

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Eduardo Kayser Torri

**TANQUE SÉPTICO: PROPOSTA DE UMA MELHOR
GESTÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO
ALEGRE**

Porto Alegre
novembro 2015

EDUARDO KAYSER TORRI

**TANQUE SÉPTICO: PROPOSTA DE UMA MELHOR
GESTÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO
ALEGRE**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheiro Civil

Orientador: Dieter Wartchow

Porto Alegre
novembro 2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE. EXCETO PARA AS FOTOS DE AUTORIA PRÓPRIA, ESTAS NECESSITAM CONSENTIMENTO PRÉVIO POR ESCRITO DO AUTOR.

CIP - Catalogação na Publicação

Torri, Eduardo Kayser

Tanque séptico: proposta de uma melhor gestão na região metropolitana de Porto Alegre / Eduardo Kayser Torri. -- 2015.

86 f.

Orientador: Dieter Wartchow.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Curso de Engenharia Civil, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. Gestão de sistemas simplificados. 2. Fiscalização de sistemas simplificados. 3. Controle de sistemas simplificados. 4. Tanque Séptico. 5. Filtro Anaeróbio. I. Wartchow, Dieter, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

EDUARDO KAYSER TORRI

**TANQUE SÉPTICO: PROPOSTA DE UMA MELHOR
GESTÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO
ALEGRE**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pelos Coordenadores da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 19 de outubro de 2015

Prof. Dieter Wartchow
Dr. pela Universidade de Stuttgart
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Aristides Paganotti Neto (UNISINOS)
Me. pelo Instituto Militar de Engenharia

Prof. Dieter Wartchow (UFRGS)
Dr. pela Universidade de Stuttgart

Prof. Fernando Dornelles (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Nabor e Gladis, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. **Dieter Wartchow**, por toda confiança e apoio oferecido durante o trabalho.

Agradeço à professora **Carin Schmitt** pela paciência interminável durante a etapa inicial do TCC.

Agradeço aos meus pais, **Nabor e Gladis Torri**, pela dedicação e esforço ao longo de minha vida.

Agradeço a minha irmã, **Júlia Torri**, pela incansável ajuda e apoio.

Agradeço à **Juliana Koltermann da Silva** por todo apoio dado na primeira fase do Trabalho de Conclusão de Curso a qual sem não teria superado.

Agradeço à **Marina Mennucci** pela ajuda e interesse no trabalho.

Agradeço aos **funcionários do DMAE, da COMUSA e da Prefeitura de Dois Irmãos** pela atenção.

Esforço contínuo - não força ou inteligência - é a chave
para desbloquear o nosso potencial.

Winston Churchill

RESUMO

TORRI, E. K. **Tanque séptico:** proposta de uma melhor gestão na região metropolitana de Porto Alegre. 2015. 88 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil. Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

A utilização, principalmente na zona urbana e em pequenos municípios, dos sistemas simplificados de esgoto, constituídos de fossa séptica seguido de filtro anaeróbio, é frequente no Brasil dado a baixa porcentagem de edificações atendidas pelo serviço coletivo de coleta e tratamento de esgoto. No entanto, não existe uma gestão contínua dos sistemas individuais que fiscalize sua manutenção. Além disso, não é raro encontrar sistemas inadequadamente construídos. Este cenário gera problemas de saúde pública e ambientais devido a inúmeros sistemas falhos. Com o intuito de propor melhorias a esse cenário, o presente trabalho busca primeiramente evidenciar os erros de instalação dos sistemas através de uma coletânea de fotos respectivamente analisadas e comentadas, e, posteriormente, propor soluções para reduzir as falhas causadas pela falta de manutenção e pelos erros de projeto, de instalação e de vistoria. Dentre as soluções, pode-se citar: fornecimento de informações ao público, necessidade de profissionais certificados pelo órgão gestor, vistorias mais detalhadas e o desenvolvimento de um banco de dados informatizado que mantenha um histórico com informações do projeto, da construção, e da vistoria dos sistemas individuais de esgoto, emitindo alertas nas datas previstas para manutenção. Ademais, através do banco de dados criado pelo órgão gestor, é possível recuperar informações estatísticas que apoiem futuros estudos sobre os sistemas para, então, tornarem-se mais eficientes no tratamento e sobre a própria gestão para assegurar uma meta de zero falhas.

Palavras-chave: Tanque Séptico. Filtro Anaeróbio. Sistema Simplificado. Saneamento Não Coletivo. Manutenção. Gestão. Controle. Fiscalização.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama das etapas do trabalho	17
Figura 2 – Funcionamento geral de um tanque séptico	28
Figura 3 – Funcionamento geral de um filtro anaeróbio.....	30
Figura 4 – Escoamento superficial do esgoto	49
Figura 5 – Afloramento do esgoto através de um muro de arrimo	49
Figura 6 – Cobrimento insuficiente da armadura na tampa de um tanque	50
Figura 7 – Espessura insuficiente na parede de um tanque	50
Figura 8 – Ruptura de uma tampa estruturalmente inadequada	51
Figura 9 – Ataque por sulfato em uma sobretampa	52
Figura 10 – Após remoção do material atacado em uma sobretampa	52
Figura 11 – Ataque por sulfato na parede de um tanque	53
Figura 12 – Ataque muito severo por sulfato na parede de um tanque	53
Figura 13 – Tanque plástico rompido	54
Figura 14 – Tanque plástico protegido por anel pré-moldado	54
Figura 15 – Tanques plásticos protegidos por parede em alvenaria	54
Figura 16 – Filtro Anaeróbio sem desnível entre tubulações de entrada e saída	55
Figura 17 – Filtro Anaeróbio com desnível entre tubulações de entrada e saída	55
Figura 18 – Caixas de inspeção com esgoto represado	56
Figura 19 – Brita muito grande para preenchimento do leito do filtro	57
Figura 20 – Brita muito pequena para preenchimento do leito do filtro	57
Figura 21 – Brita não-uniforme para preenchimento do leito do filtro	57
Figura 22 – Sujeira e terra dentro do filtro anaeróbio	57
Figura 23 – Divisão incorreta do efluente em uma caixa de divisão	59
Figura 24 – Divisão correta do efluente em uma caixa de divisão	59
Figura 25 – Divisão do efluente não recomendada em uma caixa de divisão	59
Figura 26 – Caixa de união recebendo má distribuição do efluente	59
Figura 27 – Tubulação <i>by-pass</i> pelo sistema simplificado	60
Figura 28 – Tubulação de água pluvial ligada ao tanque séptico	61
Figura 29 – Infiltração em caixa de inspeção em pré-moldado	62
Figura 30 – Infiltração em caixa de inspeção em alvenaria	62
Figura 31 – Sistema sem acesso para inspeção	63
Figura 32 – Acessos de inspeção serão enterrados	64

Figura 33 – Tanques sépticos e filtros anaeróbios com chaminé de inspeção em pré-moldado	64
Figura 34 – Tanques sépticos e filtros anaeróbios com chaminé de inspeção em alvenaria	64
Figura 35 – Sobretampa de ferro fundido com inscrição	65
Figura 36 – Sobretampas em pré-moldado com inscrição	65
Figura 37 – Efluente do tanque séptico alterado quimicamente	66
Figura 38 – Esquema do programa para controle dos sistemas simplificados	76
Figura 39 – Exemplo de Manifesto para Transporte de Resíduos	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais constituintes de interesse no tratamento de esgoto	20
Tabela 2 – Concentrações de constituintes no esgoto doméstico	20
Tabela 3 – Faixas da provável remoção dos poluentes ao utilizar o tanque séptico seguido do filtro anaeróbio	34
Tabela 4 – Padrões de lançamento de esgotos domésticos conforme faixa de vazão	39
Tabela 5 - Padrões de lançamento para Fósforo e Coliformes Termotolerantes	40
Tabela 6 - Resumo dos problemas recorrentes encontrados durante as inspeções	66

LISTA DE SIGLAS

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

C₃A – Aluminado Tricálcico

CAU – Conselho de Arquitetura e Urbanismo

CH – Hidróxido de Cálcio

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CONSEMA-RS – Conselho Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul

COMUSA – Companhia Municipal de Saneamento – Novo Hamburgo

CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

C-S-H – Silicato de Cálcio Hidratado

DBO₅ – Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias

DMAE – Departamento Municipal de Águas e Esgotos – Porto Alegre

DQO – Demanda Química de Oxigênio

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler

MTR – Manifesto para Transporte de Resíduos

N-amoniacal – Nitrogênio Amoniacal

NBR – Norma Brasileira

N-Orgânico – Nitrogênio Orgânico

P-Inorgânico – Fósforo Inorgânico

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

P-Orgânico – Fósforo Orgânico

RRT – Registro de Responsabilidade Técnica

SMVS – Secretária Municipal de Vigilância Sanitária

SNF – Sólidos Não Filtráveis / Sólidos em Suspensão

SS – Sólidos Suspensos

SST – Sólidos Suspensos Totais

USEPA – *United States of America Environment Protection Agency*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	15
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	15
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	15
2.2.1 Objetivo principal	15
2.2.2 Objetivo secundário	15
2.3 PREMISSE	15
2.4 DELIMITAÇÕES	16
2.5 LIMITAÇÕES	16
2.6 DELINEAMENTO	16
3 IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO	19
3.1 CONSTITUIÇÃO DO ESGOTO DOMÉSTICO E SEUS POSSÍVEIS DANOS À SAÚDE PÚBLICA E AO MEIO AMBIENTE	19
3.2 RAZÕES PARA O TRATAMENTO DE ESGOTO	21
4 CLASSIFICAÇÃO E ASPECTOS GERAIS DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO	22
4.1 SISTEMAS CENTRALIZADOS	22
4.2 SISTEMAS DESCENTRALIZADOS	23
5 SISTEMA SIMPLIFICADO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	25
5.1 DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS E SUAS FINALIDADES	26
5.1.1 Tanque retentor de gordura e óleo	26
5.1.2 Tanque séptico	27
5.1.3 Filtro anaeróbio	29
5.2 MATERIAIS CONSTRUTIVOS	31
5.3 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	32
5.4 EFICIÊNCIA DO SISTEMA	33
6 ASPECTOS LEGISLATIVOS	36
6.1 DIRETRIZES DO SERVIÇO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	36
6.2 REGULAÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE SANEAMENTO BÁSICO	37
6.3 CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE E MONITORAMENTO	38
6.4 LEIS MUNICIPAIS	41
7 REQUISITOS PARA UMA GESTÃO DE SUCESSO	43
7.1 OBJETIVOS CLAROS E ESPECÍFICOS DO PROGRAMA.....	44

7.2 EDUCAÇÃO PÚBLICA.....	44
7.3 GUIA TÉCNICO PARA AVALIAÇÃO DO TERRENO, PROJETO E CONSTRUÇÃO	45
7.4 FREQUENTE MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA	45
7.5 PROVEDORES DE SERVIÇO CERTIFICADOS	45
7.6 AUTORIDADE LEGAL E MECANISMOS IMPOSITIVOS	45
7.7 MECANISMOS DE FINANCIAMENTO	46
7.8 REGISTRO ADEQUADO	47
7.9 REVISÕES E AVALIAÇÕES PERIÓDICAS DO PROGRAMA	47
8 PROBLEMAS FREQUENTES NOS SISTEMAS SIMPLIFICADOS	48
8.1 PROBLEMAS REFERENTES AOS MATERIAIS INADEQUADOS	49
8.2 PROBLEMAS REFERENTES À FALTA DE DESNÍVEL	55
8.3 PROBLEMAS REFERENTES AO PREENCHIMENTO DO LEITO DO FILTRO	56
8.4 PROBLEMAS REFERENTES À MÁ DISTRIBUIÇÃO DO ESGOTO	58
8.5 PROBLEMAS REFERENTES ÀS TUBULAÇÕES FORA DO PADRÃO NORMATIVO	60
8.6 PROBLEMAS REFERENTES ÀS INFILTRAÇÕES	61
8.7 PROBLEMAS REFERENTES AO ACESSO PARA INSPEÇÕES	62
8.8 PROBLEMAS REFERENTES À ADIÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	65
8.9 TABELA RESUMO DOS PROBLEMAS RECORRENTES	66
9 PROPOSTA DE GESTÃO DOS SISTEMAS SIMPLIFICADOS	67
9.1 ETAPA ANTERIOR AO PROJETO	67
9.2 ETAPA DO PROJETO	70
9.3 ETAPA DA INSPEÇÃO	72
9.3.1 Verificação do percurso do efluente	72
9.3.2 Verificação das caixas de inspeção e união	72
9.3.3 Verificação do material construtivo	73
9.3.4 Verificação do desnível das tubulações do sistema	74
9.3.5 Verificação dos dispositivos	75
9.4 ETAPA DO CONTROLE	75
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO

Saber não é suficiente; devemos aplicar. Querer não é o suficiente; devemos agir.
Johann Goethe

O saneamento básico sempre foi um elemento de extrema importância para o desenvolvimento da humanidade, já que proporciona saúde, bem-estar e qualidade de vida para a população. As consequências da Revolução Industrial, entre elas o crescimento rápido e desordenado das cidades, impuseram a necessidade de desenvolver uma solução para o aprimoramento dessa infraestrutura, a fim de evitar principalmente a propagação de doenças. A solução adotada foi o uso de um sistema coletivo de coleta de esgoto subterrâneo que era então despejado em cursos d'água longe das cidades. Algumas décadas mais tarde, a preocupação com os danos ambientais culminou no desenvolvimento dos primeiros procedimentos para tratamento do esgoto.

Contrastando com muitos países que, no século XX, resolveram grande parte dos problemas de saneamento, o Brasil hoje, no século XXI, ainda possui baixos índices de disposição adequada dos esgotos. Conforme o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos de 2013 fornecido pelo Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento, o índice urbano médio de coleta de esgotos é de 56,3% e o de tratamento é de 39% (BRASIL, 2013). Em termos de comparação, a França, em 2004, possuía 82% de coleta de esgoto e 80% de tratamento e os Estados Unidos, em 1996, possuía 71,4% de coleta de esgoto (UNITED NATIONS STATISTIC DIVISION, 2011, tradução nossa).

Segundo notícia do Ministério do Planejamento (BRASIL, 2014), para combater o déficit de saneamento básico, o governo federal brasileiro tem a meta de atingir a universalização dessas estruturas em todo o País até o ano de 2033, por meio do Plano Nacional do Saneamento Básico (PLANSAB) lançado em 2011, que foi previsto na Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Conforme essa Lei (BRASIL, 2007), saneamento básico é o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais presentes em cada uma das seguintes modalidades: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. A Lei ainda esclarece o dever dos

municípios com o saneamento básico e exige dos mesmos o Plano Municipal de Saneamento Básico que pode ser específico ou não para cada modalidade.

Em Porto Alegre, o Plano Municipal de Saneamento Básico na modalidade de esgotamento sanitário foi aprovado pelo Decreto n. 18.517, de 27 de dezembro de 2013. No Plano, permanece a diretriz para implementação de sistemas individuais de tratamento de esgoto em regiões do município onde não está prevista a implementação de redes coletoras públicas, devido a não viabilidade técnico-econômica de integração aos sistemas coletivos (FACCHIN, 2013).

Diversos municípios da região metropolitana possuem, assim como Porto Alegre, áreas onde não existirá redes coletoras de esgoto. Portanto, a utilização dos tanques sépticos não é uma realidade provisória, mas sim permanente. Porém, de acordo com a *Environmental Protection Agency* dos Estados Unidos da América, projetos ultrapassados, má execução, uso incorreto, falta de manutenção e de monitoramento dos sistemas individuais trazem grandes danos à saúde pública e ao meio ambiente. Além disso, as “Instalações de sistemas locais convencionais podem não ser adequadas para minimizar a contaminação das águas subterrâneas por nitratos, para remoção dos componentes fosforosos e para atenuação dos organismos patogênicos [...]” (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, p. 1-1, tradução nossa). Dessa maneira, é preciso que os efluentes dos tanques sépticos tenham tratamentos adicionais e que o sistema faça parte de um programa público ou privado de supervisão envolvendo as atividades de: projeto, instalação e principalmente manutenção.

Com base nos fatos acima descritos, este trabalho busca apresentar um programa de fiscalização contínua para tanques sépticos seguidos de filtros anaeróbios baseado nos procedimentos utilizados em outros países. Para fins de reconhecimento dos recorrentes problemas encontrados serão realizadas vistorias dos sistemas individuais com diferentes tempos de operação.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos itens seguintes.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa é: qual sistemática de gestão pode ser elaborada para garantir o correto funcionamento do sistema de tratamento de esgoto individual constituído de tanque séptico seguido de filtro anaeróbio na região metropolitana de Porto Alegre?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundário e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é a apresentação de uma proposta de sistematização de uma gestão que contemple aspectos necessários para o correto funcionamento do sistema individual de tratamento de esgoto constituído de tanque séptico seguido de filtro anaeróbio.

2.2.2 Objetivo secundário

O objetivo secundário do trabalho é a apresentação dos frequentes problemas, encontrados na região metropolitana de Porto Alegre, relacionados ao projeto, instalação e manutenção do sistema individual de tratamento de esgoto constituído de tanque séptico seguido de filtro anaeróbio.

2.3 PREMISSA

O trabalho de pesquisa sucede do fato de que a falta de gestão e fiscalização dos sistemas descentralizados podem causar problemas de saúde pública e ambientais. Isto é considerado

um problema grave, pois esses sistemas são vistos como soluções permanentes nas regiões com baixa densidade populacional, portanto é fundamental que haja um melhor controle, isto é, uma fiscalização mais rigorosa dos projetos e instalações e que esta seja contínua para englobar a manutenção dos sistemas.

2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a apresentar um programa de gestão apenas para sistemas descentralizados constituídos de tanques sépticos seguido de filtros anaeróbios.

