

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, SENAI-PR E UNIVERSITÄT DE
STUTT GART**

MURILO BERTOLINO

**AVALIAÇÃO DAS CONTRIBUIÇÕES DE ÁGUA DE CHUVA PROVENIENTES DE
LIGAÇÕES DOMICILIARES EM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
SEPARADOR ABSOLUTO**

CURITIBA

2013

MURILO BERTOLINO

**AVALIAÇÃO DAS CONTRIBUIÇÕES DE ÁGUA DE CHUVA PROVENIENTES DE
LIGAÇÕES DOMICILIARES EM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
SEPARADOR ABSOLUTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná em parceria com o SENAI-PR e a Universität Stuttgart, Alemanha, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial.

Orientadora: Prof. Dra. Regina Weinschutz
Coorientador: Me. Jonas Heitor Kondageski

CURITIBA

2013

-
- B546a Bertolino, Murilo
Avaliação das contribuições de água de chuva provenientes de ligações domiciliares em sistema de esgotamento sanitário separador absoluto / Murilo Bertolino. – Curitiba, 2013.
128f. : il., tab.
- 2 Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial, SENAI – PR, Universität Stuttgart.
Orientador: Regina Weinschutz
Co-orientador: Jonas Heitor Kondageski
1. Águas residuais. 2. Esgotos. 3. Águas pluviais. 4. Engenharia sanitária. I. Weinschutz, Regina. II. Kondageski, Jonas Heitor. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDD: 628.21

À Mariane, minha querida esposa, pelo incentivo, ajuda e compreensão.

Ao meu filho Arthur, o grande herói do papai, que aguentou firme, durante esses dois anos, sem a presença constante de seu parceiro para as brincadeiras.

E à Helena, minha querida filha, que está por vir, mas que já faz parte da história desta linda família.

AGRADECIMENTOS

A minha querida esposa Mariane, por ter incentivado meu ingresso neste programa de mestrado, ajudado com as correções e apoiado nos momentos difíceis desta jornada.

Aos meus pais, pela minha educação, apoio e incentivo nos estudos, oportunizando minha formação profissional e pessoal.

A Companhia de Saneamento do Paraná - empresa em que trabalho e concretizo a realização dos meus sonhos - pela oportunidade do desenvolvimento deste trabalho em suas instalações e pela disponibilidade de informações e mão de obra, as quais possibilitaram o desenvolvimento deste estudo.

Aos colegas de trabalho, funcionários da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), que entendem a importância da realização deste estudo e, sempre que necessário, prestaram apoio na realização de algumas atividades.

RESUMO

Os sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto são concebidos de maneira que não devam sofrer com a interferência das águas pluviais, sendo que estas devem ser direcionadas aos sistemas de drenagem pública. No entanto, a água de chuva é comum na operação deste tipo de sistema. A interferência da água de chuva se dá por meio de infiltrações no sistema ou por afluxo direto ou indireto. A infiltração pode ser definida como sendo a água pluvial ou de lençol freático que permeia o solo e entra no sistema de esgotamento sanitário indiretamente pela falta de estanqueidade dos elementos que a compõem. O afluxo é a água pluvial que entra no sistema de esgotamento sanitário diretamente, por meio de ligações irregulares, tubulações ou poços de visitas danificados ou até mesmo conexões com o sistema público de drenagem. A quantidade de infiltração varia de acordo com a localidade ou o material da tubulação e é admitida no cálculo de dimensionamento do sistema, enquanto a água de afluxo não. Entre os afluxos diretos e indiretos, um dos maiores problemas está nas ligações domiciliares irregulares, com água de chuva interligada na rede coletora de esgoto. Esse problema necessita de ações conjuntas, entre as companhias de saneamento e órgãos responsáveis pela fiscalização, além de conscientização dos próprios moradores. Sendo assim, torna-se difícil a regularização. Desta forma, o presente estudo teve o objetivo de dimensionar o impacto que estas ligações irregulares causam no sistema, realizando medições de vazão na rede coletora de esgoto, medição de precipitação, vistorias técnicas nos imóveis para encontrar irregularidades nas ligações e medição das áreas impermeáveis de contribuição das residências com ligação irregular. Estas informações permitiram afirmar que as ligações irregulares são um grande problema para este tipo de sistema, visto que afetam, diretamente, as vazões, causando extravasamentos, refluxos, ou seja, aumentando os volumes no sistema a ponto de gerar colapsos. Com a realização de vistorias técnicas ambientais nas ligações prediais, foi possível avaliar a eficácia desta metodologia para corrigir o problema das ligações irregulares, pois a pesar dos investimentos com estas vistorias, a regularização dos imóveis não acontece.

Palavras-chave: Sistema de esgotamento sanitário. Ligações de esgoto irregulares. Afluxo de água de chuva no esgoto. Sistema de esgoto separador absoluto.

ABSTRACT

The sanitary sewage systems of the type absolute separator are designed in order not to suffer interference from rainwater, which should be directed to the public drainage system. However, the rainwater is usual in the operation of this kind of system. The interference of rainwater happens either through infiltration in the system or direct or indirect influx. The infiltration can be defined as the rainwater or the ground water which permeates the soil and indirectly enters the sewage system by the lack of sealing in the elements that comprise it. The influx is the rainwater that enters the sanitary sewage system directly, by means of irregular connections, damaged piping or wells or even by the public drainage system. The amount of infiltration varies according to the locality or the piping material and is admitted in the calculation of sizing the system, while the water influx is not. Among the direct and indirect influxes, one of the major problems is in irregular household connections, with rain water interconnected in sewage collecting network. This problem requires joint actions among the sanitation companies, institutes responsible for monitoring, as well as awareness of the residents themselves. Thus, regularization becomes difficult. Hence, the present study had the objective to evaluate the size of the impact that these irregular connections cause in the system, conducting flow measurements in the sewage collecting system, precipitation measurement, technical inspections in properties to look for irregularities in connections and measurement of waterproof areas of contribution of households with irregular connection. This information made it possible to state that irregular connections are a big problem for this type of system, once they affect the flows directly, causing overflows, backflows, i.e. increasing the volumes in the system to the point of generating collapses. With the completion of environmental technical surveys in pipework connections, it was possible to evaluate the effectiveness of this methodology to solve the problem of irregular connections, because despite the investments with these surveys, the regularization of properties does not happen.

Key words: Sewage system, Illicit sewage connections, Inflow of rainwater into de sewer, Separated sewer systems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - CICLO DA ÁGUA.....	19
FIGURA 2 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	24
FIGURA 3 - LIGAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA	26
FIGURA 4 – INDICE DE ATENDIMENTO COM REDE COLETORA DE ESGOTO NO BRASIL	30
FIGURA 5 – INDICE DE ATENDIMENTO COM TRATAMENTO DE ESGOTO NO BRASIL	30
FIGURA 6 – COMPARAÇÃO DE INTENSIDADE DE CHUVA EM CIDADES EUROPEIAS E BRASILEIRAS.....	32
FIGURA 7 - SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	34
FIGURA 8 - GRÁFICO DE IDENTIFICAÇÃO DA INFILTRAÇÃO E AFLUXO.....	39
FIGURA 9 - SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	47
FIGURA 10 - INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA DO TIPO EXTERNO MISTO	51
FIGURA 11 - FLUXOGRAMA DO SISTEMA DE ESGOTO PREDIAL.....	53
FIGURA 12 - ILUSTRAÇÃO DAS REDES COLETORAS DE ESGOTO E PLUVIAL RESIDENCIAL	54
FIGURA 13 - LIGAÇÃO PREDIAL DE ESGOTO	55
FIGURA 14 - FÓRMULAS PARA CÁLCULO DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO	58
FIGURA 15 - FOTO DE POÇO DE VISITA DURANTE VISTORIA TÉCNICA AMBIENTAL.....	64
FIGURA 16 – TERMONEBULIZADOR PULSFOG K-10.....	68
FIGURA 17 – OBTURADOR PNEUMÁTICO PARA REDE COLETORA DE ESGOTO	69
FIGURA 18 - FOTO DA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	70
FIGURA 19 – GRÁFICO DE FAIXAS ACEITÁVEIS PARA MONITORAMENTO DE VAZÃO.....	71
FIGURA 20 - FOTO DO MEDIDOR DE VAZÃO PORTÁTIL.....	72
FIGURA 21 - HIDROGRAMA ESQUEMÁTICO COMPARATIVO ENTRE DIA SECO E CHUVOSO.....	74
FIGURA 22 - LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO BELÉM EM CURITIBA	77

FIGURA 23 - LOCALIZAÇÃO DAS RESIDÊNCIAS COM CÓDIGO 13	78
FIGURA 24 – DENSIDADES DE LIGAÇÕES IRREGULARES SOB O CÓDIGO 13 80	
FIGURA 25 - LOCALIZAÇÃO DO CONJUNTO ASSUCENA COM MAIOR DENSIDADE DE PONTOS	81
FIGURA 27 - CRUZAMENTO DAS INFORMAÇÕES DOS PLUVIÔMETROS DA ANA E DO CONJUNTO ASSUCENA.....	90
FIGURA 28 - CADASTRO TÉCNICO ATUALIZADO COM LOCALIZAÇÃO DOS MEDIDORES DE VAZÃO E PLUVIÔMETRO	92
FIGURA 29 - HIDROGRAMA DA SAZONALIDADE DO PRIMEIRO PERÍODO DE MEDIÇÃO.....	93
FIGURA 30 - HIDROGRAMA DA SAZONALIDADE DO SEGUNDO PERÍODO DE MEDIÇÃO.....	93
FIGURA 31 - HIDROGRAMAS COMPARATIVOS DOS DIAS DA PRIMEIRA CAMPANHA DE MEDIÇÃO	94
FIGURA 32 - HIDROGRAMAS COMPARATIVOS DOS DIAS DA SEGUNDA CAMPANHA DE MEDIÇÃO	94
FIGURA 33 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-1 PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA	95
FIGURA 34 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-2 PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA	95
FIGURA 35 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-3 PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA	95
FIGURA 36 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-4 PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA	96
FIGURA 37 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-4-CONTINUAÇÃO PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA.....	96
FIGURA 38 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-5 PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA	96

