 mg/L com desvio padrão relativo (%) 12,79 a 18,41 mg/L com desvio padrão relativo (%) 18,91.

Tabela 5.40: Valores médios da concentração de COTF (mg/L), desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração, nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
80-6	26,84	2,09	21,00	13,54	3,76	5,36	3,44	36,38	2,70	21,91
80-12	25,28	10,67	17,57	4,55	3,74	13,63	3,83	6,10	3,21	30,34
80-18	25,33	11,05	19,01	6,51	3,14	21,79	2,49	3,46	2,32	2,34
80-24	18,25	5,46	15,95	5,45	3,38	0,00	3,83	6,10	2,52	0,00
100-6	22,59	5,29	15,13	3,65	3,20	24,68	3,13	21,99	1,35	30,15
100-12	27,34	29,36	16,63	9,48	2,20	59,11	1,80	8,52	1,28	0,11
100-18	35,84	0,69	19,38	5,84	2,96	0,00	2,35	38,26	1,87	31,10
100-24	37,08	5,40	22,51	18,57	3,08	4,09	2,62	25,57	2,53	22,71

Percebe-se pela análise dos dados de COT_F apresentados nas Tabelas 5.41 a 5.43 que as valas de filtração também foram eficientes na remoção do carbono orgânico total dissolvido no afluente. Tal resultado está de acordo com o ocorrido para a DBO_F e a DQO_F . Quando se analisa uma mesma taxa hidráulica, nota-se a vala V 0,75 foi a mais eficiente, na redução das concentrações de matéria orgânica, ao comparar as frequências, nota-se que os melhores resultados foram na aplicação de 18 e 24 horas/dia.

Tabela 5.41: Valores médios da concentração de COT_F (mg/L), desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	23,93	9,83	30,71	23,30
AF. V	18,38	12,79	18,41	18,91
V 0,25	3,50	12,36	2,86	24,92
V 0,50	3,40	22,41	2,47	28,90
V 0,75	2,69	20,72	1,76	36,41

Tabela 5.42: Remoção da concentração de COT (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas e frequências aplicadas

Taxa (L/m ² .hora)	AF. V	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
80-06	21,77	82,09	83,63	87,12
80-12	30,53	78,70	78,22	81,71
80-18	24,97	83,50	86,88	87,77
80-24	12,61	78,80	76,01	84,17
100-06	33,01	78,85	79,35	91,10
100-12	39,18	86,78	89,16	92,31
100-18	45,92	84,75	87,87	90,37
100-24	39,30	86,33	88,36	88,74

Tabela 5.43: Remoção da concentração de COT (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

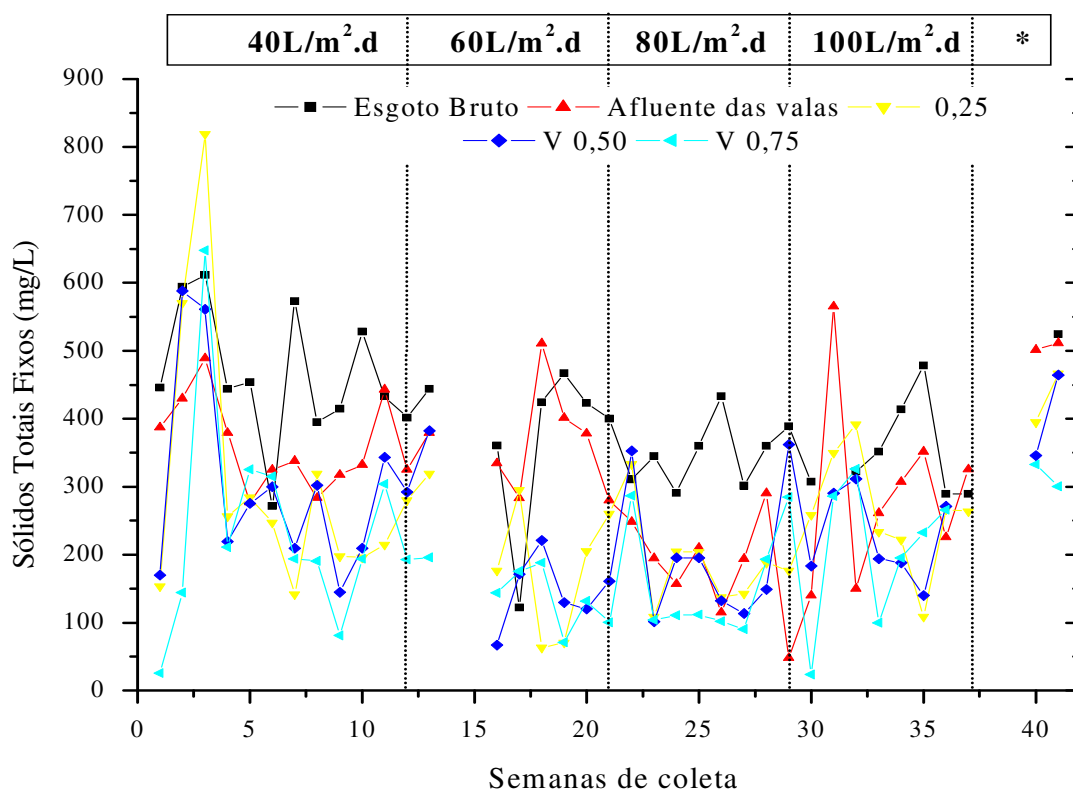
	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	23,18	40,05
V 0,25	80,93	84,48
V0, 50	81,52	86,56
V 0,75	85,36	90,46

Ao observar os dados de remoção de COT_F nos efluentes das três valas de filtração comprova-se que o sistema possuía uma cultura biológica que agia de modo eficaz sobre a matéria orgânica dissolvida, indo além de um tratamento físico.

5.1.11 Sólidos Totais (ST), Sólidos Totais Fixos (STF) e Sólidos Totais Voláteis (STV)

No que refere-se, as análises de sólidos, não foi possível realizar uma sequência de análises no período da 9^a a 15^a semana, devido a limitações laboratoriais e manutenção do equipamento.

Os Sólidos Totais (ST) são a soma dos Sólidos Totais Fixos (STF) e Sólidos Totais Voláteis (STV); Na Figura 5.15 tem-se os valores de STF em função das semanas de coleta, e na Tabela 5.46, pode-se notar, que os valores médios de STF, em mg/L. Os valores médios do esgoto bruto no período estudado, estiveram na faixa de, 350,20 mg/L com desvio padrão relativo (%) 30,37 a 463,82 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 20,37. Enquanto que no afluente às valas, esteve na faixa de, 182,10 mg/L com desvio padrão relativo (%) 41,65 a 366,64 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 21,66.



Verificação das Taxas hidráulicas de 40 e 100L/m².d

Figura 5.15: Semana da coleta em função da STF, do afluente e efluente das valas de filtração

Nas Tabela 5.44 e 5.45 nota-se os valores médios de STF, do efluente das valas, sempre foram inferiores ao afluente, assim sendo, no efluente da vala V 0,25 os valores médios, esteve na faixa de 306,75 mg/L com desvio padrão relativo (%) 63,92 a 198,63 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 51,57; No efluente da vala V 0,50 os valores médios estiveram na faixa de 307,47 mg/L com desvio padrão relativo (%) 45,73 a 178,89 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 58,81; No efluente da vala V 0,75 os valores médios estiveram na faixa de 235,48 mg/L com desvio padrão relativo (%) 66,90 a 143,64 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 32,40.

Tabela 5.44: Valores médios da concentração de STF (mg/L), desvio padrão relativo do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	463,82	21,01	377,19	31,13	348,68	21,75	350,20	20,37
AF. V	360,61	18,27	366,64	21,66	182,10	41,65	290,75	46,55
V 0,25	306,75	63,92	198,63	51,57	186,78	36,62	261,71	32,49
V 0,50	307,47	45,73	178,89	56,81	200,03	51,48	225,34	28,69
V 0,75	235,48	66,90	143,64	32,40	160,54	52,05	204,29	52,83

Tabela 5.45: Valores médios de STF (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas

Taxa (L/m ² hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	550,30	16,59	435,40	11,77	514,43	65,37	439,70	53,21	272,48	121,20
40-12	389,87	26,30	327,13	15,66	262,73	7,36	264,94	15,56	283,80	22,23
40-18	460,93	21,13	313,23	8,77	219,53	41,41	218,77	36,09	155,30	41,34
40-24	454,17	14,49	366,67	18,05	230,30	19,17	281,53	23,91	230,33	27,70
60-6	444,00	*	379,00	*	319,40	*	382,30	*	195,70	*
60-12	241,10	69,86	308,70	11,77	235,80	35,63	118,95	62,24	159,45	14,24
60-18	445,40	6,79	456,05	17,04	66,90	7,40	175,25	36,76	129,50	63,89
60-24	411,65	3,90	329,00	21,06	232,80	16,58	140,75	20,45	115,95	19,21
80-6	327,85	7,27	221,35	17,03	220,90	72,02	226,95	78,42	195,40	66,15
80-12	325,45	15,01	183,35	20,56	204,00	0,35	195,10	0,00	111,35	0,70
80-18	367,20	25,34	154,30	36,02	139,95	2,68	122,65	10,90	96,20	8,53
80-24	374,20	5,37	169,40	101,18	182,25	4,38	255,40	59,08	239,20	27,02
100-6	307,00	*	352,65	85,28	304,15	21,32	236,80	31,89	155,00	119,98
100-12	336,85	6,15	205,40	38,28	312,50	35,84	252,55	32,79	213,10	75,06
100-18	446,00	10,31	329,25	9,56	165,15	48,60	163,90	20,62	213,85	12,33
100-24	289,35	0,02	275,60	25,55	265,05	0,67	270,90	*	266,10	*

* Apenas uma amostra analisada

Nas Tabela 5.46 a 5.47, têm-se os valores a eficiência da remoção da STF (%), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas.

Tabela 5.46: Remoção da concentração de STF (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	22,25	2,80	47,77	16,98
V 0,25	14,94	45,83	-2,57	9,98
V 0,50	14,74	51,21	-9,84	22,49
V 0,75	34,70	60,82	11,84	29,73

Tabela 5.47: Remoção da concentração de STF (%) do afluente e efluente das valas de filtração, na frequência de aplicações nas taxas hidráulicas aplicadas

Taxa (L/m ² .hora)	AF. V	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40- 06	20,88	-18,15	-0,99	37,42
40-12	16,09	19,69	19,01	13,25
40-18	32,04	29,91	30,16	50,42
40-24	19,27	37,19	23,22	37,18
60-6	14,64	15,73	-0,87	48,36
60-12	-28,04	23,62	61,47	48,35
60-18	-2,39	85,33	61,57	71,60
60-24	20,08	29,24	57,22	64,76
80-06	32,48	0,20	-2,53	11,72
80-12	43,66	-11,26	-6,41	39,27
80-18	57,98	9,30	20,51	37,65
80-24	54,73	-7,59	-50,77	-41,20
100 -06	-14,87	13,75	32,85	56,05
100-12	39,02	-52,14	-22,96	-3,75
100-18	26,18	49,84	50,22	35,05
100-24	4,75	3,83	1,71	3,45

Na Figura 5.16 tem se os valores de STV em função das semanas de coleta, e na Tabela 5.48 nota-se os valores médios de STV, no esgoto bruto no período estudado, estiveram na faixa de 375,50 mg/L com desvio padrão relativo (%) 11,65 a 639,76 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 16,55 enquanto, que no afluente às valas, esteve na faixa de 181,29 mg/L com desvio padrão relativo (%) 36,48 a 358,76 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 37,48.

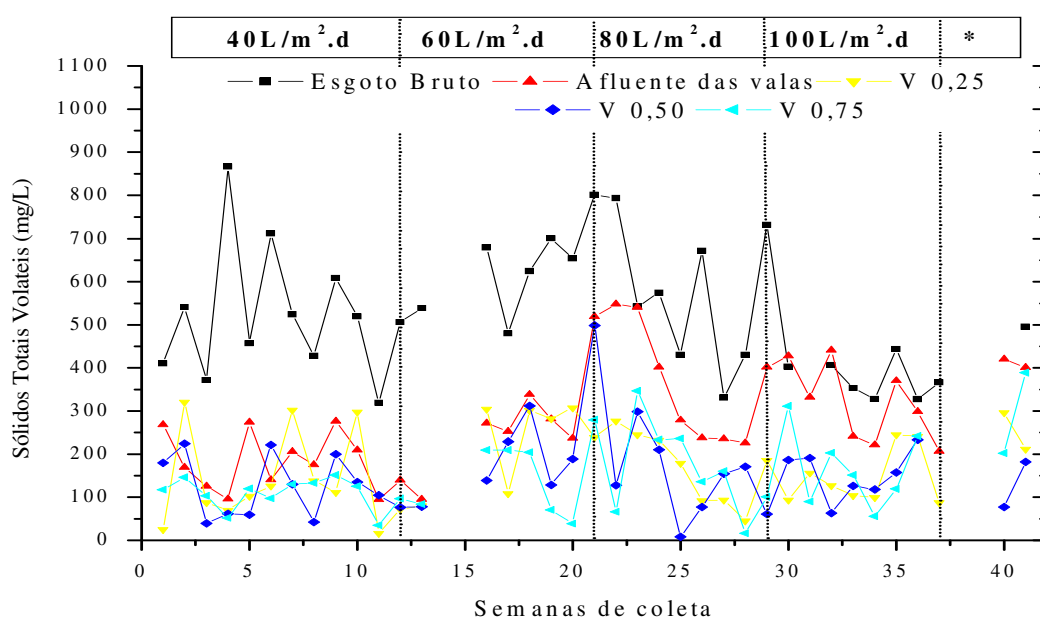


Figura 5.16: Semana da coleta em função de STV, do afluente e efluente das valas de filtração

Quanto compara-se, os valores médios do efluente das valas de filtração com o afluente, nota se uma melhor qualidade, na vala V 0,25 os valores médios de STV, estiveram na faixa de, 139,43 mg/L com desvio padrão relativo (%) 76,9 a 232,01 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 241,78; No efluente da vala V 0,50 os valores médios estiveram na faixa de, 119,48 mg/L com desvio padrão relativo (%) 58,10 a 224,97 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 63,41; No efluente da vala V 0,75 os valores médios estiveram na faixa de, 109,15 mg/L com desvio padrão relativo (%) 32,33 a 167,73 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 53,66.

Nas Tabela 5.49 a 5.51, têm-se as eficiências da remoção de STV, os valores médios da concentração de STV (mg/L) do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas.

Tabela 5.48: Valores médios de STV (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² . d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	522,01	29,00	639,76	16,55	563,16	23,87	375,50	11,65
AF. V	181,29	36,48	285,17	44,65	358,76	37,48	317,45	28,70
V 0,25	139,43	76,92	232,01	41,78	169,00	49,32	144,35	44,86
V 0,50	119,48	58,10	224,97	63,41	138,69	66,11	153,81	36,62
V 0,75	109,15	32,33	156,73	58,01	162,09	65,74	167,73	53,66

Tabela 5.49: Valores médios de STV (mg/L), o esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas freqüências de aplicação taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	440,97	20,09	187,92	38,84	144,67	107,29	147,80	65,30	122,43	18,0
40-12	678,49	30,47	170,10	54,58	99,77	28,48	114,39	81,17	90,03	38,3
40-18	520,23	17,38	219,20	23,67	184,47	56,02	124,30	63,32	138,23	8,1
40-24	448,33	24,99	147,93	39,08	128,80	115,33	105,37	28,06	85,90	54,1
60-6	539,00	*	95,00	*	80,60	*	77,70	*	84,30	*
60-12	579,75	24,28	262,60	5,17	206,55	66,93	184,10	34,64	209,55	0,0
60-18	662,40	8,07	309,90	12,91	291,60	4,66	220,60	58,85	137,55	68,7
60-24	727,50	14,29	378,10	52,78	273,60	17,52	343,85	63,61	159,30	107,1
80-6	668,25	26,53	544,45	0,92	261,15	8,69	213,40	56,66	206,45	96,1
80-12	502,00	20,28	340,20	25,44	205,95	18,16	109,08	130,60	235,10	0,7
80-18	501,40	48,01	236,45	0,57	93,25	0,68	115,95	47,14	148,00	11,7
80-24	581,00	36,66	313,95	39,57	115,65	85,78	116,35	66,55	58,80	100,8
100-6	403,00	*	379,85	17,93	125,10	35,27	188,85	1,68	200,75	78,1
100-12	379,95	9,92	341,40	41,42	115,55	13,89	95,05	46,94	177,30	20,7
100-18	385,95	21,09	295,90	35,42	172,30	59,75	137,65	20,39	87,90	51,2
100-24	346,85	8,01	252,65	25,72	164,45	66,00	233,60	*	242,20	*

* Apenas uma amostra analisada

Tabela 5.50: Remoção da concentração de STV (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	65,27	55,43	36,30	15,46
V 0,25	23,09	18,64	52,89	54,53
V 0,50	34,09	21,11	61,34	51,55
V 0,75	39,79	45,04	54,82	47,16

Tabela 5.51: Remoção da concentração de STV (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas aplicadas

Taxa (L/m ² .hora)	AF. V	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40-06	57,39	23,01	21,35	34,85
40-12	74,93	41,35	32,75	47,07
40-18	57,87	15,85	43,29	36,94
40-24	67,00	12,93	28,77	41,93
60-6	82,37	15,16	18,21	11,26
60-12	54,70	21,34	29,89	20,20
60-18	53,22	5,91	28,82	55,61
60-24	48,03	27,64	9,06	57,87
80-06	18,53	52,03	60,80	62,08
80-12	32,23	39,46	67,94	30,89
80-18	52,84	60,56	50,96	37,41
80-24	45,96	63,16	62,94	81,27
100-06	5,74	67,07	50,28	47,15
100-12	10,15	66,15	72,16	48,07
100-18	23,33	41,77	53,48	70,29
100-24	27,16	34,91	7,54	4,14

Na Figura 5.17, observa-se como o ocorrido com os STF e STV, a remoção de ST no esgoto bruto, foi satisfatória, no período estudado, a Tabela 5.52 apresenta e os valores médios de ST, os valores médios no esgoto bruto, estiveram na faixa de, 726,13 mg/L com desvio padrão relativo (%) de 13,33 a 1.016,94 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 19,45. Enquanto, que no afluente às valas, estiveram na faixa de 532,34 mg/L com desvio padrão relativo (%) de 13,83 a 651,81 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 20,75.

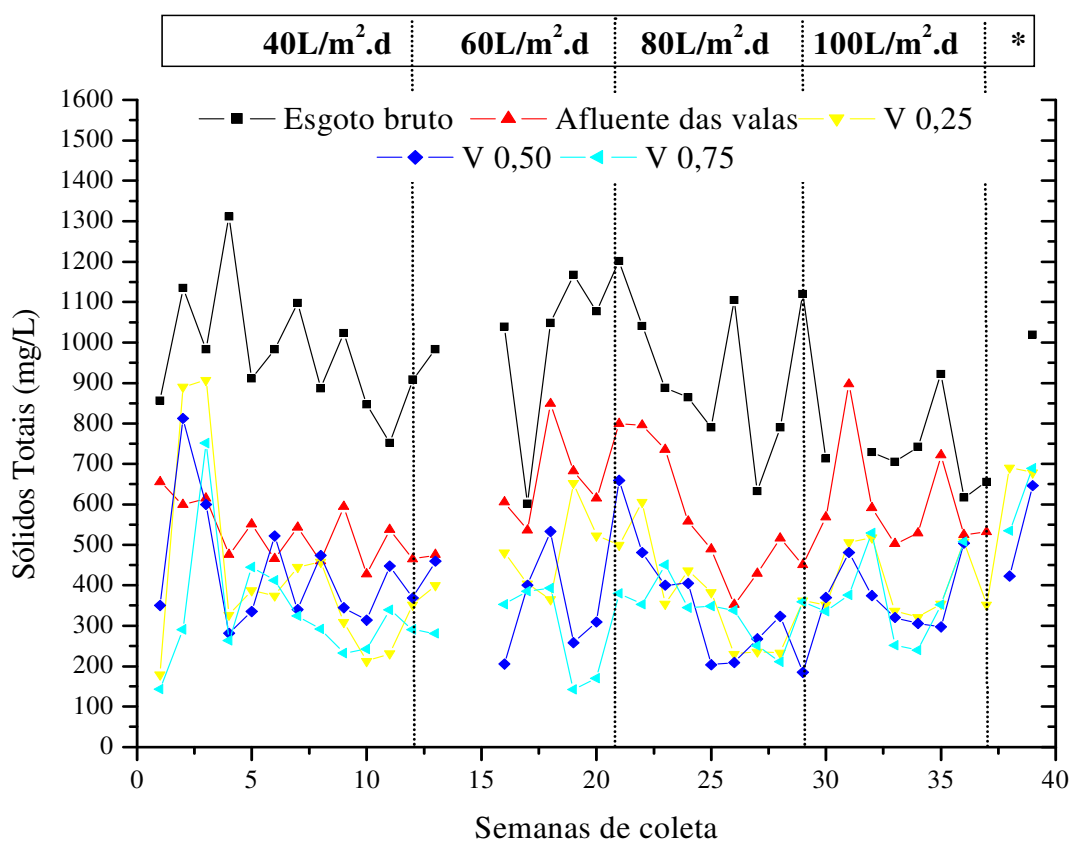


Figura 5.17: Semana da coleta em função do ST, do esgoto bruto afluente e efluente das valas de filtração

Tabela 5.52: Valores médios de ST (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo das taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	974,51	15,53	1016,94	19,45	903,81	16,88	726,13	13,33
AF. V	532,34	13,83	651,81	20,75	540,86	28,20	608,18	22,27
V 0,25	422,80	56,43	474,94	20,58	355,11	36,07	406,06	21,53
V 0,50	434,49	35,10	403,86	39,75	309,24	35,70	379,11	22,02
V 0,75	335,44	45,67	300,37	35,24	331,86	21,95	370,43	30,62

Quanto ao efluente das valas de filtração, referente aos valores médios de ST, teve-se uma tendência a ser inferior ao afluente, exceção feita na 3ª semana de aplicação, em todas as valas V 0,25, V 0,50 e V 0,75 os valores obtidos, na freqüência de 6 hora/dia na aplicação na taxa 40 L/m².dia foram superiores ao afluente, entretanto os valores médios em relação ao afluente foram inferiores, mas, o desvio padrão relativo obtido foi elevado, o que indica que as valas neste período estavam em fase de estabilização.

Os valores médios de ST, do efluente da vala V 0,25, estiveram na faixa de, 355,11 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 36,07 a 474,94 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 20,58; No efluente da vala V 0,50 os valores médios estiveram na faixa de, 309,24 mg/L com desvio padrão relativo (%) 35,70 a 434,49 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 35,10; No efluente da vala V 0,75 os valores médios estiveram na faixa de 300,37 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 35,24 a 370,43 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 30,62.

No que se refere a remoção de ST, do efluente das valas de filtração oscilou de 18,38 % na taxa 40 L/m².dia; a 53,92% Taxa 60 L/m².dia.

Nas Tabelas 5.53 a 5.55, têm-se valores médios da concentração de ST (mg/L) do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas aplicada e a eficiência de remoção da ST (%).

Tabela 5.53: Valores médios de ST (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações das taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	991,27	14,05	623,32	4,63	659,11	63,07	587,50	39,40	394,91	80,3
40-12	1068,35	19,95	497,23	9,43	362,50	8,77	379,33	33,23	373,83	25,9
40-18	1002,63	10,63	532,43	12,80	404,00	20,31	386,07	19,69	282,67	16,5
40-24	835,77	9,41	476,37	11,85	265,60	28,52	376,57	17,81	290,33	16,7
60-6	983,00	*	475,00	*	400,00	*	460,00	*	280,00	*
60-12	820,85	37,67	570,80	8,62	442,35	12,26	303,05	45,48	369,00	6,1
60-18	1107,80	7,56	765,95	15,37	508,55	40,03	395,85	49,07	267,05	66,4
60-24	1139,15	7,72	707,10	18,42	511,40	3,21	484,60	51,07	275,25	53,9
80-6	964,10	11,22	765,80	5,58	479,55	37,17	440,35	12,96	401,85	17,2
80-12	827,45	6,40	523,55	9,33	409,95	9,30	304,18	46,83	346,45	0,7
80-18	868,50	38,45	390,75	13,88	233,20	1,88	238,60	17,31	294,20	21,0
80-24	955,20	24,40	483,35	9,76	297,75	30,56	253,85	38,41	284,95	37,0
100-6	713,00	*	732,50	31,76	429,25	25,39	425,65	18,49	355,75	8,2
100-12	716,80	2,37	546,80	11,48	428,05	29,92	347,60	10,98	390,50	50,4
100-18	831,95	15,31	625,15	21,80	337,45	6,73	301,40	1,83	296,10	26,8
100-24	636,20	4,38	528,25	1,03	429,50	25,68	504,50	*	508,30	*

- Apenas uma amostra analisada

Tabela 5.54: Remoção da concentração de ST (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	45,37	35,90	40,16	16,24
V 0,25	20,58	27,14	34,34	33,23
V 0,50	18,38	38,04	42,82	37,66
V 0,75	36,99	53,92	38,64	39,09

Tabela 5.55: Remoção da concentração de ST (%) do afluente e efluente das valas de filtração, nas frequências de aplicações das taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	AF. Valas	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40-06	37,12	-5,74	5,75	36,64
40-12	53,46	27,10	23,71	24,82
40-18	46,90	24,12	27,49	46,91
40-24	43,00	44,24	20,95	39,05
60-6	51,68	15,79	3,16	41,05
60-12	30,46	22,50	46,91	35,35
60-18	30,86	33,61	48,32	65,13
60-24	37,93	27,68	31,47	61,07
80-06	20,57	37,38	42,50	47,53
80-12	36,73	21,70	41,90	33,83
80-18	55,01	40,32	38,94	24,71
80-24	49,40	38,40	47,48	41,05
100-06	-2,73	41,40	41,89	51,43
100-12	23,72	21,72	36,43	28,58
100-18	24,86	46,02	51,79	52,64
100-24	16,97*	18,69*	4,50*	3,78*

* Apenas uma amostra analisada

5.1.11.1 Sólidos Suspensos Totais (SST), Sólidos Suspensos Fixos (SSF) e Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)

Os Sólidos Suspensos Totais (SST) são as somas dos Sólidos Suspensos Fixos (SSF) e Sólidos Suspensos Voláteis (SSV). Na Figura 5.18 têm-se os valores de SSF do esgoto bruto, do afluente e efluente das valas de filtração.

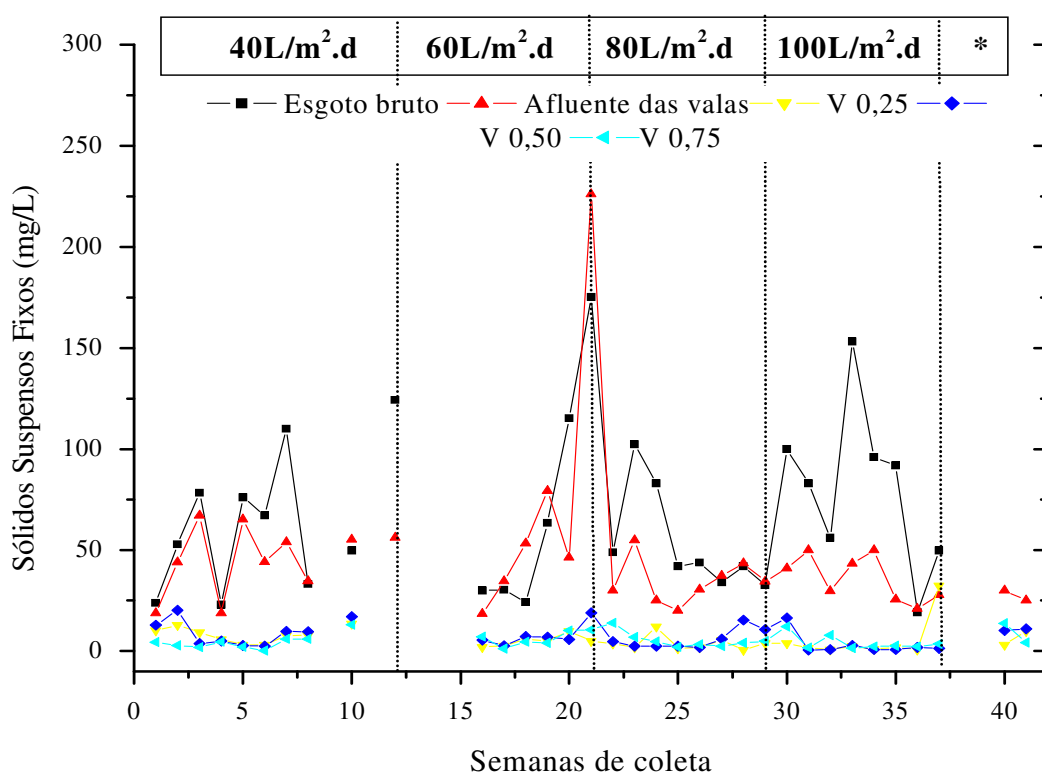


Figura 5.18: Semana da coleta em função do SSF, do esgoto bruto afluente e efluente das valas de filtração

Na Tabela 5.56 são apresentados os valores médios de SSF. No esgoto bruto, os valores médios estiveram na faixa de 53,56 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 20,54 a 81,13 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 49,64; No afluente das valas de filtração os valores médios estiveram na faixa de, 34,48 mg/L com desvio padrão relativo (%) 31,91 a 76,35 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 99,60.