2.5 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

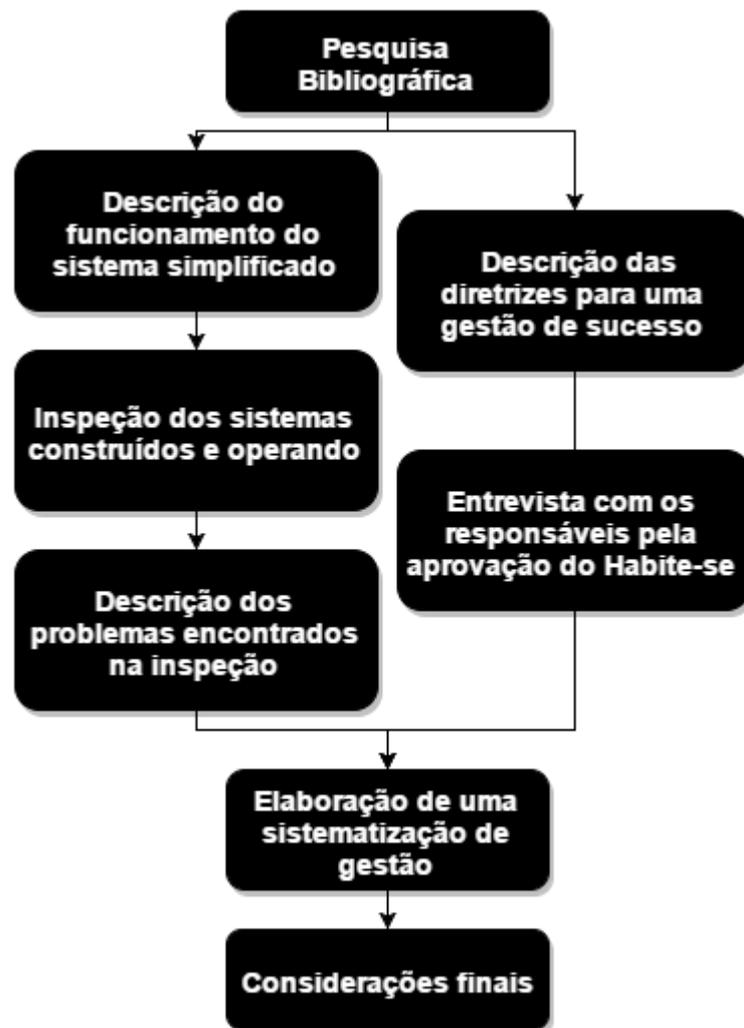
- a) a única interação considerada é por meio de entrevistas com os responsáveis pela aprovação do Habite-se (liberação para utilização da edificação) em algumas das cidades da região metropolitana de Porto Alegre;
- b) o número reduzido de inspeções de sistemas na região metropolitana de Porto Alegre e a não verificação em laboratório da qualidade final do efluente, sendo assim, apenas uma verificação visual que é comparada com a boa prática, descrita no trabalho.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado por meio das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) descrição do funcionamento do sistema simplificado;
- c) inspeção dos sistemas construídos e operando;
- d) descrição dos problemas encontrados na inspeção;
- e) descrição das diretrizes para uma gestão de sucesso;
- f) entrevista com os responsáveis pela aprovação do Habite-se;
- g) elaboração de uma sistematização da gestão;
- h) considerações finais.

Figura 1 – Diagrama das etapas do trabalho



(fonte: elaborado pelo autor)

A pesquisa bibliográfica pode ser considerada uma etapa fundamental do trabalho, em que serão reunidos os conhecimentos teóricos necessários à resolução do problema. Os assuntos estudados abordarão questões da qualidade do afluente doméstico, da classificação dos sistemas de esgoto, do sistema simplificado de tratamento, de aspectos legislativos, da qualidade do efluente e, finalmente, sobre os requisitos que um programa de gestão de sucesso deve ter, segundo a *United States Environmental Protection Agency (USEPA)*. Após a pesquisa bibliográfica, o trabalho segue paralelamente em duas linhas.

Na linha à esquerda, tem-se a etapa de descrição do funcionamento do sistema simplificado, quando serão descritos detalhes de projeto e de construção que são muito importantes e que devem ser seguidos, assim como as consequências geradas caso esses elementos não sejam

executados corretamente. Esta fase requer experiência do profissional para saber quais aspectos são importantes na prática em obras.

A partir do embasamento proporcionado pela etapa anterior, passa-se para a próxima etapa que é a inspeção dos sistemas construídos e operando, a fim de se realizar um levantamento dos problemas existentes. Esta etapa se dará com visitas aos sistemas, executando assim coleta dos dados. Devido às limitações de tempo hábil e financeiras, não foram coletadas amostras do efluente para posterior ensaio de caracterização, nem foi estabelecido um número mínimo de visitas necessárias para determinado tratamento estatístico dos dados. As inspeções foram feitas na medida do possível e de forma visual.

A última etapa desta linha de trabalho é a descrição dos problemas encontrados na inspeção. O objetivo é de realizar um levantamento dos problemas existentes.

Já pela linha de trabalho à direita do fluxograma, tem-se a etapa de descrição das diretrizes para uma gestão de sucesso, em que serão descritos os aspectos mais importantes que uma gestão deve contemplar para que a mesma seja efetiva, diminuindo assim, a probabilidade dos sistemas instalados virem a falhar.

Em seguida, será executada a etapa de entrevista com os responsáveis pela aprovação do Habite-se. Esse grupo de pessoas foi escolhido, pois é ele quem tem fiscalizado as instalações dos sistemas de tratamento nas diferentes obras. São, portanto, as mais qualificadas para se obter informações sobre os requisitos mínimos para aprovação e seus aspectos legais, proporcionando um melhor entendimento sobre o funcionamento da atual fiscalização. Novamente, não haverá um número mínimo de entrevistas determinado por métodos estatísticos. As pessoas entrevistadas serão de cidades da região metropolitana de Porto Alegre.

A etapa de elaboração de uma sistemática de gestão unifica as duas linhas de trabalho. Ao possuir o conhecimento de como se dá a aprovação do Habite-se e quais problemas são frequentes nos sistemas já instalados, será possível sistematizar uma gestão mais eficiente e adaptada para a nossa realidade.

3 IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO

Genialidade é 1% inspiração, 99% transpiração. Sim senhor, é na maior parte trabalho duro.

Thomas A. Edison

Neste capítulo serão descritos os seguintes itens: constituição do esgoto, possíveis danos à saúde e ao meio ambiente que o esgoto pode causar se disposto de maneira incorreta e *in natura*, e quais são as principais razões para tratar o esgoto.

3.1 CONSTITUIÇÃO DO ESGOTO DOMÉSTICO E SEUS POSSÍVEIS DANOS À SAÚDE PÚBLICA E AO MEIO AMBIENTE

Esgoto doméstico é o efluente de qualquer edificação que contenha banheiros, lavanderias e cozinhas. Constitui-se, portanto, de água de lavagem ou de banho misturado com excretas, papel higiênico, restos de alimento, sabão e detergentes. A edificação clássica é a residência, porém, estabelecimentos comerciais, escolas, igrejas, banheiros de indústrias, entre outros, também geram esgoto doméstico (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2007).

Os constituintes encontrados no esgoto são classificados quanto a sua natureza física, química e biológica. Os principais constituintes de esgotos em geral e as razões para preocupar-se com eles são mostrados na tabela 1. Além disso, as concentrações dos principais constituintes do esgoto doméstico são mostradas na tabela 2.

Tabela 1 – Principais constituintes de interesse no tratamento de esgoto

Constituintes	Razões de interesse
Sólidos Suspensos totais	Depósito de lodo e condições anaeróbicas
Orgânicos	Consumem o oxigênio natural e desenvolvem condições de putrefação
Biodegradáveis	
Inorgânicos dissolvidos	Constituintes inorgânicos adicionados durante o uso. Aplicações de reuso e reciclagem.
Metais pesados	Constituintes metálicos adicionados pelo uso. Muitos metais são classificados como poluentes prioritários.
Nutrientes	Crescimento excessivo de vida aquática indesejável, eutrofização, contaminação da água por nitrato.
Patogênicos	Disseminam doenças
Poluentes orgânicos prioritários	Suspeitos de serem cancerígenos, mutagênicos ou de alta toxicidade. Muitos poluentes prioritários resistem aos métodos convencionais de tratamento.

(fonte: CRITES; TCHOBANOGLOUS, 1998, tradução nossa, p. 25)

Tabela 2 – Concentrações de constituintes no esgoto doméstico

Constituintes	Concentração
	mg/L
DBO ₅	450
DQO	1050
SST	503
N-amoniaco	41,2
N-Orgânico	29,1
P-orgânico	6,5
P-inorgânico	10,8
Óleos e gorduras	164

(fonte: CRITES; TCHOBANOGLOUS, 1998, tradução nossa, p. 183)

3.2 RAZÕES PARA O TRATAMENTO DE ESGOTO

Embora a decomposição dos diversos constituintes do esgoto faça parte dos ciclos naturais do carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre, a natureza não é capaz de absorver grandes quantidades destes. As concentrações com que a natureza consegue lidar são estimadas através de simulações matemáticas (CRITES; TCHOBANOGLOUS, 1998, tradução nossa).

A razão mais importante do tratamento é eliminar os organismos patogênicos (parasitas, bactérias e vírus), que, através da água, podem percorrer grandes distâncias e contaminar inúmeras pessoas. A contaminação pode ocorrer por contato direto ou indireto, como por exemplo banhos em corpos hídricos, contato direto com esgoto ou a ingestão de água e alimentos contaminados (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa). É devido à existência desses organismos nos esgotos que o problema do saneamento sanitário se torna também um de saúde pública.

Por meio do destino adequado do esgoto, evitam-se as doenças que são causadas por organismos patogênicos presentes na água. O problema de saúde pública reflete economicamente em ganhos sociais com a redução dos custos com hospitais e medicamentos e com o menor número de trabalhadores e crianças que faltam, respectivamente, ao trabalho e a escola devido a doenças.

Além dos ganhos indiretos na área da saúde, trabalhista e educacional, existe um ganho direto ao evitar a necessidade de tratamentos avançados de água para o abastecimento. Portanto, o custo com o tratamento do esgoto não é um custo a mais, mas apenas o deslocamento de uma porção do custo no setor de abastecimento para o do esgotamento sanitário, e ainda gerando economias indiretas em outras áreas.

Dessa forma, parece claro que o tratamento dos esgotos não é um capricho dos ecologistas para proteger o meio ambiente, mas sim uma otimização dos desembolsos para obter um bem social mais elevado.

4 CLASSIFICAÇÃO E ASPECTOS GERAIS DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Melhorar é mudar, aperfeiçoar é mudar frequentemente.

Winston Churchill

Sistemas de tratamento de esgoto consistem na coleta, tratamento e disposição final do efluente e do lodo originado. Os mesmos podem ser classificados conforme forma de gestão em: centralizados ou descentralizados.

4.1 SISTEMAS CENTRALIZADOS

Os sistemas centralizados caracterizam-se por possuírem uma vasta rede coletora de esgoto, assim resultando em altas vazões do efluente e os tratando numa única estação de tratamento de esgoto projetada para atender uma determinada projeção de vazão em função das previsões populacional (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa). É usual transportar o esgoto por gravidade, portanto, quanto mais extensa é a rede coletora centralizada de esgoto, mais estações de bombeamento são necessárias para recalcar o esgoto, isto é, bombeá-lo para uma cota mais alta.

As estações de tratamento de esgotos recebem diariamente grandes volumes de esgoto e devem possuir uma elevada eficiência na remoção de matéria orgânica, de macronutrientes (compostos nitrogenados e fosforosos) e de patogênicos. A alta eficiência é requerida no momento em que se trabalha com grandes volumes e os despeja em cursos d'água em um único local, gerando impactos ambientais (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

Os sistemas centralizados são custosos para sua instalação, assim como, para sua operação. É necessária a construção da extensa rede coletora de esgotos utilizando-se tubulações de concreto, aço ou plástico de grandes dimensões, estações de bombeamento que devem contar com tanques de amortização, as próprias estações de tratamento denegrindo imóveis ribeiros e longos emissários para a disposição final do efluente. Além disso, há os elevadíssimos gastos

com operação (energia elétrica, adições químicas, ensaios de qualidade e equipe técnica) e manutenção (materiais, ferramentas e equipe técnica). Obviamente, esses sistemas são viáveis apenas em centros urbanos moderadamente povoados, onde o custo *per capita* se torna viável, e os impactos sócios-ambientais justificados. Por fim, deve-se lembrar ainda que considerando o ciclo completo – abastecimento e esgotamento centralizados – grandes quantidades de água são retiradas pontualmente de um corpo hídrico e transferido para outra localidade distante (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

4.2 SISTEMAS DESCENTRALIZADOS

Os sistemas descentralizados possuem pequenas redes de coleta de esgoto. Eles se caracterizam por efetuarem o tratamento próximo da localidade produtora do esgoto. O que torna possível o reuso dos mesmos. Os sistemas descentralizados podem ser individuais, isto é, atender apenas uma residência, coletivos, ou seja, condomínios horizontais ou verticais (prédios), ou mesmo comunitários, atendendo assim, uma cidade de porte pequeno a médio. No caso das cidades, a rede coletora de esgoto segue o padrão das microbacias, isto é, não há estações de bombeamento, assim evitando o consumo de eletricidade. Portanto, tem-se diversas pequenas estações de tratamento de esgoto na cidade, com seu efluente depositado no solo e após, indiretamente, deslocam-se ao corpo hídrico superficial mais próximo (CRITES; TCHOBANOGLIOUS, 1998, tradução nossa).

Muitos acreditam que os sistemas descentralizados são soluções com menor eficiência se comparados às centralizadoras, porém isto não é verdade. Os sistemas descentralizados podem apresentar desempenhos tão bons quanto as estações centralizadas. No entanto, muitas vezes não é necessário realizar essa comparação, pois os sistemas descentralizados operam com volumes diários muito menores, o que permite à natureza dar sequência ao tratamento. De fato, a melhor solução é despejar o efluente no solo após o tratamento, pois o solo possui uma complexa comunidade de microrganismos que fixam os nutrientes no solo, eliminam os patogênicos e, indiretamente, enviam suas águas para os rios próximos através do lençol freático raso (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

É vasto o universo de tecnologias que podem ser aplicadas nas estações descentralizadas, porém, é comum buscar soluções de operação simples e de baixo custo. Isso significa, utilizar o mínimo possível de energia elétrica e sistemas auto suficientes, ou seja, que não necessitam

uma pessoa os monitorando e adicionando aditivos durante o processo (ANDRADE NETO, 1997). Os sistemas simplificados, constituídos de tanque séptico seguido de filtro anaeróbio, são sistemas de tratamento descentralizados que apresentam pequeno gasto operacional e pouca necessidade de manutenção.

Os sistemas descentralizados são soluções importantes para o Rio Grande do Sul, pois, segundo informações do Censo 2010 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010), 23,59% dos municípios gaúchos possuem população urbana inferior a 1.000 habitantes e 64,52% possuem população inferior a 5.000 habitantes. Embora as cidades com população inferior a 5.000 habitantes representem apenas 6,18% da população urbana total do estado, elas devem ser contempladas com o saneamento básico, sendo os sistemas descentralizados uma solução viável e sustentável.

5 SISTEMA SIMPLIFICADO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Comece onde você está.
Use o que você tem.
Faça o que puder.

Arthur Ashe

Os sistemas descentralizados mais comuns utilizados no Brasil são aqueles constituídos de, na respectiva ordem, tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro. Esse sistema é reconhecido como simplificado, no entanto, conforme Andrade Neto (1997, p. 18), “Não se pode confundir simplicidade com descaso da eficiência, uso de matérias de má qualidade, técnicas e processos construtivos descuidados e negligência na operação.”.

Ainda segundo Andrade Neto, o tanque séptico e filtro anaeróbio utilizam processos anaeróbios e removem eficientemente a matéria orgânica e os sólidos suspensos. Sua utilização é extremamente recomendada como tratamento primário, pois ocupam áreas pequenas, produzem pouco lodo (já estabilizado), não consomem eletricidade, não necessitam de equipamentos eletromecânicos e sua construção e operação são simples. No processo anaeróbio não ocorre a remoção suficiente dos microrganismos patogênicos, nem dos nutrientes eutrofizantes: nitrogênio e fósforo. Quando possível destinar o esgoto ao solo, isto não se torna um problema, pois durante a infiltração no solo, a natureza se encarrega de eliminar os patogênicos e os nutrientes (ANDRADE NETO, 1997). Nos casos onde a infiltração do esgoto no solo é impossível, caso de solos impermeáveis, deve-se utilizar filtros de areia ou reconstituir o solo com material adequado.

Neste capítulo, serão abordados uma descrição dos elementos e suas finalidades, materiais construtivos, operação e manutenção, e eficiência do sistema. Quando necessário, cada um dos itens será subdividido conforme os dispositivos presentes no sistema para facilitar o entendimento, começando pelo tanque séptico, seguido pelo filtro anaeróbio e, finalmente, o sumidouro.

5.1 DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS E SUAS FINALIDADES

Este subcapítulo está dividido em: tanque retentor de gordura e de óleo, tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro.

5.1.1 Tanque retentor de gordura e óleo

É necessário remover a gordura antes que ela chegue aos tanques sépticos. As gorduras dificultam a digestão da matéria orgânica e, além disso, podem escapar dos tanques sépticos para os sumidouros e facilmente colmatar o solo. Dentre as diversas fontes de gordura, os restaurantes são os que promovem a maior contribuição dessa substância aos esgotos. Estima-se que concentrações típicas de gorduras desses estabelecimentos são entre 1.000 a mais de 2.000 mg/L. No entanto, para não causar problema no sistema, a concentração deve ser inferior a aproximadamente 30 mg/L (CRITES; TCHOBANOGLIOUS, 1998, tradução nossa).