FIGURA 39 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-6 PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA97

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – INFORMAÇÕES DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO RIO BELÉM.....	78
TABELA 2 – INFORMAÇÕES DO LOTEAMENTO SEGUNDO O BANCO DE DADOS	82
TABELA 3 – INFORMAÇÕES DO LOTEAMENTO APÓS A VISTORIA TÉCNICA AMBIENTAL.....	83
TABELA 4 – COMPARAÇÃO ENTRE DADOS DO SGC E NOVA VISTORIA.....	84
TABELA 5 – CAUSA DA IRREGULARIDADE DOS IMÓVEIS.....	87
TABELA 6 – PRECIPITAÇÕES OCORRIDAS NO PERÍODO DE MEDIÇÃO.....	91
TABELA 7 – VOLUME DE ÁGUA DE CHUVA DESTINADO À REDE COLETORA DE ESGOTO DURANTE OS PERÍODOS DE MEDIÇÃO.....	99
TABELA 8 – TABELA DAS VAZÕES MÉDIAS DA CHUVA 4 NA SAÍDA DO LOTEAMENTO.....	100
TABELA 9 – TABELA COMPARATIVA ENTRE O ESGOTO GERADO E A CONTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PELAS RESIDÊNCIAS SOB O CÓDIGO 13 NO CONJUNTO ASSUCENA	103

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - TAXAS DE INFILTRAÇÃO EM REDES DE ESGOTOS SANITÁRIOS, OBTIDAS POR MEDIÇÕES OU RECOMENDADAS PARA PROJETOS.....	42
QUADRO 2 - CÓDIGOS DE VISTORIAS TÉCNICAS AMBIENTAIS.....	65

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVO GERAL	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 A ÁGUA E SEU CICLO	19
2.2 SANEAMENTO AMBIENTAL	20
2.3 SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	22
2.4 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	26
2.4.1 História dos sistemas de Esgotamento Sanitário	27
2.4.2 O sistema unitário	31
2.4.3 O sistema parcial.....	32
2.4.4 O sistema separador absoluto	33
2.4.4.1 Contribuições indevidas nos sistemas de esgotamento sanitário	36
2.5 DRENAGEM URBANA.....	46
2.6 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS RESIDENCIAIS	50
2.6.1 Rede domiciliar de água fria	50
2.6.2 Rede de esgoto predial	52
2.6.3 Rede de água pluvial	56
2.7 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	59
3 MATERIAL E MÉTODOS	62
3.1 DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	62
3.2 VISTORIAS TÉCNICAS AMBIENTAIS.....	63
3.3 CADASTRO TÉCNICO	66

3.4 VISITA A CAMPO	66
3.5 QUESTIONÁRIO E MEDIÇÃO DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO.....	67
3.6 TESTE DE FUMAÇA.....	68
3.7 MEDIDORES DE VAZÃO E PLUVIÔMETRO	69
3.7.1 Pluviômetro.....	70
3.7.2 Medidor de Vazão.....	71
3.7.3 Avaliação e discussão dos dados levantados	73
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	76
4.2 VISITA A CAMPO	82
4.3 VISTORIAS TÉCNICAS AMBIENTAIS.....	82
4.4 QUESTIONÁRIO E MEDIÇÕES DE ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO	86
4.5 TESTE DE FUMAÇA.....	87
4.6 MEDIÇÕES DE ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO.....	88
4.7 MEDIÇÕES DE VAZÃO E PRECIPITAÇÃO	90
5 CONCLUSÃO.....	106
6 RECOMENDAÇÕES.....	108
REFERÊNCIAS.....	110
APÊNDICE	123
ANEXO.....	124

1 INTRODUÇÃO

A água, um elemento em constante movimento, pode ser encontrada por todo o planeta em diferentes estados (sólido, líquido e gasoso). Apesar de ser abundante em algumas regiões, a água pode ser inexistente em outras. Segundo Godoy e Lima (2008), o Brasil é um dos países que possui a maior concentração de água doce.

No entanto, Aguiar *et al.* (2005) lembra que, no Brasil, a distribuição da água é muito irregular e tende a piorar devido aos fenômenos climáticos. Enquanto no norte tem-se 68,50 % deste recurso, no nordeste há somente 3,3 %.

Azevedo Netto *et al.* (1973) relatava que, devido às características e ciclo da água, este elemento é abundante em todo o planeta, contudo, observava que gradativamente estava mais difícil o acesso à água de qualidade nas proximidades dos centros urbanos.

Tucci (2008) aponta como um agravante para a falta de água de qualidade, o crescimento sem controle das regiões periféricas dos grandes centros urbanos, onde não é possível realizar um planejamento das infraestruturas necessárias para a ocupação da população, ocasionando assim a contaminação dos cursos hídricos da região.

A lei brasileira n.º 11.445 de 05 de janeiro de 2007, capítulo I, estabelece diretrizes para o saneamento básico no Brasil. No artigo 3º, considera o saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais, no qual o esgotamento sanitário é enquadrado. Este é constituído pelas atividades de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários desde a ligação predial até o seu lançamento final no meio ambiente.

O Decreto nacional n.º 7.217, de junho de 2010, regulamenta a lei acima citada e estabelece diretrizes para o lançamento do esgoto sanitário tratado nos corpos hídricos, desde que esteja enquadrado segundo os parâmetros mínimos exigidos pelos órgãos ambientais. Relata, ainda, a necessidade de haver o emprego de tecnologias apropriadas, levando em conta a capacidade de pagamento dos usuários e, por fim, a adoção de soluções graduais e progressivas. Tudo isso, visa, portanto, à integração de infraestruturas e serviços, com a gestão eficiente de recursos hídricos.

Consoante Freitas e Freitas (1999), poluição hídrica é todo ato ou fato de se

lançar, na água, qualquer produto que provoque a alteração das características desta ou torne-a imprópria para o uso. A água é considerada poluída quando a composição dela está alterada, de forma que se torna inapropriada para o consumo da sociedade. São as alterações das propriedades físicas, químicas ou biológicas da água que a tornam nociva à saúde, ao bem-estar da população, imprópria para qualquer uso ou, ainda, para a fauna e a flora. As causas mais comuns da poluição da água são os despejos de dejetos humanos, industriais, produtos químicos e radioativos.

Portanto, qualquer vazamento ou extravasamento proveniente de problemas operacionais no transporte de esgotos sanitários gera um impacto ambiental.

O Relatório das Organizações das Nações Unidas (ONU) indica que 90 % da água utilizada retorna a natureza sem tratamento, contribuindo, dessa forma, para a deterioração de rios, lagos e lençóis subterrâneos.

A operação de sistemas de esgotamento sanitário é muito difícil, uma vez que se trata de um sistema aberto, onde a contribuição dos usuários só é sentida quando chega às estações elevatórias ou estações de tratamento de esgoto. Não existe controle operacional no sistema de transporte, acarretando muitas vezes na perda de esgoto ou recebimento de água de chuva.

Entretanto, um dos problemas operacionais que ocorrem com frequência em sistemas de esgoto do tipo separador absoluto - modelo adotado no Brasil - é a interligação entre o sistema de esgoto com as águas pluviais. Esta interligação pode ocorrer por meio de tubulações rompidas, infiltrações, desconhecimento técnico dos executores, coletores de esgoto em áreas de alagamento, intencionalmente por empreiteiros mal intencionados ou por ligações prediais interligadas de forma irregular.

Quase todas as formas de se interligar o sistema de esgotamento sanitário à drenagem urbana podem ser corrigidas exclusivamente com ações das companhias de saneamento. Entretanto um os erros mais comuns, que está na captação de água de chuva das residências interligada ao sistema de coleta e transporte de esgoto, depende também dos órgãos ambientais responsáveis e educação ambiental dos usuários.

A responsabilidade pela interligação adequada ao sistema não é da empresa de saneamento, mas do proprietário do imóvel, o qual deve contratar um profissional habilitado para realizar os projetos e a execução das instalações prediais da maneira

correta. Dessa forma, a aplicação de multas ambientais para esta situação é realizada diretamente ao proprietário.

No entanto, o problema dessas ligações inadequadas afeta diretamente a operação do sistema, que sofre sobrecargas em períodos de chuva, podendo ocasionar lançamentos de esgoto nos córregos, devido aos extravasamentos do sistema e onerando a operação, com gastos de energia para transporte e tratamento do esgoto diluído em água pluvial.

Diante de tal situação, é fundamental analisar a influência das ligações domiciliares com água de chuva na rede coletora para se levantar elementos que contribuam para o embasamento de análises operacionais e justificativas para ações mais efetivas no tocante à fiscalização das ligações residenciais.

Busca-se obter, portanto, dados que auxiliarão no dimensionamento do problema causado pelas ligações irregulares de água de chuva na rede coletora de esgoto e talvez subsídios para maior efetividade na exigência da correção destas ligações irregulares. Desta forma será possível apontar, se as ligações irregulares realmente são um grave problema para os sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto.

1.1 OBJETIVO GERAL

Relacionar a contribuição das vazões de água de chuva provenientes de ligações domiciliares irregulares na rede coletora de esgoto com índices pluviométricos e áreas impermeáveis de contribuição residencial.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram propostos:

- Definir a área de trabalho
- Vistoriar as ligações de esgoto dos imóveis para encontrar os imóveis irregulares com água de chuva interligada na rede coletora de esgoto.
- Avaliar através de questionário o conhecimento dos moradores em

relação à irregularidade da ligação

- Avaliar os volumes de água de chuva destinados ao sistema de esgotamento sanitário devido às ligações irregulares.
- Medir as vazões na rede coletora de esgoto em períodos de chuva para avaliar seu comportamento.
- Avaliar o impacto da água de chuva no sistema de esgotamento sanitário.
- Propor um procedimento eficaz para reduzir o número de imóveis interligados de forma irregular ao sistema de esgotamento sanitário.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A ÁGUA E SEU CICLO

Azevedo Netto *et al.* (1973) argumenta que só o oxigênio atmosférico pode ser tão essencial para a vida quanto a água e que, dentre as substâncias necessárias aos animais e vegetais, estas são as mais importantes.