Os valores médios de SSF do efluente das valas de filtração foram sempre inferiores ao afluente, no efluente da vala V 0,25 os valores médios estiveram na faixa de 3,88 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 95,98 a 8,14 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 46,02. No efluente da vala V 0,50 os valores médios estiveram na faixa de, 3,16 mg/L com desvio padrão relativo (%) 171,00 a 9,28 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 69,41; No efluente da vala V 0,75 os valores médios estiveram na faixa de 4,24 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 89,43 a 6,23 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 59,14.

Tabela 5.56: Valores médios de SSF (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração, e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	63,85	53,94	73,04	82,99	53,56	20,54	81,13	49,64
AF. V	45,78	37,70	76,35	99,60	34,48	31,91	36,08	31,55
V 0,25	8,14	46,02	5,10	55,62	3,88	95,98	5,60	195,26
V 0,50	9,28	69,41	7,81	72,69	5,77	84,44	3,16	171,00
V 0,75	4,56	82,43	6,23	59,14	5,32	71,29	4,24	89,43

Na Tabela 5.57, têm-se os valores médios da concentração de SSF (mg/L) do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração, nas frequências de aplicações das taxas hidráulicas estudadas.

Ao observar se as Tabela 5.58 e 5.59 na eficiência da remoção de SSF (%) nota se eficiência de SSF, dos efluentes das valas foram oscilantes. A vala V 0,75 obteve os melhores desempenhos nas taxas hidráulicas de 40 e 60 L/m².dia. A vala V 0,50 exceto na taxa de 80 L/m².dia, obteve uma tendência, de aumentar a remoção a medida que as taxas foram aumentadas. A vala V 0,25 alcançou a melhor remoção na taxa 60 L/m².dia e nas demais taxas os resultados foram superiores a 82%.

Tabela 5.57: Valores médios de SSF (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações taxas hidráulicas e estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	51,67	52,68	43,23	55,88	10,73	17,09	12,30	67,61	3,00	43,7
40-12	55,40	51,27	42,71	54,36	4,03	37,95	3,40	40,86	2,27	93,2
40-18	71,60	75,85	44,24	30,58	7,70	1,84	9,75	0,73	6,05	1,2
40-24	87,05	60,52	55,75	1,40	13,60	*	16,90	*	13,10	*
60-6	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
60-12	30,15	0,70	26,58	43,20	2,31	18,98	3,99	49,98	4,10	103,8
60-18	43,78	63,25	66,28	27,69	5,50	7,71	7,10	3,98	4,30	6,6
60-24	145,20	29,22	136,20	93,24	7,50	47,14	12,35	75,00	10,30	2,7
80-6	75,55	49,89	42,50	41,59	2,78	47,14	3,60	47,14	10,43	47,1
80-12	62,50	46,39	22,50	15,71	6,80	112,31	2,48	1,43	3,40	54,1
80-18	38,90	17,81	33,90	14,60	3,70	68,80	3,95	73,40	2,90	19,5
80-24	37,30	17,82	39,00	16,32	2,23	103,29	13,05	25,47	4,55	14,0
100-6	91,50	13,14	45,50	13,99	2,65	61,37	8,50	131,44	6,98	105,9
100-12	104,60	65,71	36,55	26,12	1,63	67,45	1,75	76,77	4,70	93,3
100-18	93,95	3,09	37,85	45,40	1,43	42,18	0,80	8,84	2,40	8,8
100-24	34,45	63,01	24,40	19,71	16,70	134,22	1,58	20,20	2,88	30,7

* Apenas uma amostra analisada. NR: Nenhuma amostra analisada.

Tabela 5.58: Remoção SSF (%) do afluente e efluente das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	28,30	-4,53	35,64	55,53
V 0,25	82,21	93,32	88,76	84,48
V 0,50	79,73	89,77	83,27	91,25
V 0,75	90,05	91,84	84,57	88,25

Tabela 5.59: Remoção SST (%) do afluente e efluente das valas de filtração nas frequências de aplicação nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² hora)	AF. Valas	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40-06	48,09	75,22	67,52	91,14
40-12	48,41	93,34	92,47	97,22
40-18	70,47	83,43	86,31	90,85
40-24	58,22	87,84	84,98	84,89
60-6	62,26	91,88	88,96	82,50
60-12	48,60	89,15	90,88	91,05
60-18	20,21	91,74	92,84	95,65
60-24	60,24	92,25	86,26	87,67
80-06	59,43	91,48	88,56	87,02
80-12	72,09	82,94	90,88	93,31
80-18	77,61	91,71	89,55	92,31
80-24	68,07	93,72	86,62	91,48
100-06	70,19	86,99	81,84	82,74
100-12	69,28	95,67	94,73	92,46
100-18	61,16	93,09	93,09	95,07
100-24	56,80	82,54	96,65	95,71

Na Figura 5.19, são apresentados os valores de SSV em função da semana de coleta. Ao analisar valores médios de SSV, apresentados na Tabela 5.60, os valores médios do esgoto bruto, estiveram na faixa de 129,85 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 61,91 a 237,85 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 13,58; No afluente das valas de filtração os valores médios estiveram na faixa de, 56,43 mg/L com desvio padrão relativo (%) 57,22 a 83,35 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 40,60.

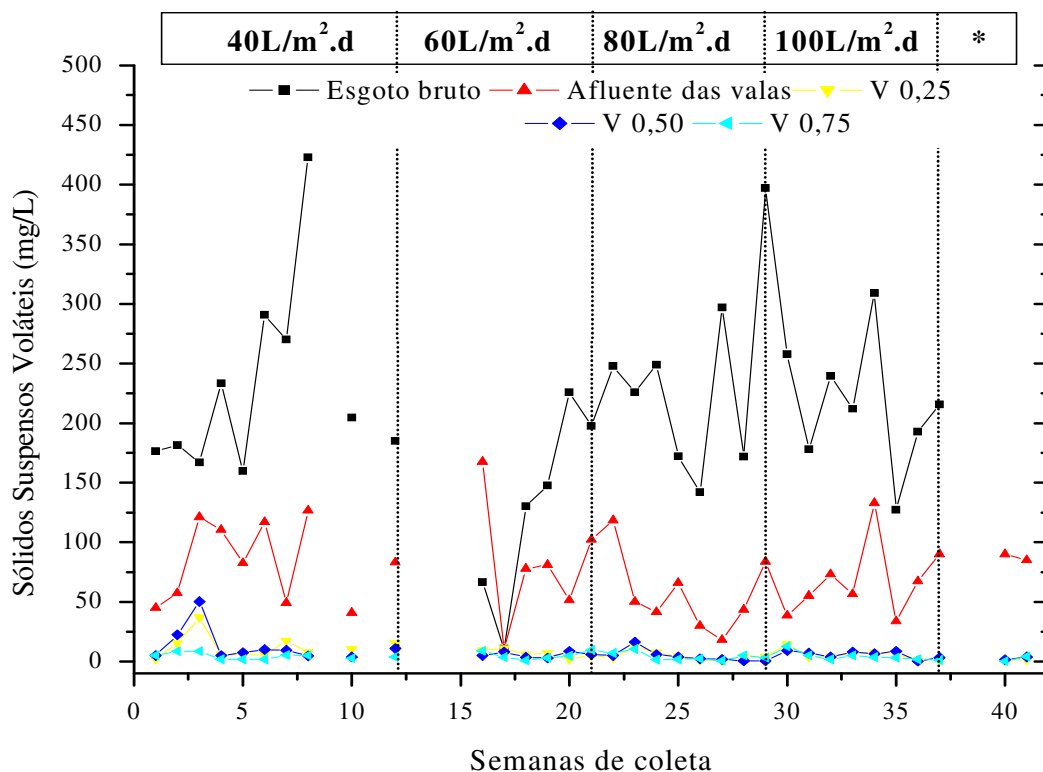


Figura 5.19: Semana da coleta em função do SSV, do esgoto bruto afluente e efluente das valas de filtração

Os valores médios de SSV do efluente das valas de filtração foram sempre inferiores ao afluente, no efluente da vala V 0,25, os valores médios estiveram na faixa de 4,82 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 76,12 a 12,40 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 109,14; No efluente da vala V 0,50 os valores médios estiveram na faixa de, 4,63 mg/L com desvio padrão relativo (%) 110,25 a 12,99 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 109,14; No efluente da vala V 0,75 os valores médios estiveram na faixa de 4,04 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 81,13 a 5,17 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 65,24.

Tabela 5.60: Valores médios de SSV (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	229,16	35,40	129,85	61,91	237,85	13,58	216,53	25,21
AF. V	83,35	40,60	81,86	64,22	56,43	57,22	68,44	46,46
V 0,25	12,40	81,33	6,78	47,64	4,82	76,12	5,74	74,70
V 0,50	12,99	109,14	5,75	39,69	4,63	110,25	5,95	51,30
V 0,75	4,48	58,44	5,17	65,24	4,04	81,13	4,39	84,53

Na Tabela 5.61, têm-se os valores médios da concentração de SSV (mg/L) do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração, nas freqüências de aplicação das taxas hidráulicas estudadas.

Tabela 5.61: Valores médios de SSV (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas freqüências de aplicações taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	175,07	4,24	74,47	54,75	18,43	95,06	25,93	88,09	7,43	28,4
40-12	227,93	28,81	103,43	17,72	5,70	3,51	7,60	31,58	1,80	5,6
40-18	346,40	31,19	87,90	62,42	12,75	52,69	7,15	46,48	5,25	6,7
40-24	194,90	7,04	62,00	48,36	13,05	25,47	7,50	66,00	3,30	30,0
60-6	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
60-12	38,70	101,95	89,05	124,90	10,24	11,60	6,56	33,63	6,26	59,8
60-18	139,15	8,89	79,63	2,89	6,60	12,86	3,35	10,55	2,05	72,4
60-24	211,70	9,55	76,90	46,53	3,50	60,61	7,35	24,05	7,20	45,2
80-6	236,85	6,48	84,25	57,49	7,75	81,20	10,75	73,01	8,70	26,0
80-12	210,50	25,87	53,70	32,39	6,20	36,50	4,98	26,29	1,70	8,3
80-18	219,60	49,85	24,00	35,36	1,10	25,71	2,10	26,94	1,55	68,4
80-24	284,45	56,01	63,75	44,48	4,23	0,84	0,70	20,20	4,20	33,7
100-6	218,00	25,95	46,75	24,96	9,35	80,92	8,25	18,00	8,95	60,8
100-12	225,80	8,64	64,95	17,96	5,35	19,83	6,10	47,53	3,48	68,2
100-18	218,10	58,94	83,35	84,24	6,95	17,30	7,58	17,27	3,58	6,9
100-24	204,20	7,90	78,70	20,31	1,30	16,32	1,88	103,71	1,55	31,9

NR: Nenhuma amostra analisada.

Ao comparar a eficiência de remoção, nas Tabelas 5.6. e 5.63 a vala V 0,75 alcançou o melhor desempenho sempre superior a 90 % em relação às demais. As valas V 0,25 e a V 0,50 eficiência foi sempre superior a 84% o que mostra que as valas de filtração suportaram todas as taxas aplicadas.

Tabela 5.62: Remoção SSV (%) do afluente e efluente das valas de filtração nas taxas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	63,63	36,96	76,28	68,39
V 0,25	85,12	91,72	91,46	91,62
V 0,50	84,42	92,97	91,79	91,31
V 0,75	94,63	93,69	92,84	93,59

Tabela 5.63: Remoção SSV (%) do afluente e efluente das valas de filtração nas frequências de aplicações taxas hidráulicas e estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	AF. V	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40-06	57,46	75,25	65,17	90,02
40-12	54,62	94,49	92,65	98,26
40-18	74,62	85,49	91,87	94,03
40-24	68,19	78,95	87,90	94,68
60-06	NR	NR	NR	NR
60-12	130,10	88,50	92,63	92,98
60-18	42,78	91,71	95,79	97,43
60-24	63,68	95,45	90,44	90,64
80-06	64,43	90,80	87,24	89,67
80-12	74,49	88,45	90,74	96,83
80-18	89,07	95,42	91,25	93,54
80-24	77,59	93,37	98,90	93,41
100-06	78,56	80,00	82,35	80,86
100-12	71,24	91,76	90,61	94,65
100-18	61,78	91,66	90,91	95,71
100-24	61,46	98,35	97,62	98,03

NR: Nenhuma amostra analisada

Nota-se na Figura 5.20, como o ocorrido com os SSF e SSV, houve uma remoção de SST, A Tabela 5.64 apresenta valores médios de SST, em mg/L, no efluente bruto no período estudado, variaram de 254,84 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 30,32 a 297,65 mg/L com desvio padrão relativo (%) 23,97. Esses valores foram na maioria das vezes superiores aos valores do afluente das valas de filtração, onde estes ficaram na média, entre 90,90 mg/L com desvio padrão relativo (%) 35,03 a 128,99 mg/L com desvio padrão relativo (%) 40,76.

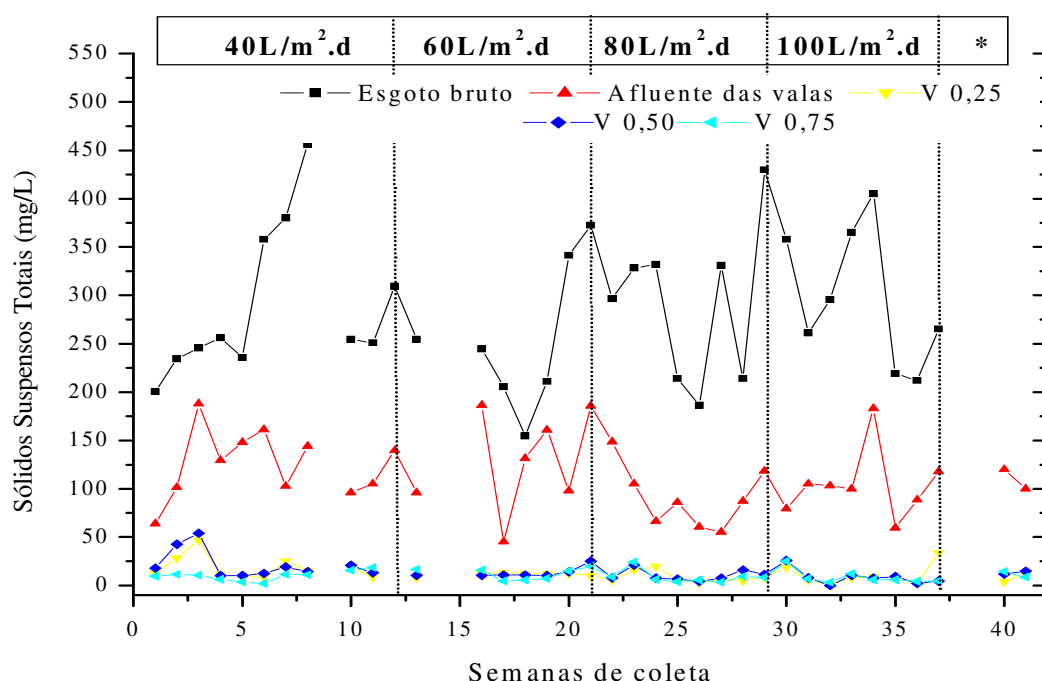


Figura 5.20: Semana da coleta em função do SST, do esgoto bruto afluente e efluente das valas de filtração

Os valores médios de SST do efluente das valas foram sempre inferiores ao afluente, assim sendo, os valores médios. Na vala V 0,25 variaram de 8,76 mg/L com um desvio padrão relativo (%) 67,78 a 18,52 mg/L, com um desvio padrão relativo (%) 64,80; Na vala V 0,50 de 8,48 mg/L com desvio padrão relativo (%) 91,81 a 20,56 mg/L com desvio padrão relativo (%) 72,13 e na vala V 0,75 m de 8,49 mg/L com um desvio padrão relativo (%) 84,68 a 12,17 mg/L, com um desvio padrão relativo (%) 50,91.

Têm-se nas Tabelas 5.64 e 5.65, os valores médios em (mg/L), do SST; esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração, desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas.

Tabela 5.64: Valores médios do SST (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	289,19	26,92	254,84	30,32	291,45	10,92	297,65	23,97
AF. V	125,36	28,13	128,99	40,76	90,90	35,03	104,51	34,84
V 0,25	18,52	64,80	11,29	16,75	8,76	67,78	10,69	101,30
V 0,50	20,56	72,13	13,09	41,41	10,31	54,45	8,48	91,81
V 0,75	10,04	50,13	12,17	50,91	8,69	76,41	8,49	84,68

Tabela 5.65: Valores médios do SST (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	226,73	10,30	117,70	54,15	29,17	58,16	38,23	48,33	10,43	9,6
40-12	283,34	23,10	146,17	10,96	9,73	17,57	11,00	11,82	4,07	54,4
40-18	418,00	12,86	123,45	23,54	20,45	32,16	16,90	20,08	11,30	3,8
40-24	271,63	12,09	113,50	20,23	13,80	50,21	17,05	31,93	17,15	12,0
60-6	254,40	*	96,00	*	7,80	*	10,60	*	16,80	*
60-12	225,00	12,26	115,65	86,27	12,55	12,96	10,55	2,01	10,35	77,2
60-18	182,85	21,85	145,90	14,15	12,05	2,93	10,45	6,09	6,35	18,9
60-24	356,90	6,22	141,90	43,75	11,00	12,86	19,50	39,89	17,50	20,2
80-6	312,40	7,15	126,75	24,27	10,80	66,78	14,50	64,37	16,45	66,6
80-12	273,00	30,56	76,20	18,19	13,00	76,15	6,95	9,16	5,10	33,3
80-18	258,65	39,56	57,90	6,11	4,80	47,14	6,05	38,57	4,45	36,5
80-24	321,75	47,45	102,75	21,40	6,45	36,18	13,75	23,14	8,75	8,9
100-6	309,50	22,16	92,25	19,55	12,00	76,60	16,75	75,57	15,93	80,6
100-12	330,40	14,90	101,50	2,09	4,40	112,49	5,35	136,13	7,65	82,3
100-18	312,05	42,13	121,20	72,11	8,38	7,18	8,38	14,78	5,98	0,6
100-24	238,65	15,85	103,10	20,16	18,00	125,71	3,45	47,14	4,43	8,8

* Apenas uma amostra analisada

Ao analisar a remoção do SST do efluente das valas de filtração, nota-se que a eficiência de remoção, nas três valas, foi sempre superior a 85 % na taxa 40 e 60 L/m².dia, nas demais taxas a eficiência ficou acima de 90 % exceto na vala V 0,25 ficou próximo. A vala V 0,75 teve o melhor desempenho em todas as taxas estudadas.

Ao observar as Tabelas 5.66 e 5.67, os efluentes das valas nota se que exceto na taxa 40 L/m².dia, as demais taxas, a frequência de 18 horas de aplicação, por dia obtiveram as melhores índice de remoção de SST, superior a 89 % de remoção.

Tabela 5.66: Remoção SST (%) do afluente e efluente das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	56,65	49,39	68,81	64,89
V 0,25	85,23	91,25	90,36	89,77
V 0,50	83,60	89,85	88,66	91,88
V 0,75	91,99	90,56	90,44	91,87

Tabela 5.67: Remoção SST (%) do afluente e efluente das valas de filtração nas taxas e frequências estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	AF. Valas Média	V 0,25 Média	V 0,50 Média	V 0,75 Média
40-06	48,09	75,22	67,52	91,14
40-12	48,41	93,34	92,47	97,22
40-18	70,47	83,43	86,31	90,85
40-24	58,22	87,84	84,98	84,89
60-6	62,26	91,88	88,96	82,50
60-12	48,60	89,15	90,88	91,05
60-18	20,21	91,74	92,84	95,65
60-24	60,24	92,25	86,26	87,67
80-06	59,43	91,48	88,56	87,02
80-12	72,09	82,94	90,88	93,31
80-18	77,61	91,71	89,55	92,31

Taxa (L/m ² .hora)	AF. Valas	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
80-24	68,07	93,72	86,62	91,48
100-06	70,19	86,99	81,84	82,74
100-12	69,28	95,67	94,73	92,46
100-18	61,16	93,09	93,09	95,07
100-24	56,80	82,54	96,65	95,71

5.1.12 Compostos Nitrogenados

A Figura 5.21, demonstra que o esgoto bruto que chegava a estação de tratamento era constituído essencialmente por nitrogênio amoniacal, e um pouco de orgânico nas Tabela 5.68 e 569, podem se observar as concentrações médias destes compostos no período estudado, que estiveram na faixa de 24,55 mg/L, com um desvio padrão relativo (%) 47,63 a 37,85 mg/L, com um desvio padrão relativo (%) 28,75. Na maioria das amostras avaliadas, o composto preponderante era nitrogênio amoniacal, alternando altas e baixas concentrações, sendo seu ponto máximo igual a 56,00 mg/L e o mínimo de 18,46 mg/L. Os resultados obtidos para o nitrogênio orgânico foram menos oscilantes e compreendidos entre 1,85 mg/L e 12,25 mg/L.

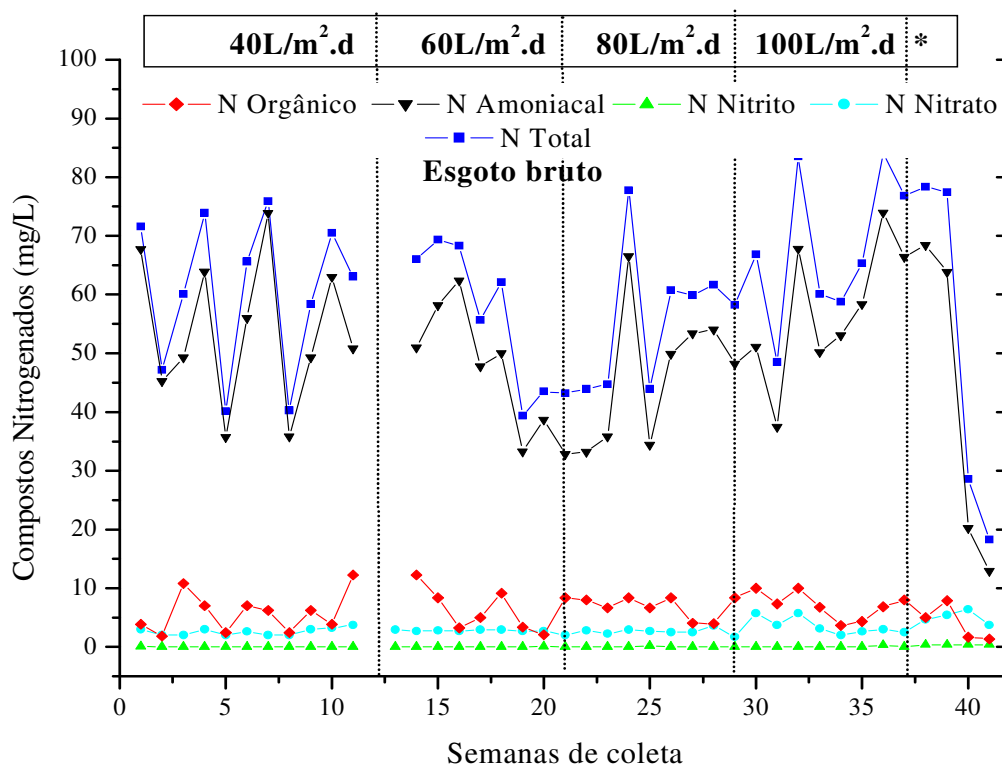


Figura 5.21: Semana da coleta em função da concentração dos compostos nitrogenados no esgoto bruto

Tabela 5.68: Valores médios de $N_{\text{orgânico}}$ (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	5,81	58,48	6,46	55,36	6,77	25,62	7,10	32,45
AF. V	3,82	60,98	4,91	58,72	5,20	33,38	4,17	19,31
V 0,25	0,57	68,21	0,89	60,63	0,72	66,43	0,31	18,99
V0,50	0,38	93,41	0,71	52,02	0,73	51,51	0,31	18,99
V 0,75	0,41	94,79	0,61	64,36	0,60	118,95	0,31	18,99

Tabela 5.69: Valores médios de N NH₃ (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DP (%)	Média	DP (%)	Média	DP (%)
E.B	37,85	28,75	31,13	36,38	24,55	47,63	28,90	46,63
AF. V	53,71	23,29	46,78	23,48	46,95	24,91	57,32	20,55
V 0,25	1,30	48,56	1,04	65,20	1,35	52,62	1,05	52,46
V0, 50	0,84	59,19	0,85	55,87	1,03	46,49	0,90	77,40
V 0,75	1,01	42,90	1,16	80,64	1,02	71,50	0,47	40,86

Quanto ao nitrito, era muito diluído no esgoto bruto, com valores de concentrações 0,01 mg/L com desvio padrão relativo (%) 117,75 a 0,05 01 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 213,97. A Tabela 5.70, apresenta os valores médios, verificado durante o estudo. O nitrato na maioria das vezes esteve com valores médios de 2 mg/L. Pode se verifica na Tabela 5.71, que os valores médios, estiveram na faixa de 2,62 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 22,86 a 3,54 2 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 40,23.

Tabela 5.70: Valores médios de N nitrito (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	0,01	117,75	0,02	113,23	0,03	119,79	0,05	213,97
AF. V	0,03	188,69	0,02	118,06	0,02	156,64	0,07	211,50
V 0,25	0,05	136,30	0,11	128,31	0,28	111,98	0,21	81,76
V 0,50	0,03	111,45	0,03	102,66	0,18	72,27	0,05	95,46
V 0,75	0,04	98,96	0,12	124,15	0,11	108,89	0,03	115,84

Tabela 5.71: Valores médios de N nitrito (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	2,62	22,86	2,68	10,71	2,62	37,91	3,54	40,23
AF. V	3,86	14,89	3,60	18,06	3,85	25,79	4,13	31,65
V 0,25	24,32	54,11	51,01	19,12	52,34	19,36	69,13	17,60
V 0,50	26,12	53,40	53,99	14,76	51,88	21,06	74,75	22,61
V 0,75	21,87	41,79	49,51	21,31	51,85	15,05	74,65	20,36

Quanto ao afluente aplicado nas valas de filtração, observa-se pela Figura 5.22 a existência de uma concentração predominante de nitrogênio amoniacal. Os valores médios variaram de 46,78 mg/L N.NH₃ com desvio padrão relativo (%) 23,48 a 57,32 mg/L com desvio padrão relativo (%) 20,55. As concentrações de nitrito variaram de, 0,02 mg/L com desvio padrão relativo (%) 156,54 a 0,07 mg/L, com desvio padrão relativo (%) 211,50. As concentrações de nitrato foram de 3,60 mg/L com desvio padrão relativo (%) 18,06 a 4,13 mg/L com desvio padrão relativo (%) 31,65.