A maneira mais comum de retirar a gordura é através de tanques interceptadores, utilizando-se do método de flotação, durante um tempo adequado, usualmente maior que 30 minutos. Devido ao tempo necessário para flotação, muitas caixas de gordura comerciais são inefetivas. Além disso, elas são vendidas através de vazões médias de efluente e ignoram as vazões de pico. A utilização de tanques sépticos para a retenção de gordura tem se mostrado uma solução eficaz devido à grande capacidade volumétrica. Dependendo da carga gordurosa, deve-se remover a gordura estocada em intervalos de 3 a 6 meses (CRITES; TCHOBANOGLIOUS, 1998, tradução nossa). O tanque séptico descrito acima para reter a gordura é um tanque extra, isto é, além daquele destinado ao tratamento do esgoto. Dado que o processo de decantação não é necessário, apenas é o de flotação, modificações, tais como prolongar o t_e de saída até próximo ao fundo para materiais não ficarem sedimentados, são bem-vindas.

O autor recomenda que caixas retentoras de gordura sejam sempre usadas nos ramais provenientes das cozinhas residenciais e industriais, pois a gordura quando não misturada ao material fecal é facilmente reaproveitada para outros fins após tratamentos específicos. Caso a gordura venha a ser estocada na zona de espuma do tanque séptico, a mesma não poderá ser reutilizada e ainda prejudicará o tratamento do lodo. O dimensionamento das caixas retentoras

de gorduras é executado conforme o item 5.1.5.1 da norma NBR 8160/99 – Sistemas prediais de esgoto sanitário: Projeto e execução.

5.1.2 Tanque séptico

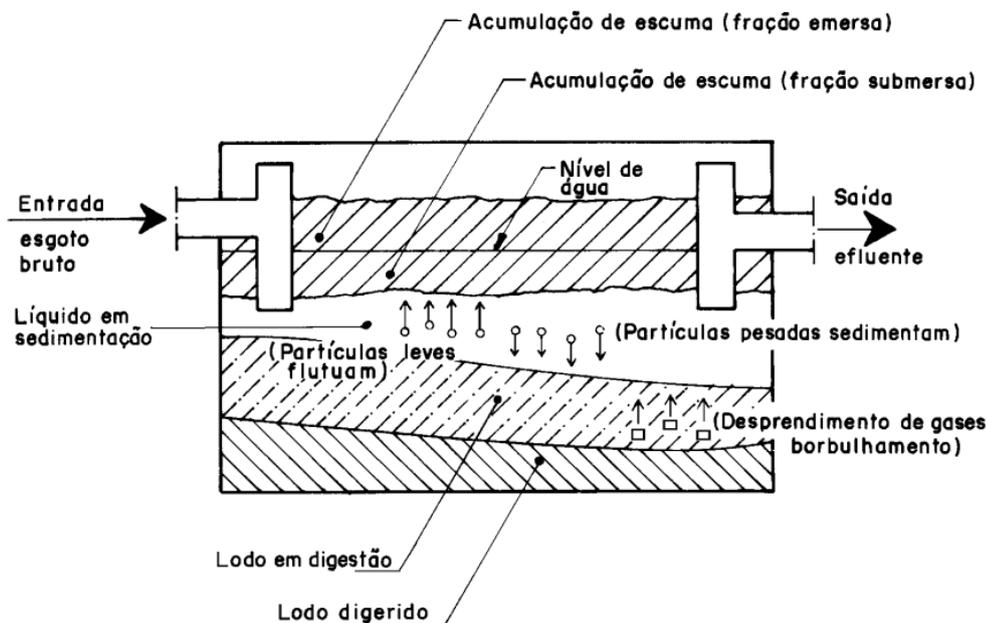
O tanque séptico, segundo Andrade Neto (1997, p. 35),

[...] foi inventado, ou descoberto, em 1872, na França, quando Jean Louis Mouras percebeu que o volume de sólidos acumulado durante 12 anos em um tanque de alvenaria, que havia idealizado e construído para receber os esgotos da cozinha de sua residência antes de lança-los na fossa absorvente [sumidouro], era muito menor do que ele havia imaginado.

O tanque séptico é a unidade primária mais utilizada na maioria dos sistemas descentralizados (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa). No Brasil, o tanque séptico é amplamente empregado em todas regiões, no entanto, quando ocorre projetos falhos, má execução ou o descaso com a manutenção, os mesmos se tornam, na melhor das hipóteses, simples caixas de passagem para o esgoto (ANDRADE NETO, 1997).

A norma NBR 7229, define o tanque séptico como “Uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p. 2). Ainda segundo a norma, eles podem ser de câmara única, em série ou sobreposta. A figura 2, extraída da norma NBR 7229, exemplifica o funcionamento do tanque séptico.

Figura 2 – Funcionamento geral de um tanque séptico



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p. 9)

Na figura 2, percebe-se a presença de quatro zonas no interior do tanque. A zona superior é constituída de materiais mais leves que o esgoto, por exemplo, gorduras e escumas. As gorduras são degradadas notoriamente mais lentamente que o material fecal depositado nas zonas inferiores (CRITES; TCHOBANOGLOUS, 1998, tradução nossa). Caso o material gorduroso não seja retido nessa zona e saia do tanque séptico, ele se torna muito prejudicial para os processos seguintes (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

A zona intermediária possui a menor concentração de sólidos, sejam eles mais ou menos densos que a água. Por este motivo, a zona também é conhecida como zona ótima ou neutra. Além disso, praticamente não ocorre digestão nesta zona, pois o tempo de retenção do líquido é baixo. Devido as características mencionadas, o efluente final é retirado desta zona. (ANDRADE NETO, 1997).

Na parte inferior existem duas zonas. Ambas constituem-se de materiais mais densos que a água. A camada superior das duas zonas consiste de material orgânico fresco. Embora exista microrganismos em todas zonas do tanque séptico, é nessa zona que eles mais atuam na digestão anaeróbia do material orgânico. De fato, uma vez o material orgânico decantado, ele dificilmente volta a subir para as zonas superiores, exceto em casos de turbulência. Assim, os materiais sólidos ficam retidos e digeridos por períodos de tempo muito superiores aos do efluente líquido. Dessa forma, o processo unitário físico da sedimentação é o que mais atua na

despoluição do efluente (ANDRADE NETO, 1997). O resultado da decomposição anaeróbia é a formação de componentes mais estáveis, de gás metano (CH_4) e de gás sulfídrico (H_2S). (CRITES; TCHOBANOGLOUS, 1998, tradução nossa).

Na zona junto ao fundo do tanque séptico, se encontra o material orgânico, já digerido, e sedimentos inorgânicos. De tempos em tempos, esta zona deve ser drenada, pois conforme é acumulado material, diminui-se o volume disponibilizado para sedimentação e assim a eficiência do tanque séptico. É recomendado que a frequência de drenagem seja a cada 2 anos, pois caso o lodo seja retirado com frequências menores, ele ainda não estará plenamente estabilizado, ou seja, mineralizado, e necessitará de tratamentos adicionais posteriormente (ANDRADE NETO, 1997).

Ainda na figura 2, há dois dispositivos especiais semelhantes, mas com funções diferentes. O primeiro se localiza na entrada e tem como finalidade reduzir a velocidade do escoamento do esgoto e fazê-lo atravessar a camada de espuma sem gerar grandes turbulências no interior do tanque, que misturariam as diferentes zonas e traria o material sedimentado para cima ou levaria o material flotado para baixo. O segundo dispositivo está localizado na saída e tem por finalidade captar o efluente da zona ótima.

5.1.3 Filtro anaeróbio

A utilização do filtro anaeróbio não é obrigatória, mas recomendada. Sua função melhora a qualidade do efluente, principalmente, no que tange à matéria orgânica solúvel (ANDRADE NETO, 1997).

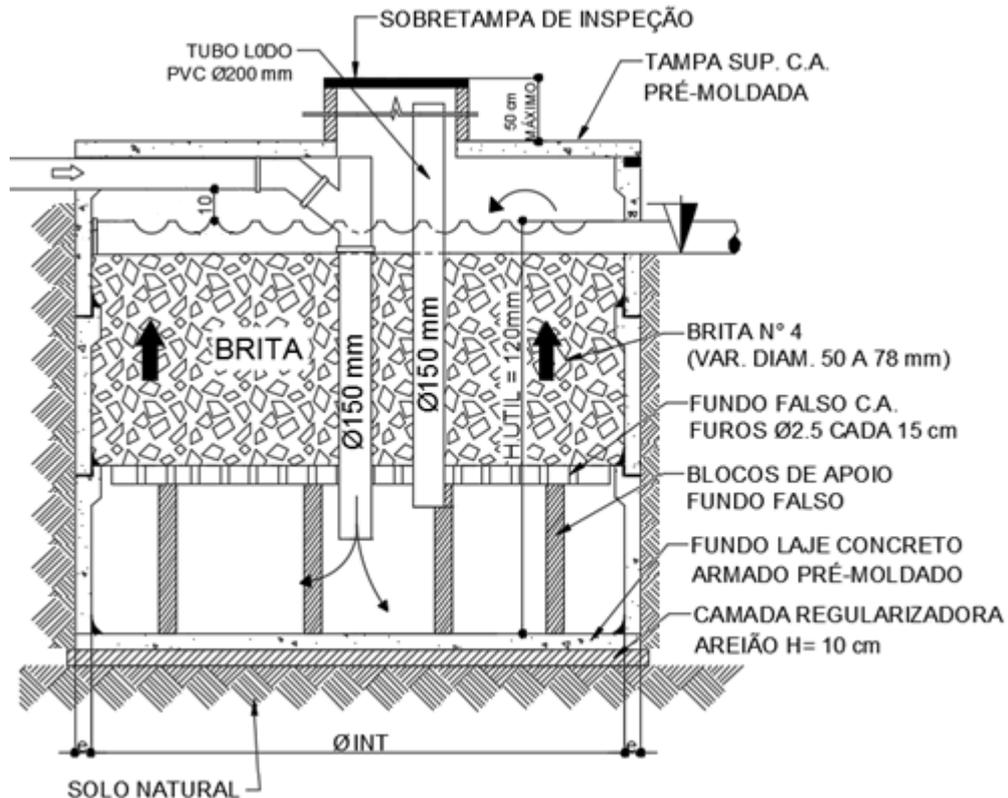
O filtro anaeróbio utiliza o sistema de lodo ativo. Isto significa que existe um grande contato entre os microrganismos, em forma de flocos ou aderidos a um meio suporte, e a fase líquida. Assim, a função do filtro anaeróbio é complementar ao do tanque séptico, onde ocorre o sistema de lodo passivo. (ANDRADE NETO, 1997).

O filtro abordado nesse trabalho é o filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente. Este é definido, pela norma NBR 13969, como um “Reator biológico com esgoto em fluxo ascendente, composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida de meio filtrante submersos, onde atuam microrganismos facultativos e anaeróbios, responsáveis

pela estabilização da matéria orgânica.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 3).

Na figura 3 tem-se a vista do filtro em planta baixa e em corte transversal. O esgoto entra por cima e é direcionado para a câmara inferior, sob uma laje perfurada. Nesta câmara, que tem por norma uma altura de 60 cm, ocorre o acúmulo do lodo. No momento em que o esgoto líquido atravessa esse manto de lodo com alta concentração de microrganismos, os mesmos atacam a matéria orgânica solúvel. Em seguida, o líquido ascende, através do leito de pedra, que tem por norma também uma altura de 60 cm. A principal função da camada de pedra é reter o lodo. Portanto, a norma descreve que o tamanho da brita não deve ser escolhido com o intuito de aumentar a área superficial específica. Por fim, o efluente é recolhido através de uma calha que deve estar na posição mais horizontal possível (ANDRADE NETO, 1997).

Figura 3 – Funcionamento geral de um filtro anaeróbio



(fonte: elaborado pelo autor)

5.2 MATERIAIS CONSTRUTIVOS

Segundo a NBR 7229, o material do tanque deve possuir resistência mecânica adequada para resistir a forças horizontais, empuxos de terra, e cargas verticais devido a sobrecargas de aterro ou passagem de veículos. Também, o material deve possuir resistência ao ataque químico, principalmente do gás sulfídrico e tornar o tanque impermeável (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993).

A norma citada acima também prevê que “Para tanques sépticos de uso doméstico, individuais e coletivos na faixa de até, aproximadamente, 6 m³, os requisitos de estabilidade são, em geral, atendidos por construções em alvenaria, tijolo maciço, ou por concreto armado.”. Além de permitir o uso de componentes de poliéster armado com fibra de vidro e chapas metálicas revestidas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p. 6).

Para os autores americanos Crites e Tchobanoglous (1998, tradução nossa), no entanto, o material deve ser de concreto ou fibra de vidro. Sendo os tanques de fibra de vidro mais caros que aqueles de concreto, portanto, usados geralmente em áreas inacessíveis aos de concreto. A inacessibilidade ocorre devido às dificuldades de transporte, pois os anéis de concreto necessitam de uma retroescavadeira, guincho ou grua para serem movimentados. Tanques em polietileno têm sido usados, no entanto seu uso é desaconselhável, pois sua integridade estrutural é inferior ao de fibra de vidro, resultando em uma deformação permanente devido à fluência causada pelas cargas permanentes. Os tanques de aço ou aqueles construídos *in loco* em alvenaria não são mais permitidos pela maior parte das agências reguladoras dos Estados Unidos da América.

A norma NBR 13969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), prevê que os tanques dos filtros anaeróbios podem ser construídos em concreto armado, plástico de alta resistência ou em fibra de vidro de alta resistência. É possível perceber que a NBR 7229/93 está desatualizada quanto às restrições de materiais. De fato, tanques em alvenaria possuem uma alta probabilidade de vazarem, pois a argamassa entre os tijolos não possui resistência adequada aos ataques químicos do esgoto e dependendo da constituição da argila do tijolo, este também não.

Crites e Tchobanoglous (1998, tradução nossa) enfatizam que o custo entre um tanque de qualidade inferior, isto é, aquele de baixo custo e outro de boa qualidade é muito inferior ao custo de reparar o tanque, caso este vaze ou colapse. Portanto, é importante não economizar na compra do tanque.

Os dispositivos de entrada e saída do tanque séptico devem estar submersos com 1/3 da altura do tanque séptico ou no mínimo 40 cm, segundo a NBR 7229 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993). Recomenda-se a utilização de tubos em PVC e uma junta em forma de Y para a construção do dispositivo. Antigamente era usual utilizar anteparos de concreto armado, visto isso, os dispositivos de entrada e saída são chamados também de anteparos. A calha vertedora do filtro pode ser executada com um tubo de PVC com aberturas em forma de V espaçadas uniformemente na parte superior do tubo.

5.3 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Ao que diz respeito à operação do sistema simplificado, deve-se evitar três situações:

- a) receber uma vazão excessivamente alta para qual o sistema não foi projetado. Essas vazões podem ser provenientes das águas pluviais, de drenagem de piscinas e limpeza de reservatórios. As vazões elevadas provocam uma excessiva turbulência dentro do sistema, misturando as diferentes zonas e diminuindo o tempo de retenção hidráulica para qual o sistema foi projetado;
- b) receber substâncias químicas ou biológicas que são tóxicas aos microrganismos ou substâncias orgânicas resilientes à degradação. Ocorre inibição da atividade de degradação;
- c) receber objetos inertes, pois estes não irão ser degradados e rapidamente ocuparão o volume destinado ao lodo mineralizado.

Faz parte da operação do sistema a sua inspeção que deve ter uma periodicidade anual ou semianual. As inspeções têm por finalidade (CRITES; TCHOBANOGLIOUS, 1998, tradução nossa):

- a) checar a impermeabilidade do tanque séptico e do filtro anaeróbio;
- b) monitorar a quantidade de espuma e lodo no tanque séptico;
- c) monitorar a vazão e qualidade do efluente que sai do filtro anaeróbio;
- d) monitorar a capacidade de infiltração do sumidouro.

O sistema necessita de uma manutenção periódica que consiste na remoção do lodo mineralizado. A periodicidade é definida no momento do projeto, pois dela depende o cálculo do volume do tanque séptico e do filtro anaeróbio. No entanto, a periodicidade pode ser alterada após instalação através do monitoramento, pois dependendo das características do esgoto e da temperatura, a produção do lodo pode variar (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993). Uma simples maneira de determinar um novo intervalo de limpeza é recalcular os volumes do sistema para 80% da vazão média do consumo de água potável, uma vez que a vazão do sistema projetado pode estar superdimensionada.

No tanque séptico remove-se o lodo mineralizado, sempre deixando o lodo fresco no interior do tanque séptico para que os microrganismos não sejam removidos. No filtro anaeróbio, é necessário remover o lodo dos interstícios do leito de pedra. Para isso, é preciso uma retrolavagem do leito de pedra (ANDRADE NETO, 1997).

Como os sistemas se encontram, na maioria das vezes, enterrados, existe uma falta de comprometimento com as inspeções e manutenção por parte dos proprietários. Sendo tomadas medidas apenas quando os tanques passam a apresentar graves problemas, como por exemplo, esgoto aflorando na superfície do terreno ou, em alguns casos mais sérios, aflorando no interior das residências (CRITES; TCHOBANOGLOUS, 1998, tradução nossa).

5.4 EFICIÊNCIA DO SISTEMA

A tabela 3, extraída da norma NBR 13969, apresenta as faixas da provável remoção dos poluentes com a utilização do tanque séptico seguido do filtro anaeróbio. A tabela não considera a remoção dos nutrientes e patogênicos que sucederá com a disposição no solo. Isso mostra que, caso não seja possível utilizar a disposição do efluente no solo, deve ser previsto um tratamento complementar para eliminar principalmente os organismos patogênicos. A possível solução é a utilização dos filtros intermitentes de areia, pois, conforme a mesma norma, estes possuem bons índices de remoção de nutrientes e patogênicos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Tabela 3 – Faixas da provável remoção dos poluentes ao utilizar o tanque séptico seguido do filtro anaeróbio.