Braga *et al.* (2005) relata que a água é o principal componente dos seres vivos sendo que o percentual desta em peso varia entre 70 % a 90 % no corpo humano. Também é fundamental para regular a temperatura corporal devido ao seu alto calor específico, fazendo com que a diferença da temperatura noturna não seja tão grande em relação à diurna.

Como é possível visualizar na FIGURA 1, a água possui um ciclo. No meio ambiente em que vivemos a água passa por suas três fases, podendo estar presente em sua forma líquida, gasosa ou sólida.

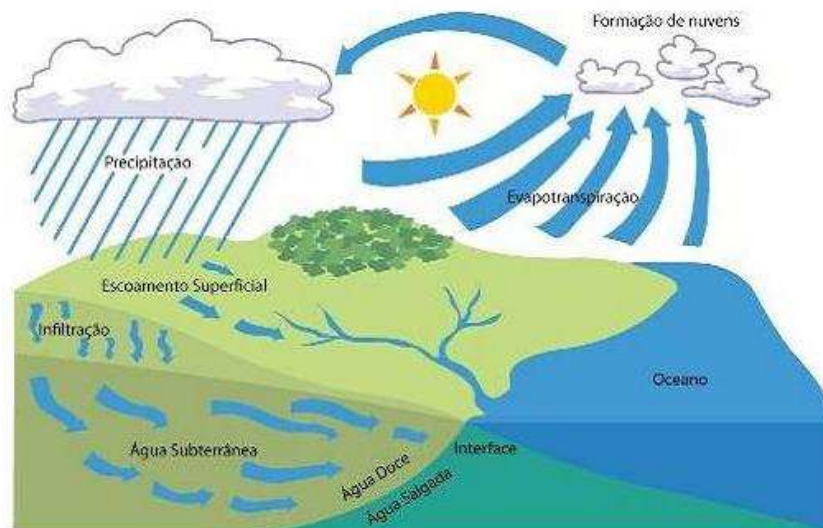


FIGURA 1 - CICLO DA ÁGUA
FONTE: Site da Sanepar (2013)

Aguiar *et al.* (2005) cita que, há anos, considerava-se a água um bem público de quantidade infinita. Todavia, hoje, sabe-se que, por causa da poluição das

aglomerações urbanas, a qual não permite a autodepuração dos corpos hídricos, este bem se torna escasso.

Segundo Braga *et al.* (2005), a água não está distribuída uniformemente sobre a superfície terrestre, visto que 96,5 % dela faz parte dos oceanos, 1,7 % é subterrânea e 1,74 % localizam-se nas calotas polares. O restante de água passível de ser explorada não está disponível em todas as regiões, pois algumas a possuem em abundância e em outras não é possível encontrá-la.

Outro fator que agrava a situação da disponibilidade de água de qualidade para a população é a influência do homem. Braga *et al.* (2005), relaciona as formas como o homem utiliza a água: para abastecimento humano, abastecimento industrial, irrigação, geração de energia elétrica, navegação, assimilação e transporte de poluentes, preservação da flora e fauna, aquicultura e recreação. Algumas destas atividades alteram a qualidade da água, reduzindo o volume disponível de água para consumo e, ainda, tornando economicamente oneroso o seu tratamento.

Aguiar *et al.* (2005) também relata o fato de já haver conflitos pela água, como os ocorridos entre Turquia e Iraque pelas águas do rio Eufrates e entre Síria, Israel e Jordânia pelas águas do rio Jordão e mananciais das colinas de Golã. Devido a estes conflitos, alguns já atribuíram nome a água de “ouro azul” do terceiro milênio.

Segundo Tucci *et al.* (2003) no Brasil não existe déficit de recursos hídricos se for relacionada a disponibilidade do recurso com a demanda, porém existem situações críticas em épocas de estiagem na região nordeste e em regiões onde há grande concentração urbana, devido à degradação deste recurso, pois cerca de 80 % da população brasileira encontra-se em centros urbanos.

2.2 SANEAMENTO AMBIENTAL

A lei federal brasileira 11.445, de 5 de janeiro de 2007, define saneamento básico como o conjunto de serviço, infraestruturas e instalações operacionais de:

Abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais, inclusive os

respectivos instrumentos de medição;

Esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o lançamento final deste no meio ambiente;

Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (BRASIL, lei federal 11.445, 2007).

Desta forma, nota-se a complexidade que envolve o tema saneamento básico, o qual abrange diversos compartimentos ambientais, cujo intuito é garantir condições essenciais de saúde à vida da população.

Tucci (2008) relaciona a necessidade de saneamento ambiental às características do meio. A necessidade de saneamento é diretamente proporcional aos padrões de consumo e de produção, pois as ações antrópicas alteram, significativamente, os ambientes naturais.

Buss e Pellegrini Filho (2007) consideram o acesso à água limpa um determinante social à saúde pública.

Azevedo Netto (1977) aponta que a água potável é elemento essencial para qualquer comunidade civilizada, entretanto traz como consequência a necessidade da coleta do esgoto.

Dentro do conceito de saneamento ambiental, há uma abordagem sobre a drenagem urbana e o esgotamento sanitário, os quais podem ser dispostos de maneira única ou tratados separadamente conforme cita Pereira e Soares (2006).

No Brasil, a NBR 9648 (1986) recomenda que a drenagem urbana e o esgotamento sanitário sejam dispostos separadamente, entretanto, os problemas operacionais que acontecem com a interligação destes dois compartimentos trazem transtornos à população como, por exemplo, refluxos com esgoto no interior dos imóveis em momentos de precipitação intensa.

2.3 SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Azevedo Neto *et al.* (1973) explica que a necessidade de água sempre esteve presente na formação dos centros populosos, pois o homem precisa desta para a própria subsistência. Sendo assim, a formação das cidades sempre ocorre ao redor ou nas proximidades deste recurso.

Para melhorar a qualidade do saneamento em uma cidade e, posteriormente, o desenvolvimento desta, o primeiro passo é o fornecimento de água tratada. O principal benefício da água tratada à população é a prevenção de doenças. (OLIVEIRA, 1976, p. 6-8).

Aguiar *et al.* (2005) aponta o início de um sistema de abastecimento de água como sendo a gestão dos recursos hídricos, pois é preciso proteger a qualidade da água no ponto de captação, para que seja possível dispô-la para o consumo humano posteriormente de maneira economicamente viável. Assim, o abastecimento de água está intrinsicamente ligado aos sistemas de esgotamento sanitário, de águas pluviais e manejo de resíduos sólidos. Desta forma em um sistema de abastecimento e água, a água bruta, retirada dos mananciais é o insumo, já a água tratada, pronta para o consumo humano é o produto.

O homem utiliza água para diversas finalidades. Conforme Héller e Pádua (2006), esses objetivos podem ser divididos em dois grupos. Os usos consuntivos que incluem o abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação e a aquicultura. E os usos não consuntivos que são a geração de energia hidroelétrica, navegação, recreação, harmonia paisagística, pesca, diluição de efluentes, assimilação de efluentes e afastamento de efluentes.

Héller e Pádua (2006) descrevem um sistema de abastecimento de água sendo formado basicamente pelo manancial, captação - que pode ser superficial ou subterrânea - estação elevatória de água bruta, adutora de água bruta, estação de tratamento, reservatórios de montante, estação elevatória de água tratada, redes de distribuição e reservatórios de jusante.

Aguiar *et al.* (2005) lembra, ainda, que existe também a água que ele chama de “meteóricas”, provenientes de chuva, neve ou granizo e a captação pode ser realizada por meio de calhas e tubulações instaladas nos telhados e interligadas a cisternas. Esta captação, normalmente, é utilizada em lugares com grande escassez e, principalmente, para abastecimento doméstico.

A cada dia, as cidades crescem sobre os mananciais vizinhos a elas, onde, geralmente, a água de consumo é retirada. Este fato deve ocasionar a perda da qualidade da água, devido ao fato dos grandes centros urbanos não conseguirem gerir de forma correta a poluição que geram. Assim sempre haverá a necessidade de buscar novos mananciais mais distantes dos centros urbanos. Vale ressaltar que este processo torna a água um produto mais oneroso devido às grandes distâncias que esse elemento vital para a saúde deverá percorrer para o abastecimento das cidades.

Dessa forma, atualmente, preocupa-se muito com a proteção dos mananciais. No Paraná, uma das formas de proteção encontrada é a criação de áreas de proteção ambiental e unidades territoriais de planejamento, em que a ocupação do solo é controlada. Tal atitude resultou na aprovação de uma legislação denominada Lei de Proteção aos Mananciais da RMC - Lei Estadual nº 12.248, de 11 de julho de 1998 - que criou o Sistema Integrado de Gestão e Proteção aos Mananciais da RMC – SIGPROM - RMC (COMEC, 1998).

Aguiar *et al.* (2005) relata que a captação de água do manancial, quando este é superficial, pode ocorrer diretamente nos rios, ribeirões, córregos, lagos ou em reservatórios de barragens. Em todos os casos utilizam-se bombas (estações elevatórias de água bruta) ou desnível do terreno, que encaminha a água por gravidade para as estações de tratamento. A diferença da captação subterrânea está na perfuração de um poço para a sua captação, sendo que o poço pode ser raso, quando o aquífero (reservatório subterrâneo) estiver sobre a ação da atmosfera, ou artesiano, quando o aquífero estiver em compartimento impermeável no subsolo e sob pressão superior à atmosférica. Contudo, apesar de, em algumas vezes, a água sair livremente do poço por ocasião da pressão, normalmente, é necessário bombeamento desta água até a estação de tratamento.

Após as elevatórias, a água bruta passa pelas adutoras, as quais são tubulações que destinam essa água até a estação de tratamento.

A água captada nos mananciais, mesmo que se enquadre nos padrões aceitáveis para consumo, é tratada para não oferecer riscos sanitários à população. Héller e Pádua (2006) citam alguns processos de tratamento que podem ser utilizados em uma estação de tratamento de água. São eles: micropeneiramento, aeração, adsorção, troca iônica, coagulação, floculação, decantação, flotação, filtração em meio granular, filtração em membrana, desinfecção, abrandamento,

fluoretação e estabilização química.