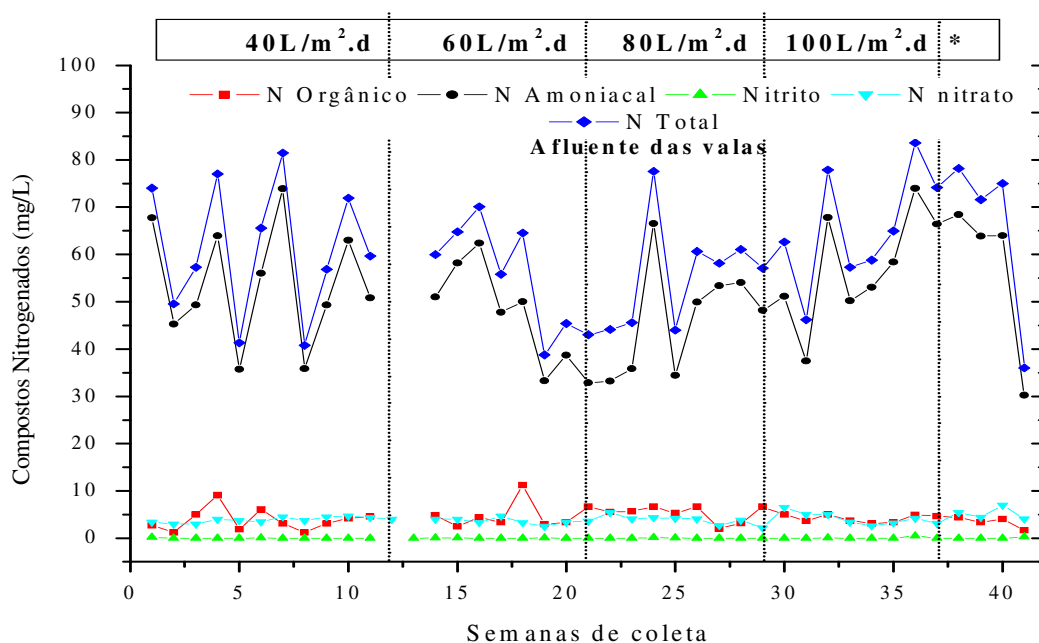


Figura 5.22: Semana da coleta em função da concentração dos compostos nitrogenados no afluente das valas de filtração

Após a aplicação do efluente anaeróbio, nas valas de filtração, verificou-se alterações nas concentrações dos diversos compostos nitrogenados, ao qual permite constatar que se deu uma substancial transformação do nitrogênio orgânico e amoniacal, principalmente, em nitrato.

Tem se nas Tabelas 5.72 a 5.76, os valores das concentrações dos compostos nitrogenados nas diferentes taxas hidráulicas e aplicações. Ao analisar a Figura 5.23, da vala V 0,25, nota-se as curvas correspondentes às concentrações de nitrogênio total e nitrato, verificam-se que ambas estiveram bastante próximas.

Quanto ao nitrogênio orgânico e amoniacal, os mesmos estiveram muito próximos ao limite de detecção da técnica empregada, demonstrando uma degradação quase completa da matéria orgânica presente no afluente. No quis dez respeito à concentração de nitrato, os valores variaram de 4,50 mg/L N-NO₃ na 1ª semana a 85 mg/L N-NO₃ na 36ª semana, porem, quando houve uma parada no sistema, entre as 12ª e 13ª semanas de coleta de dados (40 L/m²dia), não foi aplicado efluente anaeróbio, durante duas semanas, existiu então, uma diminuição no valor referente à semana anterior, de 50,40 mg/L N-NO₃, a 25,60 mg/L N-NO₃ na semana seguinte.

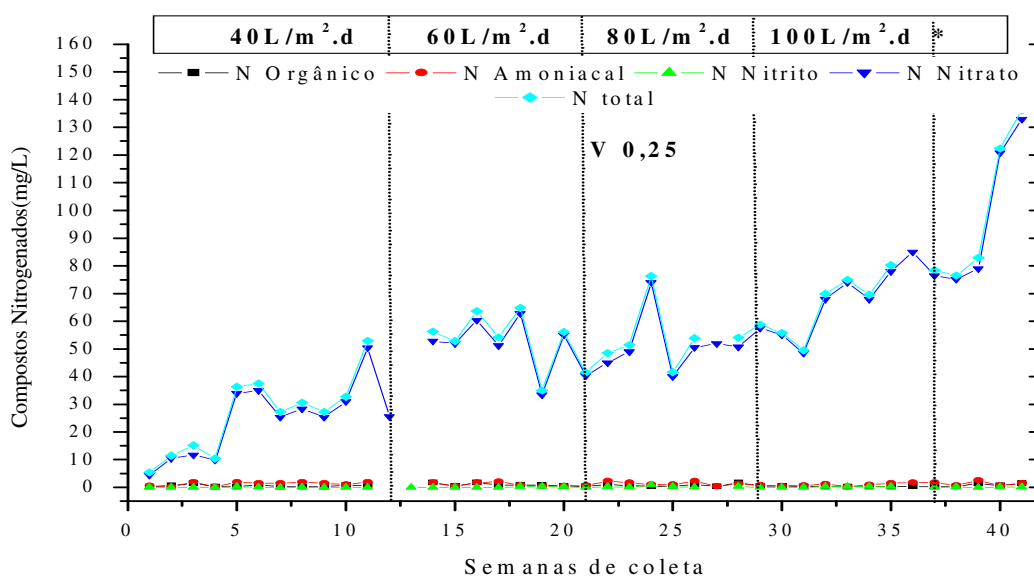


Figura 5.23: Semana da coleta em função da concentração dos compostos nitrogenados na vala V 0,25

Ao correlacionar se as curvas da mesma Figura 5.23 com valor de pH, observa-se uma proporção inversa, há queda nos valores de pH, quando são encontrado aumento do valor de nitrato, este fato pode indicar, que com transformação do nitrogênio amoniacal em nitrato, houve um acréscimo de acidez no meio, ocasionando a queda do pH. Este comportamento repetiu-se nas demais valas.

A nitrificação, na valas passou a ter uma influência preponderante sobre o sistema, levando o pH a valores mais baixos. Esta característica pode ser encontrada na a fase, iniciada a partir da 20ª semana (60 L/m².dia) e estendida até o final do projeto.

Quanto à vala V 0,50 e a V 0,75 nota-se por meio das Figuras 5.24 e 5.25, que ocorreu um processo de nitrificação, o nitrogênio total, a soma de todas as formas do nitrogênio, foram convertidos a nitrato. Os valores da concentração de nitrato encontrados na vala V 0,50 estiveram na faixa de 3,60 mg/L na 1ª semana (40 L/m².dia) a 85,50 mg/L na 36ª semana (100 L/m².dia). Quanto a vala V 0,75, estiveram na faixa de 4,00 mg/L na 1ª semana (40 L/m².dia) a 85,50 na 36ª semana (100 L/m².dia).

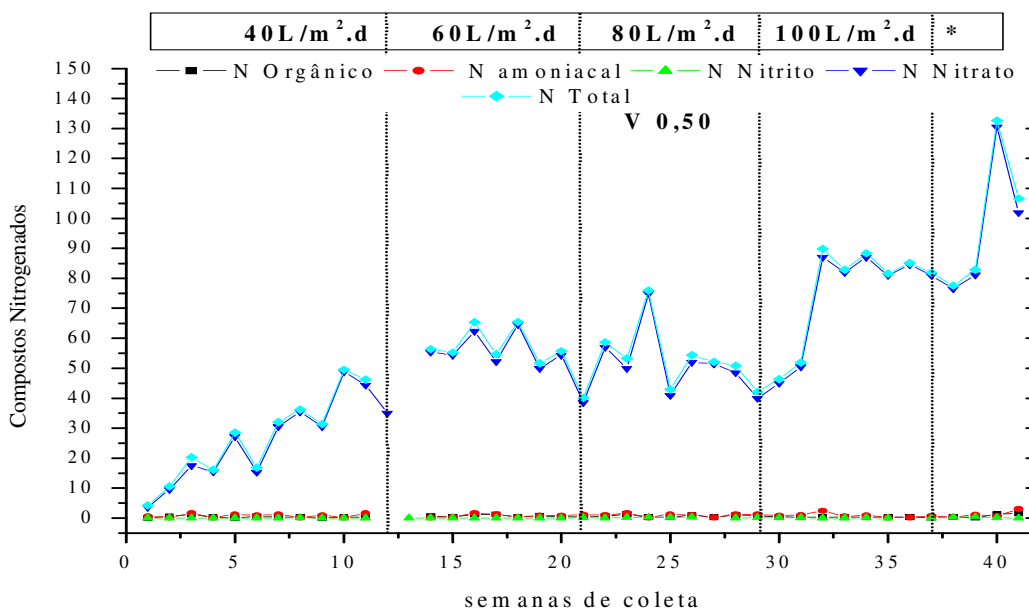


Figura 5.24: Semana da coleta em função da concentração dos compostos nitrogenados na vala V 0,50

Quanto a concentração de nitrito na vala V 0,50 os valores obtidos estiveram na faixa de 0,0014 mg/L na 14ª semana (60 L/m²dia) a 0,9330 mg/L na 24ª semana (80 L/m²dia) na vala V 0,75 foram encontrados os seguintes valores 0,0010 mg/L na 13ª semana (60 L/m²dia), a 0,3578 mg/L na 24ª semana (80 L/m²dia).

Os valores do nitrogênio orgânico ($N_{org} = NTK - N_{NH_3}$), da vala V 0,50 estiveram na faixa de 0,00 mg/L na 1ª semana (40 L/m²dia) a 1,33 mg/L na 23ª semana (80 L/m²dia). Na vala V 0,75 os valores obtidos foram 0,00 mg/L na 1ª semana (40 L/m²dia) a 2,32 mg/L na 23ª semana (80 L/m²dia).

Os valores do nitrogênio amoniacal da vala V 0,50 estiveram na faixa de 0,28 mg/L na 14ª semana (60 L/m²dia) a 2,50 mg/L na 32ª semana (100 L/m²dia). Na vala V 0,75 os valores obtidos foram 0,00 mg/L na 19ª semana (60 L/m²dia) a 2,32 mg/L na 23ª semana (80 L/m²dia).

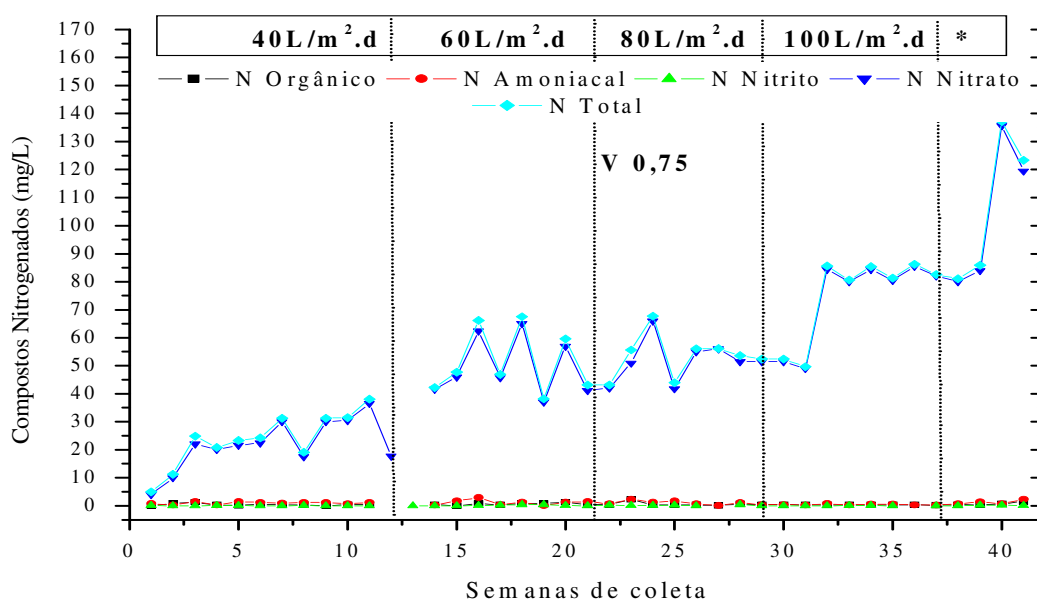


Figura 5.25: Semana da coleta em função da concentração dos compostos nitrogenados na vala V 0,50

Os valores do nitrogênio total e a eficiência da remoção são apresentados na Tabela 5.77.

Tabela 5.72: Valores médios de N NH₃ (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40- 6	40,52	7,80	54,12	22,14	0,91	91,15	0,80	80,93	0,90	68,8
40-12	35,45	32,37	51,87	28,05	1,23	66,17	0,82	57,21	1,03	62,5
40-18	40,25	49,48	53,00	36,47	1,64	10,89	0,82	57,22	1,13	15,4
40-24	33,84	13,10	56,91	15,13	1,45	39,01	0,95	89,04	0,97	38,8
60- 6	42,12	12,15	54,61	9,34	1,09	86,68	0,35	28,28	0,97	100,6
60-12	35,62	50,09	55,09	18,70	1,87	15,88	1,45	20,48	1,67	105,7
60-18	21,00	12,63	41,65	28,35	0,63	47,14	0,63	46,39	0,63	141,4
60-24	25,78	4,58	35,76	11,51	0,59	40,75	0,99	22,25	1,38	12,9
80- 6	19,95	0,35	34,51	5,43	1,99	23,45	1,33	35,09	1,48	80,6
80-12	29,86	47,16	50,47	45,02	1,00	0,71	0,83	85,19	1,50	15,6
80-18	27,38	36,86	51,66	4,80	1,33	106,01	0,67	70,92	0,36	115,7
80-24	21,02	1,48	51,16	8,09	1,09	31,93	1,29	3,85	0,76	63,3
100-6	16,95	11,26	44,33	21,78	0,54	31,43	0,92	12,30	0,38	17,0
100-12	21,74	21,21	59,00	21,09	0,78	85,51	1,56	85,22	0,57	64,9
100-18	29,01	7,44	55,75	6,72	1,24	34,93	0,62	71,05	0,62	0,0
100-24	47,91	23,88	70,20	7,66	1,66	0,00	0,50	47,14	0,33	0,0

Tabela 5.73: Valores médios de N_{orgânico} (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	5,50	85,49	2,96	64,23	0,81	80,15	0,62	99,73	0,72	89,19
40-12	5,49	47,77	5,67	63,68	0,51	69,35	0,33	84,46	0,33	84,46
40-18	4,95	43,74	2,46	43,36	0,31	0,37	0,21	86,60	0,21	86,60
40-24	8,05	73,79	4,38	5,66	0,70	0,00	0,35	0,00	0,35	0,00
60-6	10,29	27,02	3,70	45,87	1,09	86,68	0,56	35,36	0,18	141,42
60-12	4,10	31,04	3,86	19,78	1,25	47,14	1,25	0,57	0,63	46,54
60-18	6,24	65,95	7,07	83,21	0,84	0,85	0,63	46,39	0,84	0,85
60-24	5,20	84,85	4,99	47,05	0,40	7,07	0,40	7,07	0,82	75,48

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
80-6	7,30	12,89	5,59	1,39	0,83	28,56	1,02	43,89	1,33	104,83
80-12	7,48	15,88	5,98	15,84	0,33	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00
80-18	6,16	49,59	4,33	76,02	0,67	70,92	0,67	70,92	0,20	94,28
80-24	6,15	49,90	4,90	50,51	1,04	84,31	0,92	12,30	0,54	31,43
100-6	8,64	21,93	4,33	22,07	0,38	16,97	0,38	16,97	0,38	16,97
100-12	8,39	27,24	4,35	21,13	0,31	0,00	0,31	0,00	0,31	0,00
100-18	4,00	11,15	3,21	4,85	0,31	0,00	0,31	0,00	0,31	0,00
100-24	7,38	11,11	4,79	4,29	0,27	34,69	0,27	34,69	0,27	34,69

Tabela 5.74: Valores médios de N_{nitrito} (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF.valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	0,01	134,45	0,07	170,17	0,04	120,74	0,03	130,29	0,03	137,0
40-12	0,01	79,57	0,03	69,61	0,10	113,04	0,02	31,81	0,07	63,7
40-18	0,00	108,61	0,01	81,42	0,04	114,88	0,05	134,72	0,03	75,2
40-24	0,00	41,39	0,01	105,21	0,01	38,44	0,02	21,62	0,01	29,0
60-6	0,01	16,24	0,03	83,03	0,01	129,77	0,01	152,37	0,01	86,7
60-12	0,01	92,23	0,00	69,87	0,03	1,06	0,03	14,49	0,12	105,6
60-18	0,02	3,07	0,02	123,19	0,31	4,54	0,01	10,10	0,36	0,5
60-24	0,04	98,76	0,01	35,05	0,14	127,95	0,06	71,96	0,06	105,1
80-6	0,01	10,57	0,00	87,40	0,17	72,47	0,15	109,66	0,10	88,9
80-12	0,10	112,69	0,08	39,36	0,60	77,65	0,26	2,80	0,10	85,2
80-18	0,01	87,64	0,00	68,52	0,06	*	0,34	*	0,02	*
80-24	0,00	12,22	0,00	32,64	0,17	121,31	0,05	86,61	0,19	128,8
100-6	0,01	58,36	0,01	1,25	0,02	35,99	0,09	10,39	0,01	122,5
100-12	0,02	37,01	0,04	128,75	0,36	3,00	0,01	58,40	0,03	95,3
100-18	0,02	2,33	0,02	2,51	0,33	6,19	0,07	106,85	0,07	89,4
100-24	0,17	137,86	0,23	137,46	0,04	*	0,01		0,02	*

Tabela 5.75: Valores médios de N NH₃ (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF.valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	2,33	24,74	3,13	7,37	8,93	43,59	10,23	68,13	12,03	76,6
40-12	2,53	19,87	3,73	6,74	26,27	54,32	19,33	35,24	21,37	5,5
40-18	2,33	24,74	4,23	10,91	26,40	6,56	32,17	8,97	25,83	27,9
40-24	3,27	12,37	4,33	8,10	35,67	36,57	42,73	16,50	28,23	33,8
60-6	2,75	2,57	4,00	0,00	52,40	1,08	54,90	1,29	43,80	7,1
60-12	2,80	5,05	4,00	24,75	55,78	11,61	57,30	12,59	54,10	21,7
60-18	2,80	5,05	2,90	19,51	48,15	43,03	57,30	18,02	51,05	38,9
60-24	2,35	21,06	3,50	4,04	47,70	21,64	46,45	24,20	49,10	22,8
80-6	2,53	15,40	4,75	19,35	47,00	6,02	53,50	9,25	46,50	13,7
80-12	2,80	5,05	4,25	1,66	57,00	42,18	58,00	41,45	53,90	31,7
80-18	2,50	0,00	3,40	29,12	51,25	2,07	51,75	0,68	55,50	1,3
80-24	2,65	50,70	3,00	37,71	54,13	8,82	44,25	13,58	51,50	0,0
100-6	4,70	30,09	5,75	18,45	51,75	8,88	47,75	8,14	50,25	3,5
100-12	4,40	41,78	4,20	26,94	71,00	5,98	84,50	4,18	82,20	3,8
100-18	2,30	18,45	2,90	14,63	73,00	9,69	84,00	5,05	82,40	3,4
100-24	2,75	12,86	3,65	21,31	80,75	7,44	82,75	2,99	83,75	3,0

Tabela 5.76: Valores médios de N_{total} (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	60,61	21,39	55,94	22,04	56,37	20,26	68,01	18,56
AF. V	61,41	22,73	55,29	20,93	56,02	20,39	65,69	18,64
V 0,25	26,12	54,58	53,06	19,22	54,94	19,70	68,34	16,90
V 0,50	26,56	54,13	47,82	40,31	53,79	19,62	76,00	22,24
V 0,75	23,69	40,52	51,42	22,15	53,57	14,45	75,47	20,20

Tabela 5.77: Valores de remoção de N_{total} (%), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	-1,31	1,17	0,62	3,41
V 0,25	57,46	4,02	1,93	-4,04
V 0,50	56,75	13,49	3,98	-15,71
V 0,75	61,43	6,99	4,36	-14,89

Quando leva-se em consideração a legislação de estados, a do Rio Grande do Sul, que estabeleceu como padrão de lançamento em termos de nitrogênio total a concentração de 10 mg/L, e também a Resolução CONAMA 357 (2005), em termos de nitrogênio amoniacal total 20,0 mg/L N.

Nota-se que as valas de filtração não possuiriam um efluente adequado em praticamente nenhuma situação. No entanto, deve-se ressaltar que este sistema foi capaz de cumprir um importante papel, desempenhando, em grande medida, a nitrificação. Deste modo, existiria a necessidade de realizar um tratamento do efluente deste sistema, buscando aplicar a desnitrificação, ou seja, a transformação do nitrato em N_2 .

5.1.13 Fósforo Total

No que diz respeito ao fósforo, por meio da Figura 5.26 nota-se que suas concentrações no esgoto bruto variaram de 4,85 mg/L P_{total} na 33^a semana, a 14,20 mg/L P_{total} na 40^a semana de estudo. Em relação ao afluente das valas de filtração, variou de 4,01 mg/L P_{total} na 33^a semana, a 9,80 na 40^a semana.

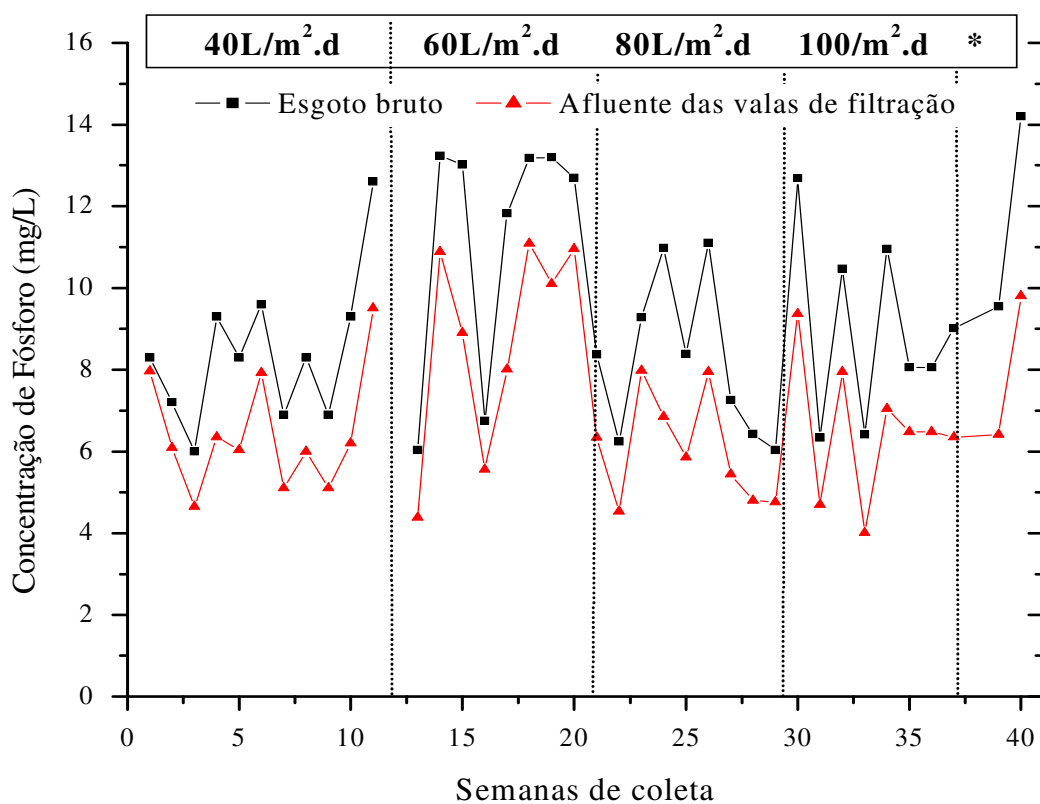


Figura 5.26: Semana da coleta em função da concentração de fósforo total, do esgoto e afluente das valas de filtração

Na Tabela 5.78 notam-se os valores médios encontrados no esgoto bruto no período avaliado, estiveram na faixa de 8,01 mg/L P_{total} , com desvio padrão relativo (%) de 17,14 a 10,92 mg/L P_{total} , com desvio padrão relativo (%) 27,43, enquanto, que no afluente das valas de filtração estiveram na faixa de 6,02 mg/L P_{total} com desvio padrão relativo (%) 23,39 a 8,47 com desvio padrão relativo (%) 30,01.

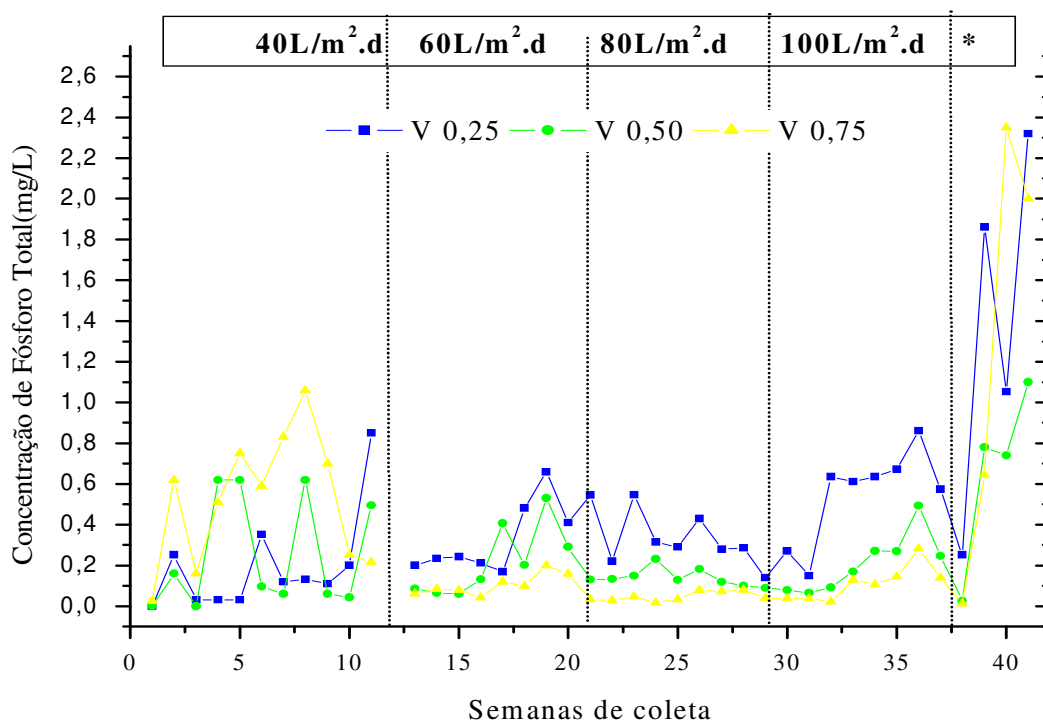
Tabela 5.78: Valores médios de P_{total} (mg/L), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	8,41	21,42	10,92	27,43	8,21	17,14	9,00	24,89
AF. V	6,45	22,61	8,47	30,01	6,02	23,39	6,55	25,82
V 0,25	0,19	127,23	0,35	50,84	0,29	55,63	0,55	41,67
V 0,50	0,24	114,45	0,18	98,77	0,11	63,68	0,18	82,17
V 0,75	0,52	61,72	0,13	91,02	0,10	148,63	0,13	76,35

Após a aplicação do efluente anaeróbio na valas de filtração, na Figura 5.27, é possível notar que da 1^a a 38^a semana, período que corresponde o estudo das taxas hidráulicas, e ainda nas 39^a a 41^a semana serão discutido no item 5.2 Verificação das Taxas Hidráulicas o resultado apresentado. Os efluentes das valas estiveram na faixa de 0,01 até 1,06 mg/L P_{total} . Na Tabela 5.79 nota se que os resultados médios variaram de 0,05 mg/L P_{total} com desvio padrão relativo (%) 49,12 na vala V 0,75 (80 L/m²/dia) a 0,55 mg/L P_{total} , com desvio padrão relativo (%) 44,67, na vala V 0,25 (100 L/m²/dia). Sendo assim, nenhum valor médio esteve a acima da concentração 1 mg/L P_{total} limite máximo do estado que possui uma legislação específica para a emissão de fósforo em corpos hídricos, que é o Rio Grande do Sul.