Poluente	Remoção (%)
DBO5	40 a 75
DQO	40 a 70
SNF	60 a 90
Sólidos sedimentáveis	70 ou mais
Nitrogênio amoniacal	-
Nitrato	-
Fosfato	20 a 50
Coliformes fecais	-

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 6)

A qualidade da construção do sistema influencia diretamente na eficiência do mesmo. Segundo Andrade Neto (1997, p. 17):

Os benefícios que um sistema para tratamento de esgotos podem proporcionar, em decorrência de sua eficiência, dependem diretamente da simplicidade da construção e operação, pois qualquer que seja o sistema, ele terá sempre baixa eficiência se for mal construído.

A eficiência do tanque séptico também depende da decantação do material. Portanto, o tempo de detenção do líquido dentro do mesmo deve ser apenas o suficiente para que ocorra boa parte da decantação do material. Em decantadores convencionais, períodos de detenção acima de 2 horas não apresentam acréscimos significativos na eficiência do sistema (ANDRADE NETO, 1997).

Uma forma de aumentar a eficiência da decantação é utilizar tanques sépticos de câmaras em série. Utilizando-se duas câmaras pode se observar que a maior parte do lodo decanta na primeira delas, onde há a produção de gases devido a digestão que, ao subirem, colidem com a matéria em decantação, dificultando esse processo. Dessa forma, a presença de uma segunda câmara proporciona a sedimentação dos materiais em um ambiente livre de gases. A utilização de mais de duas câmaras pouco adiciona na melhoria da eficiência, não sendo, assim, vantajoso (ANDRADE NETO, 1997).

Conforme o tempo de funcionamento do tanque séptico aumenta, o lodo acumulado ocupa uma porção cada vez maior do volume. Isso reduz o tempo de detenção hidráulica, já que o

líquido possui menor altura para decantar e é empurrado para a saída prematuramente. Porém, a perda natural de eficiência pode ser revertida com a drenagem periódica do lodo, assim, voltando a ter máxima eficiência, original do tanque (ANDRADE NETO, 1997). Por fim, a saída do efluente deve estar o mais afastado possível da entrada para se evitar o curto-circuito hidráulico.

Para os filtros anaeróbios, é importante também evitar curtos-circuitos hidráulicos, isto é, não permitir que o esgoto crie caminhos preferenciais ao ascender, portanto, é importante que aconteça uma boa distribuição do esgoto abaixo do fundo falso. Uma vez que a remoção da carga orgânica ocorre principalmente no fundo falso, não há uma melhora na eficiência com o aumento da altura do leito filtrante acima de cerca de 60 cm (ANDRADE NETO, 1997).

Assim como o tanque séptico, a eficiência do filtro anaeróbio varia conforme o tempo de utilização. Em um primeiro momento, a eficiência aumenta conforme o lodo fresco vai se acumulando na parte inferior da câmara, até o ponto em que a eficiência do filtro é máxima. Com a mineralização e o envelhecimento do lodo, juntamente com a acumulação de resíduos inertes, a eficiência do filtro passa a diminuir. Para uma recuperação parcial da eficiência do filtro, é necessário fazer uma retrolavagem do leito de pedra e remoção do lodo envelhecido da câmara inferior. Devido às dificuldades de remover o lodo inerte dos interstícios do leito de brita, é importante que o tanque séptico funcione corretamente e decante a maior parte destes materiais para que apenas matéria orgânica solúvel chegue ao filtro anaeróbio (ANDRADE NETO, 1997).

6 ASPECTOS LEGISLATIVOS

Sem paixão você não tem energia,
sem energia você não tem nada.
Donald Trump

É de suma importância entender os aspectos legais que afetam os sistemas descentralizados de tratamento de esgoto constituídos de tanques sépticos seguido de filtros anaeróbios. Portanto, esta seção abordará algumas legislações federais, estaduais e municipais que servem de amparo legal à proposta de gestão apresentada nesse trabalho. É importante ressaltar que as leis federais estabelecem diretrizes para todo o território e que as leis estaduais podem apenas restringir ainda mais as diretrizes federais e nunca alivia-las

6.1 DIRETRIZES DO SERVIÇO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A Lei Federal n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007) é um marco, visto que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Assim como a Lei Federal, no Rio Grande do Sul tem-se a Lei Estadual n. 12.037, de 19 de dezembro de 2003, que estabelece a política estadual de saneamento básico.

O Decreto n. 7.217, de 21 de junho de 2010, regulamenta a Lei n. 11.445. Ele especifica melhor em que condições soluções individuais de saneamento básico podem constituir serviço público, esclarecendo assim em que situações elas devem ser reguladas. Uma das situações descritas pelo Decreto no Art. 2 é a seguinte: “A fossa séptica e outras soluções individuais de esgotamento sanitário quando se atribua ao Poder Público a responsabilidade por sua operação, controle ou disciplina, nos termos de norma específica.” (BRASIL, 2010). Desta maneira, ao elaborar uma Lei Municipal que defina a manutenção das fossas, é necessário que exista um serviço público que as fiscalize e faça seu controle.

O Decreto também aborta outros itens importantes. Por exemplo, independente da operação, controle ou disciplina das fossas sépticas serem ou não responsabilidade do Poder Público, a “Disposição final dos esgotos sanitários e dos lodos originários da operação de unidades de tratamento [...] individuais, inclusive fossas sépticas.” (BRASIL, 2010, Art. 9) é considerada um serviço público. Também é importante salientar que, caso esteja previsto nas normas do

titular, da entidade de regulação e de meio ambiente, o uso de sistemas individuais pode ser implementado mesmo que uma rede pública de esgotamento esteja disponível. Esse fato é importante para possibilitar que, no futuro, usuários tenham a opção de se ligar ou não na rede pública. Atualmente, em Porto Alegre, Novo Hamburgo e Dois Irmãos, sempre que tiver uma rede disponível a ligação do esgoto sanitário a ela é obrigatória. Muitos sistemas individuais foram instalados em edificações sem rede disponível e meses depois a rede era implantada e o usuário se via obrigado a abandonar o sistema individual recém construído sem nenhuma forma de indenização pelo gasto.

6.2 REGULAÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE SANEAMENTO BÁSICO

A regulação das políticas públicas de saneamento básico é um elemento fundamental para uma boa gestão, pois define as normas a serem seguidas e os deveres de cada parte. São importantes os seguintes artigos do Decreto n. 7.217: (BRASIL, 2010):

Art. 28. O exercício da função de regulação atenderá aos seguintes princípios:

- I - independência decisória, incluindo autonomia administrativa, orçamentária e financeira da entidade de regulação; e
- II - transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões.

Art. 29. Cada um dos serviços públicos de saneamento básico pode possuir regulação específica.

Art. 30. As normas de regulação dos serviços serão editadas:

I – por legislação do titular, no que se refere:

- a) aos direitos e obrigações dos usuários e prestadores, bem como às penalidades a que estarão sujeitos; e
- b) aos procedimentos e critérios para a atuação das entidades de regulação e de fiscalização; e

II - por norma da entidade de regulação, no que se refere às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços, que abrangerão, pelo menos, os seguintes aspectos:

- a) padrões e indicadores de qualidade da prestação dos serviços;
- b) prazo para os prestadores de serviços comunicarem aos usuários as providências adotadas em face de queixas ou de reclamações relativas aos serviços;
- c) requisitos operacionais e de manutenção dos sistemas;

- d) metas progressivas de expansão e de qualidade dos serviços e respectivos prazos;
- e) regime, estrutura e níveis tarifários, bem como procedimentos e prazos de sua fixação, reajuste e revisão;
- f) medição, faturamento e cobrança de serviços;
- g) monitoramento dos custos;
- h) avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados;
- i) plano de contas e mecanismos de informação, auditoria e certificação;
- j) subsídios tarifários e não tarifários;
- k) padrões de atendimento ao público e mecanismos de participação e informação; e
- l) medidas de contingências e de emergências, inclusive racionamento.

§ 1. Em caso de gestão associada ou prestação regionalizada dos serviços, os titulares poderão adotar os mesmos critérios econômicos, sociais e técnicos da regulação em toda a área de abrangência da associação ou da prestação.

§ 2. A entidade de regulação deverá instituir regras e critérios de estruturação de sistema contábil e do respectivo plano de contas, de modo a garantir que a apropriação e a distribuição de custos dos serviços estejam em conformidade com as diretrizes estabelecidas na Lei nº 11.445, de 2007.

6.3 CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE E MONITORAMENTO

As características dos efluentes também devem ser observadas. A Resolução Conama n. 430 determina limites para parâmetros físicos, químicos e biológicos. Segundo a Resolução (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2011):

Art. 21. Para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos:

I - Condições de lançamento de efluentes:

- a) pH entre 5 e 9;
- b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- d) Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou

mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor;

e) substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L; e

f) ausência de materiais flutuantes.

No âmbito estadual, a Resolução Consema-RS n. 128, vigente desde dezembro de 2006, “Dispõe sobre a fixação de Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul.” (RIO GRANDE DO SUL, 2006, p. 1). É importante ressaltar que essa Resolução, segundo Art. 4., exclui “Lançamentos no mar e infiltrações no solo, que serão objetos de avaliações independentes no licenciamento pelo órgão ambiental competente.” (RIO GRANDE DO SUL, 2006).

Essa Resolução é considerada mais restritiva com relação aos parâmetros permitidos para efluentes domésticos que a Resolução Conama n. 430/2011 e estabelece padrões de emissão conforme faixas de vazões, não considerando a interação entre qualidade do efluente e enquadramento do corpo hídrico receptor, exceto pelo Art. 7., em que demanda a observação da razão entre as vazões desses dois componentes para que não se verifique a diminuição da qualidade da água para níveis inferiores ao da classe do corpo hídrico (FRANKE, 2012). Conforme Art. 20., parágrafo 2., “Para efluentes líquidos domésticos devem ser observados os seguintes padrões de emissão para os parâmetros DBO₅, DQO, Sólidos Suspensos (SS), em função da vazão de lançamento [apresentados na Tabela 4]:”.

Tabela 4 – Padrões de lançamento de esgotos domésticos conforme faixa de vazão

Vazão (m ³ /d)	DBO ₅ (mg O ₂ /L)	DQO (mg O ₂ /L)	SS (mg SS/L)
Q < 20	180	400	180
Q < 100	150	360	160
Q < 500	120	330	140
Q < 1.000	100	300	100
Q < 3.000	80	260	80
Q < 7.000	70	200	70
Q < 10.000	60	180	60
10.000 < Q	40	150	50

(fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2006)

Com relação aos parâmetros para quantidades de fósforo e de coliformes termotolerantes presentes no efluente líquido de esgotos domésticos, a Resolução Consema-RS-RS n. 128/2006 apresenta a tabela 5 a seguir (RIO GRANDE DO SUL, 2006). Para esses parâmetros “Deverão ser atendidos os padrões de concentração ou a operação de tratamento deverá atender a eficiência mínima desejada.” (FRANKE, 2012, p. 27).

Tabela 5 – Padrões de lançamento para Fósforo e Coliformes Termotolerantes

Vazão (m ³ /d)	P Total		Coliformes Termotolerantes	
	Concentração (mg P/L)	Eficiência (%)	Concentração (NMP/100 mL)	Eficiência (%)
Q < 200	-	-	-	-
Q < 500	-	-	10 ⁶	90
Q < 1.000	-	-	10 ⁵	95
Q < 2.000	3	75	10 ⁵	95
Q < 10.000	2	75	10 ⁴	95
10.000 < Q	1	75	10 ³	99

(fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2006)

Já para a determinação do padrão aceitável para concentração de Nitrogênio Amoniacal, deve-se seguir o Art. 22. da Resolução que define que “Para qualquer vazão de lançamento deve ser atendido o padrão de 20 mg/L para Nitrogênio Amoniacal.” (RIO GRANDE DO SUL, 2006). O Art. 23. da mesma Resolução, no entanto, apresenta uma exceção a essa regra:

Art. 23. Para vazões de lançamento inferiores a 2000 m³/d, o órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento acima de 20 mg/L para Nitrogênio Amoniacal, desde que observados os seguintes requisitos:

- a) comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;
- b) atendimento ao enquadramento dos corpos receptores e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias do mesmo;
- c) realização de Estudo de Impacto Ambiental – EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;
- d) estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e
- e) fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

No âmbito federal, há duas Resoluções que regem a concentração admissível de nitrogênio amoniacal. Uma delas é a Resolução Conama n. 397/2008, alterada pela Resolução n. 410 de 2009, que define no Art. 1., parágrafo 7., que “O parâmetro nitrogênio amoniacal total não

será aplicável em sistemas de tratamento de esgotos sanitários.” (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2008). A outra é a Resolução Conama 357/2005 que esclarece as exigências tanto para concentrações de nitrogênio quanto para fósforo. Segundo essa Resolução (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005):

Art. 10. [...] § 2. Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

Finalmente, a Resolução Conama 357/2005 garante, no Art. 11., total liberdade ao Poder Público para “[...] a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.” (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005).

Sobre a questão do monitoramento da qualidade dos efluentes, a Resolução Conama n. 430 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2011) define que o automonitoramento periódico dos lançamentos dos efluentes aos corpos receptores é de responsabilidade do poluidor, exceto nos casos de fontes de baixo potencial, onde é dispensada a responsabilidade pelo automonitoramento do usuário poluidor. As fontes de baixo potencial são definidas pelo órgão ambiental competente.

6.4 LEIS MUNICIPAIS

Por fim as leis municipais são muito importantes de serem observadas sendo necessário pesquisar as mesmas para cada município. As leis que abordam os sistemas simplificados são comumente referentes ao código de edificação, ao código de instalações de água e esgoto, à saúde pública e ao meio ambiente.

Em Porto Alegre, o Decreto n. 9369/88, código de instalações hidrossanitárias, possui diversos artigos no capítulo dez sobre os tanques sépticos. São exemplos de informações encontradas: quando é necessário utilizar os sistemas simplificados, localização do sistema no terreno, critérios de projeto, aspectos construtivos, entre outros. Existe, também, a Lei

Complementar n. 395 (PORTO ALEGRE, 1996), Código Municipal de Saúde, que aborda as questões de manutenção dos sistemas. Segundo o artigo 13, “Compete ao Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE), além das atribuições previstas na legislação em vigor: [...] controlar e fiscalizar as fossas sépticas, informando ao SMVS [Secretária Municipal de Vigilância Sanitária] da necessidade de manutenção; [...]”. Além disso, o artigo 64 estabelece que

O lodo digerido das fossas sépticas deverá ser removido a cada 24 meses, em volume igual a 2/3 da capacidade total da fossa.

§ 1. A não-remoção do lodo digerido, no prazo estabelecido, permitirá a intervenção do SMVS para sua remoção compulsória.

§ 2. Pelo serviço de remoção executado será cobrado, do usuário, seu custo correspondente, acrescido de taxa de administração de 20% do valor estipulado.

Em Dois Irmãos foi elaborado a Lei n. 4020 (DOIS IRMÃOS, 2014) que “Dispõe sobre o tratamento dos esgotos domésticos no município de Dois Irmãos e dá outras providências.”. Diferentemente de Porto Alegre, a Lei aborda unificadamente tanto a questão da manutenção como os aspectos de projeto e de construção dos sistemas simplificados. Cabe destacar o Art. 5:

A manutenção e limpeza dos sistemas de tratamento de esgoto deverá ser realizada por empresa, especializada e legalmente habilitadas para tal, que disponha de local devidamente licenciado no órgão ambiental competente, para a disposição final do efluente removido.

§ 1º Após efetuar a limpeza do sistema (fossa séptica e sumidouro ou fossa séptica e filtro anaeróbio), o proprietário deverá entregar o comprovante do serviço executado (MTR – Manifesto para Transporte de Resíduos), no setor de Protocolo do Município até o dia 30 do mês de março de cada ano.

§ 2º Caso o comprovante não seja entregue até a data estabelecida no parágrafo anterior, o serviço será executado pelo município, sendo que os custos decorrentes deverão ser suportados pelos proprietários ou responsáveis.

O artigo trata da questão da manutenção dos sistemas individuais. A fim de executar o controle dos sistemas, a Prefeitura de Dois Irmãos passou a exigir o Manifesto para Transporte de Resíduos. Este documento, exigido pela FEPAM para o transporte do lodo dos tanques sépticos, é comentado no capítulo 9 como um método eficaz para a gestão, dado que o controle através recibos de serviços é mais susceptível a fraudes.

7 REQUISITOS PARA UMA GESTÃO DE SUCESSO

Você pode criar, desenhar e construir o lugar mais maravilhoso da Terra, mas são necessárias pessoas para transformar esse sonho em realidade.

Walt Disney

O uso dos sistemas descentralizados possui um histórico de problemas. A razão mais comum e a mais notória é a falta de manutenção, mesmo que ela seja mínima nesses sistemas. Segundo Andrade Neto (1997), há uma impressão de que no Brasil quanto menos manutenção o sistema requer, mais ela é negligenciada.

Desta maneira, a população acredita que os sistemas descentralizados não são tão seguros quanto os centralizados na perspectiva de proteção da saúde pública e do meio ambiente. O fato, porém, é que mesmo as mais custosas e avançadas tecnologias de tratamento fracassam, caso os cuidados com sua operação e manutenção sejam negligenciados (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

Nesse sentido, para os sistemas descentralizados voltarem a ter credibilidade entre a população é necessária uma gestão efetiva, que garanta, segundo Crites e Tchobanoglous (1998, tradução nossa), proteção à saúde pública e ao meio ambiente, redução dos custos de tratamento e retenção da água e material orgânico próximo do ponto de origem através do reuso.

O sucesso ou fracasso de um programa de gestão vai depender, segundo a *United States Environment Protection Agency* (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, p. 2-3, tradução nossa) “[...] significativamente da aceitação pública e apoio político local, financiamento adequado, técnicos e funcionários de campo capazes e bem treinados, autoridade legal, regulações e mecanismos de imposição claros e concisos.”. Nos próximos subcapítulos serão detalhados cada elemento crítico considerado.