A FIGURA 2 ilustra um sistema de abastecimento de água separando cada etapa, desde a captação, transporte, tratamento, reservatórios e distribuição.

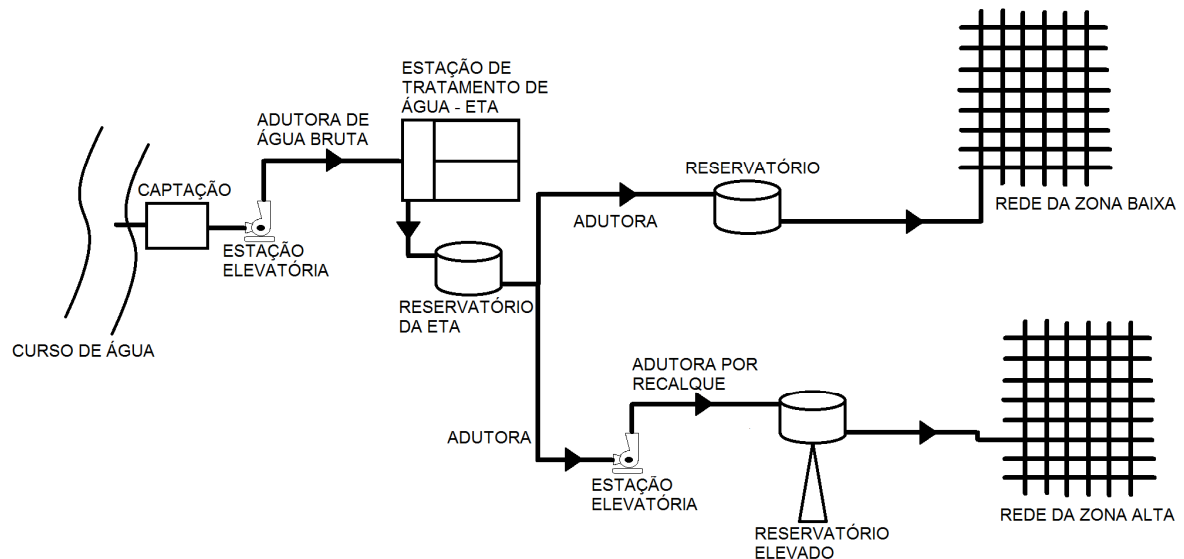


FIGURA 2 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
 FONTE: Adaptado de TSUTIYA (2006)

Segundo Aguiar *et al.* (2005), após o tratamento da água, esta é conduzida para reservatórios, os quais são encarregados de regular a disponibilidade de água para o atendimento da população, uma vez que o consumo diurno é bem maior que o noturno. Os reservatórios podem estar entre a estação de tratamento e a rede de distribuição. Nesse caso, são chamados de reservatórios de montante. Podem, ainda, estar após a rede de distribuição, quando são denominados de reservatórios de jusante (ou de “ponta”), porém a função de ambos é de manter regular a vazão de captação e tratamento.

Aguiar *et al.* (2005) relata que a rede de distribuição é responsável por conduzir a água tratada dos reservatórios até as residências da população abastecida. Este abastecimento pode ocorrer com a própria ação da gravidade, a qual pressuriza a água na tubulação ou com estações elevatórias, que bombeiam a água até os pontos mais altos com as pressões desejadas. Descreve que as redes de distribuições são formadas por um conjunto de tubulações, conexões, válvulas e peças especiais com o objetivo de fornecer água à população com a pressão

desejada e de forma contínua. Explica, ainda, que as formas de distribuição - as quais podem ser de maneira ramificada, em que a tubulação parte de uma tubulação principal; malha sem anel - quando a tubulação faz uma malha de atendimento se intercomunicando em diversos pontos; e malha com anel - em que existe um anel principal, com diâmetro maior, o qual garante o abastecimento em toda a malha com menor perda de carga.

Rech (1999) explica que na distribuição de água ainda existem as perdas de água, pois não se consegue que estes sistemas sejam efetivamente estanques.

Quando a água chega às residências, ao entrar, passa pela ligação predial de água, onde são instalados medidores volumétricos (hidrômetro), os quais servem para que as companhias de abastecimento consigam cobrar do usuário pelo serviço de abastecimento com água tratada.

De acordo com Tsutiya (2006), a ligação predial é o conjunto de tubulações, estrutura de medição e peças de conexão, instalados com a finalidade de estabelecer uma comunicação hidráulica entre a rede pública de distribuição e a instalação predial. Ou seja, o ponto de entrega do serviço de abastecimento de água.

Tsutiya (2006) enfatiza que uma única ligação predial deveria constituir-se de uma única economia, entretanto, em edifícios é comum aplicar o sistema de medição coletiva, em que uma única ligação predial atende a diversas economias.

Os medidores também são chamados de Hidrômetros e segundo Rech (1999), são dispositivos destinados a medir e indicar o volume de água que o atravessa e podem ser Taquimétricos ou Volumétricos. Os Volumétricos medem um volume que enche uma câmara de volume conhecido e cada compartimento cheio é contabilizado no momento em que a pressão da água o faz tombar. Os Taquimétricos, também conhecidos como velocimétricos, possuem uma hélice no interior da estrutura, a qual gira com a passagem da água. Os giros dão a velocidade de passagem da água e assim, como já se sabe a seção da tubulação, tem-se o volume de água que está entrando na residência.

A ligação predial ilustrada com a FIGURA 3, consiste em um dispositivo de tomada - que é o ponto onde a ligação predial é conectada à rede de distribuição; o ramal predial - que é a tubulação que leva a água até o dispositivo de medição; e o dispositivo de medição (medidor).

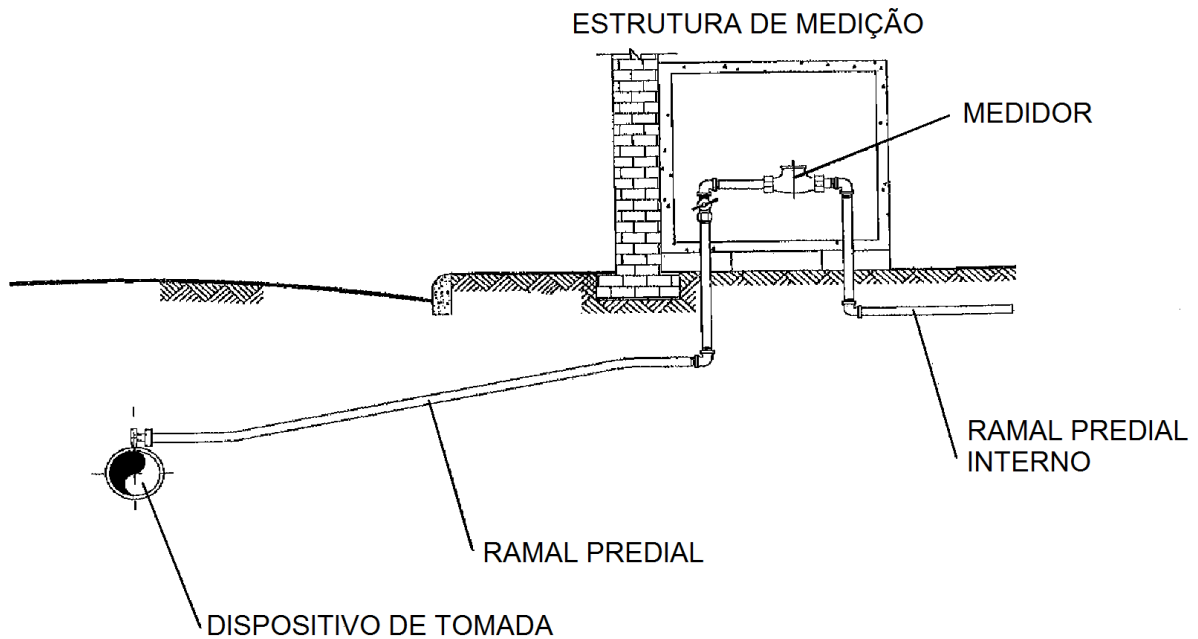


FIGURA 3 - LIGAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA
 FONTE: TSUTIYA (2005)

A Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar, empresa responsável pelo fornecimento de água e coleta de esgoto no local de abrangência deste estudo, utiliza-se do hidrômetro do tipo velocimétrico para realizar a medição do consumo de água.

2.4 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Dá-se o nome “esgoto”, de acordo com Aisse (2000), à água residuária formada por esgoto doméstico, esgoto industrial, e água Pluvial. Sendo que alguns sistemas, a pesar das dificuldades, são concebidos para trabalhar com estes elementos separadamente.

Pereira e Soares (2006) relata que o lançamento de esgoto sanitário, no meio ambiente, está relacionado com a degradação de corpos d’água e problemas de saúde pública, necessitando de coleta, transporte e tratamento. Ressalta, ainda, que é indispensável na infraestrutura de áreas urbanas e pode estar dividido em individual, onde o tratamento é efetivado próximo da fonte geradora e coletivo quando é realizada a coleta o transporte por longas distâncias e o tratamento final. Este último, normalmente, utilizado em áreas urbanas devido à aglomeração

populacional.

Segundo Pereira e Soares (2006) os sistemas de esgotamento sanitário podem ser individuais, quando o tratamento e disposição final são realizados no próprio imóvel gerador, ou coletivos, quando um sistema de rede coletora recebe o esgoto de diversas residências e destina a uma estação de tratamento. Quando coletivo existem ainda três tipos de sistema de esgotamento sanitário. Um deles é o sistema unitário, em que a água pluvial do subsolo e o esgoto veiculam por um único sistema. Já no separador parcial, não é a totalidade da água pluvial que é encaminhada junto com o esgoto, mas somente a parcela que é coletada nas residências, por meio da captação dos telhados e pátios das economias. O sistema separador absoluto, utilizado no Brasil, trata única e exclusivamente do esgoto doméstico, uma vez que a água pluvial possui um sistema de drenagem independente.