Ao se comparar às taxas hidráulicas, na de 40 L/m². dia, as vala V 0,50 e a V 0,75, apresentavam os maiores valores médios de concentração de, P_{total} , o que não era desejado, entretanto, após a parada por duas semanas entre a 12^a e 13^a semanas de coleta, observou uma tendência que se manteve até a aplicação da taxa de 100 L/m²/dia 37^a semana de coleta, que foi as valas com maiores camadas de areia a remoção foi melhor uma explicação para justificar tal fato, pode ter sido o período de parada que antecede, assim o rearranjo do leito de areia melhorou o processo de retenção de fósforo.

Após a análise da verificação da taxa de 40 L/m²dia realizada na 38ª semana foi obtido os seguintes dados: Esgoto bruto 9,55 mg/L P_{total}; efluente anaeróbio 6,41 mg/L P_{total}; V 0,25 0,250 mg/L P_{total}; V 0,50 0,028 mg/L P_{total} e V 0,75 0,012 mg/L P_{total}.



* Verificação das taxas hidráulicas de 40 e 100 L/m².d

Figura 5.27: Semana da coleta em função da concentração de fósforo total, do esgoto e afluente das valas de filtração

Após a análise da verificação da taxa de 40 L/m²dia realizada na 38ª semana foi obtido os seguintes dados: Esgoto bruto 9,55 mg/L P_{total}; efluente anaeróbio 6,41 mg/L P_{total}; V 0,25 0,250 mg/L P_{total}; V 0,50 0,028 mg/L P_{total} e V 0,75 0,012 mg/L P_{total}.

Quando se analisa o tratamento propiciado pelas valas, no decorrer do aumento das taxas hidráulicas nota-se que as valas V 0,50 e V 0,75 possuíam uma maior capacidade para suportar um aumento da quantidade de fósforo aplicada sem acarretar no acréscimo da concentração deste composto no efluente.

Este desempenho era esperado, pois, as valas continham uma parede de acrílico e notou a formação de colônia de microrganismo em toda a camada e profundidade da areia, que possivelmente acabou por consumir uma maior quantidade de fósforo em seu metabolismo, impedindo sua saída conjuntamente com o efluente. E também estas valas possuíam um maior volume de areia e brita conseqüentemente uma grande possibilidade de conter maiores concentrações de ferro, alumínio e cálcio, que associados ao fósforo formam compostos insolúveis, facilmente retidos da areia.

Quando analisam-se os dados pela freqüência de aplicação das taxa hidráulicas e remoção da concentração da Tabelas 5.79 e 5.80, constata se os melhores resultados são obtidos quando o efluente anaeróbio é aplicado em todas as taxas em um período menor (6 e 12 horas), nesta aplicação tende a haver uma maior concentração de O₂ mg/L no meio filtrante das camadas de areia.

Tabela 5.79: Valores médios de P_{total} (mg/L), do esgoto bruto, afluyente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas freqüências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF.valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	7,14	15,68	6,23	26,63	0,09	146,25	0,05	173,21	0,27	116,0
40-12	9,04	7,52	6,77	15,03	0,14	134,20	0,45	67,93	0,62	19,7
40-18	7,35	10,84	5,40	9,62	0,12	8,73	0,25	131,07	0,86	21,2
40-24	10,96	21,24	7,85	29,73	0,53	87,55	0,27	119,30	0,23	10,3
60-6	10,76	38,07	8,06	41,41	0,23	10,11	0,07	18,54	0,07	16,7
60-12	9,29	38,61	6,79	25,53	0,19	16,70	0,27	72,03	0,08	68,1
60-18	13,19	0,11	10,60	6,61	0,57	22,33	0,37	63,09	0,15	48,4
60-24	10,54	29,06	8,65	37,71	0,48	20,16	0,21	53,87	0,10	93,8
80-6	7,77	27,59	6,26	39,00	0,38	60,19	0,14	8,50	0,04	37,2
80-12	9,68	18,99	6,36	11,02	0,30	5,62	0,18	40,29	0,03	39,6
80-18	9,18	29,58	6,69	26,42	0,36	29,88	0,15	29,40	0,08	6,6
80-24	6,23	4,43	4,78	0,59	0,21	48,25	0,10	7,44	0,06	47,1

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF.valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
100-6	9,52	47,19	7,03	46,87	0,21	40,41	0,07	12,68	0,04	1,9
100-12	8,44	34,01	5,98	46,51	0,62	2,72	0,13	41,72	0,07	99,9
100-18	9,51	21,50	6,76	5,86	0,65	4,22	0,24	18,42	0,13	21,5
100-24	8,54	7,87	6,42	1,43	0,72	28,40	0,37	46,76	0,21	47,6

Tabela 5.80: Valores de remoção de P_{total} (%), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	AF. Valas	V 0,25	V 0,50	V 0,75
	Média	Média	Média	Média
40-06	12,74	98,50	99,14	95,69
40-12	25,14	97,97	93,42	90,89
40-18	26,53	97,77	95,43	84,01
40-24	28,34	93,31	96,58	97,03
60-6	25,13	97,20	99,13	99,08
60-12	26,93	97,19	96,04	98,81
60-18	19,67	94,62	96,54	98,59
60-24	17,94	94,48	97,57	98,90
80-06	19,45	93,88	97,74	99,39
80-12	34,35	95,25	97,18	99,61
80-18	27,12	94,69	97,74	98,87
80-24	23,21	95,55	98,01	98,74
100-06	26,12	97,01	98,97	99,47
100-12	29,21	89,57	97,82	98,75
100-18	28,88	90,33	96,48	98,15
100-24	24,84	88,82	94,22	96,71

Quando se analisam os dados da remoção de fósforo por meio da Tabela 5.81, constata-se que foram sempre acima de 91%. Exceto na taxa 40 L/m².dia nas demais taxas hidráulicas a vala V 0,75 teve o melhor desempenho em relação à demais.

Tabela 5.81: Remoção de P_{total} (%), afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	23,36	22,46	26,70	27,27
V 0,25	97,03	95,86	94,80	91,58
V 0,50	96,31	97,51	97,65	96,90
V 0,75	91,94	98,86	99,18	98,29

5.1.14 Coliformes Totais e Termotolerantes

No que diz respeito à concentração de coliformes totais, por meio da Figura 5.28 nota-se que suas concentrações no esgoto bruto variaram de 8x10⁷ NMP/100 mL na 16^a semana (60 L/m².dia), a 1,6 x 10¹⁰ NMP/100 mL na 16^a semana de estudo (60 L/m².dia). Em relação ao afluente das valas de filtração, variou de 1,10 x 10⁶ NMP/100 mL, na 11^a semana, (40 L/m².dia) a 7,0 x 10⁹ NMP/100mL na 27^a semana (80 L/m².dia).

No que se refere ao efluente das valas de filtração, nota-se na Figuras 5.29 que os resultados obtidos foram diferenciados, de acordo com as camadas de areia e a taxas hidráulicas estudadas.

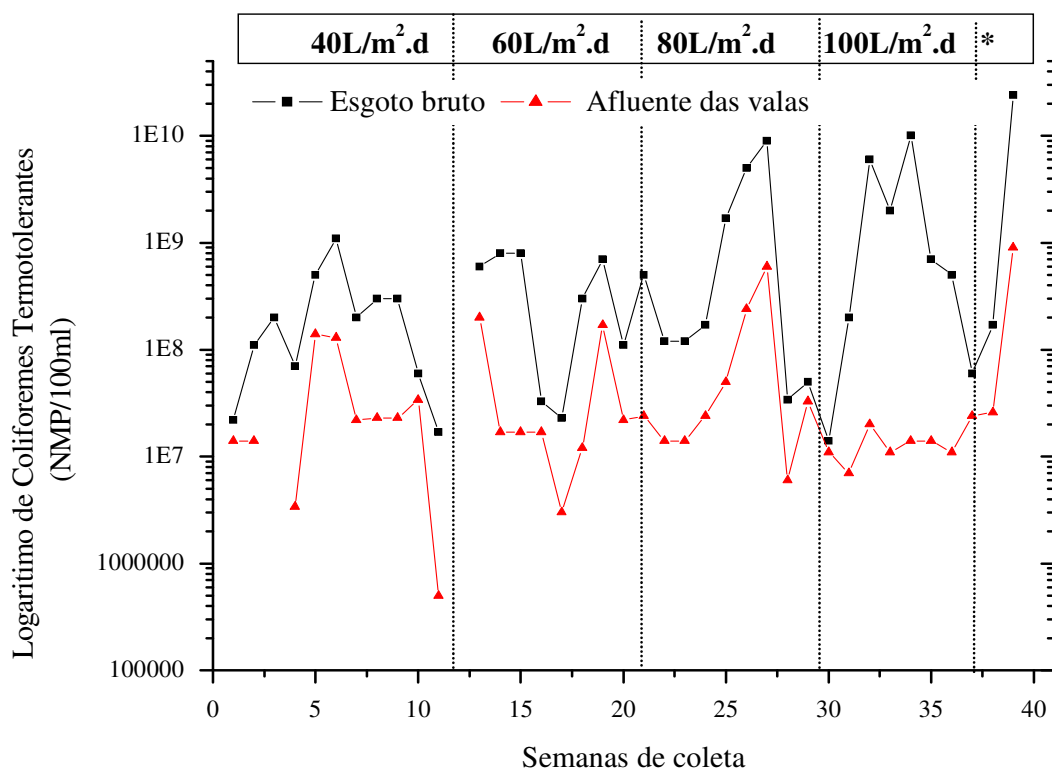


Figura 5.28: Semana da coleta em função do logaritmo da concentração de coliformes totais do esgoto bruto e do afluente das valas de filtração

Desta forma, percebe-se por meio da Tabela 5.82 que durante a aplicação das taxas hidráulica cada vala, propiciava efluentes que possuíam concentrações diferenciadas estatisticamente. Na aplicação da taxa hidráulica de 100 L/m²dia, constata-se que as valas V 0,25, V 0,50 e V 0,75 geraram efluentes que não possuíam diferenças significativas para suas concentrações. Assim no emprego da taxa hidráulica de 100 L/m²dia nas camadas de areia não foi um fator determinante para a remoção destes microrganismos. Destaca-se que a vala V 0,75 em todas as situações, apresentava as menores concentrações de coliformes totais.

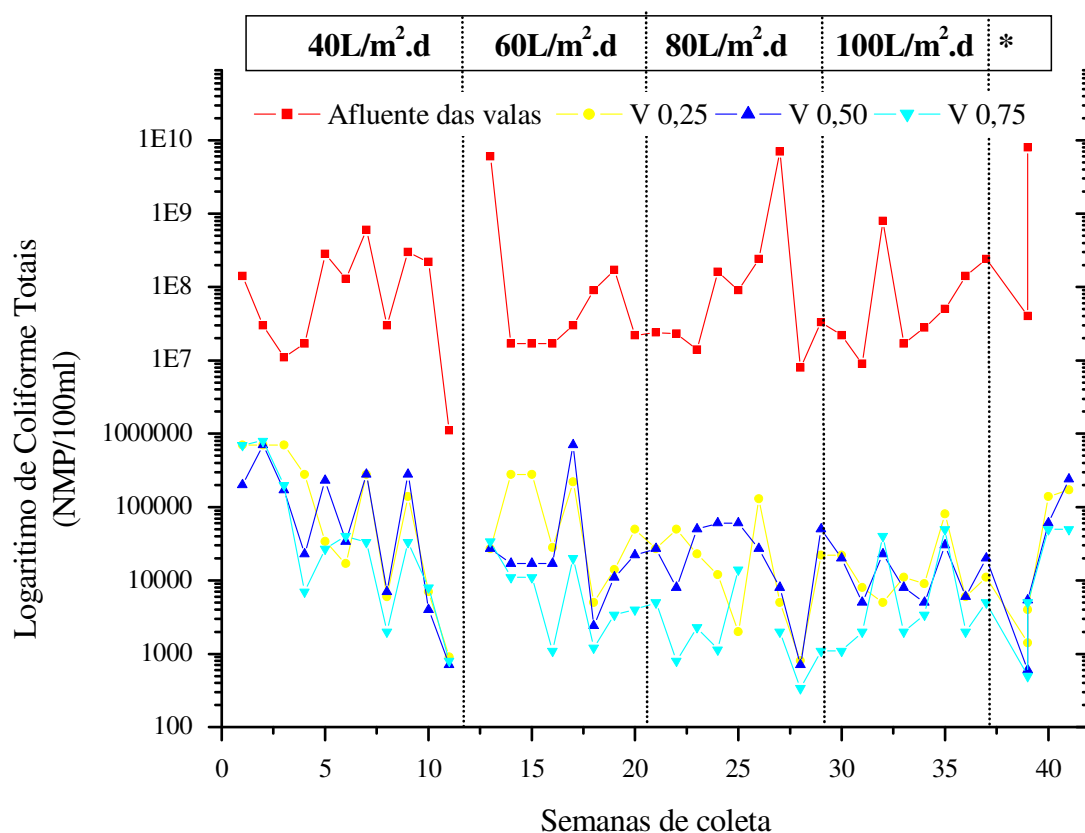


Figura 5.29: Semana da coleta em função do logaritmo da concentração de coliformes totais do esgoto bruto e do afluente das valas de filtração.

A mesma Tabela 5.82 quando compara se as taxas aplicadas, na de 40 L/m²dia verificou-se que a vala V 0,25 oscilou sua remoção de coliformes totais na faixa de $7,0 \times 10^5$ para $3,95 \times 10^3$ NMP/100 mL. A vala V 0,50 oscilou de $1,89 \times 10^5$ para $2,35 \times 10^3$ NMP/100 mL. Na vala V 0,75 a variação foi de $5,6 \times 10^5$ para $4,40 \times 10^3$ NMP/100 mL. Na demais taxas hidráulicas houve uma excelente remoção natural deste grupo de microrganismos, sendo o melhor resultado uma remoção de 5,6 unidades logarítmicas.

Tabela 5.82: Valores médios de coliforme total (NMP/100 mL), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
E.B	2,96E+09	1,30E+02	2,58E+09	1,98E+02	1,58E+09	1,54E+02	2,84E+09	1,63E+02
AF. V	1,60E+08	1,14E+02	7,10E+08	2,80E+02	9,46E+08	2,59E+02	1,63E+08	1,65E+02
V 0,25	2,60E+05	1,15E+02	1,03E+05	1,15E+02	3,06E+04	1,41E+02	1,90E+04	1,33E+02
V 0,50	1,63E+05	1,28E+02	9,34E+04	2,44E+02	3,30E+04	7,58E+01	1,46E+04	6,68E+01
V 0,75	1,68E+05	1,75E+02	1,01E+04	1,08E+02	3,10E+03	1,57E+02	1,32E+04	1,51E+02

Na Tabela 5.83 quando compara se as taxas aplicadas e a freqüências, na taxa de 40 L/m².dia verificou-se que a vala V 0,25 oscilou sua remoção de coliformes totais na faixa de $7,0 \times 10^5$ para $3,95 \times 10^3$ NMP/100 mL. A vala V 0,50 oscilou de $1,89 \times 10^5$ para $2,35 \times 10^3$ NMP/100 mL. Na vala V 0,75 a variação foi de $5,6 \times 10^5$ para $4,40 \times 10^3$ NMP/100 mL. Na demais taxas hidráulicas houve uma excelente remoção natural deste grupo de microrganismos, sendo o melhor resultado uma remoção de 5,6 unidades logarítmicas. Nota-se que nas freqüências aplicadas a de 6h.dia foi a que apresentou melhor resultado .

Tabela 5.83: Valores médios de coliforme total (NMP/100 mL), do esgoto bruto, afluentes e efluentes das valas de filtração, e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	1,14E+09	1,42E+02	6,03E+07	1,15E+02	7,00E+05	0,00E+00	3,57E+05	8,35E+01	5,67E+05	5,67E+01
40-12	2,74E+09	1,36E+02	1,42E+08	9,27E+01	1,10E+05	1,33E+02	9,57E+04	1,22E+02	2,47E+04	6,74E+01
40-18	6,67E+09	7,54E+01	3,10E+08	9,20E+01	1,42E+05	9,65E+01	1,89E+05	8,34E+01	2,27E+04	7,90E+01
40-24	4,70E+08	6,92E+01	1,11E+08	1,40E+02	3,95E+03	1,09E+02	2,35E+03	9,93E+01	4,40E+03	1,16E+02
60-6	5,87E+09	1,50E+02	2,01E+09	1,72E+02	1,96E+05	7,47E+01	2,03E+04	2,84E+01	1,87E+04	7,11E+01
60-12	3,40E+08	1,08E+02	2,35E+07	3,91E+01	1,24E+05	1,09E+02	3,59E+05	1,35E+02	1,06E+04	1,27E+02
60-18	2,10E+09	8,08E+01	1,30E+08	4,35E+01	9,50E+03	6,70E+01	6,70E+03	9,08E+01	2,30E+03	6,76E+01
60-24	3,70E+08	4,97E+01	2,30E+07	6,15E+00	3,85E+04	4,22E+01	2,45E+04	1,44E+01	4,50E+03	1,57E+01
80-6	3,15E+08	8,31E+01	1,85E+07	3,44E+01	3,65E+04	5,23E+01	2,90E+04	1,02E+02	1,55E+03	6,84E+01
80-12	2,60E+09	4,90E+01	1,25E+08	3,96E+01	7,00E+03	1,01E+02	6,00E+04	0,00E+00	7,57E+03	1,20E+02
80-18	8,00E+09	5,30E+01	3,62E+09	1,32E+02	6,75E+04	1,31E+02	1,75E+04	7,68E+01	1,50E+03	4,71E+01
80-24	1,30E+08	4,35E+01	2,05E+07	8,62E+01	1,14E+04	1,31E+02	2,54E+04	1,38E+02	7,20E+02	7,46E+01
100-6	2,20E+08	9,00E+01	1,55E+07	5,93E+01	1,50E+04	6,60E+01	1,25E+04	8,49E+01	1,55E+03	4,11E+01
100-12	8,00E+09	1,06E+02	4,09E+08	1,36E+02	8,00E+03	5,30E+01	1,55E+04	6,84E+01	2,10E+04	1,28E+02
100-18	1,50E+09	1,23E+02	3,90E+07	3,99E+01	4,45E+04	1,13E+02	1,75E+04	1,01E+02	2,67E+04	1,23E+02
100-24	1,65E+09	6,43E+01	1,90E+08	3,72E+01	8,50E+03	4,16E+01	1,30E+04	7,61E+01	3,50E+03	6,06E+01

Na tabela 5.84 tem-se a eficiência do sistema fossa filtro e das valas de filtração na remoção de coliformes totais em função das taxas aplicadas. Pode se notar que a eficiência mínima foi igual a 99,8371% na vala V 0,25 e taxa 40 L/m²dia, a eficiência máxima foi igual a 99,9997 na vala V 0,75 na taxa hidráulica de 80 L/m²dia. No sistema fossa filtro a remoção mínima de coliformes totais foi de 40,2885%.

Tabela 5.84: Remoção de coliformes totais (%), do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	94,5974	72,4935	40,2885	94,2568
V 0,25	99,8371	99,9854	99,9968	99,9884
V 0,50	99,8981	99,9868	99,9965	99,9910
V 0,75	99,8948	99,9986	99,9997	99,9919

Quando se compara os resultados de coliformes totais do presente estudo com a Norma NBR 13.969 (1997), consta que na taxas maiores, ou seja, até 100 Lm²dia pode chegar até 99,5% para valas de filtração tratando efluente de tanque séptico, com altura de camada de areia igual a 0,70 m, nota-se na vala V 0,75 que exceto na taxa de 40 L/m².dia nas demais todas foram superior a 99,99 %.

Na remoção de coliformes totais, foram elevadas nas valas de filtração, mas para reúso visando à segurança sanitária, necessita de uma desinfecção.

No que diz respeito à concentração de coliformes termotolerantes, por meio da Figura 5.30 nota-se que as suas concentrações, no esgoto bruto variaram de 1,70x10⁷ NMP/100 mL na 11^a semana (40 L/m²dia), a 1,10 x 10¹⁰ NMP/100 mL na 34^a semana de estudo (80 L/m²dia). Em relação ao afluente das valas de filtração, variou de 5,00 x 10⁵ NMP/100 mL, na 11^a semana, (40 L/m²dia) a 6,80 x 10⁸ NMP/100 mL na 27^a semana (80 L/m²dia).

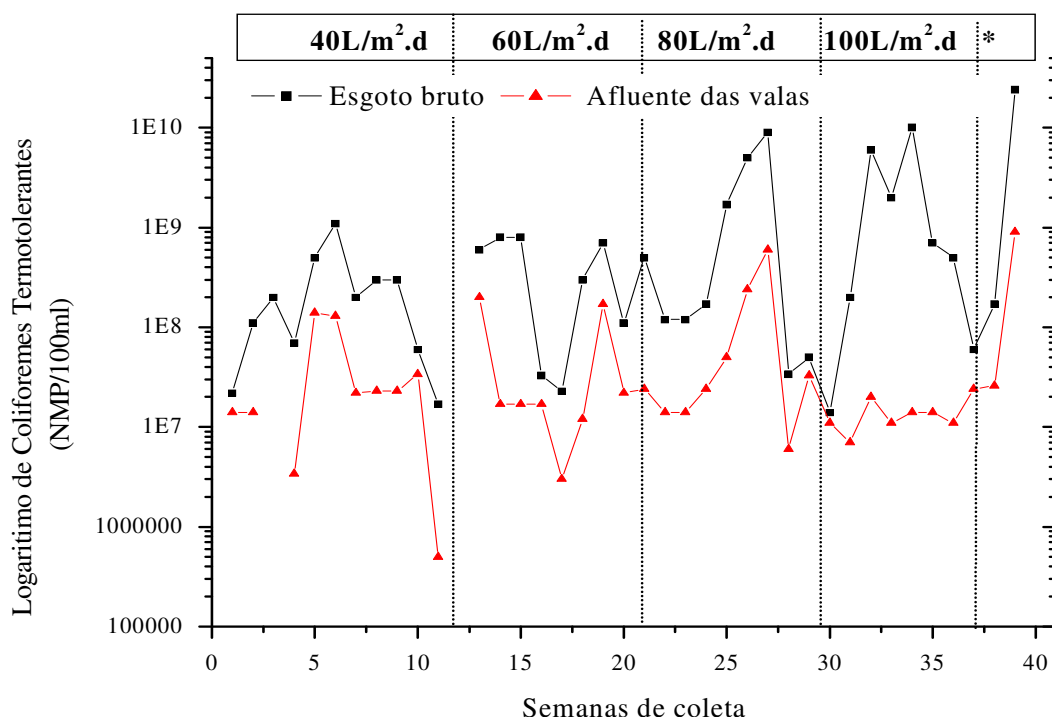


Figura 5.30: Semana da coleta em função do logaritmo da concentração de coliformes termotolerantes do esgoto bruto e do afluente das valas de filtração

No que se refere ao efluente das valas de filtração, nota-se na Figura 5.31 que como ocorrido, nas concentrações dos coliformes totais os valores foram diferenciados, de acordo com as camadas de areia e a taxas hidráulicas estudadas.

Percebe-se por meio da Tabela 5.85 que durante a aplicação das taxas hidráulicas, cada vala de filtração propiciava efluentes que possuíam concentrações diferenciadas estatisticamente. Os melhores resultados em todas as valas foram na aplicação da taxa hidráulica de 100 L/m²dia. Também como ocorrido nas concentrações de coliformes totais a vala V 0,75, foi a que em todas as situações, apresentou as menores concentrações de coliformes termotolerantes.

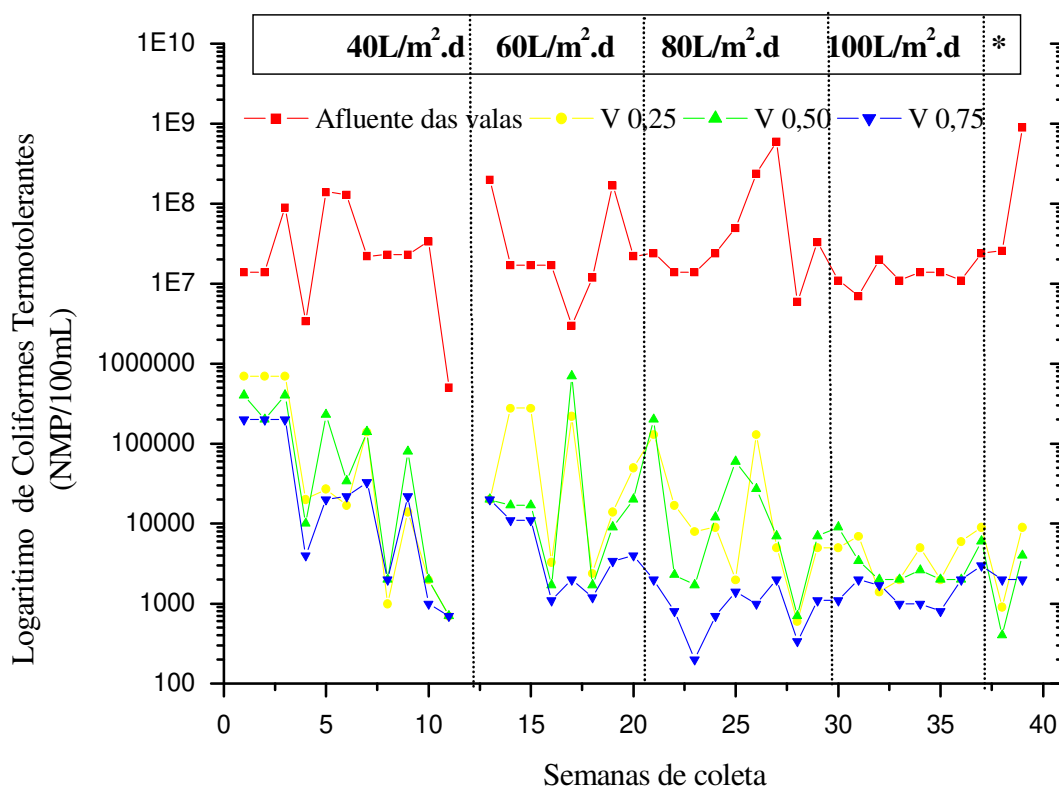


Figura 5.31: Semana da coleta em função do logaritmo da concentração de coliformes termotolerantes do esgoto bruto e do afluente das valas de filtração

Tabela 5.85: Valores médios de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL), do esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração e desvio padrão relativo nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d		Taxa 60 L/m ² .d		Taxa 80 L/m ² .d		Taxa 100 L/m ² .d	
	Média	DPR (%)	Média	DP (%)	Média	DP(%)	Média	DP(%)
E.B	2,62E+08	1,20E+02	4,30E+08	7,47E+01	2,02E+09	1,03E+01	2,45E+09	1,50E+02
AF. V	4,49E+07	1,13E+02	5,36E+07	1,40E+02	1,23E+08	1,69E+02	1,23E+08	4,49E+00
V 0,25	2,11E+05	1,50E+02	1,11E+05	0,00E+00	2,21E+04	1,99E+02	4,68E+03	5,78E+01
V 0,50	1,27E+05	1,21E+02	1,10E+05	2,10E+02	1,47E+04	1,37E+02	3,63E+03	7,09E+01
V 0,75	6,41E+04	1,37E+02	6,19E+03	1,05E+02	9,43E+02	6,15E+01	1,58E+03	4,74E+01

Na Tabela 5.86, nota-se que quando compara as freqüências de aplicações na taxas hidráulicas, verifica-se que a taxa de 40 L/m²/dia, em todas as valas de filtração houve oscilação da concentração de coliformes termotolerantes, as quais estiveram na faixa de $7,0 \times 10^5$ NMP/100 mL na vala V 0,25 na freqüência de 6 horas/dia na aplicação da taxa hidráulica, a $2,85 \times 10^2$ NMP/100 mL. A justificativa ao ocorrido seria, assim como aconteceu nos demais parâmetros analisados nesta taxa hidráulica, foi neste período que houve uma formação da biomassa de microrganismo, fase de estabilização da camada de areia. Também como aconteceu na análise de coliformes totais, nas demais taxas hidráulica houve uma excelente remoção natural deste grupo de microrganismos, sendo o melhor resultado uma remoção de 4,6 unidades logarítmicas. Nota-se que nas freqüências aplicadas no período de 18 horas/dia teve uma leve tendência de apresentar os melhores índices de remoção de coliformes termotolerantes.