7.1 OBJETIVOS CLAROS E ESPECÍFICOS DO PROGRAMA

O objetivo primordial e histórico tem sido o da proteção da saúde pública. Isto pode ser alcançado prevenindo o contato direto do público com o esgoto e evitando a contaminação, com patogênicos, das águas superficiais e subterrâneas. No entanto, tem crescido a necessidade de predispor objetivos que dizem respeito ao meio ambiente, como a proteção da qualidade da água e dos *habitats* aquáticos. Desta maneira, os objetivos provêm das agências de qualidade de água e de saúde pública, necessitando haver uma coordenação entre essas entidades para que sejam estabelecidos objetivos claros de curto e de longo prazo. Além disso, algumas agências de qualidade de água não possuem autoridade legal, devendo assim, depender da cooperação de outras instituições como as agências de saúde pública (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

7.2 EDUCAÇÃO PÚBLICA

A educação pública é o elemento mais importante dentre todos, pois é uma maneira de aproximar o programa da população. Isso faz com que a população perceba a importância da gestão e, assim, se esforce para que os demais critérios sejam atingidos.

Fazem parte da educação pública reuniões com as autoridades fiscalizadoras e reguladoras, com proprietários dos sistemas e com demais indivíduos interessados como empresas e universidades. Nestas reuniões, podem ser apresentados eventuais problemas dos sistemas em funcionamento e assuntos sobre como fiscalizar a manutenção, como propor ajudas financeiras e, até mesmo, participar do estabelecimento dos objetivos do programa.

Segundo a *United States Environmental Protection Agency*, a correta educação e treinamento dos proprietários em relação à disposição dos esgotos, à necessidade de manutenção e aos danos causados quando essa não é realizada, promove um esforço adicional por parte dos mesmos em colaborar e garantir que seus sistemas permaneçam de acordo com os parâmetros de qualidade exigidos. Além disso (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, p. 2-4, tradução nossa),

Materiais educacionais para os proprietários das casas e cursos de treinamentos para projetistas, avaliadores de terrenos, instaladores, inspetores e pessoal de operação/manutenção podem ajudar a reduzir o impacto dos sistemas, por reduzir o número de falhas dos sistemas, o qual reduz potencialmente ou elimina custos futuros para o proprietário do sistema e para o programa de gestão.

7.3 GUIA TÉCNICO PARA AVALIAÇÃO DO TERRENO, PROJETO E CONSTRUÇÃO

Guias técnicos para avaliação do terreno, projeto e construção devem estar disponíveis para o público. Os guias devem determinar referências e padrões para (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa):

- a) determinar a capacidade do terreno de receber o efluente em relação à vazão e à qualidade do mesmo;
- b) assegurar compatibilidade do sistema de tratamento com as características do esgoto a ser tratado;
- c) os métodos, materiais e equipamentos adequados para que sejam duráveis ao longo da vida do sistema.

7.4 FREQUENTE MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA

Todos sistemas que se encontram sob a região de responsabilidade do programa de gestão devem ser regularmente monitorados. Para isto, é muito importante que os responsáveis pelo programa de gestão tenham o direito de acesso a propriedades privadas para inspecionar os sistemas. As inspeções podem ser visuais ou através de coleta de efluente e ensaios físicos, químicos e biológicos (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

7.5 PROVEDORES DE SERVIÇO CERTIFICADOS

Os provedores de serviços são os projetistas, avaliadores do terreno, instaladores, pessoal de operação/manutenção, inspetores e empresas “limpa-fossa”. Todos estes profissionais deveriam ser certificados pelo programa para garantir que possuam os conhecimentos básicos e experiência necessária para realizar o serviço protegendo assim usuários leigos (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

7.6 AUTORIDADE LEGAL E MECANISMOS IMPOSITIVOS

Mecanismos impositivos servem para fazer cumprir o que as autoridades reguladoras definiram. Os mecanismos típicos são licenças de construção e operação, requerimentos para

assegurar uma construção adequada e licenças para executar inspeções e manutenções (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

Além dos mecanismos, é necessário existir autoridade legal para executar reparos mandatórios ou substituir o sistema e ainda dar cabo de penalidades civis. As responsabilidades legais da autoridade podem ser encontradas em estatutos estaduais e municipais, regulações, códigos municipais e planos diretores (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

Em alguns casos, os responsáveis pela gestão podem utilizar de leis que não se referem especificamente aos sistemas descentralizados para exercerem sua autoridade legal. Por exemplo, a gestão pode acionar a agência de saúde pública para demandar a troca de um sistema que esteja em situação precária, isto é, sem manutenção, e jorrando esgoto na superfície, pois o mesmo é um risco a saúde pública (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

Nos Estados Unidos, governos estaduais e municipais são as principais entidades responsáveis pela promulgação e imposição de regulações e de leis envolvendo os sistemas descentralizados de esgoto, assim como pelo fornecimento de financiamento e de assistência técnica. No entanto, na maioria dos estados, as responsabilidades são delegadas aos municípios (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

7.7 MECANISMOS DE FINANCIAMENTO

Uma parte significativa da população não possui capital disponível para investir na instalação de sistemas individuais de boa qualidade ou para reparar os sistemas falhos. Os mecanismos de financiamentos, portanto, são fundamentais para fornecer empréstimos a baixíssimos juros para que o sistema possa ser pago ao longo de sua utilização. Dessa maneira, nenhum indivíduo fica privado de possuir o próprio sistema de tratamento devido a sua situação socioeconômica desfavorável, nem cabe ao estado financiar todos os sistemas a fundo perdido. Os pagamentos dos financiamentos devem ser tais que se aproximem do valor da taxa de esgoto do sistema centralizados. Financiamentos podem ainda ser do governo beneficiando os programas de gestão com um capital inicial para contratar técnicos que possam inspecionar sistemas e fornecer educação pública para obter o suporte da população (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

7.8 REGISTRO ADEQUADO

Além da educação pública como aspecto fundamental, manter um histórico do registro operacional e financeiro também o é. Deve-se possuir o registro exato dos seguintes itens (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa):

- a) localização e tipo do sistema;
- b) projeto executado;
- c) quantas pessoas atende;
- d) data de início de operação;
- e) tipo de solo encontrado;
- d) data da última e da próxima manutenção e inspeção agendadas e relatórios das já executadas;
- e) renda gerada por meio das taxas e as concessões de crédito fornecido.

As informações devem estar registradas em sistema eletrônico e disponível para toda população, inclusive em formato que possibilitam a elaboração direta de análises através dos bancos de dados (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

7.9 REVISÕES E AVALIAÇÕES PERIÓDICAS DO PROGRAMA

O programa deve ser dinâmico, isto é, de tempos em tempos se modificar para atender os novos objetivos e metas, empregar novas tecnologias e fazer avaliações dos serviços prestados à população (UNITED STATES OF AMERICA, 2002, tradução nossa).

8 PROBLEMAS FREQUENTES NOS SISTEMAS SIMPLIFICADOS

Salas de aula lotadas e turnos de meio-dia são um desperdício trágico do nosso maior recurso nacional - a mente de nossas crianças.

Walt Disney

Parte do trabalho foi avaliar quais problemas ocorrem com maior frequência na utilização dos sistemas constituídos de tanque séptico seguido de filtro anaeróbio. A avaliação feita foi subjetiva, dado que os órgãos públicos, os quais deveriam ser responsáveis pelo controle da manutenção dos sistemas, apenas entram em ação quando ocorre uma denúncia por parte de um terceiro que se sente prejudicado. A situação clássica sucede quando o sistema está colmatado e faz com que o esgoto esco superficialmente para áreas fora dos limites privados. Além da pouca ação dos órgãos públicos, estes não mantêm um registro das denúncias o que, de fato, seria muito importante para a posterior análise das causas, pois possibilitaria uma reavaliação das exigências feitas pelos mesmos a fim de que os fatos mais recorrentes não mais aconteçam.

Na figura 4, é apresentado um sistema colmatado onde o esgoto está escoando superficialmente para o terreno vizinho. Neste caso o proprietário foi denunciado pelo prejudicado. Já na figura 5 observa-se um fluxo de esgoto através de um muro de arrimo no terreno do vizinho. O esgoto que está aflorando é proveniente de um tanque séptico, instalado no terreno acima do muro, que está vazando devido a péssima qualidade da construção. Neste caso o proprietário do tanque séptico se comprometeu em fazer as reparações necessárias a fim de que o vazamento cessasse, assim não envolvendo nenhum órgão público no processo e por conseguinte nenhum registro possível da falha.

Figura 4 – Escoamento superficial do esgoto



(fonte: foto do autor)

Figura 5 – Afloramento do esgoto através de um muro de arrimo



(fonte: foto do autor)

Para uma tentativa de análise dos problemas recorrentes o autor utilizou uma coletânea de fotos a qual teve acesso e algumas inspeções a sistemas em funcionamento. As fotos, em sua maioria, são de sistemas em construção ou recém construídos. A seguir serão apresentados os problemas encontrados e fotos que ilustram esses problemas.

8.1 PROBLEMAS REFERENTES AOS MATERIAIS INADEQUADOS

O uso de materiais inapropriados é uma fonte constante de incômodo. O concreto, a partir do cimento Portland, normalmente é pouco resistente a ataques químicos e o plástico, apesar da boa resistência química, possui baixa resistência mecânica.

A fabricação de tanques em concreto armado deve seguir a NBR 6118. Segundo a norma, “Nas superfícies expostas a ambiente agressivo, como reservatórios, estações de bombeamento de água e esgoto, condutos de esgotos, [...] e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, pg. 20).

Esta é a classe mais agressiva que consta na norma. O cobrimento mínimo para esta classe é de 5 cm e o concreto deve possuir uma relação água/cimento igual ou menor que 0,45 e ter classe maior que C40, onde a classe é definida pela NBR 8953. A NBR 6118 cita, ainda, que para condições de exposição adversas, devem ser tomadas medidas especiais de proteção

como pinturas impermeabilizantes sobre a superfície do concreto. De fato, a correta impermeabilização é uma solução técnica melhor a que permitir que o esgoto e os gases gerados entrem em contato com o concreto. É importante salientar aqui que a impermeabilização deve ser total, isto é, tanto na superfície que está em contato com o esgoto como aquela que não está, por exemplo, na superfície inferior da tampa. Com a correta impermeabilização, a classe de agressividade pode ser reduzida para III.

A figura 6 mostra que em diversos produtos pré-fabricados o cobrimento da armadura de aço é insuficiente, isto é, não atinge os critérios da NBR 6118. A figura 7, além de mostrar a insuficiência do cobrimento da armadura, mostra uma insuficiência na espessura do produto pré-fabricado. Ainda nesta figura, percebe-se que o diâmetro da armadura também é insuficiente assim como o espaçamento da mesma estando ela localizada apenas na região superior do tanque. Mesmo que o cálculo da necessidade de armadura para esforços de trações resulte na não necessidade de armadura no caso de anéis de diâmetro muito pequeno, a NBR 6118 define que toda peça de concreto armado deve ter uma taxa mínima de armadura.

Figura 6 – Cobrimento insuficiente da armadura na tampa de um tanque



(fonte: foto do autor)

Figura 7 – Espessura insuficiente na parede de um tanque



(fonte: foto do autor)

Na figura 8, é apresentado uma tampa que rompeu devido à falta de armadura estrutural adequada. O aço utilizado na armadura é flexível. Além disso, pode se notar que o cobrimento da armadura foi tão mínimo que quando a tampa rompeu rasgou o concreto nas laterais.

Figura 8 – Ruptura da uma tampa estruturalmente inadequada



(fonte: foto do autor)

O mecanismo mais importante de degradação do concreto frente ao esgoto é o ataque químico por íons de sulfato. O ataque faz com que o concreto perca resistência mecânica e se expanda tornando-se um amontoado de material não-coesivo similar a areia. Para a reação ocorrer é necessário que o cimento tenha teores de C_3A e presença do subproduto da hidrólise do concreto, CH. Dependendo do tipo de cátion que está ligado ao íon de sulfato, até mesmo o C-S-H, composto responsável pela resistência mecânica, pode entrar na reação, isto é o que acontece na presença do cátion de magnésio. O resultado é, então, a formação de etringida, um composto expansivo (MEHTA,2014).

A principal defesa do concreto contra a reação é evitar que o composto sulfatado penetre no concreto. Isto é obtido com concretos de baixa permeabilidade. Estes concretos devem possuir espessuras adequadas, altos consumo de cimento, baixa relação água/cimento, correta compactação e cura (MEHTA, 2014). É observado que apesar da impermeabilização evitar o contato do sulfato com o concreto, é impossível garantir que não aconteça punções, rasgos ou fissurações na camada impermeabilizante principalmente no filtro anaeróbico onde a brita é jogada para dentro do tanque.

Outra maneira de impedir que a reação ocorra é reduzir ou mesmo eliminar o subproduto CH. Isto é possível com a utilização de adições minerais pozolânicas ao concreto tais como escória de alto forno, cinzas volantes, metacaulim, micro sílica e cinzas de casca de arroz. Desta maneira, essas adições reagem secundariamente com o subproduto eliminando-o. Esta solução é muito importante de ser executada em ambientes severamente agressivos, pois sempre pode

acontecer problemas na compactação e cura do concreto formando assim fissuras (MEHTA, 2014).

O ataque por sulfato pode ser classificado em diferentes intensidades conforme a concentração de sulfato. O código 318-83 de construção da Associação Internacional de Concreto, classificou como ataque severo quando a concentração de sulfato está entre 0,2 a 2 % do solo ou entre 1500 a 10000 ppm na água e como muito severo quando há concentrações ainda maiores. Para o ataque severo o uso de cimento resistentes a sulfatos, concentrações de C_3A menores que 3%, e baixa relação água/cimento é suficiente. Já para ambientes muito severo é necessário fazer uso de adições pozolânicas. (MEHTA, 2001).

Encontra-se na figura 9 uma sobretampa de tanque séptico atacada pela sulfatação e na figura 10 a mesma após o material atacado ter sido removido.

Figura 9 – Ataque por sulfato em uma sobretampa



(fonte: foto do autor)

Figura 10 – Após remoção do material atacado em uma sobretampa



(fonte: foto do autor)

Na figura 11, encontra-se a superfície da parede de uma caixa de união, onde é possível observar a ação do sulfato. Na figura 12, é mostrado a mesma caixa de união, mas em uma região mais baixa. Este foi o caso de sulfatação mais severo encontrado. A foto mostra lascas de concreto soltas e no fim do bastão o material se desagregando com extrema facilidade e caindo dentro da caixa.

Figura 11 – Ataque por sulfato na parede de um tanque



(fonte: foto do autor)

Figura 12 – Ataque muito severo por sulfato na parede de um tanque



(fonte: foto do autor)

O plástico é um material muito variado. Ele resiste muito bem ao ataque químico do esgoto doméstico, todavia no quesito resistência mecânica é necessária atenção. Com certeza é possível fabricar tanques de plástico que resistam aos esforços mecânicos, no entanto, tanques projetados para resistirem às cargas horizontais do solo e eventuais cargas verticais são raros no mercado devido ao seu alto custo.

Para produzir tanques resistentes aos esforços mecânicos pode-se adotar algum dos seguintes métodos:

- a. Aumentar a espessura da parede do tanque o que vai acarretar em um incremento significativo no custo, pois o plástico é um material mais nobre que o concreto, isto é, mais caro.
- b. Criar detalhes para reforçar o tanque o que também acarretaria em um incremento no custo por exigir moldes mais complexos.
- c. Utilização de compostos polimérico de alto desempenho o que novamente acarretaria em um incremento no custo.

Outro detalhe importante dos tanques de plástico é que conforme o tamanho aumenta, seu custo aumenta consideravelmente uma vez que necessita máquinas de injeção maiores.

Uma solução que às vezes é adotada é a construção de muros em torno do tanque de plástico ou mesmo a utilização de um tanque de concreto pré-fabricado para proteção mecânica. No entanto, soluções mais interessantes são: investir em um concreto resistente a sulfatos e na

impermeabilização. Assim, restando a opção do tanque plástico protegido por concreto para químicos mais agressivos que o sulfato como cloretos e compostos de petróleo que tem o poder de diluir a impermeabilização.

A figura 13 apresenta um tanque de plástico severamente avariado. A figura 14 apresenta um tanque de plástico protegido mecanicamente através de um anel pré-fabricado e a figura 15 mostra uma proteção através de uma parede em alvenaria.

Figura 13 – Tanque plástico rompido



(fonte: foto do autor)

Figura 14 – Tanque plástico protegido por anel pré-moldado



(fonte: foto do autor)

Figura 15 – Tanques plásticos protegidos por parede em alvenaria



8.2 PROBLEMAS REFERENTES À FALTA DE DESNÍVEL

A falta de desnível entre a tubulação de entrada e saída é muito prejudicial ao sistema. Apesar das fotos mostrarem apenas filtros, o problema pode ocorrer no tanque séptico. Sempre que o desnível requerido é ignorado ocorrerá um acúmulo de esgoto na rede. Dessa maneira, esgoto será represado em locais impróprios como caixas de inspeção e no interior da tubulação. Além disso, dependendo do nível de represamento, o esgoto pode simplesmente transbordar pelos tês de entrada do filtro e seguir superficialmente direto para a calha de saída sem acontecer o tratamento por fluxo ascendente.

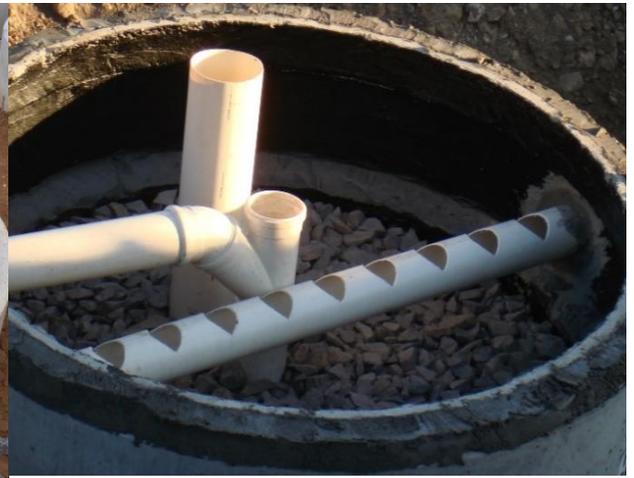
A figura 16 mostra filtros anaeróbios com a calha vertedora no mesmo nível da tubulação de entrada. A figura 17 apresenta um filtro anaeróbio com o desnível correto. Já na figura 18 apresenta-se caixas de inspeção com o esgoto represado.