Tsutiya e Sobrinho (2011) apontam que a explicação para o Brasil ter escolhido trabalhar com o sistema separador absoluto, pode ser evidenciada ao relacionar as vantagens deste sistema. Neste tipo de sistema, o custo de implantação é menor, pois é utilizada uma tubulação mais barata, de fabricação industrial. Assim, também, é possível realizar uma opção na hora do investimento, dando prioridade à implantação da rede sanitária em detrimento da pluvial, que oferece menos riscos à população. Para o caso das águas pluviais, reduz-se o custo do afastamento, já que podem ser lançadas no córrego mais próximo sem a necessidade de tratamento. A pavimentação das ruas não se torna obrigatória, pois o sistema separador absoluto pode ser implantado independentemente. Não são necessárias, ainda, tubulações de grandes diâmetros, sendo que as águas pluviais, as quais possuem maior volume, são dispostas nos rios mais próximos. O separador absoluto também auxiliará na depuração dos esgotos sanitários, não diluindo a carga orgânica com água de chuva.

2.4.1 História dos sistemas de Esgotamento Sanitário

Pereira e Soares (2006) apontam a Cloaca Máxima, construída em Roma no século 6 a.C. é o primeiro relato de um sistema de esgotamento sanitário. Ressaltam a importância deste para o controle de doenças hidro transmissíveis.

Segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), em toda a Europa devido ao crescimento das comunidades e em particular na Inglaterra, uma das cidades com maior crescimento, a situação da disposição dos excrementos se tornou impraticável, pois estes eram dispostas na rua, até que a próxima chuva lavasse a sujeira para os rios. Apesar de existirem sistemas de coleta de águas pluviais, o lançamento direto de efluentes domésticos nestes sistemas foi autorizado somente em 1915.

Tsutiya e Sobrinho (2011) ainda relatam que um dos principais avanços em projetos de sistema de esgotos se deu em 1842, em Hamburgo, na Alemanha, onde após um incêndio que destruiu parte da cidade, pela primeira vez um novo sistema de coleta e transporte de água pluvial e esgoto doméstico foi projetado de acordo com as modernas teorias da época.

No Brasil, como em outras cidades do mundo, segundo Rezende e Heller (2008), o saneamento iniciou devido à precária situação em que as grandes cidades se encontravam. As epidemias atingiam a classe trabalhadora e traziam prejuízos à indústria e ao comércio, fazendo-se necessária uma providência. Como o centro do desenvolvimento aconteceu no sudeste, principalmente no Rio de Janeiro e São Paulo devido à indústria do café, foi nesta região que houve a maior preocupação com o saneamento. Portanto, na cidade do Rio de Janeiro, em 1864, foram inauguradas as primeiras obras de um sistema de esgotamento sanitário que, na ocasião, era do tipo unitário.

Rezende e Heller (2008) seguem com um histórico de instalações de sistemas de esgotamento sanitário no Brasil, apontando Recife, como a segunda cidade brasileira a contar com um sistema de esgotamento em 1873. Entretanto, apontam Saturnino de Brito como um dos precursores da engenharia sanitária no Brasil, pois quando iniciou seus trabalhos em 1890, encontrou as cidades brasileiras em estado sanitário bastante precário e em sua carreira teve um papel preponderante na adoção de sistemas separadores absolutos, na proteção das bacias hidrográficas e na utilização de tratamento físico-químico nas águas de abastecimento.

Rezende e Heller (2008) destacam, ainda, que devido ao grande crescimento das cidades de São Paulo, este estado necessitou de atenção especial, onde Saturnino de Brito teve diversas atuações. Em 1920, mais da metade dos municípios paulistas contavam com sistema de esgotamento sanitário.

Segundo Schuster (1994), relatos históricos apontam os primeiros fatos sobre a situação do esgoto sanitário em Curitiba no início do século XX, em que havia um cidadão de nome Chico Castellano que fundou a primeira empresa de limpar fossas da cidade. Este serviço era prestado com um equipamento que fazia a sucção por meio de uma alavanca mecânica que destinava os dejetos ao interior de uma barrica sobre uma carroça puxada por burros.

Schuster (1994) relata que o projeto de lei número 39, que deu origem a lei número 506 de 2 de abril de 1903 foi a alavanca para o primeiro sistema de água e dos serviços de esgotos sanitários do Paraná, cujas obras tiveram início no ano de 1904 com a Companhia de Melhoramentos de São Paulo. Em 1905, já haviam sido implantados 45.812 metros de rede de esgoto. E, em 1908, começou a funcionar a primeira estação bacteriológica de esgoto, localizada à rua Engenheiros Rebouças onde, hoje, encontra-se a sede da Sanepar.

Devido ao aumento da demanda dos serviços de abastecimento de água e esgotos, o governo paranaense teve de se estruturar melhor, criando a Diretoria do Serviço de Água e Esgotos, pela lei 2.257 de 24 de março de 1924. Em 1928, através da lei 2.501, foi extinta a diretoria e criado o Departamento de Água e Esgotos, sendo que no ano de 1941 tal departamento possuía uma extensão de rede coletora de esgoto de 116.801 metros. Somente em 1963, por meio da lei número 4.684 de 23 de janeiro, foi criada a Sanepar. (SCHUSTER, 1994)

A primeira estação de tratamento de esgoto do estado do Paraná, segundo Schuster (1994), foi a do Bom Retiro, localizada no município de Londrina, em 1965, a qual operava com lodos ativados, sistema misto aeróbio e anaeróbio. A eficiência era de 91 %.

Schuster (1994) destaca que, no ano de 1979, a Sanepar inaugurou a Estação de Tratamento Belém, com tecnologia Holandesa, tornando Curitiba, às vésperas dos seus 287 anos de fundação, a capital brasileira mais bem servida em termos de saneamento básico.

As FIGURA 4 e FIGURA 5 demonstram o panorama nacional do saneamento no ano de 2008 com relação ao atendimento com rede coletora de esgoto e tratamento de esgoto, respectivamente.

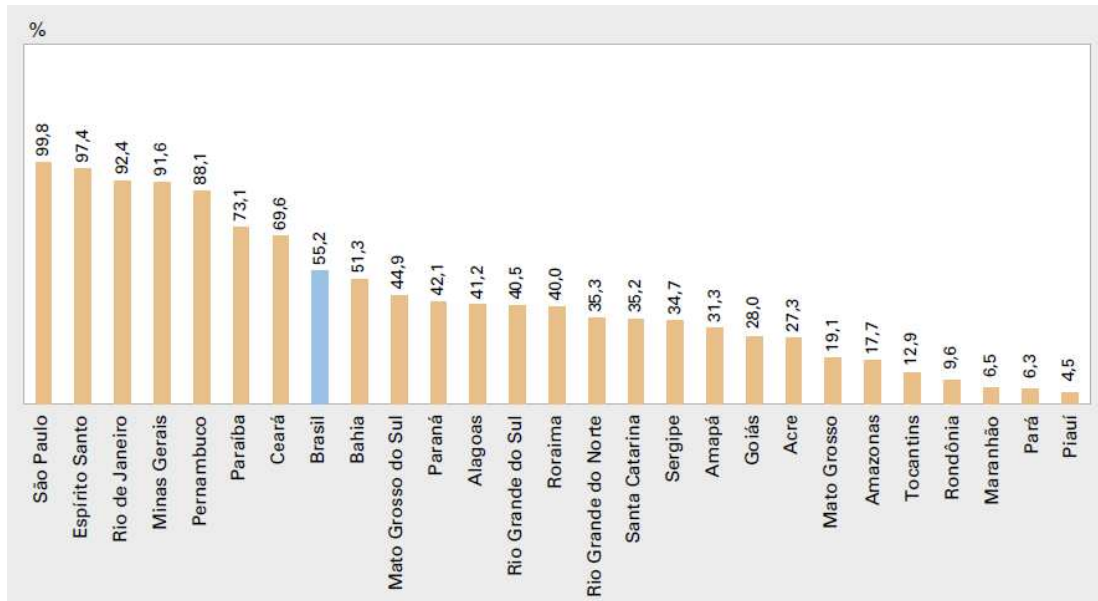


FIGURA 4 – ÍNDICE DE ATENDIMENTO COM REDE COLETORA DE ESGOTO NO BRASIL
 FONTE: Pesquisa nacional de saneamento básico - IBGE (2008)

Observa-se que existe muito que se investir ainda no Brasil com relação ao atendimento com rede coletora, pois este atendimento é disponível a pouco mais da metade da população.

Se for observado o percentual de esgoto tratado, a preocupação do patamar em que o Brasil se encontra é mais preocupante ainda, pois menos de 30 % da população possui seu esgoto tratado antes da disposição nos corpos hídricos.

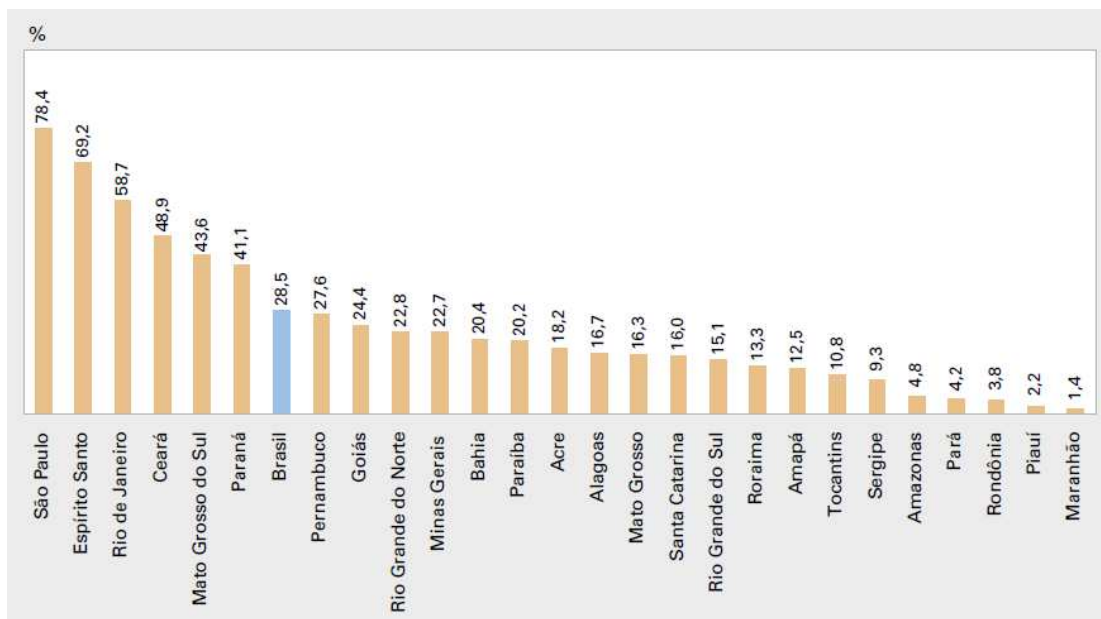


FIGURA 5 – ÍNDICE DE ATENDIMENTO COM TRATAMENTO DE ESGOTO NO BRASIL
 FONTE: Pesquisa nacional de saneamento básico - IBGE (2008)

O estado do Paraná, que se encontrava, segundo os dados do IBGE, abaixo do índice nacional de atendimento com rede coletora de esgoto, mas acima do índice nacional com relação ao tratamento do esgoto coletado, apresenta em 2012 a seguinte situação, segundo o site da Sanepar (2013): a empresa conta com 227 estações de tratamento de esgoto, 62,1 % dos habitantes atendidos com rede coletora e 26.600 km de rede coletora de esgoto. O atendimento com tratamento de esgoto, segundo a Sanepar é de 99,4 %, mostrando que ou houve muito investimento nos últimos quatro anos, ou á alguma divergência de informações.