Tabela 5.86: Valores médios de coliforme termotolerantes (NMP/100 mL), do esgoto bruto, afluentes e efluentes das valas de filtração e desvio padrão relativo nas frequências de aplicações nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa (L/m ² .hora)	EB		AF. valas		V 0,25		V 0,50		V 0,75	
	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)	Média	DPR (%)
40-6	1,11E+08	8,04E+01	3,93E+07	1,12E+02	7,00E+05	0,00E+00	3,33E+05	3,46E+01	2,00E+05	0,00E+00
40-12	5,57E+08	9,29E+01	9,11E+07	8,36E+01	2,13E+04	2,41E+01	9,13E+04	1,32E+02	1,53E+04	6,43E+01
40-18	2,67E+08	2,17E+01	2,27E+07	2,55E+00	5,17E+04	1,49E+02	7,40E+04	9,35E+01	1,90E+04	8,27E+01
40-24	3,85E+07	7,90E+01	1,73E+07	1,37E+02	1,35E+03	6,81E+01	1,35E+03	6,81E+01	8,50E+02	2,50E+01
60-6	7,33E+08	1,57E+01	7,80E+07	1,35E+02	1,93E+05	7,76E+01	1,80E+04	9,62E+00	1,40E+04	3,71E+01
60-12	2,80E+07	2,53E+01	1,00E+07	9,90E+01	1,12E+05	1,37E+02	3,51E+05	1,41E+02	1,55E+03	4,11E+01
60-18	5,00E+08	5,66E+01	9,10E+07	1,23E+02	8,20E+03	1,00E+02	5,35E+03	9,65E+01	2,30E+03	6,76E+01
60-24	3,05E+08	9,04E+01	2,30E+07	6,15E+00	9,00E+04	6,29E+01	1,10E+05	1,16E+02	3,00E+03	4,71E+01
80-6	1,20E+08	0,00E+00	1,40E+07	0,00E+00	1,25E+04	5,09E+01	2,00E+03	2,12E+01	5,00E+02	8,49E+01
80-12	9,35E+08	1,16E+02	3,70E+07	4,97E+01	5,50E+03	9,00E+01	3,60E+04	9,43E+01	1,05E+03	4,71E+01
80-18	7,00E+09	4,04E+01	4,20E+08	6,06E+01	6,75E+04	1,31E+02	1,70E+04	8,32E+01	1,50E+03	4,71E+01
80-24	4,20E+07	2,69E+01	1,95E+07	9,79E+01	2,80E+03	1,11E+02	3,85E+03	1,16E+02	7,20E+02	7,46E+01
100-6	1,07E+08	1,23E+02	9,00E+06	3,14E+01	6,00E+03	2,36E+01	6,20E+03	6,39E+01	1,55E+03	4,11E+01
100-12	4,00E+09	7,07E+01	1,55E+07	4,11E+01	1,70E+03	2,50E+01	2,00E+03	0,00E+00	1,35E+03	3,67E+01
100-18	5,40E+09	1,23E+02	1,40E+07	0,00E+00	3,50E+03	6,06E+01	2,30E+03	1,84E+01	9,00E+02	1,57E+01
100-24	2,80E+08	1,11E+02	1,75E+07	5,25E+01	7,50E+03	2,83E+01	4,00E+03	7,07E+01	2,50E+03	2,83E+01

Na Tabela 5.87 tem-se a eficiência do sistema fossa filtro e das valas de filtração na remoção de coliformes termotolerantes em função das taxas aplicadas. Pode se notar que a eficiência mínima foi igual a 99,5299% na vala V 0,25 e taxa 40 L/m².dia, a eficiência máxima foi igual a 99,9992 na vala V 0,75 na taxa hidráulica de 80 L/m².dia. No sistema fossa filtro a remoção mínima de coliformes totais foi de 82,8447%

Tabela 5.87: Remoção de coliformes termotolerantes (%), do afluente e efluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
AF. V	82,8447	87,5323	93,9422	94,9882
V 0,25	99,5299	99,7926	99,9820	99,9962
V 0,50	99,7181	99,7954	99,9880	99,9970
V 0,75	99,8573	99,9884	99,9992	99,9987

5.1.15 Helmintos e Protozoários

As Tabelas 5.88 e 5.89 apresentam os dados referentes às análises qualitativas realizadas em 22 coletas de esgoto bruto, do tanque séptico, efluentes anaeróbios e das valas de filtração (119 amostras). A coluna esgoto bruto foi a que apresentou maior variedade de microrganismos detectados, pois em todas as coletas foram obtidos resultados positivos. Nos efluentes do tanque séptico e do filtro anaeróbio, foram detectados organismos amostras.

Tabela 5.88: Análise qualitativa de microrganismos no esgoto bruto e no afluente das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

Taxa	Microrganismos													
	Cisto de <i>Giardia sp</i>		Cisto de <i>Entamoeba coli</i>		Larva de Nematóide		Larva ancilostoma-tídeo		Ovos de nematóides		Ovo de <i>Ascaris sp</i>		Protozoário ciliado	
40 L/m ² . 6h	EB	AF					EB		EB	AF	EB	AF		AF
40 L/m ² . 12h	EB	AF					EB			AF	EB	AF		
40 L/m ² . 18h	EB	AF			EB	AF	EB			AF	EB	AF		
40 L/m ² . 24h	EB	AF			EB	AF	EB			AF	EB	AF		
60 L/m ² . 6h	EB		EB	AF	EB	AF	EB	AF	EB	AF	EB	AF		
60 L/m ² . 12h				AF		AF		AF	EB		EB	AF		
60 L/m ² . 18h				AF	EB	AF		AF	EB		EB	AF		
60 L/m ² . 24h			EB	AF		AF		AF	EB					
80 L/m ² . 6h			EB	AF	EB	AF		AF	EB		EB	AF		
80 L/m ² . 12h				AF	EB	AF		AF						
80 L/m ² . 18h			EB	AF	EB	AF		AF						
80 L/m ² . 24h	EB		EB	AF	EB	AF		AF			EB			
100 L/m ² 6h			EB	AF	EB	AF		AF			EB	AF		
100 L/m ² 12h			EB	AF	EB	AF		AF		AF	EB			
100 L/m ² 18h	EB		EB	AF	EB			AF						
100 L/m ² 24h	EB		EB	AF	EB	AF		AF						

Quanto às análises qualitativas obtidas nos efluentes das três valas de filtração. Somente foi encontrado microrganismo patogênico em uma amostra, na vala V 0,75 na frequência de aplicação de 6 horas/dia, na taxa hidráulica 40 L/m²/dia, sendo esta análise realizada na primeira semana de avaliação, ao relacionar este parâmetro com a turbidez verificou da mesma amostra o valor de 80 uT, sendo este o maior valor de turbidez obtido no período de avaliação. Nas demais valas e aplicações das taxas hidráulicas de 60, 80 e 100 L/m²/dia foram encontradas algas, e vegetais.

Na Tabela 5.90 é possível verificar os valores de número de ovos e organismos/L nas 4 taxas aplicadas. Cada taxa foi aplicada por aproximadamente 8 semanas. Foram feitas no mínimo 4 coletas em cada taxa de aplicação, sendo uma para cada frequência (6, 12, 18 e 24 horas/dia) os valores de cada uma estão expressos em algarismo arábico.

Tabela 5.89: Análise quantitativa do esgoto bruto, nas taxas hidráulicas estudadas

Helmintos/L							Protozoários/L		
Taxa	Data ensaio	Larva nematóide	Larva ancilostomatídeo	Ovo <i>Ascaris sp</i>	Ovo nematóide	Total	Cisto <i>Entamoeba coli</i>	Cisto <i>Giardia sp</i>	Total
40 L/m ² . 6h	05/out.		1	6	21	28		11	11
40 L/m ² . 6h	25/out.		35	35		70		12	12
40 L/m ² . 12h	08/nov.		28	1		29		13	13
40 L/m ² . 12h	16/nov.		23	4		27		17	17
40 L/m ² . 18h	23/nov.		1	52		53		54	54
40 L/m ² . 18h	30/nov	27	32	22		81		32	32
40 L/m ² . 24h	13/dez.	32	53	31		116		46	46
60 L/m ² . 6h	3/jan.		54	52		106	18	54	72
60 L/m ² . 6h	17/jan.	22		21	20	63	17	21	38
60 L/m ² . 12h	30/jan.	27		52	22	101			0
60 L/m ² . 18h	07/fev.	26		19	15	60			0
60 L/m ² . 24h	21/fev.	46			23	69	43		43
80 L/m ² . 6h	07/mar.	31		56	48	135	35		35
80 L/m ² . 6h	16/mar.	29		25	15	69	32		32
80 L/m ² . 12h	30/mar.	31			18	49			0
80 L/m ² . 18h	05/abr.	39			32	71	8		8
80 L/m ² . 18h	12/abr.	54		33		87		33	33
80 L/m ² . 24h	19/abr.	44	31	8		83	5	43	48
100 L/m ² 6h	02/mai.	46		18	35	99	31		31
100 L/m ² 12h	15/mai.	37		31	31	99	37		37
100 L/m ² 18h	7/jun.	35			40	75	17	25	42
100 L/m ² 24h	14/jun.	30			24	54	40	17	57

Tabela 5.90: Análise quantitativa do afluente das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

Helmintos/L							Protozoários/L		
Taxa	Data ensaio	Larva nematóide	Larva ancilostomatídeo	Ovo <i>Ascaris</i> sp	Ovo nematóide	Total	Cisto <i>Entamoeba coli</i>	Cisto <i>Giardia</i> sp	Total
40 L/m ² . 6h	5/out.			6	1	7		12	13*
40 L/m ² . 6h	25/out			6	9	15		12	12
40 L/m ² . 12h	8/nov					0			0
40 L/m ² . 12h	16/nov			2	6	8		3	3
40 L/m ² . 18h	23/nov			1		1		2	2
40 L/m ² . 18h	30/nov	1		2	25	28		17	17
40 L/m ² . 24h	13/dez	26		1	31	58		37	37
60 L/m ² . 6h	3/jan			6	21	27		11	11
60 L/m ² . 6h	17/jan	16	12			28	7		7
60 L/m ² . 12h	30/jan.	17	12		17	46	26		26
60 L/m ² . 18h	7/fev.	8	13		2	23	14		14
60 L/m ² . 24h	21/fev.	33	21			54	29		29
80 L/m ² . 6h	7/mar	16			25	54	10		10
80 L/m ² . 6h	16/mar	30		32	12	74	18		18
80 L/m ² . 12h	30/mar		6			6	3		3
80 L/m ² . 18h	5/abr.	7	9			16	14		14
80 L/m ² . 18h	12/abr.	25	23			48	12		12
80 L/m ² . 24h	19/abr.	12	29			41	35		35
100 L/m ² . 6h	2/mai	24	29			53	23		23
100 L/m ² . 12h	15/mai	27	26		20	73	24		24
100 L/m ² . 18h	7/jun.	19	22			41	15		15
100 L/m ² . 24h	14/jun.	6	8		11	25	5		5

1 protozoário ciliado não identificado

5.2 Verificação das Taxas Hidráulicas

Diversos autores em seus estudos comprovaram a eficiência das valas de filtração como método pós-tratamento de efluentes de tanques sépticos, em taxas hidráulicas de até 40 L/m².dia. Entretanto, a Norma NBR 13.969 (1997), recomenda a aplicação de taxas hidráulicas de até 100 L/m².dia, pois acima desta taxa o sistema de vala de filtração poderá perder a eficiência. A aplicação de taxas superiores a 40 L/m².dia são consideradas altas na literatura. No presente estudo buscou-se a aplicação de taxas hidráulicas até o limite de 100 L/m².dia.

Segundo Jordão (2005), a aplicação da taxa hidráulica de 38 L/m².dia, é recomendada para um efluente final de boa qualidade. Contudo, no início da pesquisa com a aplicação da taxa hidráulica de 40 L/m².dia, esta taxa se mostrou pouco eficiente na remoção de DBO_F, em relação às demais. Por isso, após o termino do estudo das taxas hidráulicas de 40 a 100 L/m².dia, foi realizado na 38ª semana, uma nova aplicação da taxa de 40 L/m².dia. Após a nova aplicação conclui-se que no período inicial, a remoção de DBO_F foi física, ou seja, não houve a degradação biológica, a Tabela 5.91 apresenta os valores obtidos.

Tabela 5.91: Comparação das taxas hidráulicas de 40 L/m².dia em relação a remoção de DBO_F (mg O₂/L)

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 40 L/m ² .d
	4ª semana	38ª semana
AF. V	31,00	20,00
V 0,25	23,00	2,00
V 0,50	20,00	8,00
V 0,75	18,00	6,00

5.3 Simulação de uma Descarga Sanitária

Com a finalidade de simular uma descarga sanitária, nas 39^a e 40^a semana de estudo foram aplicadas as taxas hidráulicas de 40 e 100L/m²dia na frequência de 24 horas/dia, nas três valas de filtração em estudo. As duas taxas aplicadas foram aplicadas em três etapas em um período de 24 horas, manhã (8 horas), hora do almoço (12 horas) e à tarde (17 horas). O volume das aplicações com esgoto doméstico é apresentado na Tabela 5.92. Os efluentes das valas foram coletados e analisados e os resultados obtidos conforme são apresentados nas Tabelas 5.93 a 5.106. De acordo com os dados obtidos as valas de filtração suportaram a carga do esgoto doméstico e ainda promoveu uma boa eficiência de remoção dos parâmetros analisado.

Tabela 5.92: Volume do efluente aplicado nas taxas hidráulicas de 40 e 100L/m²dia

Taxa (L/m ² dia)	Volume (L) do afluente aplicado		
	V 0,25	V 0,50	V 0,75
40	25,90	37,90	46,00
100	45,10	95,00	115,20

Tabela 5.93: Valores de pH do afluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V (EB)	7,10	7,22
V 0,25	6,85	7,01
V 0,50	7,05	6,92
V 0,75	6,90	6,97

Tabela 5.94: Valores de DQO (mg O₂/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V (EB)	247	222
V 0,25	35	65
V 0,50	33	60
V 0,75	23	48

Tabela 5.95: Valores de DQO_F (mg O₂/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V (EB)	86	117
V 0,25	10	17
V 0,50	25	15
V 0,75	17	13

Tabela 5.96: Valores de OD (mg O₂/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V	0,86	0,70
V 0,25	6,60	5,86
V 0,50	6,50	5,82
V 0,75	7,00	5,58

Tabela 5.97: Valores de P_{total} (mg/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V (EB)	6,41	9,80
V 0,25	1,86	1,05
V 0,50	0,78	0,65
V 0,75	0,74	2,34

Tabela 5.98: Valores de N_{amoniaco} (mg/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V (EB)	63,84	30,20
V 0,25	2,52	0,66
V 0,50	1,12	0,66
V 0,75	1,40	0,66

Tabela 5.99: Valores de $N_{\text{orgânico}}$ (mg/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V (EB)	3,36	1,66
V 0,25	1,40	0,66
V 0,50	0,17	1,32
V 0,75	1,40	0,66

Tabela 5.100: Valores de N_{nitrito} (mg/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V (EB)	0,017	0,142
V 0,25	0,024	0,164
V 0,50	0,359	0,094
V 0,75	0,200	0,196

Tabela 5.101: Valores de N_{nitrato} (mg/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V (EB)	4,4	6,9
V 0,25	79,0	120,8
V 0,50	81,2	130,6
V 0,75	84,0	135,7

Tabela 5.102: Valores de Turbidez (uT), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V (EB)	147,0	131,0
V 0,25	1,6	5,8
V 0,50	1,7	5,4
V 0,75	0,8	4,0

Tabela 5.103: Valores de Cor verdadeira (mg Pt/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V (EB)	160	232
V 0,25	15,0	13,0
V 0,50	13,0	14,0
V 0,75	9,0	12,0

Tabela 5.104: Valores de Coliformes Totais (NMP/ 100 mL), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V (EB)	4x10 ⁷	8x10 ⁹
V 0,25	4x10 ³	1,4x10 ⁵
V 0,50	5,4x10 ³	6x10 ⁴
V 0,75	5x10 ³	5x10 ⁴

Tabela 5.105: Valores de Coliformes Termotolerantes (NMP/ 100 mL), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V (EB)	2,6x10 ⁷	9x10 ⁸
V 0,25	9x10 ³	1,4x10 ⁵
V 0,50	4x10 ³	5x10 ⁴
V 0,75	2x10 ³	4x10 ⁴

Tabela 5.106: Valores Helminthos e Protozoários (organismos/L), do afluente e efluente das valas de filtração da simulação da descarga sanitária na taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40L/m ² dia	Taxa 100L/m ² dia
AF. V (EB)	30	25
V 0,25	ausente	ausente
V 0,50	ausente	ausente
V 0,75	ausente	ausente

5.4 Avaliação Qualitativa do Efluente Anaeróbio e das Valas e Filtração

Durante o estudo das valas de filtração já no início de operação percebeu-se que o efluente é inodoro e claro, e o afluente escuro e com odor característico a Figura 5.32 apresenta o afluente e o efluente das valas de filtração na segunda semana de estudo (40 L/m².6h.dia). A Figura 5.33 apresenta o afluente e o efluente das valas de filtração na décima semana de aplicação (40 L/m²dia). A Figura 5.34 ilustra o esgoto bruto, afluente e efluente das valas de filtração na 22ª semana de aplicação (80 L/m² dia).

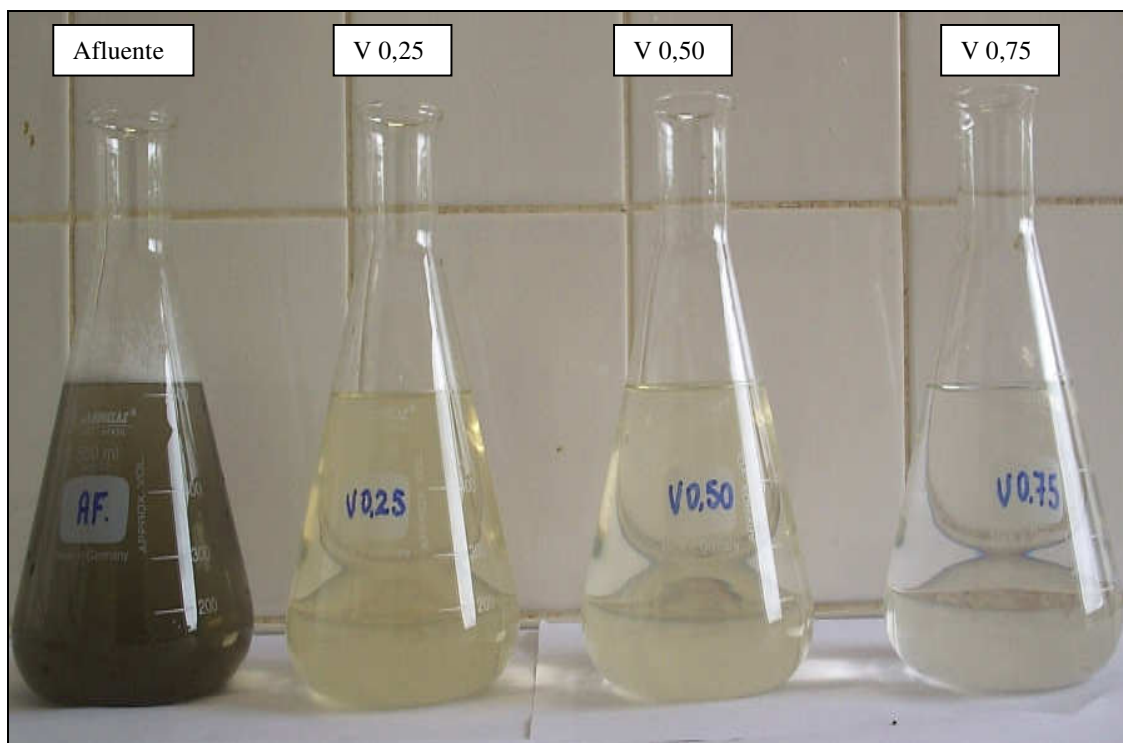


Figura 5.32: Afluente e efluente das valas de filtração 2ª semana de aplicação

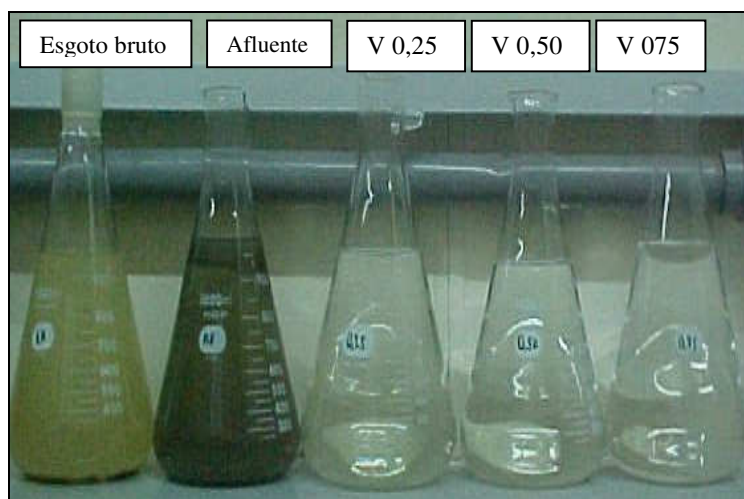


Figura 5.33: Esgotos brutos, afluentes e efluentes das valas de filtração, na 10ª semana de aplicação



Figura 5.34: Esgoto bruto, Afluentes e efluentes das valas de filtração na 22ª semana de aplicação em vista superior e lateral

5.5 Eficiência do Sistema Fossa Filtro e Valas de filtração

Na avaliação do sistema fossa filtro, tanque séptico seguido de filtro anaeróbio, e valas de filtração nas Tabelas 5.107 a 5.113 têm se a eficiências de remoção dos seguintes parâmetros: DQO e DQO_F ; DBO E DBO_F ; coliformes totais e termotolerantes e P total, nas taxas hidráulicas. Nota-se que a avaliação o tanque séptico, teve início a partir da taxa hidráulica $80 \text{ L/m}^2 \cdot \text{dia}$.

Tabela 5.107: Remoção de DQO (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
TS	*	*	39,46	40,83
AF. V	60,44	69,02	63,88	62,60
V 0,25	75,40	78,40	79,77	77,35
V 0,50	78,21	82,97	83,55	83,95
V 0,75	76,37	85,47	86,54	87,90

* Amostra não analisada

Tabela 5.108: Remoção de DQOF (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
TS	*	*	21,61	23,40
AF. V	61,65	48,06	54,43	39,45
V 0,25	74,38	83,91	79,94	82,96
V 0,50	73,13	87,26	80,35	86,98
V 0,75	69,31	88,95	85,70	89,03

* Amostra não analisada

Tabela 5.109: Remoção de DBO (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
TS	*	*	47,42	40,75
AF. V	56,28	64,80	65,35	59,46
V 0,25	76,12	82,50	86,41	85,00
V 0,50	77,22	87,69	84,61	87,40
V 0,75	72,82	88,67	87,62	92,08

* Amostra não analisada

Tabela 5.110: Remoção de DBO_F (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
TS	*	*	38,93	17,65
AF. V	48,22	47,34	61,459	35,31
V 0,25	76,35	88,79	81,813	91,70
V 0,50	73,62	90,74	84,133	91,99
V 0,75	70,57	88,06	85,600	91,60

* Amostra não analisada

Tabela 5.111: Remoção de coliformes totais (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
TS	*	*	40,5647	52,6913
AF. V	94,5974	72,4935	40,2885	94,2568
V 0,25	99,8371	99,9854	99,9968	99,9884
V 0,50	99,8981	99,9868	99,9965	99,9910
V 0,75	99,8948	99,9986	99,9997	99,9919

* Amostra não analisada

Tabela 5.112: Remoção de coliformes termotolerantes (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
TS	*	*	94,4424	95,3203
AF. V	84,5679	87,5323	93,9422	94,9882
V 0,25	99,4254	99,7926	99,9820	99,9962
V 0,50	99,6604	99,7954	99,9880	99,9970
V 0,75	99,7768	99,9847	99,9978	99,9973

* Amostra não analisada

Tabela 5.113: Remoção de fósforo total (%), do sistema fossa filtro e dos efluentes das valas de filtração, nas taxas hidráulicas estudadas

	Taxa 40 L/m ² .d	Taxa 60 L/m ² .d	Taxa 80 L/m ² .d	Taxa 100 L/m ² .d
TS	*	*	12,79	15,02
AF. V	23,36	22,46	26,70	27,27
V 0,25	97,03	95,86	94,80	91,58
V 0,50	96,31	97,51	97,65	96,90
V 0,75	91,94	98,86	99,18	98,29

5.5 Análise do Meio Filtrante

Na 41ª semana de estudo foi realizada a aplicação de água potável nas valas de filtração, com o objetivo de analisar o meio filtrante quanto ao arraste dos compostos presentes na camada de areia.

Foi realizada uma série de três aplicações em cada uma das valas de filtração, com volumes diferentes, conforme é apresentado na Tabela 5.114. A coleta foi realizada a cada 3 minutos para a vala V 0,25; 10 minutos para a vala V 0,50 e 30 minutos para a vala V 0,75 as amostras foram compostas, e estas foram armazenadas em três béqueres de 2 litros (um para cada vala de filtração). De acordo com os valores obtidos nas Tabelas 5.115 a 5.123 é possível concluir que nas três diferentes camadas do meio filtrante houve a formação de um biofilme, e a areia reteve a matéria orgânica e os nutrientes estudados.

Tabela 5.114: Volume de água potável aplicados nas valas de filtração

Volume (L) do afluente aplicado		
V 0,25	V 0,50	V 0,75
30	60	90

Tabela 5.115: Valores de pH, da água potável e do efluente das valas de filtração

	1ª série	2ª série	3ª série
H ₂ O	7	7	7
V 0,25	7,03	7,16	7,25
V 0,50	7,32	7,37	7,40
V 0,75	7,21	7,23	7,20

Tabela 5.116: Valores de OD (mg O₂/L), da água potável e do efluente das valas de filtração

	1ª série	2ª série	3ª série
H ₂ O	6,50	6,50	6,50
V 0,25	6,02	6,48	6,20
V 0,50	6,18	6,50	6,30
V 0,75	6,08	5,94	6,00

Tabela 5.117: Valores de turbidez (uT), da água potável e do efluente das valas de filtração na lavagem das valas de filtração

	1ª série	2ª série	3ª série
H ₂ O	0,3	0,3	0,3
V 0,25	5,4	6,5	5,0
V 0,50	13,0	16,0	10,0
V 0,75	12,1	16,8	11,0

Tabela 5.118: Valores da cor verdadeira (mg Pt/L), da água potável e do efluente das valas de filtração

	1ª série	2ª série	3ª série
H ₂ O	0	0	0
V 0,25	11	7	7
V 0,50	8	11	7
V 0,75	9	22	11

Tabela 5.119: Valores de DQO (mg O₂/L), da água potável e do efluente das valas de filtração

	1ª série	2ª série	3ª série
H ₂ O	0	0	0
V 0,25	63	88	57
V 0,50	120	208	109
V 0,75	144	358	136

Tabela 5.120: Valores de N_{nitrito} (mg/L), da água potável e do efluente das valas de filtração

	1ª série	2ª série
H ₂ O	0,0	0,0
V 0,25	0,061	0,017
V 0,50	0,144	0,156
V 0,75	0,319	0,013

Tabela 5.121: Valores de N_{nitrito} (mg/L), da água potável e do efluente das valas de filtração

	1ª série	2ª série
H ₂ O	0,0	0,0
V 0,25	75,5	73
V 0,50	78,7	50
V 0,75	65,5	90,5

Tabela 5.122: Valores de P_{total} (mg/L), da água potável e do efluente das valas de filtração

	1ª série	2ª série	3ª série
H ₂ O	0,0	0,0	0,0
V 0,25	3,50	3,42	0,238
V 0,50	1,06	1,17	0,587
V 0,75	1,15	1,20	0,064

Tabela 5.123: Valores de helmintos e protozoários (organismos/L) da água potável e do efluente das valas de filtração

	1ª série	2ª série	3ª série
H ₂ O	0,0	0,0	0,0
V 0,25	algas	algas	algas
V 0,50	algas	algas	algas
V 0,75	algas	algas	algas

6 CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, pode-se concluir que:

- A vala de filtração V 0,75 com maior camada de areia profundidades (0,75 m) apresentou a melhor qualidade do efluente final gerado.
- No início do estudo, os valores de pH dos efluentes eram mais básicos que o do afluente, devido à formação de um tampão químico. Entretanto, este tampão foi consumido, fazendo com que o pH do efluente passasse a ser controlado pelos processos bioquímicos de degradação da matéria orgânica, principalmente a nitrificação.
- Quando a concentração de oxigênio dissolvido, na aplicação das taxas hidráulicas de 40 e 60 L/m²dia tiveram uma maior capacidade de propiciar um efluente com maiores concentrações de OD.
- Em relação a turbidez, nas freqüências de aplicação de 18 e 24 horas/dia foram mais eficientes na remoção; a taxa hidráulica de 100 L/m²dia foi a que proporcionou o melhor desempenho; todas as valas produziram efluente de acordo a Resolução CONAMA 274 (2000), para lançamento um corpo d'água de Classe 1.