Figura 16 – Filtro Anaeróbio sem desnível entre tubulações de entrada e saída



(fonte: foto do autor)

Figura 17 – Filtro Anaeróbio com desnível entre tubulações de entrada e saída



(fonte: foto do autor)

Figura 18 – Caixas de inspeção com esgoto represado



(fonte: elaborada pelo autor)

8.3 PROBLEMAS REFERENTES AO PREENCHIMENTO DO LEITO DO FILTRO

A correta escolha do enchimento do filtro anaeróbio frequentemente é negligenciada. A principal razão é o custo da brita adequada ou a facilidade de utilizar alguma que já esteja no canteiro de obra. Conforme a NBR 13969, a brita deve ser “[...] a n. 4 ou n. 5, com as dimensões mais uniformes possíveis. Não deve ser permitida a mistura de pedras com dimensões distintas, a não ser em camadas separadas, para não causar a obstrução precoce do filtro.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Além do devido cuidado com a brita, deve-se ter cuidado para o tanque séptico e filtro anaeróbio não se tornarem depósitos de resíduos da obra, pois é muito comum, nos espaços abertos para inspeção, o descarte de luvas, copos plásticos entre outros. Também é necessária atenção para evitar a entrada de solo proveniente de escavações.

Os problemas causados pelo preenchimento inadequado e a colocação de resíduos resultam na colmatação pré-matura do sistema e o entupimento de canalizações.

A brita mostrada na figura 19 é exageradamente grande, enquanto aquela apresentada na figura 20 é o oposto. A figura 21 apresenta brita de tamanho variado e com a presença de pó de brita, já a figura 22 ilustra um filtro anaeróbio com uma série de sujeira.

Figura 19 – Brita muito grande para preenchimento do leito do filtro



(fonte: foto do autor)

Figura 20 – Brita muito pequena para preenchimento do leito do filtro



(fonte: foto do autor)

Figura 21 – Brita não-uniforme para preenchimento do filtro



(fonte: foto do autor)

Figura 22 – Sujeira e terra dentro do filtro anaeróbio



(fonte: foto do autor)

8.4 PROBLEMAS REFERENTES À MÁ DISTRIBUIÇÃO DO ESGOTO

Distribuir o esgoto igualmente entre as diversas unidades do sistema é sempre um desafio. Dependendo do quão desigual é a distribuição, todas as unidades podem parar de funcionar. Algumas por receber uma vazão nula e outras por receber uma vazão tal que se tornam simples caixas de passagem. A distribuição exata do esgoto é difícil de ser atingida, porém pequenas variações não prejudicam a eficiência do sistema, pois melhora o desempenho de um tanque recebendo menor vazão e piora o do outro recebendo uma maior vazão.

Uma divisão satisfatória depende quase que exclusivamente da qualidade da sua execução. A divisão mais comum é embutir os canos exatamente na mesma cota, porém essa solução corriqueiramente resulta em erros de cota. Outra solução muito utilizada, principalmente para esgotos, é a colocação de uma quina de aço inox alinhada com o cano de entrada de maneira que, independente da vazão, o efluente caia em cima da quina. Neste caso, o alinhamento da quina é crucial para o bom funcionamento da divisão. Caso seja colocada incorretamente, o esgoto quando em baixa vazão será dirigido para um lado e quando na alta vazão para outro.

Sempre que possível deve-se buscar não unificar o esgoto para depois separá-lo. Por exemplo, quando existe um prédio com um ramal descendo pelos banheiros do lado direito e outro pelo lado esquerdo deve-se buscar enviar cada ramal diretamente para o respectivo tanque séptico.

A seguir é possível ver nas figuras 23 uma divisão utilizando a quina em aço inox posicionada incorretamente. Na figura 24 uma divisão perfeita utilizando a quina. Percebe-se como, não importando a vazão, o esgoto sempre cairá na quina.

Figura 23 – Divisão incorreta do efluente em uma caixa de divisão



(fonte: foto do autor)

Figura 24 – Divisão correta do efluente em uma caixa de divisão



(fonte: foto do autor)

A figura 25 mostra a divisão do esgoto apenas embutindo as tubulações na mesma cota. Por fim a figura 26 mostra uma caixa que uni o efluente de quatro filtros anaeróbios onde cada dois filtros são precedidos de um tanque séptico. Apenas duas das quatro tubulações estão escoando uma vazão. Como mencionado anteriormente, este é um caso onde o sistema perdeu sua função, pois dois filtros são apenas caixas de passagens e os dois restantes não recebem efluentes.

Figura 25 – Divisão de esgoto não recomendada em uma caixa de divisão



(fonte: foto do autor)

Figura 26 – Caixa de união recebendo má distribuição do efluente



(fonte: foto do autor)

8.5 PROBLEMAS REFERENTES ÀS TUBULAÇÕES FORA DO PADRÃO NORMATIVO

Já aconteceu de ser construído *by-pass* pelo sistema de tratamento do esgoto com a finalidade de que o esgoto passe pelo sistema sem tratamento caso o sistema colmate. No momento em que o sistema colmatar, a água passará a usar o caminho preferencial em paralelo ao sistema. Isto é um problema muito sério, pois é muito difícil de se identificar essas tubulações no momento que tudo estiver enterrado. A solução para a inspeção é reconhecer a origem e destino de cada tubulação nas caixas de inspeção. Onde houver uma tubulação deve ser conhecido o destino de seu efluente.

Outro caso ocorrido é o encaminhamento de águas pluviais ao sistema de tratamento. Isto não pode acontecer, pois a excessiva carga hidráulica transporta boa parte do lodo que fica armazenado. O encaminhamento da água pluvial é vetado pela norma NBR 7229.

A figura 27 mostra o caso onde existe uma tubulação em paralelo ao sistema simplificado que se liga à saída tubulação que sai do filtro anaeróbio. Está ligação ocorre sem uma caixa de inspeção, portanto, não será possível identificar está união quando tudo estiver enterrado. A única maneira de identificar esse fato será adicionando água no início da tubulação e verificando que a mesma sai junto da canalização que provém do filtro anaeróbio.

Figura 27 – Tubulação *by-pass* pelo sistema simplificado



(fonte: foto do autor)

A figura 28 apresenta três tubulações. A primeira à esquerda é a tubulação de saída. A do meio é a entrada de esgoto. A da direita, que está mais baixo que a cota da de saída, é da água pluvial.

Figura 28 – Tubulação de água pluvial ligada ao tanque séptico



(fonte: foto do autor)

8.6 PROBLEMAS REFERENTES ÀS INFILTRAÇÕES

O grande problema das infiltrações não diz respeito a quantidade de água que penetra no sistema. O grande problema são as crateras criadas onde existe infiltração. Severas infiltrações sucedem frequentemente em caixas de inspeção construídas em alvenaria, pois a argamassa que uni os tijolos é rapidamente degradada pela ação química dos esgotos. Nas juntas de caixas de inspeção em pré-moldados também podem ocorrer infiltrações.

A figura 29 mostra a infiltração na junta dos anéis em pré-moldados e a figura 30 mostra a cratera formada pela careação do solo devido a infiltração. Note as rachaduras na calçada acima da caixa de passagem. É comum que pavimentações desabem quando pessoas ou veículos passam por cima devido a essas crateras.

Figura 29 – Infiltração em caixa de inspeção em pré-moldado



(fonte: foto do autor)

Figura 30 – Infiltração em caixa de inspeção em alvenaria



(fonte: foto do autor)

8.7 PROBLEMAS REFERENTES AO ACESSO PARA INSPEÇÕES

Tanto os tanques sépticos como os filtros anaeróbios devem possuir acessos para as inspeções. Os acessos devem estar localizados em determinados pontos de interesse. Por exemplo, nos tanques sépticos devem estar tanto sobre o sifão de entrada como o sifão de saída. Já nos filtros anaeróbios, o acesso para a inspeção deve estar localizado no centro do tanque. Além disso, as sobretampas dos acessos devem estar visíveis na superfície do terreno e de preferência com indicação de qual unidade ela pertence. Normalmente utiliza-se a indicação FS para fossa séptica e FA para filtro anaeróbio.

O maior problema em relação aos acessos de inspeção não é com a localização deles, isto é, se está ou não sobre os sifões, mas sim se está visível na superfície do terreno. É necessário, portanto, a construção de chaminés de inspeção. Eles têm como função interligar o acesso da unidade que está enterrada até a superfície. Quando a chaminé não é executada, para ter acesso a unidade é preciso escavar até a mesma dificultando a inspeção.

A figura 31 mostra um sistema onde não existe acesso para inspeção. Apenas o tubo para drenar o lodo está acessível, porém a manutenção do sistema não consiste apenas em remover o lodo é preciso também vistoriá-lo.

Figura 31 – Sistema sem acesso para inspeção



(fonte: foto do autor)

No caso da figura 32 existe acesso para inspeção, no entanto, ele será enterrado. O correto é fazer uma chaminé de inspeção para que se tenha acesso a partir da superfície sem precisar escavar até o acesso. Nota-se que o tubo para drenar o lodo foi prolongado até a suposta superfície, mas novamente, isto não é o suficiente. É preciso, para ter acesso, que o espaço para inspeção esteja visível.

As figuras 33, mostra a utilização de chaminés executados com anéis pré-fabricados. Nas figuras 34 as chaminés foram executadas em alvenaria. A figura 35 é de sobretampas de ferro fundido com inscrição “SAMAE Esgoto Sanitário”. Finalmente a figura 36 demonstra que as sobretampas estão no nível do terreno possibilitando o fácil acesso para inspeção e estão identificadas.

Figura 32 – Acessos de inspeção serão enterrados



(fonte: foto do autor)

Figura 33 – Tanques sépticos e filtros anaeróbios com chaminé de inspeção em pré-moldado



(fonte: foto do autor)

Figura 34 – Tanques sépticos e filtros anaeróbios com chaminé de inspeção em alvenaria



(fonte: foto do autor)

Figura 35 – Sobretampa de ferro fundido com inscrição



(fonte: foto do autor)

Figura 36 – Sobretampas pré-moldadas com inscrição



(fonte: foto do autor)

8.8 PROBLEMAS REFERENTES À ADIÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS

Durante a construção, em especial na etapa de acabamento, utilizam-se diversos produtos químicos como, por exemplo, a tinta. Os pincéis das pinturas são frequentemente limpos nos tanques com solvente. Tanto a tinta quanto o solvente são extremamente prejudiciais ao funcionamento do tanque séptico, pois inibe a formação de microrganismos para a digestão do esgoto. É portanto um problema frequente encontrar os tanques sépticos com água colorida no

início da ocupação da edificação. Quando isso acontece é necessário que o tanque seja limpo antes do uso. A água misturada com tinta e solvente deve ser drenada e destinada a uma estação capaz de tratá-la, e o tanque lavado algumas vezes até que a água esteja incolor e inodora.

A figura 37 mostra a ação de limpeza de um tanque onde o efluente está contaminado com produto químico. A tubulação azul drena a água com tinta e a mangueira lava o tanque.

Figura 37 – Efluente do tanque séptico alterado quimicamente



(fonte: foto do autor)

8.9 TABELA RESUMO DOS PROBLEMAS RECORRENTES

Na tabela 6 encontram-se os problemas, apresentados no capítulo 8, e suas consequências.

Tabela 6 – Resumo dos problemas recorrentes encontrados durante as inspeções

Problemas	Consequências
Material inadequado	Ruptura, vazamento
Falta de desnível	Represamento do esgoto, mal funcionamento
Problema de preenchimento do leito do filtro	Colmatagem pré-matura do filtro anaeróbio
Má distribuição do esgoto	Mal funcionamento
Tubulações fora do padrão normativo	Mal funcionamento
Problemas devido a infiltrações	Ruptura, crateras no solo
Problemas de acesso para inspeções	Impossibilidade de inspeções

9 PROPOSTA DE GESTÃO DOS SISTEMAS SIMPLIFICADOS

Mais do que nunca o jovem tem que ser bem preparado.
O Brasil é um país novo e cabe ao jovem fazer esse país
crescer.

Antônio Ermírio de Moraes

Neste capítulo é descrita a proposta da gestão dos sistemas de esgotamento não coletivos. O capítulo é estruturado em quatro subcapítulos. O primeiro abordará a etapa anterior ao projeto, o segundo a do projeto, o terceiro a da inspeção e por último a do controle e monitoramento. Sempre que possível será brevemente descrito como se encontra a situação dos órgãos analisados.

9.1 ETAPA ANTERIOR AO PROJETO

A etapa anterior ao projeto consiste na divulgação de informação de interesse sobre os sistemas. As informações devem ser facilmente acessíveis por qualquer pessoa a qualquer momento. A proposta é manter uma página, na *internet* e de caráter informativo, dedicada aos sistemas de esgotamento não coletivos no órgão público assim como existe para o sistema de abastecimento e para o de esgotamento coletivo. Além das informações permanentemente disponíveis na internet, é necessário elaborar atividades de conscientização em lugares comunitários como escolas, sociedades e igrejas. Ademais no mínimo uma vez ao ano realizar seminários com a finalidade de certificar os profissionais envolvidos com os sistemas tais como projetistas, instaladores, fabricantes, fiscais e responsáveis pela manutenção.

Na França, existe um *website* hospedado pelo Ministério da Ecologia, Desenvolvimento Durável e da Energia em parceria com o Ministério Social, da Saúde e dos Direitos da Mulher que é específico para prover informações ao público sobre os sistemas de esgotamento não coletivo. O nome do *website* é Portal do Esgotamento Não Coletivo e pode ser acessado pelo seguinte endereço eletrônico: <http://www.assainissement-non-collectif.developpement-durable.gouv.fr/>. É importante observar que embora os ministérios franceses englobem diversas pastas, é a pasta da Ecologia e da Saúde, em parceria, que são responsáveis. O *website*, por sua vez, faz referência ao Serviço Público de Esgotamento Não Coletivo. Este serviço público foi criado para manter um controle contínuo sobre todos sistemas não coletivos instalados na França. Em cada região da França existe um órgão local responsável

pela prestação do serviço. Frequentemente é o mesmo órgão responsável pelo esgotamento coletivo.

Nos Estados Unidos da América, existe a Agência de Proteção Ambiental que fornece orientação e assistência técnica para desenvolver e melhorar os programas de gestão do saneamento não coletivo. Estes programas são regulados pelos governos estaduais e locais, isto é, municipais. Importante salientar que existem alguns casos onde a própria Agência de Proteção Ambiental também regula os sistemas, pois os mesmos entram em programas específicos de sua responsabilidade. É o caso para os sistemas de saneamento não coletivo de grande capacidade definido como atendendo 20 ou mais pessoas por dia. A atenção especial para os sistemas de maior capacidade é dada em razão da destinação do efluente. A Agência de Proteção Ambiental é responsável tanto pela qualidade da água subterrânea quanto superficial e portanto demanda exigências nacionais mínimas das regulamentações estaduais para estes sistemas.

As informações que devem estar disponíveis no site podem ser classificadas em três categorias. A primeira categoria fornece, em uma linguagem simplificada, as seguintes informações:

- a. sobre a história dos sistemas;
- b. sobre cada modelo de sistema e seu funcionamento;
- c. sobre as consequências de má execução e falta de manutenção como danos à saúde pública, ambientais e altos custos adicionais de reparação;
- d. sobre as responsabilidades dos proprietários de tais sistemas;
- e. e, uma lista dos profissionais certificados pelos seminários anuais.

A segunda categoria deve fornecer um guia técnico com as informações de como deve ser realizado o projeto, a execução e as manutenções. A última categoria trata de informações sobre o próprio órgão gestor. Suas responsabilidades, relatório financeiro anual referente a gestão e as taxas cobradas pelos serviços, organograma do corpo de funcionários do órgão, perspectivas para o ano seguinte e projetos que desenvolve com a sociedade.

A situação atual em relação as informações disponíveis sobre os sistemas de esgotamento não coletivos, em especial o sistema simplificado, nos órgãos públicos visitados - prefeitura de Dois Irmãos, COMUSA e DMAE - durante o trabalho pode ser melhorada. O objetivo aqui não é apresentar críticas as gestões atuais, visto que não há dúvidas que os órgãos públicos

citados buscam sempre ajudar a comunidade com um ótimo trabalho, mas sim, descrever analiticamente a situação percebida.

Em Dois Irmãos, a Secretária de Planejamento e Habitação é responsável pela aprovação dos projetos hidrossanitários, a Secretária de Saúde, Assistência social e Meio Ambiente é responsável pela manutenção dos sistemas e a CORSAN é responsável pelo abastecimento de água e coleta de esgoto. O *website* da prefeitura de Dois Irmãos não disponibiliza informações diretamente sobre os processos de aprovação de projeto hidrossanitário. O *website* é mais focado em fornecer o telefone geral da prefeitura e o contato das secretárias. Não há dúvidas da preferência da prefeitura pelo contato pessoal para fornecer informações. Além disso, através do Plano Municipal de Saneamento Básico a prefeitura mostrou exercer extensiva atividade de conscientização com a comunidade acerca da importância do saneamento. Com o intuito de melhorar a interface com a comunidade, seria interessante disponibilizar no *website* em “Documentos para Download” dentro de um menu “Serviços” um manual para projetos hidrossanitários similar ao fornecido no *website* da COMUSA comentado a seguir.