2.4.2 O sistema unitário

O sistema unitário, conforme Tsutiya e Sobrinho (2011) é também chamado de sistema combinado, pois os efluentes domésticos e industriais, as infiltrações e as águas pluviais veiculam por um único sistema.

Aguiar *et al.* (2005) aponta como vantagem do sistema unitário a possibilidade de tratar os resíduos provenientes do escoamento superficial da água de chuva que, no sistema separador absoluto, vão diretamente aos corpos hídricos. Entretanto, uma desvantagem é o elevado custo de implantação e maior dificuldade de operação, já que o sistema sofre muita variação de vazão.

Weyand (2002) atesta em seu trabalho, que, na Alemanha, até então, não existia a preocupação com o controle dos sistemas unitários em tempo real para saber, exatamente, o que ocorre no sistema e assim poder dimensionar, adequadamente, os reservatórios de acúmulo. Esse sistema de esgotamento sofre com o acréscimo de água de chuva e é calculado para, a partir de uma determinada diluição do esgoto, ser lançado, diretamente, nos corpos hídricos. Acontece que esta falta de acompanhamento vem prejudicando os corpos hídricos, já que se considera a carga de lançamento ainda muito elevada. Portanto, o estudo alemão demonstra alguns estudos de caso sobre o monitoramento em tempo real para ajudar na operação e dimensionamento dos sistemas.

Para Metcalf e Eddy (1977), ao se realizar um projeto de um sistema unitário, deve ser levado em consideração, unicamente, as vazões pluviais, visto que as vazões de águas residuais são tão pequenas perto daquelas, que podem ser desconsideradas.

Tsutiya e Bueno (2004) fazem um comparativo entre os tipos de sistemas e apontam que uma das principais causas de não se optar pelo sistema unitário no Brasil é o fato dos volumes de precipitações pluviométricas nacionais serem bem maiores dos existentes em países em que este tipo de sistema é concebido. A FIGURA 6 demonstra uma comparação das precipitações de cidades europeias e brasileiras.

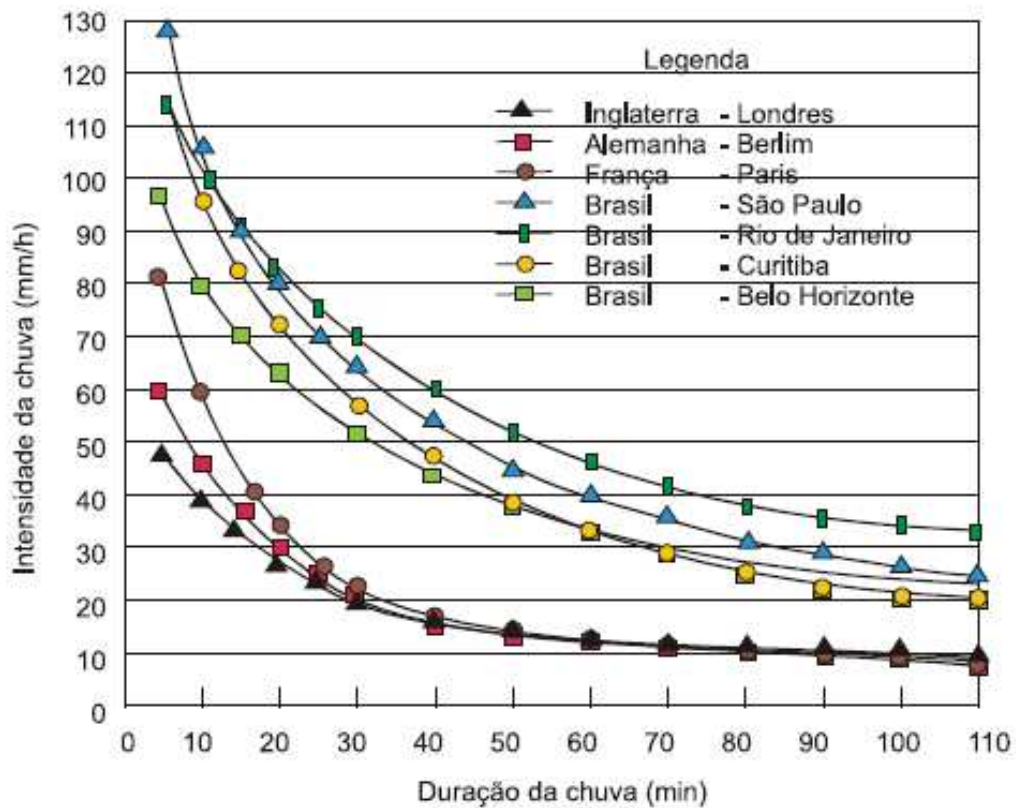


FIGURA 6 – COMPARAÇÃO DE INTENSIDADE DE CHUVA EM CIDADES EUROPEIAS E BRASILEIRAS

FONTE: TSUTIYA E BUENO (2004)

2.4.3 O sistema parcial

O sistema separador parcial, conforme Tsutiya e Sobrinho (2011) recebe a contribuição dos efluentes domésticos e industriais em conjunto com a infiltração de água do solo no sistema e da parcela de água de chuva que é proveniente de telhados e pátios das economias.

O Brasil, também, não utiliza este sistema. Entretanto, certas vezes, o

sistema parcial se assemelha ao separador absoluto, devido ao grande número de ligações irregulares de água de chuva encontradas neste.

2.4.4 O sistema separador absoluto

O sistema separador absoluto, segundo Crespo (2001), recebe somente a contribuição de esgoto, sendo que as águas pluviais devem ser completamente destinadas ao sistema de drenagem urbana. No entanto, já cita como elemento componente de um sistema de esgotamento sanitário os extravasores, que podem ocorrer no sistema de coleta, antes das estações de tratamento e antes das estações elevatórias. Servem para extravasar o sistema em períodos de chuva para não causar danos à população ou prejudicar as unidades elevatórias ou de tratamento.

O sistema de esgoto do tipo separador absoluto, segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), possui as seguintes vantagens: menor custo por utilizar tubos mais baratos; oferece maior flexibilidade na execução - pois pode ser empregado com prioridade em relação à drenagem urbana; reduz o custo do afastamento das águas pluviais pelo fato de permitir o lançamento destas no curso de água mais próximo; não fica condicionado à pavimentação das vias; reduz a extensão de canalizações de grande diâmetro e não prejudica a depuração do esgoto sanitário.

[...] para o sucesso do sistema de esgoto sanitário implantado é necessário um eficiente controle para se evitar que a água pluvial, principalmente proveniente dos telhados e pátios das economias esgotadas, seja encaminhada junto com as águas residuárias para esse sistema de esgoto (TSUTIYA e SOBRINHO: 2011, p.4).

O sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto, de acordo com Tsutiya e Sobrinho (2011) é composto basicamente: pela rede coletora de esgoto, interceptores, emissários, sifão invertido, corpo de água receptor, estações elevatórias e estação de tratamento de esgoto. A FIGURA 7 ilustra um sistema de esgotamento sanitário.

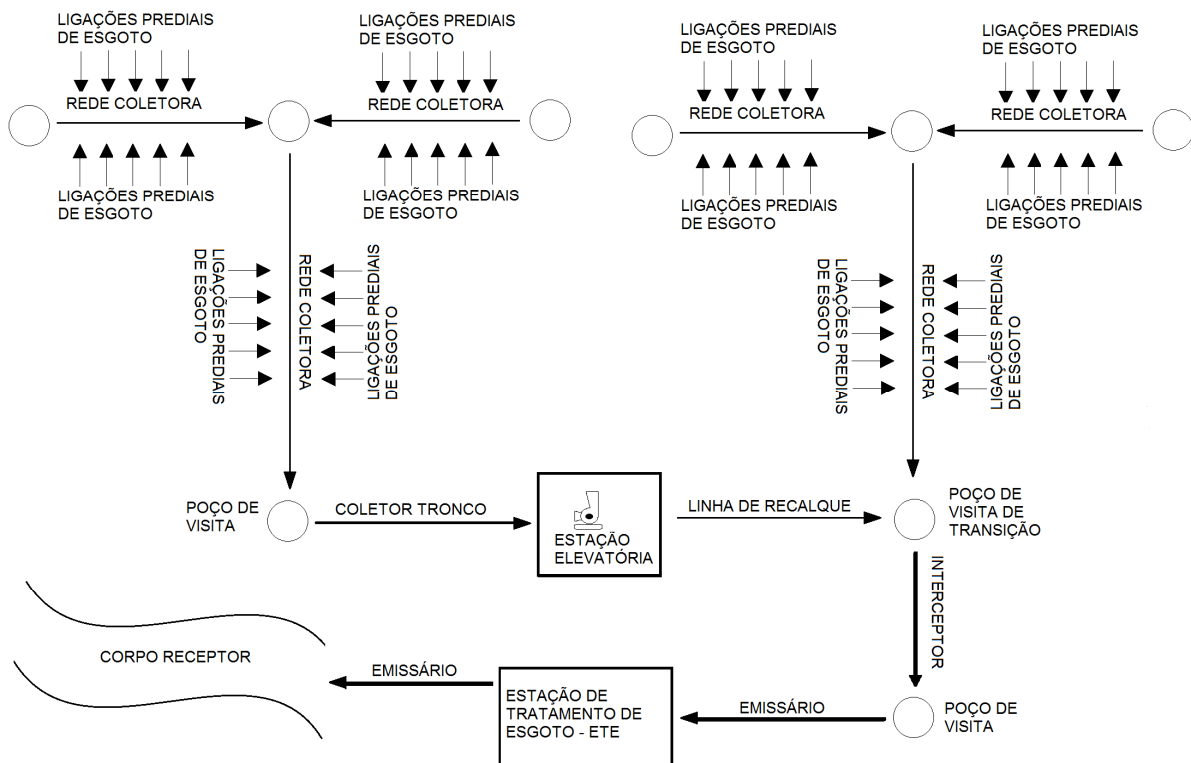


FIGURA 7 - SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
 FONTE: Adaptado de NUVOLARI *et al.* (2011)

O corpo de água receptor é o local onde será disposto o esgoto após o seu tratamento e podem ser córregos, rios, mar, desde que sejam atendidos os padrões de lançamento estabelecidos pela legislação àquele corpo receptor.