- No que diz respeito ao parâmetro de cor, assim como na turbidez houve uma ótima remoção acima de 84% de eficiência.
- Os maiores valores de alcalinidade foram no afluente das valas, no efluente a partir da taxa de 60 L/m².dia houve uma redução na alcalinidade.
- As valas de filtração, de V 0,50 e V 0,75 suportaram melhores as maiores taxas de DQO, em relação às frequências de aplicação, as de 18 e 24 horas/dia foram as mais eficientes na remoção.
- Quanto a DBO, as valas de V 0,50 e V 0,75, tiveram um comportamento semelhante nas taxas de 40 e 60 L/m².dia, nas demais a vala V 0,75 teve uma eficiência melhor de remoção chegando até 92% de remoção na taxa de 100 L/m².dia.
- Houve uma redução na concentração de DBO_F, DQO_F sugerindo que o tratamento propiciado pelas valas de filtração não foi somente de uma ação física, mas também influenciado pela ação dos microrganismos.
- As eficiências de remoção de SST nas três valas de filtração foram sempre superiores a 85% nas taxas hidráulicas estudadas.
- Em relação ao nitrogênio, existiu uma grande nitrificação, em quase todos os casos houve o igualamento das concentrações de nitrogênio total e nitrato.
- Na avaliação de fósforo total, os valores médios nunca atingiram 1 mL/Pt, eficiência de remoção variou em todas as valas de filtração de 91 a 99%.

- Quanto à remoção natural de coliformes totais a vala V 0,75 foi a mais eficiente, exceto na taxa de 40 L/m²dia, nas demais superou a eficiência de 99,99% acima da sugerida pela Norma 13.969 (1997) que cita 99,50 %.
- O desempenho de remoção natural de organismos patogênico nas três valas de filtração foi excelente, verificando assim, que os organismos patogênicos ficam retidos nas camadas filtrantes de areia.
- No que diz respeito ao reúso dos efluentes das valas na agricultura, com base nos padrões estabelecidos pela OMS (1989) em atendimento ao reúso agrícola e nos resultados obtidos pode-se sugerir que a irrigação de pastos e árvores frutíferas, desde que as frutas não sejam apanhadas do chão.
- Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se sugerir que na aplicação taxas hidráulicas até 100 L/m²dia de afluente anaeróbio a melhor camada filtrante de areia a ser adotada, tendo-se em vista um maior tratamento, seria a de 0,75 m.

7 REMOMENDAÇÕES

Para o desenvolvimento de trabalhos futuros, recomenda-se:

- Avaliar a capacidade de tratamento das valas de filtração no que se refere às análises de metais;
- Estudar o funcionamento das valas de filtração por um período de tempo maior para determinar a vida útil;
- Avaliar taxas hidráulicas até 200 L/m²dia em frequência de aplicação inferior 24 horas/dia;
- Realizar análises determinação dos microrganismos do efluente por outros métodos descritos na literatura;
- A aplicação deste sistema em escala real após a saída do sistema fossa filtro para o tratamento de esgoto de um pequeno agrupamento de pessoas;

- Tentar avaliar a possibilidade de desinfecção por UV, para garantir o reúso em outras atividades, visto o alto grau de remoção de cor e turbidez;
- Estudar as valas de filtração alternadas para verificar o tempo de repouso exato das camadas de areia, para a recuperação das propriedades de depuração do afluente;
- Verificar a presença ausência de organismos nas camadas de areia após período de repouso; e,
- Fazer análise estatística dos ensaios físico-químicos e comparar com outros métodos descritos na literatura.

ANEXO A – Relação dos Aparelhos Empregados na Realização dos Ensaios
Laboratoriais

Anexo A

Tabela A: Aparelhos empregados na realização dos ensaios laboratoriais

Análise	Aparelho (Marca - Modelo)
Carbono Orgânico Total	SHIMADZU – Modelo TOC 5000A
Condutividade	Condutivímetro Micronal B330
DBO	Oxímetro Orion - Modelo 810
DQO	Bloco Digestor Hach
Fósforo	Bloco Digestor Tecnal – Modelo TE 040/25 Espectro Fotômetro Hach – Modelo DR4000U
Nitrogênio Orgânico	Digestor Marconi – Modelo MA850/16
Oxigênio Dissolvido	Oxímetro Orion - Modelo 810
pH	pHmetro Termo Orion - Modelo 410
Sólidos Suspenso	Papel de Filtro Whatman - Ø47mm Estufa para Secagem Fanem - Modelo 315SE Mufla Forid - Modelo MELF
Turbidez	Turbidímetro Hach – Modelo 2100N

ANEXO B – PLANILHA DE RESULTADOS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Anexo B

Tabela B 1: Valores do pH analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

pH									
Semana	Data	TAXA	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75	
1	5/10/2005	40 L.m². 6h	6,80		7,56	9,36	9,00	9,80	
2				7,35	9,26	8,87	9,84		
3				6,93	9,27	10,16	10,44		
4		40 L.m². 12h	7,05		7,30	8,85	9,87	10,00	
5				7,50	9,30	8,50	9,50		
6				7,35	9,30	8,94	10,00		
7		40 L.m². 18h	7,19		7,40	8,00	7,74	8,57	
8				7,25	7,75	8,39	8,30		
9				7,40	7,51	7,42	8,18		
10		40 L.m². 24h	7,15		7,30	7,75	6,99	8,30	
11				7,20	7,00	8,20	7,66		
12				7,00	7,50	8,00	7,80		
13		60 L.m². 6h	7,07		7,25	8,25	8,18	8,70	
14				7,20	8,25	8,18	7,70		
15				7,25	8,50	8,10	7,73		
16		60 L.m². 12h	7,05		7,28	9,50	9,20	8,70	
17				7,54	9,31	9,41	7,43		
18				7,08	7,80	7,71	7,60		
19		60 L.m². 18h	6,80		7,00	7,20	8,06	7,80	
20				7,10	7,60	7,80	7,49		
21				7,21	7,43	7,77	7,75		
22		80 L.m². 6h	7,20	7,30	7,50	7,80	7,66	7,35	
23				7,40	7,58	7,49	7,53		
24				7,40	8,64	8,02	8,37		
25		80 L.m². 12h	6,75	6,50	6,80	8,22	8,07	8,01	
26				7,30	7,80	7,66	7,35		
27				7,01	7,50	7,34	7,19		
28		80 L.m². 24h	6,89	6,92	6,85	7,70	7,66	7,35	
29				6,80	7,36	7,33	7,30		
30				6,50	6,80	6,92	7,65	7,66	7,35
31		100 L.m². 6h	6,80	6,50	6,90	7,80	7,49	7,35	
32				6,85	6,85	7,09	7,37		
33				7,30	6,80	7,49	7,50		
34		100 L.m². 18h	6,89	7,05	7,12	6,90	7,10	7,25	
35				7,15	6,86	7,05	6,90		
36				7,10	6,85	7,05	6,90		
37		100 L.m². 24h	7,01	6,98	7,15	7,00	7,10	6,86	
38			14/6/2006	7,21	7,35	7,32	6,82	6,97	6,81
39					7,00	7,10	6,85	7,05	6,90
40		7,24		7,22	7,01	6,92	6,97		
41	22/7/2006		7,00	7,10	7,36	6,93	7,10	7,20	

Tabela B 2: Valores de DQO_{Total} analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

DQO _{Total} (mg/L)								
Semana	Data	TAXA	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	623		223	142	169	184
2			879		297	128	76	111
3			647		288	80	120	140
4		40 L.m ² .12h	667		253	137	81	68
5			663		391	93	61	71
6			518		175	72	52	53
7		40 L.m ² .18h	884		295	48	43	40
8			717		366	38	45	34
9			803		300	18	40	28
10		40 L.m ² .24h	827		307	26	15	34
11			645		220	35	25	18
12			716		283	20	35	23
13		60 L.m ² .6h	673		234	47	40	32
14			1035		235	67	60	48
15			1008		302	68	45	48
16		60 L.m ² .12h	970		214	56	49	45
17			685		240	35	40	38
18		60 L.m ² .18h	670		315	50	35	25
19			600		183	48	25	23
20		60 L.m ² .24h	700		193	40	35	28
21			652		251	58	40	30
22		80 L.m ² .6h	745	275	223	48	28	25
23			575	210	188	50	26	30
24		80 L.m ² .12h	700	500	196	38	33	35
25			616	450	218	25	35	30
26		80 L.m ² .18h	750	480	210	58	40	30
27			540	342	263	54	37	41
28		80 L.m ² .24h	550	425	275	51	54	25
29			388	263	185	33	38	20
30		100 L.m ² .6h	440	302	222	65	53	43
31			680	310	195	85	50	48
32		100 L.m ² .12h	563	293	250	50	35	30
33			616	390	223	40	30	28
34		100 L.m ² .18h	670	450	275	48	37	22
35			840	370	230	45	33	23
36			580	410	275	43	30	20
37		100 L.m ² .24h	673	470	223	53	36	16
38	14/6/2006		708	393	264	26	53	33
39			1050	425	247	35	33	23
40			750	400	222	65	60	48
41	22/7/2006		751	473	250	105	67,5	54

Tabela B 3: Valores de DQO Filtrada analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

		DQO FILTRADA (mg/L)						
Semana	Data	TAXA	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	360		118	70	75	82
2				115	63	70	73	
3				160	49	63	95	
4		40 L.m ² .12h	257		153	51	65	40
5				270	47	31	36	
6				93	31	26	27	
7	40 L.m ² .18h	336		100	13	20	10	
8			128	44	41	69		
9			163	8	28	5		
10			132	14	8	28		
11	40 L.m ² .24h	PROBLEMAS NO EQUIPAMENTO						
12		338		118	8	14	10	
13	60 L.m ² .6h	324		127	22	15	13	
14		SEM EQUIPAMENTO						
15		SEM EQUIPAMENTO						
16		450		130	15	18	20	
17		226		150	13	18	16	
18	60 L.m ² .18h	225		193	35	18	13	
19			223		130	25	18	18
20	60 L.m ² .24h	338		123	28	23	18	
21			198		178	28	23	18
22	80 L.m ² .6h	238	200	128	20	18	10	
23			258	123	118	28	23	18
24	80 L.m ² .12h	250	104	96	13	20	18	
25			198	265	126	23	18	15
26	80 L.m ² .18h	250	218	70	23	28	18	
27			155	123	101	20	17	20
28	80 L.m ² .24h	175	250	118	23	27	12	
29			310	155	80	20	15	10
30	100 L.m ² .6h	304	153	154	30	27	28	
31			163	150	118	35	25	18
32	100 L.m ² .12h	168	150	113	27	18	13	
33			225	160	122	22	15	13
34	100 L.m ² .18h	102	80	75	5	5	5	
35			126	115	67	4	4	4
36			86	95	56	6	4	3
37	100 L.m ² .24h	107	78	70	3	3	2	
38	14/6/2006		230	120	86	10	25	17
39			225	120	86	17	15	13
40			450	293	117	18	32	17

Tabela B 4: Valores de DBO Total analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

DBO TOTAL (mg O ₂ /L)								
Semana	Data	TAXA	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² .6h	268		106	74	80	82
2			370		130	68	33	54
3			267		141	42	69	84
4		40 L.m ² .12h	306		88	68	47	32
5			285		116	43	26	31
6			222		98	14	24	33
7		40 L.m ² .18h	412		144	16	14	10
8			312		287	12	14	39
9			368		158	12	18	20
10		40 L.m ² .24h	405		138	13	10	18
11			PROBLEMA NOS EQUIPAMENTOS					
12			321		140	8	17	18
13		60 L.m ² .6h	SEM EQUIPAMENTO					
14			SEM EQUIPAMENTO					
15			SEM EQUIPAMENTO					
16		60 L.m ² .12h	436		97	16	14	19
17			295		140	18	20	16
18		60 L.m ² .18h	320		120	22	16	10
19			247		123	23	8	9
20		60 L.m ² .24h	336		95	24	13	12
21			322		114	18	14	12
22		80 L.m ² .6h	322	88	82	18	15	14
23			360	86	77	11	7	7
24		80 L.m ² .12h	343	215	106	9	18	13
25			295	194	101	13	16	20
26		80 L.m ² .18h	360	206	108	18	13	18
27			230	151	121	14	9	14
28		80 L.m ² .24h	237	187	133	19	32	9
29			221	118	93	9	16	7
30		100 L.m ² .6h	214	135	103	20	17	12
31			292	145	98	26	18	15
32		100 L.m ² .12h	264	179	149	12	16	9
33			295	183	156	14	15	7
34		100 L.m ² .18h	322	228	127	15	13	7
35			407	136	91	16	13	8
36		100 L.m ² .24h	278	188	134	21	17	12
37			296	209	102	20	12	6
38	14/6/2006		118	76	46	9	18	17
39			470	206	120	12	9	8

Tabela B 5: Valores de DBO Filtrada analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

DBO FILTRADA (mg O ₂ /L)								
SEMANA	DATA	TAXA	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	138		58	37	43	45
2					Não foi feito			
3					Não foi feito			
4		40 L.m ² .12h	65		31	23	20	18
5					Não foi feito			
6					Não foi feito			
7		40 L.m ² .18h			Não foi feito			
8			183		157	6	8	16
9					Não foi feito			
10		40 L.m ² .24h			PROBLEMA NA ESTUFA			
11					PROBLEMA NOS EQUIPAMENTOS			
12			207		61	7	10	11
13		60 L.m ² .6h			SEM EQUIPAMENTO			
14					SEM EQUIPAMENTO			
15					SEM EQUIPAMENTO			
16		60 L.m ² .12h	120		56	3	4	8
17			96		60	10	5	7
18		60 L.m ² .18h	114		80	9	9	9
19			149		71	6	4	10
20		60 L.m ² .24h	197		62	10	8	8
21			103		81	8	8	7
22		80 L.m ² .6h	103	66	53	10	7	8
23			203	43	32	11	7	7
24		80 L.m ² .12h	172	53	45	6	9	9
25			85	87	61	10	9	11
26		80 L.m ² .18h	115	93	25	5	5	5
27			67	54	46	6	3	5
28		80 L.m ² .24h	86	118	56	16	15	7
29			142	80	57	4	4	3
30		100 L.m ² .6h	131	68	70	8	6	9
31			70	67	51	8	5	6
32		100 L.m ² .12h	81	76	71	6	7	9
33			107	88	64	4	8	6
34		100 L.m ² .18h	102	80	75	5	5	5
35			126	115	67	4	4	4
36			86	95	56	6	4	3
37		100 L.m ² .24h	107	78	70	3	3	2
38	14/6/2006		51	33	20	2	8	6
39			198	98	52	6	5	5

Tabela B 6: Valores de OD analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

Semana	Data	Taxa	OD (mg/L)					
			EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	0,70		0,89	7,40	7,60	7,50
2			0,98		0,73	7,57	7,54	7,60
3			0,89		0,72	6,02	5,90	6,00
4		40 L.m ² .12h	0,79		0,63	7,30	7,01	7,42
5			0,93		0,79	6,74	6,84	7,82
6			1,20		0,88	5,10	5,48	5,30
7		40 L.m ² .18h	0,80		1,18	5,30	4,94	5,87
8			1,20		1,12	8,03	8,00	8,45
9			0,80		1,18	6,30	6,91	7,22
10		40 L.m ² .24h	0,63		0,90	8,03	8,00	8,45
11			0,50		1,12	8,40	7,50	8,36
12					Não foi feito			
13		60 L.m ² .6h			Não foi feito			
14					Não foi feito			
15					Não foi feito			
16		60 L.m ² .12h			Não foi feito			
17			0,59		0,75	6,75	7,20	6,70
18			0,70		0,80	8,32	8,48	7,76
19		60 L.m ² .18h	0,60		0,80	6,43	7,40	5,95
20			0,61		0,82	7,00	6,80	7,78
21			0,70		0,91	6,70	7,00	6,90
22		80 L.m ² .6h	0,80	1,00	0,90	6,60	6,07	7,02
23			0,80	1,00	0,94	7,01	6,66	7,02
24			0,63	0,90	0,40	6,07	5,77	6,80
25		80 L.m ² .12h	0,50	0,80	0,69	7,22	7,14	7,01
26			0,81	0,50	0,78	8,17	8,26	8,16
27			0,65	0,74	0,86	6,00	6,20	6,41
28		80 L.m ² .18h	0,63	1,20	0,40	7,78	7,01	7,51
29			0,74	0,86	0,85	6,84	7,26	6,74
30			0,40	0,68	0,81	7,75	7,65	7,45
31		100 L.m ² .6h	0,90	1,01	0,87	6,75	6,65	7,45
32			0,40	1,20	0,94	7,77	6,64	7,40
33			0,78	1,01	0,69	5,40	5,68	5,64
34		100 L.m ² .12h	0,79	1,00	0,90	5,38	5,70	5,70
35			0,84	1,18	0,80	7,40	7,70	6,89
36			0,87	1,13	0,55	6,51	5,53	5,60
37		100 L.m ² .18h	0,55	0,97	0,80	6,50	6,53	6,60
38			0,61	0,58	0,78	7,54	8,26	7,56
39			0,71	1,00	0,86	6,60	6,50	7,00
40	14/6/2006		0,89	1	0,7	5,85	5,82	5,58

Tabela B 7: Valores de Fósforo_{Total} analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

FÓSFORO _{Total} (mg/L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	8,3		7,96	0,000	0,000	0,026
2			7,2		6,09	0,250	0,160	0,620
3			6,0		4,65	0,030	0,000	0,160
4		40 L.m ² .12h	9,3		6,35	0,031	0,620	0,511
5			8,3		6,03	0,031	0,620	0,750
6			9,6		7,93	0,351	0,096	0,590
7		40 L.m ² .18h	6,9		5,10	0,120	0,060	0,832
8			8,3		6,00	0,031	0,620	1,060
9			6,9		5,10	0,110	0,060	0,699
10		40 L.m ² .24h	9,3		6,20	0,200	0,042	0,250
11			12,6		9,50	0,850	0,495	0,216
12			Não foi feito					
13		60 L.m ² .6h	6,03		4,38	0,200	0,085	0,060
14			13,23		10,89	0,234	0,064	0,832
15			13,02		8,90	0,243	0,061	0,798
16		60 L.m ² .12h	6,75		5,56	0,213	0,132	0,042
17			11,82		8,01	0,168	0,406	0,120
18			13,18		11,09	0,480	0,090	0,203
19		60 L.m ² .18h	13,20		10,10	0,660	0,530	0,420
20			12,70		10,95	0,409	0,190	0,158
21			8,37		6,34	0,545	0,030	0,032
22		80 L.m ² .6h	6,25	4,70	4,53	0,022	0,033	0,028
23			9,28	8,37	7,98	0,546	0,048	0,050
24			10,98	8,56	6,85	0,314	0,108	0,230
25		80 L.m ² .12h	8,38	7,98	5,86	0,290	0,028	0,032
26			11,10	10,98	7,94	0,430	0,183	0,079
27			7,26	6,43	5,44	0,280	0,095	0,072
28		80 L.m ² .24h	6,42	5,44	4,80	0,285	0,099	0,080
29			6,03	4,84	4,76	0,140	0,050	0,040
30			12,69	9,70	9,36	0,270	0,079	0,038
31		100 L.m ² .6h	6,34	4,85	4,70	0,150	0,037	0,046
32			10,47	9,05	7,94	0,635	0,022	0,032
33			6,41	5,37	4,01	0,611	0,169	0,128
34		100 L.m ² .12h	10,95	8,95	7,04	0,634	0,206	0,270
35			8,06	7,82	6,48	0,673	0,169	0,144
36			8,06	7,82	6,48	0,861	0,493	0,282
37		100 L.m ² .24h	9,01	7,62	6,35	0,573	0,248	0,140
38			9,55	8,28	6,41	0,250	0,028	0,012
39			14,20	11,30	9,80	1,860	0,780	0,645
40	14/6/2006					1,053	0,74	2,35
41						2,32	1,1	2

Tabela B 8: Valores de Nitrogênio ^{Amoniacal} analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

N ^{AMONIA} CAL (mg/L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	41,44		67,76	0,56	0,56	0,84
2			37,00		45,30	0,31	0,31	0,31
3			43,12		49,30	1,85	1,54	1,54
4		40 L.m ² .12h	42,00		63,90	0,31	0,31	0,31
5			22,20		35,70	1,85	1,23	1,54
6			42,15		56,00	1,54	0,93	1,23
7		40 L.m ² .18h	61,60		73,92	1,54	1,23	0,93
8			22,18		35,80	1,85	0,31	1,23
9			36,96		49,28	1,54	0,92	1,23
10		40 L.m ² .24h	30,70		63,00	1,05	0,35	0,70
11			36,97		50,82	1,85	1,54	1,23
12			Não foi feito					
13			Sem equipamento					
14		60 L.m ² .6h	38,50		51,00	1,75	0,28	0,28
15			45,74		58,21	0,42	0,42	1,66
16		60 L.m ² .12h	48,23		62,37	1,66	1,66	2,91
17			23,00		47,80	2,08	1,24	0,42
18		60 L.m ² .18h	22,87		50,00	0,84	0,42	1,25
19			19,12		33,30	0,42	0,83	0,00
20		60 L.m ² .24h	26,61		38,67	0,42	0,83	1,25
21			24,94		32,85	0,76	1,14	1,50
22		80 L.m ² .6h	19,90	30,86	33,18	2,32	1,00	0,64
23			20,00	29,80	35,83	1,66	1,66	2,32
24		80 L.m ² .12h	39,81	58,21	66,53	1,00	0,33	1,33
25			19,90	26,54	34,40	0,99	1,33	1,66
26		80 L.m ² .18h	34,51	41,60	49,90	2,32	1,00	0,66
27			20,24	39,82	53,41	0,33	0,33	0,07
28		80 L.m ² .24h	21,24	39,82	54,08	1,33	1,32	1,10
29			20,80	24,95	48,23	0,84	1,25	0,42
30		100 L.m ² .6h	18,30	34,10	51,15	0,42	0,84	0,42
31			15,60	19,91	37,50	0,66	1,00	0,33
32		100 L.m ² .12h	25,00	49,90	67,80	1,25	2,50	0,83
33			18,48	38,96	50,20	0,31	0,62	0,31
34		100 L.m ² .18h	27,48	42,35	53,10	0,93	0,93	0,62
35			30,53	46,45	58,40	1,54	0,31	0,62
36		100 L.m ² .24h	56,00	45,60	74,00	1,66	0,33	0,33
37			39,82	33,20	66,40	1,66	0,66	0,33
38	14/6/2006		29,85	55,33	68,43	0,73	0,36	0,73
39			54,32	56,56	63,84	2,52	1,12	1,40
40			12,94	20,2	30,2	0,66	0,66	0,66
41						1,53	3,06	2,3

Tabela B 9: Valores de Nitrogênio _{Orgânico} analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

N _{ORGÂNICO} (mg/L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	3,84		2,66	0,28	0,00	0,00
2			1,85	1,23	0,62	0,62	0,92	
3			10,80	5,00	1,54	1,23	1,23	
4		40 L.m ² .12h	7,00		9,10	0,31	0,31	0,31
5			2,46	1,90	0,31	0,06	0,06	
6			7,00	6,02	0,93	0,62	0,62	
7		40 L.m ² .18h	6,20		3,08	0,31	0,31	0,31
8			2,45	1,23	0,31	0,31	0,31	
9			6,20	3,08	0,31	0,00	0,00	
10		40 L.m ² .24h	3,85		4,20	0,70	0,35	0,35
11			12,25	4,55	0,70	0,35	0,35	
12			Não foi feito					
13	Sem equipamento							
14		60 L.m ² .6h	12,25		4,90	1,75	0,70	0,35
15			8,32	2,50	0,42	0,42	0,00	
16			3,20	4,40	1,66	1,25	0,83	
17		60 L.m ² .12h	5,00		3,32	0,83	1,24	0,42
18			9,15	11,23	0,84	0,42	0,84	
19			3,33	2,91	0,83	0,83	0,83	
20		60 L.m ² .24h	2,08		3,33	0,42	0,42	1,25
21			8,32	6,65	0,38	0,38	0,38	
22			7,96	5,53	5,53	1,00	0,70	0,35
23		80 L.m ² .6h	6,63	5,30	5,64	0,66	1,33	2,32
24			8,32	9,98	6,65	0,33	0,33	0,33
25			6,64	7,96	5,31	0,33	0,33	0,33
26		80 L.m ² .18h	8,32	9,98	6,65	1,00	1,00	0,33
27			4,00	3,32	2,00	0,33	0,33	0,07
28			3,98	2,98	3,15	1,66	1,00	0,66
29		80 L.m ² .24h	8,32	7,48	6,65	0,42	0,84	0,42
30			9,98	6,65	5,00	0,42	0,42	0,42
31			7,30	4,00	3,65	0,33	0,33	0,33
32		100 L.m ² .6h	10,00	6,65	5,00	0,31	0,31	0,31
33			6,77	5,54	3,70	0,31	0,31	0,31
34			3,68	3,42	3,10	0,31	0,31	0,31
35		100 L.m ² .18h	4,31	4,00	3,32	0,31	0,31	0,31
36			6,80	5,54	4,93	0,33	0,33	0,33
37			7,96	5,30	4,64	0,20	0,20	0,20
38	14/6/2006		5,01	3,64	4,37	0,36	0,36	0,36
39			7,86	4,48	3,36	1,40	0,17	0,28
40			1,66	1,32	1,66	0,66	1,32	0,66
41						1,53	1,53	1,53

Tabela B 10: Valores de Nitrogênio _{Nitrito} analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

N _{NITRITO} (mg/L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	0,0302		0,2010	0,0900	0,0800	0,0727
2			0,0030		0,0004	0,0190	0,0100	0,0016
3			0,0023		0,0020	0,0046	0,0059	0,0105
4		40 L.m ² .12h	0,0152		0,0252	0,0105	0,0151	0,0945
5			0,0080		0,0120	0,2368	0,0257	0,0850
6			0,0019		0,0530	0,0658	0,0156	0,0177
7		40 L.m ² .18h	0,0003		0,0028	0,0131	0,0100	0,0168
8			0,0090		0,0120	0,0905	0,1150	0,0555
9			0,0030		0,0038	0,0131	0,0100	0,0168
10		40 L.m ² .24h	0,0029		0,0252	0,0131	0,0279	0,0091
11			0,0053		0,0037	0,0075	0,0205	0,0060
12			Não foi feito					
13		60 L.m ² .6h	0,0052		0,0012	0,0270	0,0380	0,0010
14			0,0070		0,0432	0,0014	0,0021	0,0105
15			0,0070		0,0412	0,0041	0,0012	0,0050
16		60 L.m ² .12h	0,0152		0,0015	0,0268	0,0254	0,0302
17			0,0032		0,0044	0,0264	0,0312	0,2082
18		60 L.m ² .18h	0,0180		0,0031	0,3001	0,0150	0,3576
19			0,0188		0,0450	0,3200	0,0130	0,3600
20		60 L.m ² .24h	0,0653		0,0073	0,2640	0,0319	0,1018
21			0,0116		0,0044	0,0132	0,0980	0,0150
22		80 L.m ² .6h	0,0115	0,0178	0,0072	0,2516	0,0328	0,1627
23			0,0099	0,0111	0,0017	0,0811	0,2593	0,0371
24		80 L.m ² .12h	0,0200	0,0180	0,0999	0,9330	0,2629	0,0404
25			0,1769	0,0070	0,0564	0,2716	0,2527	0,1627
26		80 L.m ² .18h	0,0115	0,0198	0,0072	0,0637	0,3362	0,0236
27			0,0027	0,0030	0,0025	Não foi feito		
28		80 L.m ² .24h	0,0044	0,0835	0,0035	0,3188	0,0200	0,3578
29			0,0037	0,0441	0,0056	0,0244	0,0832	0,0167
30		100 L.m ² .6h	0,0089	0,0102	0,0057	0,0145	0,0964	0,0012
31			0,0037	0,0043	0,0056	0,0244	0,0832	0,0167
32		100 L.m ² .12h	0,0158	0,2340	0,0810	0,3478	0,0142	0,0086
33			0,0270	0,0051	0,0038	0,3629	0,0059	0,0441
34		100 L.m ² .18h	0,0149	0,0079	0,0172	0,3178	0,1142	0,1086
35			0,0154	0,0085	0,0166	0,3469	0,0159	0,0245
36			0,3291	0,2971	0,4580	Não foi feito		
37		100 L.m ² .24h	0,0042	0,0078	0,0065	0,0420	0,0131	0,0172
38	14/6/2006		0,3444	0,1420	0,0205	0,1755	0,3400	0,0100
39			0,3650	0,0254	0,0167	0,0244	0,3589	0,2000
40			0,344	0,0205	0,142	0,1642	0,094	0,1955
41			0,347	0,240	0,0253	0,134	0,0177	0,0508