Em Novo Hamburgo o órgão municipal responsável pela aprovação dos projetos hidrossanitários, abastecimento de água e coleta de esgoto é a COMUSA, Companhia Municipal de Saneamento. Em seu *website*, no menu “serviços *on-line*” é possível consultar o Manual de Instalações Hidrossanitárias na opção “Projeto Hidrossanitário”. Segundo o próprio manual, seu objetivo é “[...] de orientar a elaboração de projetos hidrossanitários e a execução das instalações prediais de água e esgoto no município de Novo Hamburgo, bem como estabelecer os critérios para aprovação e vistoria dessas instalações.” (COMPANHIA MUNICIPAL DE SANEAMENTO, 2011). O manual possui os seguintes capítulos: objetivo, normatizações e legislação aplicável, disposições gerais, fluxo de atendimento (avaliação, análise, aprovação e vistoria), diretrizes de projeto, vistoria das instalações hidrossanitárias e anexos. Parte do conteúdo do manual trata a questão dos sistemas de esgotamento não coletivos. O manual é um ótimo exemplo para a prefeitura de Dois Irmãos e o DMAE seguir com pequenas adaptações às suas próprias normatizações e legislações aplicáveis, ao fluxo de atendimento e às diretrizes de projeto. Embora a COMUSA esteja em uma boa situação, ainda poderia melhorar com mais informações sobre o saneamento não coletivo em seu *website*.

Em Porto Alegre, o órgão responsável é o DMAE, Departamento Municipal de Água e Esgoto. Assim como para a COMUSA, para o DMAE recai toda responsabilidade pelo

saneamento do município. Portanto, todos projetos hidrossanitários devem ser encaminhados para a aprovação e assim estarem habilitados a obter o habite-se.

No menu “Projetos e Programas” de seu *website*, é possível encontrar a opção “Projetos Hidrossanitários”. Nesta página são descritos sucintamente os requerimentos para encaminhar o projeto, o endereço, o contato para mais informações e encontram-se a disposição documentos como modelos simplificados de memorial descritivo, modelo de requerimento para vistoria e a planta modelo DMAE. A legislação aplicável ao projeto hidrossanitário é descrita no modelo simplificado do memorial descritivo. A principal legislação é o Decreto n. 9369/88, atualizado pela última vez em 2001, que define o Código de Instalações Prediais de Água e Esgoto onde, como mencionado no capítulo 6.4, uma série de artigos abordam a questão do uso dos sistemas simplificados de tratamento de esgoto. Seguindo o exemplo da COMUSA, o DMAE poderia elaborar um manual para projetos hidrossanitários baseado no Código de Instalações Prediais de Água e Esgoto e adicionando, por exemplo, informações sobre o seu fluxo de atendimento para a aprovação do projeto.

Em outro menu “Informações – Esgoto” encontra-se um sub menu “Limpeza de Fossas”. O título da página é “Manutenção de Fossas Sépticas”, porém a página explica sucintamente o que é uma fossa séptica, define que a fossa séptica deve obedecer a disposição do Código de Edificações e Normas Técnicas Especiais, que o lodo digerido deve ser limpo a cada 2 anos e que os lodos devem ser dispostos conforme normatização específica. Poucas informações são apresentadas e as mesmas ainda carecem de precisão. Não é especificado o que são as normas técnicas especiais e nem quais leis e decretos municipais o sistema deve obedecer. Por exemplo, o requerimento de limpeza a cada 2 anos faz parte da Lei Complementar 395/96, porém na mesma lei existe outros artigos relacionados aos tanques sépticos. No entanto, é muito interessante a iniciativa de apresentar uma página exclusiva para o sistema simplificado, com algumas atualizações a página poderia fornecer ótimas informações para a população. Além disso, historicamente o DMAE foi o primeiro a criar exigências para os tanques sépticos, com o padrão DMAE para os tanques sépticos no Estado.

9.2 ETAPA DA APROVAÇÃO DO PROJETO

A etapa de projeto é importante. Um bom e detalhado projeto elimina muitos problemas futuros durante execução. Em condições normais os projetos possuem a planta de situação, de

localização e a planta baixa. Bons projetos devem conter também cortes detalhados das caixas de inspeção, caixas retentoras de gordura, caixas de divisão e união, e das unidades de tratamento. Quanto mais detalhes forem informados, menor será a probabilidade de embutir tubulações com cotas incorretas nas caixas e unidades.

Na planta baixa deve estar informado junto a cada tubulação o seu diâmetro e sua declividade. Também junto aos demais elementos deve estar escrito suas cotas e dimensões. Lembrando sempre que é importante deixar claro quando se está falando de dimensões internas ou externas e alturas úteis ou totais. A não especificação se a dimensão é interna ou externa provoca enganos na hora da compra de um pré-fabricado ou na execução da unidade no local.

No detalhamento do tanque séptico deve-se definir corretamente a cota da tubulação de entrada, o desnível necessário para a tubulação de saída, a altura do prolongamento dos tês de entrada e saída, a dimensão interna, altura útil e altura total interna e necessidade de impermeabilização sobre toda superfície interna. Para o filtro anaeróbio é similar. Cotas das tubulações de entrada e saída, prolongamento da tubulação até o centro do filtro ou outro mecanismo para distribuição uniforme do esgoto, altura do fundo falso, dimensão interna, altura útil e total, especificação da brita de preenchimento e da necessidade de impermeabilização salientando que tanto a superfície inferior como superior do fundo falso devem ser impermeabilizadas. Para ambas unidades é necessário detalhar a chaminé de inspeção até a superfície do terreno. Finalmente é necessário inferir ainda na fase de projeto se o efluente do sistema tem como escoar por gravidade até a rede pública. Caso não tenha a cota necessária, deve-se estudar uma maneira possível de levantar a rede de esgoto local, dar outro encaminhamento para o efluente final ou projetar uma estação de bombeamento. Um exemplo de detalhamento do tanque séptico e do filtro, oferecido pela empresa Torri Engenharia e Saneamento, é mostrado no Anexo 1.

Além do projeto gráfico, deve-se apresentar o memorial descritivo que deve constar todos os parâmetros para o dimensionamento do volume do tanque séptico e do filtro anaeróbio. Estes parâmetros são obtidos através das NBR 7229/93 e 13969/97. Exemplos de parâmetros são: contribuição diária de esgoto, contribuição de lodo fresco, tempo de detenção, intervalo de limpeza, temperatura utilizada e taxa de acumulação total de lodo. As caixas retentoras de gorduras também devem estar presentes no memorial descritivo e seu volume justificado pela NBR 8160/99. Caso seja necessário projetar unidades de infiltração no solo, testes de

infiltração devem ser feitos no local e as taxas de infiltrações e a superfície de absorção indicadas no memorial.

É importante ter em mente que no memorial descritivo é o local onde tudo que não ficou claro no projeto gráfico deve ser mencionado e importantes aspectos construtivos reforçados como a necessidade de impermeabilização para os tanques de concreto e cuidados na divisão do esgoto.

9.3 ETAPA DA INSPEÇÃO

Esta etapa é importante, pois muitas vezes o que é executado na obra é algo diferente daquilo projetado. Os fiscais jamais devem aprovar sistemas que possuam falhas em sua construção. É necessário que os fiscais demandem correções quantas vezes forem necessárias até que o sistema esteja conforme o projeto aprovado. Cada serviço de inspeção deve ser cobrado do proprietário. Caso o sistema esteja conforme, porém diferente do projeto inicial, a execução só deve ser aprovada após o projetista fazer todas modificações necessárias no projeto para que este represente fielmente o sistema construído. Nos subcapítulos seguintes será indicado aspectos importantes de serem fiscalizados durante a inspeção.

9.3.1 Verificação do percurso do efluente

É necessário inspecionar cada caixa de inspeção/passagem identificando a origem da tubulação que entra e os destinos das tubulações que saem. Se necessário, deve-se adicionar água na tubulação para identificar sua saída. Esta etapa é muito importante para identificar casos onde água da chuva é destinada ao sistema de esgoto e para os casos onde é construído uma tubulação em paralelo ao tanque séptico e ao filtro anaeróbio para que o esgoto passe sem tratamento. Na figura 29 situada no capítulo 8, página 65 é mostrado um exemplo de tubulação em paralelo ao sistema simplificado.

9.3.2 Verificação das caixas de passagem

As caixas de passagem devem possuir canais de escoamento no seu fundo. Esses canais são fundamentais para evitar a sedimentação de material fecal nas caixas de passagem. Caso ocorra a sedimentação, esses resíduos vão ser digeridos em condições inapropriadas gerando

odores desagradáveis, proliferação de microrganismos e mesmo uma obstrução. Quando for uma caixa de divisão é importante inspecionar as cotas das tubulações de saída. Elas devem estar no mesmo nível. Quando a solução adotada é a quina de aço inox ela deve estar alinhada a tubulação de entrada.

9.3.3 Verificação do material construtivo

A qualidade do material é muito importante. A norma NBR 7229 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1993) deixa claro que os materiais empregados na execução dos tanques sépticos, tampões de fechamento e dispositivos internos devem atender às seguintes exigências:

- a. resistência mecânica adequada às solicitações a qual cada componente seja submetido;
- b. resistência ao ataque químico de substâncias contidas no esgoto afluente ou geradas no processo de digestão.

É de suma importância atingir, com todo rigor técnico, estes requisitos de resistências citados na norma a fim de evitar a necessidade, ao longo da vida útil da obra, de reparos ou de reposição dos tanques que geram custos muito acima daqueles de se investir em matérias de resistência mecânica e química adequada. Além dos custos, existe o inconveniente da impossibilidade de gerar efluente durante a recuperação do sistema e muitas vezes dificuldade de acessibilidade ao local.

Na situação atual, isto é, sem um acompanhamento dos sistemas durante sua vida útil através de uma fiscalização contínua, os problemas gerados por materiais não adequados não são considerados na decisão da construção do sistema, dado que o proprietário e/ou a empresa se sentem impunes caso o sistema venha a falhar. No entanto, no momento que os tanques passam a serem adequadamente fiscalizados durante sua vida útil e, caso venham a apresentar problemas, a obrigação de repará-los ou substituí-los fará surgir os custos excessivos e os proprietários com certo conhecimento da situação já irão, sem questionar, optar por materiais de melhor desempenho técnico durante sua vida útil.

É necessário fiscalizar de alguma forma a qualidade do material construtivo com o objetivo de evitar que custos surjam futuramente devido a situação de leigo do proprietário ou não e da situação de algumas empresas fabricantes de tanques, quando comprados, e de alguns

instaladores, quando construídos no local que buscam vantagens econômicas de curto prazo de tempo.

A ideia aqui proposta é que no momento da inspeção seja entregue um documento fornecido pelo fabricante do tanque onde o mesmo declare que seu produto atinge os critérios de desempenho como resistência mecânica e química durante a vida útil e, caso não atinja, qual o procedimento que o instalador deve seguir para que no fim sejam atingidos os critérios. Caso o cliente desconfie da qualidade do produto, a empresa deve ter o compromisso de especificar maiores detalhes de seu produto assim como ocorre com vigas, pilares e estacas pré-moldadas.

Para os sistemas construídos no local, deve-se, no memorial descritivo, detalhar os materiais utilizados na construção e afirmar que o sistema atinge os requisitos exigidos. Exemplos de documentos pensados pelo autor são encontrados no Apêndice 1. O exemplo fornecido neste trabalho é apenas demonstrativo. Para seu emprego é necessário adicionar outras informações que o órgão público regulador acredite ser necessário. Além disso, as próprias empresas podem se aproveitar deste documento e descrever outras características que acreditem ser necessário expor ao usuário. O documento que comprova a qualidade do produto e o resultado da vistoria é então adicionado ao sistema de gestão do órgão público gestor.

9.3.4 Verificação do desnível das tubulações do sistema

O sistema é projetado para funcionar por gravidade. O desnível das tubulações é facilmente conferido adicionando água no sistema. Esta deve percorrer todo o sistema até chegar nos tanques sépticos. Os desníveis mais importantes a serem inspecionados são aqueles entre a tubulação de entrada e saída dos tanques sépticos e dos filtros anaeróbios. No tanque séptico deve-se ter no mínimo 5 cm de desnível entre a geratriz inferior do tubo de entrada e de saída conforme a NBR 7229 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993). Nos filtros anaeróbios a perda de carga necessária pela NBR 13969 é maior, dado que o fluxo deve ser ascendente, portanto, requer um desnível de no mínimo 10 cm entre a geratriz inferior do tubo de entrada e a crista da calha vertedora. Observar que o esgoto entra na crista da calha e escoar pelo seu fundo, perfazendo assim uma diferença de cota entre a entrada e saída de 10 cm mais a distância da crista da calha até o seu fundo, aproximadamente o diâmetro da tubulação.

9.3.5 Verificação dos dispositivos

As unidades necessitam determinados dispositivos para funcionar corretamente. O tanque séptico necessita dos tês de entrada, para diminuir a perturbação causada pela entrada do efluente na camada de espuma, e o de saída para reter a espuma dentro do tanque. Dispositivos também são necessários nos filtros anaeróbios. Eles são a tubulação que leva o efluente até o fundo falso, o próprio fundo falso deve estar presente, o material para formar o leito filtrante e a calha vertedora. O dispositivo mais ausente são os tês e as calhas.

9.4 ETAPA DO CONTROLE

A etapa de gestão consiste em assegurar que os sistemas de saneamento individuais operem corretamente ao longo do tempo que for necessário. Quando se fala em gestão, deve se pensar na gestão dos sistemas não coletivos e também na gestão dos recursos financeiros, técnicos ou humanos que serão empregados na gestão desses sistemas.

A análise dos projetos hidrossanitários e vistorias para aprovação são necessárias independentemente do tipo de sistema de saneamento que a edificação possui envolvendo inclusive o sistema de água potável. Dado que esses dois serviços já são executados pelos órgãos públicos através da cobrança de taxas, o objetivo é desenvolver um processo posterior e contínuo que certifique que as edificações que possuam os sistemas não coletivos mantenham sua eficiência projetada ao longo da vida útil que consiste em um período indeterminado até a rede cloacal pública com tratamento ser implantada em frente à construção.

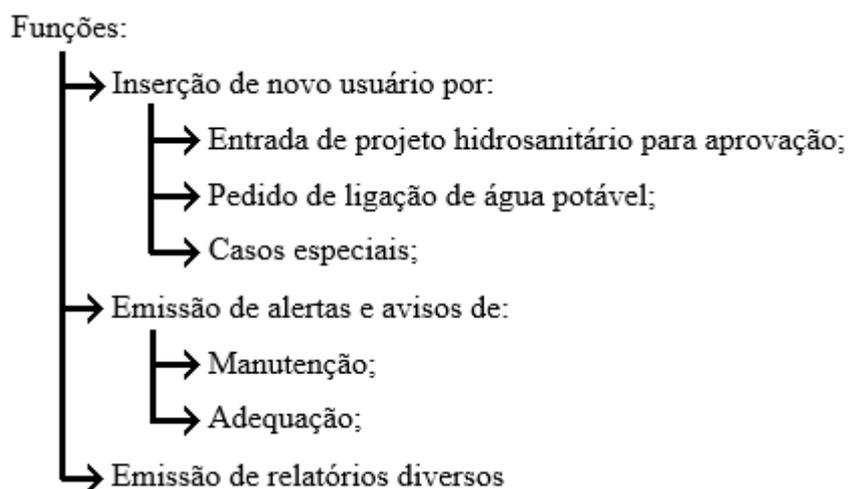
A ideia principal para a elaboração do programa de gestão dos sistemas não coletivos é que ele utilize o mínimo possível de recursos, e que seja transparente e dinâmico. O programa deve possuir uma contabilidade independente e ser mantido através de uma taxa mensal ou anual a fim de manter serviços como o registro dos sistemas através de uma base de dados, elaboração de relatórios, eventos de conscientização e os seminários com os profissionais já mencionados no capítulo 9.1.

Semestralmente ou anualmente a contabilidade do período anterior deve ser aprovada, assim como deve ser estipulado um orçamento para o período seguinte e sobre este orçamento estimada a taxa do serviço. O método de orçamento base zero deve ser utilizado em

detrimento do método orçamentário tradicional. Diferentemente do método tradicional, onde o orçamento futuro é o passado majorado por algum coeficiente, o método base zero não considera o passado. O principal objetivo do orçamento base zero é maximizar o lucro da empresa com a diminuição das despesas injustificáveis. No programa, despesas menores significa diretamente em taxa de serviço menor para os usuários. É importante notar que o emprego deste método não busca reduzir a qualidade do serviço, mas torná-lo mais eficiente a cada elaboração de orçamento questionando-se constantemente se não há alguma maneira mais econômica de realizar os processos.

A gestão proposta é fortemente baseada na utilização de um banco de dados informatizado a ser desenvolvido, que organiza uma base de dados e fornece funções para o órgão gestor trabalhar com os mesmos. Um esquema das funções do programa encontra-se na figura 38 e as mesmas são descritas, em detalhe, a seguir.

Figura 38 – Esquema do programa para controle dos sistemas simplificados.



(fonte: elaborado pelo autor)

A função mais básica é a inserção de novos usuários na base de dados do programa, os quais são definidos pelo endereço da edificação e referenciados por um código. Como o cadastro e o histórico devem ser mantidos independente se a edificação mudou de proprietário ou não, utiliza-se o endereço da construção em detrimento do nome do proprietário. Já o código de referência é extremamente útil, pois trabalhar diretamente com o endereço dificultaria o processo. Caso mude o proprietário, apenas as informações de contato do mesmo são atualizadas.

A inserção de um novo usuário ocorre devido aos seguintes eventos. Entrada de um projeto hidrossanitário para aprovação, pedido de ligação de água potável e casos especiais. Inicialmente foi pensado em utilizar apenas a entrada de projeto hidrossanitário, porém, percebe-se que muitas edificações pequenas não legalizam o processo de construção junto aos órgãos públicos competentes. Assim, a criação de um novo usuário devido ao pedido de ligação de água potável ocorre somente quando este não solicitou o processo de aprovação do projeto hidrossanitário. Neste caso, a ligação de água é feita, porém deve ser fornecido um prazo para que o usuário tenha seu projeto hidrossanitário aprovado sob penas administrativas. Os casos especiais são exclusivos das zonas rurais da cidade onde muitas vezes projetos hidrossanitários não são exigidos e os usuários captam a água de fontes alternativas como nascentes, poços e cisternas, porém geram esgotos, e assim, necessitando também alguma forma de controle.