Para Jordão e Pessoa (2011) as estações de tratamento são operações unitárias responsáveis pela remoção ou transformação de substâncias do esgoto de modo que este apresente condições aceitáveis para ser lançado em determinado corpo hídrico receptor.

Para Pereira e Soares (2006) estações elevatórias são elementos responsáveis pelo transporte do esgoto de uma bacia hidrográfica para outra. Evitando, assim, a necessidade de construção de estações de tratamento para o atendimento de pequenas localidades localizadas em bacias hidrográficas onde não existe um sistema de esgotamento sanitário.

O sifão invertido é um elemento essencial para a transposição de obstáculos no transporte de esgoto. Uma vez que, normalmente, o esgoto é transportado pela ação da gravidade e, ao deparar-se com um obstáculo, não é possível somente desviá-lo por baixo ou por cima conforme afirmam Tsutiya e Sobrinho (2011).

Os emissários destinam-se a conduzir o esgoto de um ponto a outro sem

receber contribuições, mas, também, utiliza-se este elemento após a estação de tratamento, conduzindo o efluente tratado até o corpo receptor, conforme Nuvolari *et al.* (2011).

O interceptor, segundo Crespo (2001) é a parte componente do sistema responsável pelo transporte do esgoto que recebe, exclusivamente, a contribuição de coletores.

A rede coletora é composta pela ligação predial, que é o elemento responsável pela captação do esgoto na residência; coletores secundários, responsáveis pelo transporte do esgoto coletado nas residências até os coletores primários, os quais se destinam a transportar o esgoto dos coletores primários até os emissários Nuvolari *et al.* (2011).

Para se projetar um sistema de esgotamento sanitário, primeiramente deve ser realizado um estudo de concepção. Segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), este estudo leva em consideração características da comunidade, análise dos sistemas existentes, estudos demográficos e de uso e ocupação do solo, critérios e parâmetros de projeto, cálculo das contribuições, formulação de alternativas de concepção e estudos de corpos receptores.

Aguiar *et al.* (2005) aponta como premissa básica para o planejamento e gerenciamento de sistemas de águas residuárias, o conhecimento das características qualitativas e quantitativas dos efluentes, que junto com aspectos ambientais, sociais, legais e econômicos direciona o sistema mais adequado a se implantar. O aspecto quantitativo está relacionado à quantificação das vazões que deve levar em consideração o consumo de água para cada tipo de estabelecimento. Para ligações domésticas de água onde há vários pontos de consumo, característica das residências, estima-se que o consumo de água seja de 150 (L.habitante⁻¹).dia.

Tsutiya e Sobrinho (2011) apontam alguns estudos sobre consumo per capita de água na região metropolitana de São Paulo onde se estima que é de 242 (L.habitante⁻¹).dia.

A recomendação de coeficiente de retorno estabelecida pela ABNT na NBR 9649 é de 80 % do consumo de água, pois desta forma, a vazão do esgoto é calculada de acordo com a taxa de retorno, uma vez que não é toda a água consumida que retorna ao sistema de esgotamento sanitário.

O esgoto doméstico é o despejo líquido resultante do uso da água pelo homem em seus hábitos higiênicos e necessidades fisiológicas. Para o cálculo de

sua vazão, de acordo com Jordão e Pessoa (2011), são levados em consideração: a população da área de abrangência do projeto, a contribuição por pessoa e por economia, o coeficiente de retorno - que é a taxa que diz quanto da água consumida retorna ao sistema de esgoto e coeficientes de variação de vazão.

Os despejos industriais sempre devem ser submetidos a análises antes do lançamento no sistema de esgotamento sanitário, pois, por vezes, possuem vazões bem superiores às esperadas em contribuições domésticas e, em muitas situações, necessitam de tratamento específico, o qual deve ser realizado pela própria indústria antes do despejo no sistema público de coleta. As estações de tratamento de esgoto dos sistemas públicos de esgoto são projetadas para o tratamento de efluentes domésticos. Portanto, se o efluente industrial não apresentar estas características não será tratado ao chegar à estação de tratamento, conforme Nuvolari *et al.* (2011).

Jordão e Pessoa (2011) citam os extravasores como elementos integrantes do sistema de esgotamento sanitário e devem levar em consideração as vazões clandestinas de água de chuva no sistema do tipo separador absoluto para seu dimensionamento. Relatam ainda que os processos físicos (sedimentação ou flotação), de um sistema de tratamento de esgoto, onde a variável velocidade de escoamento é fator decisivo podem ser seriamente prejudicados com o aumento das vazões em períodos de chuva.

Devido aos problemas de extravasamentos das estações de tratamento, ocorridos com as chuvas torrenciais de regiões tropicais, Reda *et al.* (2006) realizam uma adequação de um sistema de simulação dinâmica de rios, realizada na rio Cam, na Inglaterra, para características tropicais, com o objetivo de demonstrar que tal simulação pode ser empregada nestas condições. O modelo de simulação aponta que é possível utilizar desta metodologia para desta forma obter mais informações sobre as condições dos corpos receptores dos efluentes e realizar a gestão dos corpos hídricos para determinar o grau de poluição um determinado extravasamento está causando.

2.4.4.1 Contribuições indevidas nos sistemas de esgotamento sanitário

Nuvolari *et al.* (2011) aponta como vazões máximas para o sistema

separador absoluto a contribuição das águas servidas pelas edificações acrescidas de contribuições parasitárias indevidas. Estas podem ser originárias no subsolo ou podem vir de encaminhamento acidental ou clandestino de águas pluviais.

Ellis (2001) aponta alguns problemas nos sistemas de esgotamento sanitário. Entre eles estão não somente a questão da infiltração e afluxo, mas, também, o problema dos vazamentos do esgoto dos sistemas de esgotamento, o qual acarreta na contaminação do lençol freático. Realizou-se uma abordagem geral sobre os problemas de infiltração e afluxo, em que são apontados os principais contribuintes, sendo que 30 % a 40 % dos volumes podem ser provenientes de ligações irregulares das residências com água da chuva no sistema de esgotamento sanitário. Esse trabalho deixa um alerta para que sejam realizados mais estudos sobre os vazamentos de esgoto, pois a contaminação é difícil de ser caracterizada devido ao grande número de variáveis, no entanto, infelizmente, sabe-se que está ocorrendo.

Crespo (2001) separa as contribuições indevidas em infiltrações permanentes e incrementos de águas pluviais indevidas. As águas pluviais indevidas podem ocorrer das seguintes formas: pelas tampas dos poços de visitas quando ocorrem cheias em que o sistema pluvial não consegue escoar estas vazões; pelas ligações clandestinas de água pluvial domiciliar nos imóveis; por trechos interligados dos sistemas de esgotamento separadores com sistemas antigos unitários e por extravasores do sistema de coleta mal projetados.

Dias (2011) realizou um trabalho de diagnóstico do sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto, na cidade de Santo André/SP, onde foram utilizadas metodologias como teste de fumaça, testes com corantes e filmagem de tubulações. Desta forma se constatou diversos problemas que ocorrem neste tipo de sistema com relação à interferência das águas de chuva clandestinas. Ficou comprovado o grande número de ligações domiciliares irregulares com água de chuva na rede de esgoto e infiltrações do lençol freático. Para a definição da área de estudo, foram realizadas medições de vazão que apontaram as diferenças em dias secos e húmidos, realçando, assim, as regiões com este problema mais acentuado.

Karpf e Krebs (2011) desenvolveram uma metodologia para a quantificação das infiltrações subterrâneas e superficiais em redes de esgoto, através de uma metodologia de múltipla aproximação. O estudo foi realizado na cidade de Dresden, Alemanha. No entanto, a preocupação no trabalho de Karpf e Krebs (2011) era a

quantificação de infiltrações subterrâneas e superficiais, não abrangendo a separação dos volumes provenientes de ligações irregulares.

Metcalf e Eddy (2003) separam a água de chuva que adentra ao sistema de esgotamento sanitário em dois grupos, a infiltração e o afluxo. A primeira acontece devido a problemas nas tubulações, possibilitando a entrada da água que permeia o solo pelas juntas mal encaixadas, defeitos nas conexões, trincas nas tubulações ou defeitos em outros elementos do sistema como poços de visita. Já o afluxo, é dividido em três grupos: os fluxos constantes, que são provenientes de áreas pantanosas, nascentes e geram uma vazão constante no sistema – existem os fluxos diretos, que acontecem devido a ligações diretas de água da chuva no sistema de esgotamento sanitário, seja das residências ou de sistemas de drenagem urbana, esta contribuição possui reflexo imediato no sistema, com acréscimo de vazão no momento da chuva – e há, também, os afluxos atrasados, que ocorrem após o acontecimento do evento de chuva e são provenientes de bombas do subsolo de edificações ou entrada tardia por meio de poços em áreas de alagamento. A FIGURA 8 demonstra, por meio de um gráfico da vazão pelo tempo, as áreas das curvas que representam cada tipo de contribuição de água externa ao sistema em uma avaliação das vazões.