Tabela B 11: Valores de Nitrogênio ^{Nitrato} analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

N NITRATO (mg/L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	3,00		3,40	4,50	3,60	4,00
2			2,00		3,00	10,50	9,60	10,00
3			2,00		3,00	11,80	17,50	22,10
4		40 L.m ² .12h	3,00		4,00	9,80	15,50	20,10
5			2,00		3,70	34,00	27,20	21,60
6			2,60		3,50	35,00	15,30	22,40
7		40 L.m ² .18h	2,00		4,50	25,40	30,50	30,00
8			2,00		3,70	28,40	35,50	17,50
9			3,00		4,50	25,40	30,50	30,00
10		40 L.m ² .24h	3,20		4,70	31,00	48,80	30,40
11			3,70		4,30	50,40	44,40	36,50
12			2,90		4,00	25,60	35,00	17,80
13			Não foi feito					
14		60 L.m ² .6h	2,70		4,00	52,80	55,40	41,60
15			2,80		4,00	52,00	54,40	46,00
16		60 L.m ² .12h	2,70		3,30	60,36	62,40	62,40
17			2,90		4,70	51,20	52,20	45,80
18		60 L.m ² .18h	2,90		3,30	62,80	64,60	65,09
19			2,70		2,50	33,50	50,00	37,00
20		60 L.m ² .24h	2,70		3,40	55,00	54,40	57,00
21			2,00		3,60	40,40	38,50	41,20
22		80 L.m ² .6h	2,80	5,00	5,40	45,00	57,00	42,00
23			2,25	3,70	4,10	49,00	50,00	51,00
24		80 L.m ² .12h	2,90	4,70	4,30	74,00	75,00	66,00
25			2,70	3,00	4,20	40,00	41,00	41,80
26		80 L.m ² .18h	2,50	3,70	4,10	50,50	52,00	55,00
27			2,50	2,50	2,70	52,00	51,50	56,00
28		80 L.m ² .24h	3,60	2,70	3,80	50,75	48,50	51,50
29			1,70	2,50	2,20	57,50	40,00	51,50
30		100 L.m ² .6h	5,70	5,00	6,50	55,00	45,00	51,50
31			3,70	4,50	5,00	48,50	50,50	49,00
32		100 L.m ² .12h	5,70	4,30	5,00	68,00	87,00	84,40
33			3,10	2,74	3,40	74,00	82,00	80,00
34		100 L.m ² .18h	2,00	2,80	2,60	68,00	87,00	84,40
35			2,60	3,40	3,20	78,00	81,00	80,40
36		100 L.m ² .24h	3,00	3,70	4,20	85,00	84,50	85,50
37			2,50	3,30	3,10	76,50	81,00	82,00
38	14/6/2006		4,60	6,90	5,40	75,20	76,50	80,00
39			5,40	5,90	4,40	79,00	81,20	84,00
40			6,4	7	6,9	120,84	130,6	135,7
41			3,7	4,1	5	133	102	119,5

Tabela B 12: Valores de Nitrogênio N_{Total} analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

N_{Total} (mg/L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	48,31		74,02	5,43	4,24	4,91
2			40,85		49,53	11,54	10,54	11,24
3			55,92		57,30	15,19	20,28	24,88
4		40 L.m ² .12h	52,02		77,03	10,43	16,13	20,81
5			26,67		41,31	36,39	28,52	23,29
6			51,75		65,57	37,53	16,86	24,26
7		40 L.m ² .18h	69,80		81,50	27,26	32,05	31,25
8			26,64		40,74	30,65	36,23	19,09
9			46,16		56,86	27,26	31,43	31,25
10		40 L.m ² .24h	37,75		71,93	32,76	49,53	31,48
11			52,93		59,67	52,96	46,31	38,09
12			Não foi feito					
13		60 L.m ² .6h	Não foi feito					
14			53,46		59,94	56,30	56,38	42,24
15			56,87		64,75	52,84	55,24	47,67
16		60 L.m ² .12h	54,15		70,07	63,71	3,34	66,17
17			30,90		55,82	54,14	54,71	46,85
18			34,94		64,53	64,78	65,46	67,54
19		60 L.m ² .18h	25,17		38,76	35,07	51,67	38,19
20			31,46		45,41	56,10	55,68	59,60
21			35,27		43,00	41,55	40,12	43,10
22		80 L.m ² .6h	30,67	41,41	44,12	48,57	58,73	43,14
23			28,89	38,81	45,57	51,41	53,25	55,68
24			51,05	72,91	77,58	76,26	75,92	67,70
25		80 L.m ² .12h	29,42	37,51	43,97	41,59	42,91	43,95
26			45,34	55,30	60,66	53,88	54,34	56,01
27			26,74	45,64	58,11	52,66	52,13	56,13
28		80 L.m ² .24h	28,82	45,58	61,03	54,06	50,84	53,62
29			30,82	34,97	57,09	58,78	42,17	52,36
30			33,99	45,76	62,66	55,85	46,36	52,34
31		100 L.m ² .6h	26,60	28,41	46,16	49,51	51,91	49,68
32			40,72	61,08	77,88	69,91	89,82	85,55
33			28,38	47,25	57,30	74,98	82,93	80,66
34		100 L.m ² .12h	33,17	48,58	58,82	69,56	88,35	85,44
35			37,46	53,86	64,94	80,19	81,63	81,35
36			66,13	55,14	83,59	87,00	85,16	86,16
37		100 L.m ² .24h	50,28	41,81	74,15	78,40	81,87	82,55

Tabela B 13: Valores de Condutividade analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

CONDUTIVIDADE (μSm^{-1})								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	361		485	400	333	350
2			701		604	401	289	311
3			592		579	503	430	420
4		40 L.m ² .12h	751		852	801	423	385
5			598		613	598	456	446
6			801		750	500	365	341
7		40 L.m ² .18h	783		703	331	280	300
8			890		740	395	374	339
9			783		703	410	222	290
10		40 L.m ² .24h	403		582	395	374	339
11			451		652	252	401	320
12			Não foi feito					
13		60 L.m ² .6h	663		511	336	349	352
14			637		492	282	156	142
15			630		490	222	166	140
16		60 L.m ² .12h	678		492	156	282	142
17			640		657	411	527	528
18			406		623	515	498	601
19		60 L.m ² .18h	517		608	320	392	316
20			607		575	402	390	380
21			701		586	403	402	442
22		80 L.m ² .6h	500	789	631	340	348	334
23			540	700	481	360	482	374
24			403	586	631	396	313	402
25		80 L.m ² .12h	680	756	361	375	490	370
26			800	750	631	395	414	398
27			543	589	603	364	377	381
28		80 L.m ² .24h	403	586	602	434	402	442
29			399	514	523	344	341	349
30			440	580	603	370	395	387
31		100 L.m ² .6h	890	750	600	467	501	541
32			908	1001	833	520	598	605
33			592	608	579	346	358	349
34		100 L.m ² .18h	506	601	440	367	376	384
35			439	594	634	331	378	336
36			637	623	625	456	494	435
37		100 L.m ² .24h	703	690	607	467	484	476
38			401	379	616	693	670	645
39			625	638	632	351	391	335
40		14/6/2006	890	540	789	667	644	637
41			623	601	537	581	527	566

Tabela B 14: Valores de Turbidez analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

TURBIDEZ (uT)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	95		150	85	50	85
2			110		135	80	80	90
3			170		145	85	30	55
4		40 L.m ² .12h	180		150	32	22	22
5			160		135	20	30	28
6			170		135	6	26	10
7		40 L.m ² .18h	210		100	15	16	5
8			160		130	4,4	10,3	4,2
9			210		95	5	7,8	4,3
10		40 L.m ² .24h	100		160	1,3	1,4	2,8
11			130		145	2,4	1,2	2,1
12			160		190	3,1	2,0	2
13		60 L.m ² .6h	150		155	4,4	3,0	2,0
14			180		155	5	5	3
15			180		145	4,5	5	3
16		60 L.m ² .12h	140		70	4,8	4,6	1,8
17			135		130	4,5	1,0	1,8
18			110		60	1,2	0,71	0,60
19		60 L.m ² .18h	180		90	1,5	1,1	0,09
20			115		60	1,1	1,14	0,84
21			140		125	0,79	1,1	0,65
22		80 L.m ² .6h	220	175	130	2,4	1,7	0,94
23			125	190	90	1,8	1,6	0,89
24			100	115	65	1,4	1,01	0,85
25		80 L.m ² .12h	150	110	90	2,1	4,8	4,3
26			150	190	80	1,3	1,5	0,32
27			170	110	60	2	1,4	0,33
28		80 L.m ² .24h	100	190	160	0,80	1,8	0,65
29			191	140	180	1,3	1,4	0,33
30			179	150	130	1,3	0,85	0,51
31		100 L.m ² .6h	160	130	90	1,7	0,87	0,30
32			145	190	120	0,77	0,69	0,63
33			100	192	160	1	0,89	0,61
34		100 L.m ² .18h	170	150	125	0,79	0,70	0,43
35			180	150	130	1,9	1,3	0,59
36			145	130	115	1,9	1,3	0,59
37		100 L.m ² .24h	170	140	110	1,8	0,84	0,55
38			170	262	147	1,1	1,7	0,84
39			114	144	131	1,6	0,84	0,54
40	14/6/2006					5,76	5,42	3,98
41						4,7	5,2	3,3

Tabela B 15: Valores de Alcalinidade _{Parcial} analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

ALCALINIDADE _{Parcial} (mg CaCO ₃ /L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	130,00		190,00	67,60	40,60	41,00
2			121,70		144,20	37,60	40,10	35,40
3			152,00		186,00	58,50	58,50	36,00
4		40 L.m ² .12h	151,25		250,00	43,75	32,50	37,50
5			108,15		135,20	58,00	58,60	86,05
6			140,00		221,00	61,80	20,60	36,00
7		40 L.m ² .18h	207,00		243,00	63,10	18,30	56,80
8			108,00		135,00	58,50	58,00	36,00
9			207,00		243,40	48,40	30,80	28,60
10		40 L.m ² .24h	113,58		283,95	63,10	18,93	56,79
11			110,70		265,00	41,20	66,95	41,20
12			185,40		267,80	32,90	35,25	14,10
13		60 L.m ² .6h	Não foi feito					
14			140,00		221,00	61,80	20,60	36,00
15			Não foi feito					
16		60 L.m ² .12h	232,50		370,50	76,50	22,50	36,00
17			159,65		253,80	58,75	25,85	16,95
18			122,20		152,75	28,20	14,10	11,75
19		60 L.m ² .24h	160,00		334,00	30,55	21,15	11,75
20			166,32		201,96	16,34	22,28	14,85
21			158,60		190,00	28,20	18,80	11,75
22		80 L.m ² .6h	103,00	133,90	185,40	23,50	16,45	9,40
23			128,75	221,45	211,15	16,45	18,80	9,40
24			92,70	195,70	131,75	28,20	32,90	14,10
25		80 L.m ² .12h	103,00	123,60	185,40	32,90	32,90	14,10
26			92,70	195,70	231,75	28,20	18,80	9,40
27			113,00	103,00	226,60	18,80	51,70	11,75
28		80 L.m ² .24h	114,00	185,40	226,60	23,50	16,45	16,45
29			113,30	185,40	216,30	23,50	21,15	11,75
30			141,00	188,00	206,80	32,90	28,20	18,80
31		100 L.m ² .6h	115,00	180,25	226,60	23,50	16,45	11,75
32			114,00	127,00	235,00	47,00	35,25	18,80
33			139,70	228,60	234,00	13,00	19,50	7,00
34		100 L.m ² .12h	132,30	174,60	235,80	12,70	16,51	6,35
35			146,30	193,33	261,25	18,80	32,90	11,75
36			139,70	215,90	254,00	28,20	25,85	11,75
37		100 L.m ² .24h	164,50	253,80	329,00	14,10	25,85	14,10
38			156,00	284,30	322,40	8,00	15,60	10,40
39			145,00	265,00	312,00	15,60	18,20	13,00
40	14/6/2006					10,70	10,70	16,00

Tabela B 16: Valores de Alcalinidade Total analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

ALCALINIDADE Total (mg CaCO ₃ /L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	160,00		150,00	76,60	45,00	45,00
2			157,70		180,30	45,00	45,00	41,80
3			180,70		108,50	67,50	67,50	45,00
4		40 L.m ² .12h	205,00		317,50	55,00	42,50	43,75
5			171,30		301,03	67,00	67,60	45,06
6			178,60		416,46	73,00	59,30	
7		40 L.m ² .18h	165,50		270,00	75,70	36,70	69,40
8			170,00		301,03	67,50	67,50	45,00
9			165,50		270,40	61,60	37,40	33,00
10		40 L.m ² .24h	151,44		353,36	75,72	25,24	69,41
11			147,60		305,00	61,80	72,10	56,65
12			166,00		31,00	66,95	25,75	51,50
13		60 L.m ² .6h	Não foi feito					
14			206,00		350,20	39,95	40,00	18,80
15			Não foi feito					
16		60 L.m ² .12h	285,00		465,00	84,00	36,00	45,00
17			195,70		291,40	68,15	35,25	18,80
18			145,70		202,10	35,25	23,50	21,15
19		60 L.m ² .24h	267,80		412,00	35,25	25,85	14,10
20			213,84		22,75	23,76	26,73	22,28
21			210,70		202,10	35,25	21,15	14,10
22		80 L.m ² .6h	169,95	175,10	231,75	30,55	23,50	14,10
23			185,40	278,10	262,65	21,15	21,15	18,80
24			123,60	262,65	288,40	28,20	32,90	14,10
25		80 L.m ² .12h	169,95	175,10	231,75	39,95	39,95	18,80
26			127,30	262,65	288,40	39,95	23,50	16,45
27			185,40	164,80	278,10	25,85	58,75	16,45
28		80 L.m ² .24h	182,25	268,80	293,55	30,55	23,50	21,15
29			185,40	267,80	288,40	32,90	25,85	18,80
30			164,50	206,80	258,50	42,30	35,25	28,20
31		100 L.m ² .6h	185,40	276,80	293,55	32,90	28,20	14,10
32			127,00	235,00	303,15	58,75	39,95	23,50
33			177,80	234,00	312,00	19,05	25,40	19,05
34		100 L.m ² .12h	170,10	235,80	265,50	19,05	25,40	12,70
35			188,10	261,25	292,60	28,20	51,70	18,80
36			203,20	304,80	330,20	37,60	32,90	18,80
37		100 L.m ² .24h	218,50	333,70	390,00	28,20	35,25	21,15
38			215,80	393,10	416,00	13,00	26,00	15,60
39			187,00	364,00	369,00	18,20	26,00	15,60
40	14/6/2006					26,70	21,40	21,40

Tabela B 17: Valores de Cor Aparente analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

COR APARENTE (mg Pt/L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	1670		880	630	480	330
2				1200	470	290	250	
3				1120	240	250	196	
4		40 L.m ² .12h	1780		1060	200	210	180
5				1120	150	190	140	
6				1030	50	90	70	
7		40 L.m ² .18h	1930		1053	60	60	30
8				1120	60	40	30	
9				753	60	40	30	
10		40 L.m ² .24h	1890		1710	50	45	30
11				1060	45	30	30	
12				780	35	20	20	
13		60 L.m ² .6h	1550		1100	45	78	18
14				780	50	70	70	
15				880	95	65	70	
16		60 L.m ² .12h	1750		1170	70	60	68
17				775	43	29	45	
18		60 L.m ² .18h	1350		1750	30	17	37
19				1340	25	20	35	
20		60 L.m ² .24h	1380		910	20	15	10
21				1070	50	55	30	
22		80 L.m ² .6h	1730	1109	810	23	30	16
23				910	1700	2040	28	31
24		80 L.m ² .12h	890	2200	170	21	68	55
25				1570	1100	980	16	70
26		80 L.m ² .18h	2040	810	1050	23	30	16
27				1750	1200	1170	46	98
28		80 L.m ² .24h	890	2200	1710	50	52	27
29				3070	2150	1760	20	22
30		100 L.m ² .6h	800	1010	820	23	50	13
31				2250	2500	900	50	41
32		100 L.m ² .12h	900	1600	900	41	22	13
33				1520	1820	1150	18	8
34		100 L.m ² .18h	1750	2080	1460	17	10	7
35				1720	2880	1260	31	12
36		100 L.m ² .24h	2630	1580	1470	32	13	5
37				2190	1930	1540	31	12
38	14/6/2006		2380	2060	1610	39	27	21
39			2450	1900	1800	34	23	16
40						108	102	211

Tabela B 18: Valores de Cor Aparente analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

COR VERDADEIRA (mg Pt/L)									
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75	
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	75		69	37	39	42	
2				65	34	31	39		
3				64	22	19	28		
4		40 L.m ² .12h	129		64	25	18	14	
5				59	27	22	16		
6				47	25	19	16		
7		40 L.m ² .18h	113		108	26	18	15	
8				83	24	21	11		
9				79	17	15	9		
10		40 L.m ² .24h	84		81	9	14	13	
11				98	8	6	5		
12				98	19	13	9		
13		60 L.m ² .6h	150		114	5	6	3	
14				98	11	9	7		
15				89	7	12	8		
16		60 L.m ² .12h	152		102	9	6	11	
17				54	16	9	8		
18		60 L.m ² .18h	179		120	15	13	13	
19				74	12	7	14		
20		60 L.m ² .24h	89		65	11	10	8	
21				54	19	18	3		
22		80 L.m ² .6h	143	118	108	11	10	4	
23				97	100	87	10	11	8
24		80 L.m ² .12h	40	80	95	11	9	8	
25				143	130	118	8	5	3
26		80 L.m ² .18h	97	67	81	8	13	5	
27				152	101	89	20	43	15
28		80 L.m ² .24h	40	95	80	19	20	11	
29				160	105	140	11	8	5
30		100 L.m ² .6h	79	91	74	5	10	3	
31				195	180	110	21	17	9
32		100 L.m ² .12h	79	150	89	22	11	8	
33				173	194	151	8	4	2
34		100 L.m ² .18h	129	189	120	14	7	3	
35				131	278	136	10	5	3
36				237	401	190	15	8	2
37	14/6/2006	100 L.m ² .24h	201	180	130	10	5	2	
38				330	269	208	17	14	10
39				280	220	160	15	13	9
40				341	360	232	13	14	12

Tabela B19: Valores de Sólidos Totais analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

ST (mg/L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	856,20		655,40	179,20	350,00	143,14
2			1134,40		599,40	890,60	812,40	290,80
3			983,20		615,15	907,52	600,10	750,80
4		40 L.m ² .12h	1310,86		475,00	326,60	281,60	263,60
5			911,00		551,10	387,10	334,80	445,20
6			983,20		465,60	373,80	521,60	412,70
7		40 L.m ² .18h	1097,20		543,60	444,40	339,60	324,20
8			887,20		459,40	458,00	473,80	291,60
9			1023,50		594,30	309,60	344,80	232,20
10		40 L.m ² .24h	847,20		426,80	212,80	314,00	242,00
11			752,00		537,80	231,60	447,40	338,80
12			908,10		464,50	352,40	368,30	290,20
13	60 L.m ² .6h	983,00		475,00	400,00	460,00	280,00	
14		BALANÇA QUEBRADA						
15		BALANÇA QUEBRADA						
16	60 L.m ² .12h	1039,50		605,60	480,70	205,60	353,00	
17		602,20		536,00	404,00	400,50	385,00	
18		60 L.m ² .18h	1048,60		849,20	364,60	533,20	392,40
19	60 L.m ² .24h	1167,00		682,70	652,50	258,50	141,70	
20		1077,00		615,00	523,00	309,60	170,40	
21		1201,30		799,20	499,80	659,60	380,10	
22	80 L.m ² .6h	1040,60	824,00	796,00	605,60	480,70	353,00	
23		887,60	838,00	735,60	353,50	400,00	450,70	
24		80 L.m ² .12h	864,90	784,10	558,10	436,90	404,90	344,70
25	80 L.m ² .18h	790,00	640,00	489,00	383,00	203,45	348,20	
26		1104,60	483,30	352,40	230,10	209,40	337,80	
27		632,40	494,40	429,10	236,30	267,80	250,60	
28	80 L.m ² .24h	790,40	731,60	516,70	233,40	322,80	210,40	
29		1120,00	714,80	450,00	362,10	184,90	359,50	
30		100 L.m ² .6h	713,00	609,00	568,00	352,20	370,00	335,10
31	100 L.m ² .12h			897,00	506,30	481,30	376,40	
32		728,80	660,00	591,20	518,60	374,60	529,70	
33		704,80	640,00	502,40	337,50	320,60	251,30	
34	100 L.m ² .18h	741,90	673,70	528,80	321,40	305,30	240,00	
35		922,00	1173,50	721,50	353,50	297,50	352,20	
36		616,50	760,70	524,40	507,50	504,50	508,30	
37	100 L.m ² .24h	655,90	593,70	532,10	351,50			
38	14/6/2006					691,20	422,90	535,00
39			1019,50			678,40	646,30	689,20

Tabela B 20: Valores de Sólidos Totais Fixos analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

STF (mg/L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² .6h	445,40		387,00	153,70	170,00	25,45
2			593,70		430,10	570,40	588,30	144,40
3			611,80		489,10	819,20	560,80	647,60
4		40 L.m ² .12h	444,20		379,40	256,60	219,52	211,20
5			453,80		277,00	284,40	275,30	325,20
6			271,60		325,00	247,20	300,00	315,00
7		40 L.m ² .18h	572,80		338,20	141,60	209,60	194,00
8			395,00		283,80	319,40	301,90	190,70
9			415,00		317,70	197,60	144,80	81,20
10		40 L.m ² .24h	528,00		332,00	196,00	209,60	194,00
11			432,80		443,00	214,80	343,00	304,00
12			401,70		325,00	280,10	292,00	193,00
13		60 L.m ² .6h	444,00		379,00	319,40	382,30	195,70
14					Balança quebrada			
15					Balança quebrada			
16		60 L.m ² .12h	360,20		334,40	176,40	66,60	
17			122,00		283,00	295,20	171,30	175,50
18			424,00		511,00	63,40	220,80	188,00
19		60 L.m ² .18h	466,80		401,10	70,40	129,70	71,00
20			423,00		378,00	205,50	120,40	131,70
21			400,30		280,00	260,10	161,10	100,20
22		80 L.m ² .6h	311,00	280,00	248,00	333,40	352,80	286,80
23			344,70	306,70	194,70	108,40	101,10	104,00
24			290,90	250,00	156,70	204,50	195,10	110,80
25		80 L.m ² .12h	360,00	280,00	210,00	203,50	195,10	111,90
26			433,00	240,30	115,00	137,30	132,10	102,00
27			301,40	374,20	193,60	142,60	113,20	90,40
28		80 L.m ² .18h	360,00	394,40	290,60	187,90	148,70	193,50
29			388,40	236,60	48,20	176,60	362,10	284,90
30			307,00	185,00	140,00	258,30	183,40	23,50
31		100 L.m ² .6h			565,30	350,00	290,20	286,50
32			322,20	165,00	149,80	391,70	311,10	326,20
33			351,50	313,00	261,00	233,30	194,00	100,00
34		100 L.m ² .12h	413,50	390,00	307,00	221,90	187,80	195,20
35			478,50	574,80	351,50	108,40	140,00	232,50
36			289,30	364,60	225,80	266,30	270,90	266,10
37		100 L.m ² .18h	289,40	339,80	325,40	263,80		
38						394,80	345,90	332,60
39			524,20			466,50	464,40	300,60

Tabela B 21: Valores de Sólidos Totais Voláteis analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

STV (mg/L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² .6h	410,80		268,40	25,50	180,00	117,69
2			540,70		169,30	320,20	224,10	146,40
3			371,40		126,05	88,32	39,30	103,20
4		40 L.m ² .12h	866,66		95,60	70,00	62,08	52,40
5			457,20		274,10	102,70	59,50	120,00
6			711,60		140,60	126,60	221,60	97,70
7		40 L.m ² .18h	524,40		205,40	302,80	130,00	130,20
8			427,80		175,60	138,60	42,90	133,50
9			608,50		276,60	112,00	200,00	151,00
10		40 L.m ² .24h	519,50		209,50	297,30	135,40	125,70
11			319,20		94,80	16,80	104,40	34,80
12			506,30		139,50	72,30	76,30	97,20
13		60 L.m ² .6h	539,00		95,00	80,60	77,70	84,30
14					Balança quebrada			
15					Balança quebrada			
16		60 L.m ² .12h	679,30		272,20	304,30	139,00	209,60
17			480,20		253,00	108,80	229,20	209,50
18			624,60		338,20	301,20	312,40	204,40
19		60 L.m ² .18h	700,20		281,60	282,00	128,80	70,70
20			654,00		237,00	307,50	189,20	38,70
21			801,00		519,20	239,70	498,50	279,90
22		80 L.m ² .6h	793,60	544,00	548,00	277,20	127,90	66,20
23			542,90	517,30	540,90	245,10	298,90	346,70
24			574,00	493,20	401,40	232,40	209,80	233,90
25		80 L.m ² .12h	430,00	360,00	279,00	179,50	8,35	236,30
26			671,60	243,00	237,40	92,80	77,30	135,80
27			331,20	120,20	235,50	93,70	154,60	160,20
28		80 L.m ² .24h	430,40	337,20	226,10	45,50	171,10	16,90
29			731,60	478,20	401,80	185,80	61,60	100,70
30			403,00	424,00	428,00	93,90	186,60	311,60
31		100 L.m ² .6h			331,70	156,30	191,10	89,90
32			406,60	495,00	441,40	126,90	63,50	203,30
33			353,30	327,00	241,40	104,20	126,60	151,30
34		100 L.m ² .18h	328,40	283,70	221,80	99,50	117,80	56,10
35			443,50	598,70	370,00	245,10	157,50	119,70
36			327,20	396,10	298,60	241,20	233,60	242,20
37		100 L.m ² .24h	366,50	253,90	206,70	87,70		
38						296,40	77,00	202,40
39			495,30			211,90	181,90	388,60

Tabela B 22: Valores de Sólidos Suspensos Totais analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