Criado o usuário na base de dados, o programa tem a função de manter os arquivos pertinentes e um histórico de registros de informações, tais como código de referência, endereço físico, dados gerais do proprietário, dados do projeto e do projetista (nome, contato, ART CREA/ RRT CAU), dados do construtor ou do fabricante, dados da vistoria e das manutenções anuais. Já os arquivos importantes de serem mantidos incluem documentos e fotos. Os arquivos devem ser em formato que perdurem e possa ser facilmente lido. Por exemplo, o PDF para documentos como projetos gráficos, memoriais descritivos, manifestos de transporte de resíduos e JPG para fotos como de vistorias, de inspeções e de manutenção.

Todas informações e arquivos são adicionados através da interface do programa e ao programa cabe organizar de maneira automática os arquivos e referenciá-los a cada usuário do banco de dados. A maneira de organizar é através de uma pasta geral chamada usuários onde existe uma subpasta nomeada conforme código de referência para cada entrada no sistema de gestão. Dentro desta subpasta existem duas novas subpastas. Uma é chamada de “projeto_vistoria” onde ficam salvos todos documentos referentes à aprovação do projeto e à vistoria do sistema recém construído. A outra é chamada de “manutenção” e possui novas subpastas. Estas subpastas têm como nome o ano da realização da inspeção/manutenção do sistema. Destaca-se aqui que estas pastas não devem ser acessadas diretamente, mas apenas indiretamente através da interface do programa com o intuito de manter a organização automática.

Uma função muito importante do programa é alertar o órgão gestor de datas de manutenção e prazos fornecidos aos usuários. O alerta dos prazos é usado, por exemplo, quando o órgão gestor determina que o usuário possui determinado tempo para regularizar seu projeto hidrossanitário, fazer manutenção, reparar ou mesmo substituir sistemas que apresente problemas. Caso o usuário não fizer o requerido até o prazo, o sistema emite um alerta e o órgão gestor adota uma medida preditiva e, após, punitiva.

As datas de manutenção são determinadas automaticamente através das informações já existentes. Por exemplo, o programa utiliza a data de aprovação da vistoria inicial do sistema e estima uma data futura através do intervalo de limpeza já fornecido nas informações de projeto. Caso muito tempo transcorra entre a data da aprovação da vistoria e a ocupação da construção o interessado deve fornecer algum documento que comprove que de fato o sistema entrou em funcionamento após longo período. Este documento é então também adicionado ao programa. Os intervalos de limpeza também podem ou devem ser alterados, se necessário, conforme situação atual de uso. É opcional quando o sistema gera menos lodo para o qual foi projetado e mandatório caso o sistema gere lodos em demasia. A situação de lodo em excesso é identificada durante as inspeções.

Os alertas ao órgão são feitos com determinado período de antecedência o qual permite que o mesmo entre em contato com o usuário por meio de correspondência para o endereço onde o sistema está instalado. Adicionalmente, a intimação, para realizar a manutenção, pode ser enviada para o e-mail do proprietário que consta no banco de dados. O proprietário tem então o dever de contatar profissionais certificados para a manutenção na lista fornecida pelo órgão gestor. Cabe ao usuário levantar orçamentos e escolher o profissional que melhor lhe convém. Após a manutenção o profissional deve enviar observações do estado do sistema, uma foto, antes e depois da manutenção, e uma via do Manifesto de Transporte de Resíduo exigido pela FEPAM para que o órgão gestor então adicione as informações ao programa que atualiza a nova data para a limpeza e armazena o documento e a foto. Durante os seminários anuais para certificar os profissionais é debatido entre outras coisas como o órgão gestor deseja que as fotos sejam feitas e quais observações devem ser encaminhadas para o mesmo.

As observações e fotos servem para o órgão gestor avaliar o funcionamento do sistema à distância. Dessa maneira, custos são reduzidos. No entanto, para evitar fraudes, inspeções pelos fiscais do órgão gestor são agendadas em períodos maiores daqueles da manutenção

exigida. Por exemplo, a cada duas manutenções, pode ocorrer uma inspeção *in loco*. É importante mencionar aqui que deve ser criada uma lei ou decreto municipal que providencie o poder de polícia para o fiscal entrar em propriedades privadas. Além da lei, essa questão deve ser bem trabalhada nos eventos de conscientização para que os mesmos sejam bem recebidos, pois prestam um serviço nobre ao proteger a nossa saúde e meio ambiente. Com o objetivo de novamente reduzir despesas, dever-se elaborar um planejamento otimizado das visitas. Uma maneira é definir que em determinado dia sejam visitados apenas sistemas, por exemplo, na zona norte de Porto Alegre e no dia seguinte apenas na zona sul.

Uma última função do programa é a geração automática de um relatório utilizando-se as informações do banco de dados. O relatório pode conter informações como: número de usuários totais, número de usuários utilizando sistema não coletivo, número de usuários utilizando apenas tanques sépticos, número de usuários utilizando sistemas tanque séptico seguido de filtro anaeróbio, número de usuários utilizando além do sistema simplificado sumidouro, valas de infiltração, valas de filtração ou filtros rápidos de areia, número total de sistemas que apresentaram problemas, número de sistemas que apresentaram problemas ao longo do último mês, problemas mais frequentes encontrados, entre outros dados. Todos estes dados servem de apoio para estudos que melhoram a gestão e os processos de tratamento não coletivo de esgoto.

Por fim, o *software* pode utilizar o conceito de computação em nuvem. O funcionamento deste conceito pode ser descrito simplificada da seguinte maneira. O programa é executado em um único computador conectado à internet. Um funcionário que deseja usar o programa pode utilizá-lo de qualquer lugar, através de qualquer dispositivo desde que tenha acesso à internet. As informações que o funcionário necessita são enviadas através da internet para o computador que contenha o programa, estas informações são processadas e retornam para o requerente. Isto possibilita que todos dados sejam armazenados em um único servidor dedicado que pode ser compartilhado por órgãos gestores de diversos municípios e que funcionários em vistorias e inspeções possam utilizá-lo através de *smartphones* e *tablets* desde que haja conexão à internet.

Na figura 39, é apresentado um exemplo de um Manifesto de Transporte Perigoso. O documento possui 5 vias. A primeira via é para o destinatador, a segunda para o transportador, a terceira para a geradora, a quarta para a FEPAM e a quinta novamente para a geradora. O que

difere a terceira via para a quinta é a assinatura a mais da empresa que recebeu o material. As empresas limpa-fossa devem preencher este documento e enviar para a FEPAM a cada limpeza. É um excelente documento para controlar as manutenções.

Figura 39 – Exemplo de Manifesto para Transporte de Resíduos

Empresa FONE: (51) 3500-0000 rua . n. - bairro - cidade - RS CNPJ 00.000.0000000 - 00 - I. Municipal 13974.0		 Especializada em desentupir canos, pias e ralos sem quebrar pisos e paredes; (Imunizadora: Limpeza de fossa e tratamento dos resíduos Licenciado pela Fepam.		Manifesto para Transporte de Resíduos		Nº 005365 Série AA	
1. Gerador Razão Social da Empresa: _____ Nº L.O. FEPAM: _____ Endereço: _____ Cidade: _____ Estado: RS Nome do Responsável: _____ Fone: _____ Ramal: _____							
2. Descrição dos Resíduos							
Fonte/Origem	Caracterização do Resíduo	Estado Físico	Classific.	Código	Quant. Total	Unid. Massa/Volume	Código ONU
FOSSA	Resíduo líquido						
	Resíduo sólido						
3. Transportador Razão Social: _____ Endereço: _____ Município: _____ Fone: _____ Tipo de equipamento e meio para transporte: Camionhão Nome condutor: _____ Nº L.O. FEPAM: (3) L.O. 06070/2013/1.4 Nº flacre: _____ Veículo Nº: 04 Placa: _____ Estado: RS							
4. STTAE Destinatário Nome: _____ Nº L.O. FEPAM: L.O. 134/2013/1.2 Endereço: _____ Cidade: _____ CNPJ: _____ Fone: _____ Motivo não recebimento: _____ Nome Responsável: _____							
5. Descrições adicionais dos resíduos listados acima 							
6. Instruções especiais de manuseio e informações adicionais no caso de emergência (saúde, meio-ambiente e incêndio). Em caso de não entrega do resíduo, especificar n° do MTR anterior. 							
7. Certificação do Gerador: Eu, por meio deste manifesto, declaro que os resíduos acima listados estão integralmente e corretamente descritos pelo nome, classificados, embalados e rotulados seguindo normas vigentes e estão sob todos os aspectos em condições adequadas para transporte de acordo com os regulamentos nacionais e internacionais vigente.							
8. Responsável pela liberação / transporte / recebimento da carga:							
a) Gerador: Nome: _____		Assinatura: _____			Data: _____		
b) Transportador: Nome: _____		Assinatura: _____			Data: _____		
c) STTAE Instalação Receptora: Nome: _____		Assinatura: _____			Data: _____		
9. Instruções em caso de discrepância das indicações descritas neste manifesto: 							
10. Instalação receptora: Certificação de recebimento do material perigoso descrito neste manifesto, exceto quando ocorrer o especificado no item 9. 							
Nome _____		Assinatura _____			Data _____		
Este MTR faz parte do talonário nº 2.001 a 7.000 - Série AA - conforme autorização Nº 00072/2012-DL							
<small>1ª via (branca) Destinatário - 2ª via (azul) Transportadora - 3ª via (verde) Geradora - 4ª via (amarela) Fepam - 5ª via (rosa) Geradora Grafins Gráfica e Editora Ltda. - Rua Amanitino A. Peteffi, 771 - Fone 51 3582-8856 - Inscr. Est. 086/0307859 - CNPJ 04.301.426/0001-36 - Novo Hamburgo - RS - 03/2012</small>							

(fonte: foto do autor)

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A esperança tem duas filhas lindas, a indignação e a coragem; a indignação nos ensina a não aceitar as coisas como estão; a coragem, a mudá-las.

Santo Agostinho

Este trabalho teve como objetivo secundário apresentar frequentes problemas encontrados na região metropolitana de Porto Alegre em relação aos sistemas simplificados de esgoto. Estes problemas contribuíram para apresentar, como objetivo principal, uma proposta de sistematização de uma gestão que buscasse reduzir o número de falhas nos sistemas ao longo das etapas de projeto, execução, vistoria e manutenção.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho, entrou-se em contato com três órgãos gestores do saneamento sanitário: DMAE, COMUSA e a Secretária Municipal de Planejamento e Habitação de Dois Irmãos, órgão que gerencia os projetos hidrossanitários e o programa de saneamento básico da cidade. Nestes contatos foi descrito o processo de gestão já existente, que constitui-se na aprovação do projeto hidrossanitário e da fiscalização da execução do mesmo para a posterior liberação do Habite-se pela prefeitura. Este processo ocorre para todas edificações, não sendo um processo exclusivo para os sistemas simplificados, mas os englobando sempre que os mesmos são exigidos.

O fato de não incluir a etapa de fiscalização da operação dos sistemas no processo destaca a ideia que as soluções individuais ainda são vistas como paliativas, isto é, temporárias pelos órgãos públicos e pela comunidade brasileira. Essa falta de controle faz com que inúmeros sistemas venham a falhar durante sua vida útil contaminando lençóis freáticos e recursos hídricos superficiais. Visto que não há dados sobre as razões de determinados sistemas individuais terem vindo a falhar, a tendência é generalizar que estes sistemas são ineficientes e falhos e restringir seus usos. A fase de gerenciamento, posterior as já realizadas pelos órgãos públicos, seria um avanço fundamental para certificar que os sistemas funcionem conforme projetados e detectar os problemas para que a tecnologia de tratamento seja aperfeiçoada.

A análise elaborada no capítulo 8 a partir das imagens dos problemas foi bem-sucedida em conscientizar sobre a necessidade de uma gestão que englobe o gerenciamento das operações.

A apresentação de diversas fotos dos sistemas foi uma grande contribuição desse trabalho, pois possibilitou aproximar o meio acadêmico do dia-a-dia das instalações.

Já o capítulo 9, que trata da proposta de sistematização, proporciona bastante informações para se desenvolver um melhor controle dos sistemas simplificados, caso o órgão gestor assim optar.

Este trabalho apresentou linhas gerais para a gestão dos sistemas simplificados e para o desenvolvimento de um *software*, que permite maior controle ao criar um banco de dados. No entanto, a temática da gestão deve ser estudada em mais profundidade. É recomendado que os futuros estudos tenham um caráter multidisciplinar envolvendo além da Engenharia Civil, os seguintes cursos: Engenharia de Produção, para propor uma gestão eficiente, Ciências da Computação, para desenvolver o *software*, a Engenharia Ambiental, para estudar o processo de tratamento do esgoto e Administração, para estimar os custos de implantação e manutenção do programa de controle.

A expectativa do autor é que uma gestão contínua resulte em uma maior confiança nos sistemas individuais, além da vasta quantidade de dados possibilitar um maior suporte ao desenvolvimento de novas tecnologias cada vez mais acessíveis, eficientes e seguras. Desta maneira, atingindo ideais de sustentabilidade e autossuficiência como, por exemplo, a reutilização da água residual.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR 13969**: Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos, projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ANDRADE NETO, C. O. de. **Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: Experiência Brasileira**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997.

BRASIL. Presidência da República. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei n. 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as leis números 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei n. 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, DF, 2007.

_____. Presidência da República. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto n. 7.217**, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.

_____. Ministério das Cidades. Secretária Nacional do Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto 2013**. Brasília, DF, 2013.

_____. Ministério do Planejamento. **Saneamento teve quase R\$ 30 bilhões em investimentos entre 2011 e 2013**. Brasília, DF, 2014. Não Paginado. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/noticia/5a7e2fc8>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.

_____. **Resolução n. 377**, de 9 de outubro de 2006. Dispõe sobre licenciamento ambiental simplificado de Sistemas de Esgotamento Sanitário. Brasília, DF, 2006.

_____. **Resolução n. 397**, de 3 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do §§ 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA no 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, DF, 2008.

_____. **Resolução n. 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Brasília, DF, 2011.

COMUSA. Manual de Instalações hidrossanitárias. Novo Hamburgo, 2011.

CRITES, R.; TCHOBANOGLIOUS, G. **Small and Decentralized Wastewater Management Systems**. [S. l.]: McGraw-Hill, 1998.

DOIS IRMÃOS. **Lei n. 4020**, de 10 de dezembro de 2014. Dispõe sobre o tratamento de esgoto doméstico no município de Dois Irmãos e dá outras providências. Dois Irmãos, 2014.

FACCHIN, J. M. J. (Coord.). **Plano Municipal de Saneamento Básico**: modalidade – esgotamento sanitário. Porto Alegre: DMAE, 2013.

FRANKE, H. S. **Análise de Sistemas Simplificados de Esgotamento Sanitário para Municípios de Pequeno Porte**. 2012. 101 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Instituto de Pesquisa Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**: normas e diretrizes. 3ª ed. rev. 2ª Reimpressão – Brasília. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**: Rio Grande do Sul. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=43&dados=0>>. Acesso em: 13 jun. 2015.

MEHTA, K. P. **Concrete**: microstructure, properties and materials. New York, N. Y.: McGraw-Hill Education, c2014

PORTO ALEGRE. **Lei Complementar n. 395**, de 26 de dezembro de 1996. Institui o Código Municipal de Saúde do Município de Porto Alegre e dá outras providências. Porto Alegre, 1996.

RIO GRANDE DO SUL. Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução n. 128**, de 7 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a fixação de Padrões de Emissões de Efluentes. Porto Alegre, 2006.

UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION. **Environmental Indicators**: inland water resources - wastewater. [New York], 2011. Não paginado. Disponível em: <<http://unstats.un.org/unsd/environment/wastewater.htm>>. Acesso em: 03 abr. 2015.

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. Office of Water. **Onsite Wastewater Treatment Systems Manual**. [Washington, D.C.], 2002. Paginação irregular.

APÊNDICE 1 – Documento fornecido pelo produtor

Exemplo 1

Eu, (nome), responsável por fornecer tanque pré-fabricado em concreto pela empresa (razão social) declaro as seguintes informações sobre meu produto.

- a) Os tanques possuem resistência adequada contra as ações sobre o qual será submetido durante sua vida útil;
 - a. A espessura das paredes do tanque é de 8 cm, utiliza concreto de fck de 35MPa conta com armadura estrutural CA-50 e 60.
- b) Os tanques não possuem resistência química adequada quando submetidos aos esgotos. É necessário que após o tanque instalado o mesmo seja impermeabilizado. A não impermeabilização por parte do usuário exime a empresa de qualquer problema que possa ocorrer.

(assinatura do fabricante)(assinatura do usuário)

Exemplo 2

Eu, (nome, responsável por fornecer tanques de PVC pela empresa (razão social) declaro as seguintes informações sobre meu produto:

- a) Os tanques não possuem resistência mecânica adequada contra as ações sobre o qual será submetido durante sua vida útil. É necessário que os mesmos sejam protegidos mecanicamente por paredes em todo seu perímetro ficando a cargo do proprietário sua execução. O não reforço estrutural por parte do usuário exime a empresa de qualquer problema que possa ocorrer.
- b) Os tanques possuem resistência química adequada quando submetidos aos esgotos.

(assinatura do fabricante) (assinatura do usuário)

**ANEXO 1 – Exemplo de detalhamento de projeto oferecido pela empresa
Torri Engenharia e Saneamento**

DADOS PARA ESPECIFICAÇÕES TÉCNICA NO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO. O TANQUE SÉPTICO (FOSSA SÉPTICA), FILTRO ANAERÓBIO E CAIXA DE GORDURA SERÃO PRÉ-MOLDADOS EM CONCRETO ARMADO NO **SISTEMA ANELFÁCIL® TORRI**

APRESENTAÇÃO DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO

(AS DIMENSÕES SÃO MERAMENTE EXEMPLARES)