SST (mg/L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	200,50		63,70	12,60	17,90	9,40
2			234,40		101,40	28,40	42,80	11,40
3			245,30		188,00	46,50	54,00	10,50
4		40 L.m ² .12h	256,20		129,40	11,70	10,20	6,40
5			235,83		147,80	8,90	10,30	3,80
6			358,00		161,30	8,60	12,50	2,00
7		40 L.m ² .18h	380,00		102,90	25,10	19,30	11,60
8			456,00		144,00	15,80	14,50	11,00
9								
10		40 L.m ² .24h	254,40		96,00	18,70	20,90	15,70
11			251,00		105,00	8,90	13,20	18,60
12			309,50		139,50			
13		60 L.m ² .6h	254,40		96,00	7,80	10,60	16,80
14					Balança quebrada			
15					Balança quebrada			
16		60 L.m ² .12h	244,50		186,20	11,40	10,40	16,00
17			205,50		45,10	13,70	10,70	4,70
18			154,60		131,30	11,80	10,90	5,50
19		60 L.m ² .18h	211,10		160,50	12,30	10,00	7,20
20			341,20		98,00	12,00	14,00	15,00
21			372,60		185,80	10,00	25,00	20,00
22		80 L.m ² .6h	296,60	242,60	148,50	5,70	7,90	8,70
23			328,20	264,00	105,00	15,90	21,10	24,20
24			332,00	128,00	66,40	20,00	7,40	6,30
25		80 L.m ² .12h	214,00	172,00	86,00	6,00	6,50	3,90
26			186,30	157,70	60,40	3,20	4,40	5,60
27			331,00	132,00	55,40	6,40	7,70	3,30
28		80 L.m ² .24h	213,80	209,70	87,20	4,80	16,00	9,30
29			429,70	210,00	118,30	8,10	11,50	8,20
30			358,00	175,00	79,50	18,50	25,70	25,00
31		100 L.m ² .6h	261,00	196,00	105,00	5,50	7,80	6,85
32			295,60	182,20	103,00	0,90	0,20	3,20
33			365,20	319,00	100,00	7,90	10,50	12,10
34		100 L.m ² .12h	405,00	303,00	183,00	8,80	7,50	6,00
35			219,10	211,80	59,40	7,95	9,25	5,95
36			211,90	190,80	88,40	2,00	2,30	4,15
37	14/6/2006	100 L.m ² .24h	265,40	163,90	117,80	34,00	4,60	4,70
38						4,10	11,70	14,30
39						11,80	14,80	8,40

Tabela B 23: Valores de Sólidos Suspensos Fixos analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

SSF (mg/L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	23,90		18,70	10,10	12,90	4,40
2				44,00	12,80	20,30	2,80	
3				67,00	9,30	3,70	1,80	
4		40 L.m ² .12h	23,00		18,80	5,80	5,00	4,50
5				65,17	3,20	2,70	2,00	
6				44,17	3,10	2,50	0,30	
7		40 L.m ² .18h	110,00		53,80	7,60	9,80	6,10
8				34,67	7,80	9,70	6,00	
9			Não foi feito					
10		40 L.m ² .24h	49,80		55,20	13,60	16,90	
11			Não foi feito					
12				56,30				
13		60 L.m ² .6h	Não foi feito					
14			Balança Quebrada					
15			Balança Quebrada					
16		60 L.m ² .12h	30,00		18,46	2,00	5,40	
17				34,70	2,62	2,58		
18				53,30	5,80	7,30	4,50	
19		60 L.m ² .18h	63,36		79,25	5,20	6,90	4,10
20				46,40	10,00	5,80	10,10	
21				226,00	5,00	18,90	10,50	
22		80 L.m ² .6h	48,90	40,00	30,00	3,70	4,80	13,90
23				55,00	1,85	2,40	6,95	
24				25,00	12,20	2,50	4,70	
25		80 L.m ² .12h	42,00	40,00	20,00	1,40	2,45	2,10
26				30,40	1,90	1,90	3,30	
27				37,40	5,50	6,00	2,50	
28		80 L.m ² .24h	42,00	82,10	43,50	0,60	15,40	4,10
29				34,50	3,85	10,70	5,00	
30				41,00	3,80	16,40	12,20	
31		100 L.m ² .6h	83,00	66,00	50,00	1,50	0,60	1,75
32				29,80	0,85	0,80	7,80	
33				43,30	2,40	2,70	1,60	
34		100 L.m ² .12h	96,00	75,00	50,00	1,00	0,85	2,25
35				25,70	1,85	0,75	2,55	
36				21,00	0,85	1,80	2,25	
37		100 L.m ² .24h	49,80	52,90	27,80	32,55	1,35	3,50
38						3,20	10,20	13,80
39			14/6/2006				9,90	11,00

Tabela B 24: Valores de Carbono Orgânico Total Filtrado analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

COT Filtrado (mg/L)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
22	07/3/2006	80 L.m ² .6h	26,445	19,720	23,010	3,618	2,554	2,285
23			27,240	19,510	18,990	3,903	4,323	3,123
24		80 L.m ² .12h	27,190	19,880	18,130	3,380	3,990	2,524
25			23,375	19,880	17,000	4,101	3,660	3,903
26		80 L.m ² .18h	23,350	20,700	19,880	3,618	2,554	2,285
27			27,310	24,300	18,130	2,652	2,432	2,362
28		80 L.m ² .24h	17,540	16,950	15,330	3,380	3,990	2,524
29			18,950	17,660	16,560	3,380	3,660	2,524
30		100 L.m ² .6h	21,740	18,110	15,520	3,759	3,611	1,633
31			23,430	19,360	14,740	2,642	2,639	1,059
32		100 L.m ² .12h	21,660	16,950	15,511	1,279	1,910	1,279
33			33,010	26,720	17,740	3,116	1,693	1,277
34		100 L.m ² .18h	36,010	25,620	20,180	2,956	1,715	1,456
35			35,660	26,830	18,580	2,956	2,987	2,277
36		100 L.m ² .24h	38,490	27,920	25,460	3,165	3,092	2,941
37			35,660	26,830	19,550	2,987	2,145	2,127
38	14/6/2006		44,380	30,080	20,960	2,728	3,960	2,500
39			62,370	38,600	27,560	2,562	2,852	1,932

ANEXO C – PLANILHA DE RESULTADOS DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Tabela C 1: Valores de Coliformes Totais analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

Logaritmos de Coliformes Totais (NMP/100 mL)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² .6h	3,00E+09		1,40E+08	7,00E+05	2,00E+05	7,00E+05
2			1,10E+08		3,00E+07	7,00E+05	7,00E+05	8,00E+05
3			3,00E+08		1,10E+07	7,00E+05	1,70E+05	2,00E+05
4		40 L.m ² .12h	1,10E+08		1,70E+07	2,80E+05	2,30E+04	7,00E+03
5			7,00E+09		2,80E+08	3,40E+04	2,30E+05	2,70E+04
6			1,10E+09		1,30E+08	1,70E+04	3,40E+04	4,00E+04
7		40 L.m ² .18h	1,01E+10		6,00E+08	2,80E+05	2,80E+05	3,30E+04
8			9,00E+08		3,00E+07	6,00E+03	7,00E+03	2,00E+03
9			9,00E+09		3,00E+08	1,40E+05	2,80E+05	3,30E+04
10		40 L.m ² .24h	7,00E+08		2,20E+08	7,00E+03	4,00E+03	8,00E+03
11			2,40E+08		1,10E+06	9,00E+02	7,00E+02	8,00E+02
12			Não foi feito					
13		60 L.m ² .6h	1,60E+10		6,00E+09	2,70E+04	2,70E+04	3,40E+04
14			8,00E+08		1,70E+07	2,80E+05	1,70E+04	1,10E+04
15			8,00E+08		1,70E+07	2,80E+05	1,70E+04	1,10E+04
16		60 L.m ² .12h	8,00E+07		1,70E+07	2,80E+04	1,70E+04	1,10E+03
17			6,00E+08		3,00E+07	2,20E+05	7,00E+05	2,00E+04
18		60 L.m ² .18h	9,00E+08		9,00E+07	5,00E+03	2,40E+03	1,20E+03
19	3,30E+09			1,70E+08	1,40E+04	1,10E+04	3,40E+03	
20	60 L.m ² .24h	2,40E+08		2,20E+07	5,00E+04	2,20E+04	4,00E+03	
21		5,00E+08		2,40E+07	2,70E+04	2,70E+04	5,00E+03	
22	80 L.m ² .6h	5,00E+08	1,20E+08	2,30E+07	5,00E+04	8,00E+03	8,00E+02	
23		1,30E+08	2,30E+07	1,40E+07	2,30E+04	5,00E+04	2,30E+03	
24	80 L.m ² .12h	3,50E+09	2,80E+09	1,60E+08	1,20E+04	6,00E+04	1,14E+03	
25		1,70E+09	2,60E+09	9,00E+07	2,00E+03	6,00E+04	1,40E+04	
26	80 L.m ² .18h	5,00E+09	1,30E+08	2,40E+08	1,30E+05	2,70E+04	<2,00E+03	
27		1,1E+0,10	1,70E+09	7,00E+09	5,00E+03	8,00E+03	2,00E+03	
28	80 L.m ² .24h	9,00E+07	2,00E+07	8,00E+06	8,00E+02	7,00E+02	3,40E+02	
29		1,70E+08	1,40E+08	3,30E+07	2,20E+04	5,00E+04	1,10E+03	
30	100 L.m ² .6h	8,00E+07	2,40E+07	2,20E+07	2,20E+04	2,00E+04	1,10E+03	
31		3,60E+08	2,40E+07	9,00E+06	8,00E+03	5,00E+03	2,00E+03	
32	100 L.m ² .12h	1,40E+10	9,00E+09	8,00E+08	5,00E+03	2,30E+04	4,00E+04	
33		2,00E+09	7,00E+08	1,70E+07	1,10E+04	8,00E+03	2,00E+03	
34	100 L.m ² .18h	2,00E+08	7,00E+07	2,80E+07	9,00E+03	5,00E+03	3,40E+03	
35		2,80E+09	1,70E+08	5,00E+07	8,00E+04	3,00E+04	5,00E+04	
36	14/6/2006	100 L.m ² .24h	2,40E+09	2,70E+08	1,40E+08	6,00E+03	6,00E+03	2,00E+03
37			9,00E+08	5,00E+08	2,40E+08	1,10E+04	2,00E+04	5,00E+03
38		6,00E+08	1,70E+08	4,00E+07	1,40E+03	6,00E+02	5,00E+02	
39		7,00E+10	3,60E+10	8,00E+09	4,00E+03	5,40E+03	5,00E+03	
40					1,40E+05	6,00E+04	5,00E+04	
41					1,70E+05	2,40E+05	5,00E+04	

Tabela C 2: Valores de Coliformes Termotolerantes analisados no esgoto bruto, tanque séptico, afluente e efluentes das valas de filtração nas taxas hidráulicas estudadas

Logaritmos de Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)								
Semana	Data	Taxa	EB	TS	Afluente	Vala 0,25	Vala 0,50	Vala 0,75
1	5/10/2005	40 L.m ² . 6h	2,20E+07		1,40E+07	7,00E+05	4,00E+05	2,00E+05
2			1,10E+08		1,40E+07	7,00E+05	2,00E+05	2,00E+05
3			2,00E+08		<2,00E+07	7,00E+05	4,00E+05	2,00E+05
4		40 L.m ² .12h	7,00E+07		3,40E+06	2,00E+04	<2,00E+04	4,00E+03
5			5,00E+08		1,40E+08	2,70E+04	2,30E+05	2,00E+04
6			1,10E+09		1,30E+08	1,70E+04	3,40E+04	2,20E+05
7	40 L.m ² .18h	40 L.m ² .18h	2,00E+08		2,20E+07	1,40E+05	1,40E+05	3,30E+04
8			3,00E+08		2,30E+07	<2,00E+03	2,00E+03	2,00E+03
9			3,00E+08		2,30E+07	1,40E+04	8,00E+04	2,20E+04
10		40 L.m ² .24h	6,00E+07		3,40E+07	2,00E+03	2,00E+03	<2,00E+03
11			1,70E+07		5,00E+05	7,00E+02	7,00E+02	7,00E+02
12			Não foi feito					
13	60 L.m ² .6h	60 L.m ² .6h	6,00E+08		2,00E+08	2,00E+04	2,00E+04	2,00E+04
14			8,00E+08		1,70E+07	2,80E+05	1,70E+04	1,10E+04
15			8,00E+08		1,70E+07	2,80E+05	1,70E+04	1,10E+04
16		60 L.m ² .12h	3,30E+07		1,70E+07	3,30E+03	1,70E+03	1,10E+03
17			2,30E+07		3,00E+06	2,20E+05	7,00E+05	2,00E+04
18		60 L.m ² .18h	3,00E+08		1,20E+07	2,40E+03	1,70E+03	1,20E+03
19	7,00E+08			1,70E+08	1,40E+04	9,00E+03	3,40E+03	
20	60 L.m ² .24h	1,10E+08		2,20E+07	5,00E+04	2,00E+04	4,00E+03	
21		5,00E+08		2,40E+07	1,30E+05	2,00E+05	2,00E+03	
22	80 L.m ² .6h	80 L.m ² .6h	1,20E+08	1,20E+08	1,40E+07	1,70E+04	2,30E+03	8,00E+02
23			1,20E+08	2,30E+07	1,40E+07	8,00E+03	1,70E+03	2,00E+02
24			80 L.m ² .12h	1,70E+08	1,20E+08	2,40E+07	9,00E+03	1,20E+04
25		1,70E+09		2,30E+08	5,00E+07	2,00E+03	6,00E+04	1,40E+04
26		80 L.m ² .18h	5,00E+09	1,30E+08	2,40E+08	1,30E+05	2,70E+04	<2,00E+03
27			9,00E+09	1,40E+08	6,00E+08	5,00E+03	7,00E+03	2,00E+03
28	80 L.m ² .24h	3,40E+07	7,00E+06	6,00E+06	6,00E+02	7,00E+02	3,40E+02	
29		5,00E+07	1,30E+08	3,30E+07	5,00E+03	7,00E+03	1,10E+03	
30	100 L.m ² .6h	100 L.m ² .6h	1,40E+07	1,20E+07	1,10E+07	5,00E+03	9,00E+03	1,10E+03
31			2,00E+08	1,10E+07	7,00E+06	7,00E+03	3,40E+03	2,00E+03
32			100 L.m ² .12h	6,00E+09	1,70E+08	2,00E+07	1,40E+03	2,00E+03
33		2,00E+09		5,00E+08	1,10E+07	2,00E+03	2,00E+03	<2,00E+03
34		100 L.m ² .18h	1,01E+10	5,00E+07	1,40E+07	5,00E+03	2,60E+03	<2,00E+03
35			7,00E+08	1,10E+08	1,40E+07	2,00E+03	2,00E+03	8,00E+03
36	100 L.m ² .24h	100 L.m ² .24h	5,00E+08	1,30E+07	1,10E+07	6,00E+03	2,00E+03	2,00E+03
37			6,00E+07	5,00E+07	2,40E+07	9,00E+03	6,00E+03	5,00E+03
38			14/6/2006	1,70E+08	9,00E+07	2,60E+07	9,00E+02	4,00E+02
39		2,40E+10		1,70E+09	9,00E+08	9,00E+03	4,00E+03	2,00E+03
40						1,40E+05	5,00E+04	5,00E+04
41						1,70E+05	2,40E+05	2,00E+04

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7.229**. Projeto, construção e operação de tanques sépticos. 15 p. 1993.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.969**. Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. 60 p. 1997.

ANDRADE NETO, C. O. **Sistemas Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários: Experiência Brasileira**. Rio de Janeiro ABES, p 301.1997.

ANDRADE NETO, C. O. Alternativa Tecnológica para Valas de Infiltração. In: **20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental** – ABES. Rio de Janeiro, 1999.

ANDRADE NETO, C. O; Van HAANDEL, A; MELO, H N S. (2002). O Uso do Filtro Anaeróbio para Pós-Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios no Brasil. In: **X Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2002, Braga, Portugal. Anais do X Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Braga: APESB/APRH/ABES, 2002.

APHA; AWWA; WPCF, **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20. ed. New York: American Public Health Association, 2001.

BRAGA, B. et al. **Introdução á Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, p 305, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de Novembro de 2000. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 08 jan. 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>> Acesso em: 4 abr.2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>> Acesso em: 4 abr.2005.

BUNNEL, J. F., ZAMPELLA, R. A., MORGAN, M. D. & GRAY, D. M. **A Comparison of Nitrogen Removal by Subsurface Pressure Dosing and Standard Septic System in Sandy Soils**. Journal of Environmental Management, Vol. 56, p 209 - 219, 1999.

CAMARGO, S. R. **Filtro Anaeróbio com enchimento de bambu para tratamento de esgotos sanitários: Avaliação da partida e operação**. 2000. Campinas, 181p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura, Urbanismo Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CAMPOS, J. R. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.**, 1ª ed., Rio de Janeiro: ABES, 464 p 1999.

CARTAXO, F.S. M. **Aspectos Sanitários de um Sistema de Irrigação, em Escala Piloto, Utilizando Esgoto Doméstico Tratado**. 2003. 132p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Norma L 5.550, **Helmintos e Protozoários Patogênicos: Contagem de Ovos e Cistos em Amostras Ambientais**. São Paulo: CETESB. p.: 1 – 22; 1989.

CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Norma L 5.240, **Coliformes totais e fecais: detecção em amostras de água através do teste de presença - ausência: método de ensaio**. São Paulo: CETESB. p. 17; 1991.

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias - Reatores Anaeróbios**. Belo Horizonte MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, v. 5, 245 p.1997.

CHERNICHARO, C. A. L; ZEBINI A. M; BITTENCORT, R, B. Análise comparativa das técnicas de tubos múltiplos e de substrato definido, aplicadas á identificação de coliforme sem amostra de esgoto bruto e de efluentes anaeróbios In: **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios: aspectos metodológicos**. - Belo Horizonte, MG: Abes, 118 p. 2001a.

CHERNICHARO, C.A. L; CASTRO SILVA, J.C; ZERBINI, A.M; GODINHO, V.M. **Inactivation of *E. coli* and helminthes eggs in aerobic and anaerobic effluents using UV Radiation**. Water Science and Technology, Vol 47, No 9, pp. 185 –192, 2003.

CORAUCCI FILHO B., et al. Pós-tratamento de Efluente de Filtro Anaeróbio: Modelo Reduzido de Valas de Filtração - NBR 7.229 1993. In: **29º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Porto Alegre, 2000a.

CORAUCCI FILHO, B.; et al.. Avaliação da Fase Inicial das Valas de Filtração Como Método de Pós-Tratamento de Efluentes Anaeróbios. In: **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Campos (Coordenador) Coletânea de trabalhos técnicos. Projeto Prosab. São Carlos, 2000b. 348 p.

CORAUCCI FILHO, B.; et al. Avaliação da Patogenicidade do Feno Produzido em um Sistema de Pós-Tratamento de Efluente Anaeróbio por Disposição Controlada no Solo. In: **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Campos (Coordenador) Coletânea de trabalhos técnicos. Projeto Prosab. São Carlos, 2000c.

CORAUCCI FILHO, B. et al.; Pós-Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios por sistema de Aplicação no Solo. In **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**. CHERNICHARO, C. A. L. (Coordenador). - Belo Horizonte, MG: Abes, 2001. 118 p.

CORAUCCI FILHO, B. et al.; Disposição no solo. In (Capítulo 8) Desinfecção de efluentes sanitários, remoção de organismos patogênicos e substâncias nocivas. In: **Aplicação para fins produtivos como a agricultura, aquicultura e hidroponia**. Gonçalves (Coordenador) Vitória, ES: ABES RiMa, Projeto PROSAB, 2003. 438 p.

FERREIRA LEITE, A. M; **Reúso de água na gestão integrada de recursos hídricos**. 2003. Brasília, 117 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Brasília, Brasília.

FOWA. Florida Onsite Wastewater Association, Inc; **The Status and Future of Decentralized and Onsite Wastewater Treatment Technologies in Florida**. The Small Flows Journal, Vol. 6, Issue 1, p. 12-19. Winter 2005.

GASPAR, P. M. F. **Pós-tratamento de efluente de Reator UASB EM Sistema de Lodos Ativados Visando a Remoção Biológica de Nitrogênio Associada a Remoção Físico-química do Fósforo.** 2003. São Paulo, 242 p. Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo.

GONÇALVES, R. F.; **Desinfecção de efluentes sanitários, remoção de organismos patogênicos e substancias nocivas. Aplicação para fins produtivos como agricultura, aquicultura e hidroponia.** Vitória, ES: ABES RiMa, Projeto PROSAB. 438 p. 2003.

HESPANHOL, I. Coordenador do **Centro Internacional de Referência em Reúso de Água** – Artigos e Teses. Disponível em: <<http://www.usp.br/cirra>> Acesso em: 5 abr. 2005.

JORDÃO, E. P; PESSOA, C. A. **Tratamento de Esgotos Doméstico.** 4º ed. Editora ABES. Rio de Janeiro / RJ. 932 p. 2005.

KANEGAE, A.P. **Remoção de helmintos e protozoários em sistema de tratamento filtro anaeróbio-filtro de areia visando uso agrícola.** 2005. Campinas, 113 p Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

LEITÃO, R. C.; LETTINGA, G.; Van HAANDEL, A. C.; ZEEMAN, G. **The effects of operational and environmental variations on anaerobic wastewater treatment systems: A review.** Bioresource Technology 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>> Acesso em: 31 jan.2005.

METCALF & EDDY. **Wastewater engineering, treatment and reuse.** 4th ed. /revised. Nova Iorque: Tchobanoglous, G.; Burton, F.L.; Stensell, H.D Metcalf & Eddy Inc. McGraw-Hill. 2003. p. 1819.

MENDONÇA, L. C. **Microbiologia e Cinética de sistemas de Lodo Ativados Como Pós-Tratamento de Efluente de Reator Anaeróbio de Leito Expandido**. 2002. São Carlos, 219 p., Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MINISTÉRIO DAS CIDADES: **Diagnóstico sobre o saneamento**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/index.php?option=content&task=category&id=420>> Acesso em : 28 fev. 2005.

NATALIN JUNIOR, O. **Avaliação das Valas de Filtração como Método de Pós-Tratamento de Efluentes Anaeróbios**. 2002. Campinas, 174 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura, Urbanismo Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NOUR E. A. A.; CORAUCCI FILHO, B; FIGUEIREDO, R. F. de; CAMARGO, S. A. R. de. Tratamento de Esgoto sanitário por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. In: **Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo** – Coletânea de Trabalhos Técnicos. José Roberto Campos (Coordenador). São Paulo SP. 348p. Projeto PROSAB. 2000.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture**. Genebra, 1989.

PIRES, M. S. G. **Avaliação da presença de patógenos no lodo líquido estabilizado de ETE (processo aeróbio) quando aplicado ao solo arenoso -siltoso**. 2003. Campinas, 162 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PORTARIA N.º 05/89 – SSMA, de 16 de março de 1989, Critérios e padrões de efluentes líquidos a serem observados por toda a fonte poluidora que lancem seus efluentes nos corpos d' água interiores do estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PROSAB – Programa de pesquisa em saneamento básico. Disponível em: <<http://www.sanepar.pr.gov.br/prosab/>>. Acesso em: 26 jun. 2004.

SANTOS, J. A. Avaliação dos Impactos Causados pela Operação de uma Bacia de Infiltração para Tratamento de Esgoto Sanitário Sobre a Qualidade da Água de um Aquífero Freático. In: **19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental** – ABES. 1998.

SCANDURA, J. E. & SOBSEY, M. D. **Viral and Bacterial Comtamination of Groundwater from on-site sewage treatment system**. Water Science Technologic, v. 35, n. 11-12, p. 141-146. 1997.

SOUZA, S. B. S. **Irrigação por infiltração com efluente de lago anaeróbia em solo cultivado com milho *Zea mays***. 2004. Campinas, 147 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

TCHOBANOGLIOUS, G. & ANGELAKIS, A.N. **Technologies for wasterwater treatment appropriate for reuse: potencial for applications in Greece**. Water Science Technologic, nº 10-11, p. 15-24, 1996.

TEIXEIRA, E. C. Tratamento de Esgoto Sanitário por Infiltração em Pequena Profundidade de Areia de Alta Condutividade Hidráulica na Remoção de DQO e SS. In: **19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental** – ABES. 1998.

TEIXEIRA, J. C. e PUNGIRUM, M. E. M. C. **Análise da associação entre saneamento e saúde nos países da América Latina e do Caribe, empregando dados secundários do banco de dados da Organização Pan-Americana de Saúde - OPAS**. Rev. Bras. Epidemiol. [online]. dez. 2005, vol.8, no.4 [citado 07 Março 2006], p. 365-376. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbepid/v8n4/03.pdf>> Acesso em 29 jun. 2006.

TONETTI, A. L.; **Pós-tratamento de efluente anaeróbio por filtros de areia**. 2004. Campinas, 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

USEPA. Manual: **Wastewater Treatment/Disposal for Small Communities**. EPA/625/R-2/005. Washington D.C. September. 1992.

USEPA. **Wastewater Technology Fact Sheet: Intermittent Sand Filters**. EPA/932/F-99/067. Washington D.C. September. 1999.

USEPA. **Decentralized Systems Technology Fact Sheet** Septic Tank Systems for Large Flow Applications EPA/832-F-00-079 Washington D.C. September.2000. Disponível em: <http://www.epa.gov/owmitnet/mtb/septic_tank_large_flow_app.pdf> Acesso em: 15 ago. 2005.

VALENTIM, M. A. A.; **Uso de leitos cultivados no tratamento de efluentes de tanque séptico modificado**. 1999. Campinas, 106 p Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Van BUUREN, J. C. L., ABUSAM, A., ZEEMAN, G. & LETTINGA, G. **Primary Effluent Filtration in Small-Scale Installations**. Water Science Technologic, v. 39, n. 5, p 195 - 202, 1999.

VAN HAANDEL, A. C; AIYK, S.; AMOAKO, J.; RASKIN, L.; VERSTRAETE, W.; **Removal of carbon and nutrients from domestic wastewater using a low investment, integrated treatment concept**. Water Research Volume 38, Issue 13 3031-3042, July. 2004.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de água residuárias in **Introdução á qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**, DESA /UFMG, Belo Horizonte, MG, v.1, 243p. 1996a.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de água residuárias in **Princípios básicos do tratamento de esgotos**, DESA/UFMG Belo Horizonte, MG, v.2, 211p. 1996b.

VON SPERLING, M; Avaliação da Remoção de Patógenos em duas Lagoas de Polimento com Diferentes Relações Geométricas Tratando o Efluente de um Reator UASB Compartimentado In: **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**: aspectos metodológicos - Carlos Augusto de Lemos Chernicharo (coordenador). - Belo Horizonte, MG, 118 p. 2001.

ZEEMAN, G., LETTINGA, G. **The Role of Anaerobic Digestion of Domestic Sewage in Closing The Water and Nutrient Cycle at Community Level**. Water Science Technologic, v. 39, n. 5, p. 187-194, 1999.

ZERBINIE A. M; CHERNICHARO, C. A. L Metodologias para quantificação identificação e análise de viabilidade de ovos de helmintos em esgoto bruto e tratado In: **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**: aspectos metodológicos - Carlos Augusto de Lemos Chernicharo (coordenador). - Belo Horizonte, MG. 118 p. 2001.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ASSIRATI, D. M. **Desinfecção de efluentes de ETE com ozônio com o objetivo de reúso agrícola**. 2005. 119 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de águas residuárias**. 218p. Escolas Profissionais Salesianas, São Paulo, 1969.

CORAUCCI FILHO, B.; STEFANUTTI, R.; FEIJÓ DE FIGUEIREDO, R.; NATALIN JÚNIOR, O.; PACKER, A. P. C. & BROZELE, S. T. Remoção natural de patógenos no sistema de pós-tratamento por escoamento superficial no solo. In: **Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, VI, 2002, Vitória. 5 p. CD-Rom.

HESPANHOL, I. (1997). Esgotos como recurso hídrico. Parte I: dimensões políticas, institucionais, legais, econômico-financeiras e socioculturais. São Paulo, Brasil.

JIMENEZ, B. **Removal of microorganism in different stages of wastewater treatment for Mexico City**. Water Science and Technology. v.43, n.10, p.155-162. 2001.

MALINA, J. F. B. **Design of biological wastewater treatment systems.** In: SEMINÁRIOS DE TRANSFERÊNCIAS DE TECNOLOGIA - TRATAMENTO DE ESGOTOS, 1992, Rio de Janeiro. Trabalhos Rio de Janeiro: ABES / Water Environment Federation, 1992, p.165-171.

MANCUSO, P.C.S., SANTOS, H.F. **Reúso de água.** Ed. Manole, 2003. 1ª edição Barueri São Paulo, 588 p.