Para a realização da comparação entre dias secos e húmidos, torna-se necessária medição de precipitação. Portanto é necessário que pluviômetros sejam aferidos para evitar erros de medição. Schellard (2012) realizou um estudo comparativo, na Inglaterra, entre pluviômetros e radares para apurar dados de chuvas para pequenas regiões e auxiliar em modelos de previsão para extravasamentos. Nesse trabalho, foi constatado que o ideal no caso de modelagens é utilizar um misto de equipamentos que se complementam na obtenção dos dados. Entretanto, como a região objeto deste estudo tem menos de 1 km² e foi utilizado um pluviômetro localizado na área de estudo, não haverá erros significativos na apuração destes dados.

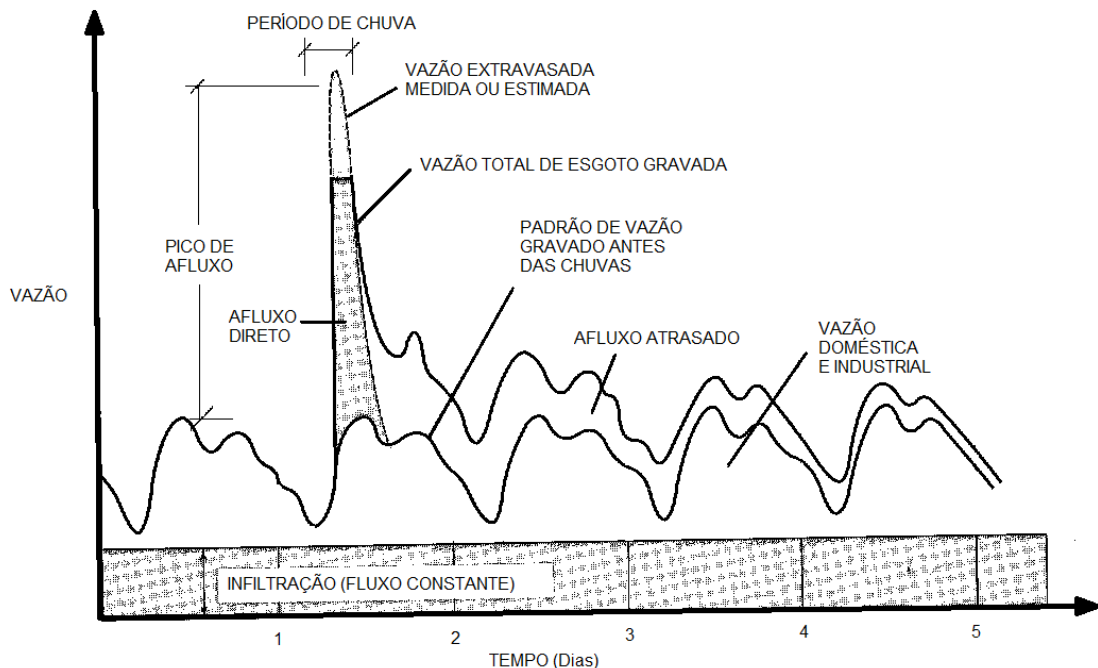


FIGURA 8 - GRÁFICO DE IDENTIFICAÇÃO DA INFILTRAÇÃO E AFLUXO
 FONTE: Adaptado de METCALF & EDDY (2003)

Devido aos problemas com a infiltração e com o afluxo, Metcalf & Eddy (2003) expõe a problemática da perda de águas residuais devido ao aumento exagerado da vazão no sistema, ocasionando extravasamentos que ocasionam na contaminação do solo.

Segundo Golden (1995) um extravasamento é a descarga de esgoto sem tratamento ou parcialmente tratado a partir do sistema de esgotamento, normalmente devido à sobrecarga que geralmente acontece com as contribuições de água de chuva no momento em que a vazão real excede a vazão teórica, utilizada para o dimensionamento do sistema coletor. Estes extravasamentos apresentam um risco à saúde, pois o esgoto contém organismos patogênicos e os transbordos ocorrem normalmente em áreas de ocupação humana, como refluxos no interior das residências ou em logradouros públicos e também poluem os corpos hídricos, afetando os ecossistemas que os cercam.

Golden (1995) relata que após uma revisão de 10 estudos de caso realizados pela Environmental Protection Agency, nos Estados Unidos da América, apontam que as contribuições de água de chuva podem acrescentar de 3,5 a 20 vezes a vazão em relação a dados médios de tempos secos e estima que 50 % a 70 % destas contribuições podem ser provenientes de propriedades privadas.

2.4.4.1.1 Infiltração

A infiltração é um ponto complexo, no que tange o cálculo para dimensionamento do sistema separador absoluto, uma vez que pode acontecer em qualquer elemento de um sistema e depende dos materiais empregados, como relata Jordão e Pessoa (2011).

Segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), a infiltração é caracterizada como água subterrânea originária do subsolo, a qual penetra no sistema de esgotamento sanitário quando este está construído abaixo do nível do lençol freático.

Já Nuvolari *et al.* (2011) inclui como infiltração todas as águas que penetram nas tubulações pelas juntas, ou devido a imperfeições das paredes dos condutos, ou, ainda, por estruturas de poços de visita, estações elevatórias e demais estruturas do sistema.

Festi (2006) realizou estudo em Borborema, cidade do estado de São Paulo, empregando o método de cálculo de Metcalf & Eddy (1991). Foram utilizados períodos secos e húmidos para avaliar a contribuição da água de chuva no sistema de esgotamento sanitário através de medição de vazão no sistema e medição de precipitação na região. Neste estudo, constatou uma taxa de infiltração de 0,518 (L.s⁻¹).km.

Cederholm (2011) elaborou um estudo, em Mobile, Alabama, em que foram levantados dados pluviométricos e de vazões no sistema de esgoto com o objetivo de avaliar o problema do acréscimo de água de chuva no sistema de esgotamento sanitário. Com análises em dias secos e dias úmidos, foi observado um acréscimo significativo das vazões dos dias húmidos, demonstrando que a região possui problemas com infiltração de águas de chuva no sistema de esgotamento sanitário.

Bénédictis e Bertrand-Krajewski (2005) elaboraram um estudo comparativo entre diversas metodologias para cálculo de vazões de infiltração com o objetivo de verificar possíveis variações e descobrir qual metodologia seria mais adequada. Na pesquisa realizada, foi observado que as metodologias que utilizam as vazões noturnas em dias secos possuem uma margem de erro muito grande e que devem ser realizadas por períodos de pelo menos 8 a 10 dias. No entanto, foi concluído que a metodologia adotada deve ser observada devido às condições da região que se pretende estudar e que o ideal seria uma avaliação por um conjunto de metodologias.

Gustafsson (2000) realizou uma interação entre modelagens de sistemas de esgotamento sanitário e modelagens hidro-geológicas, ocasionando em uma excelente ferramenta para diagnóstico de infiltrações e afluxos nos sistemas de esgotamento sanitário. A modelagem foi aplicada nas cidades de Halmstad e Köpinge, na Suécia, trazendo soluções de drenagens que resolveram os problemas de infiltrações nos sistemas de esgotamento sanitário e nível do lençol freático alto em regiões urbanas com construções no subsolo.

Kracht *et al.* (2007), em Zurique, estabelece através da análise laboratorial da água de consumo, do esgoto e da água proveniente do lençol freático, uma relação entre a mistura e extrai a parcela de água proveniente de infiltração no sistema coletor de esgoto em dias secos.

Existem trabalhos que estudam a contribuição indevida de água de chuva na rede coletora de esgoto. Tais estudos, normalmente, levam em consideração todo o acréscimo de água externa à rede coletora de esgoto nas vazões. O QUADRO 1 relaciona alguns estudos realizados com o objetivo de descobrir um valor para a taxa de infiltração.

Autor	Local	Ano	Taxa de Infiltração (L.s ⁻¹).km	Condição de obtenção dos valores Continua
Saturnino de Brito	Santos e Recife	1911	0,1 a 0,6	Medições.
Jesus Netto	São Paulo	1940	0,3 a 0,7	Medições em redes secas.
Azevedo Netto	São Paulo	1943	0,4 a 0,9	Medições em redes secas.
Greeley & Hansen	São Paulo	1952	0,5 a 1,0*	Medições.
Des. Sursan	Rio de Janeiro	1959	0,2 a 0,4	Medições.
Hazen & Sawyer	São Paulo	1965	0,3 a 1,7*	Medições.
SANESP/Max A. Veit	São Paulo	1973	0,3	Medições.
Dario P. Bruno & Milton T. Tsutiya	Cardoso, Ibiúna, Lucélia, e São João da Boa Vista	1983	0,02 a 0,10	Medições em redes secas, localizadas acima e abaixo do lençol freático. Medições em redes operando há vários anos.
SABESP	Estado de São Paulo	1984	0,05 a 0,50	Recomendações para projeto.
Carlos A. Santos & Adejalmo F. Gazen	Canoas, Santa Maria, Tramandaí, Capão da Canoa, Guaíba e Alvorada (Estado do Rio Grande do Sul)	1985	0,013 a 0,720	Medições em redes secas, localizadas acima e abaixo do lençol freático, com tubulações de junta elástica e não elástica.
NBR 9649 – ABNT	Brasil	1986	0,05 a 1,0	Recomendações para projetos. O valor deve ser justificado.
Luis P. Almeida Neto, Gilberto O. Gaspar, João B. Comparini & Nelson L. Silva	Cardoso, Indiaporã, Guarani, D'Oeste e Valentil Gentil (Estado de São Paulo)	1989	0,010 a 0,116	Medições em sistemas operando há vários anos.
João B. Comparini	Cardoso, Indiaporã, Guarani D'Oeste e Pedranópolis (Estado de São Paulo)	1990	0,021 a 0,038	Medições em sistemas operando há vários anos.

Autor	Local	Ano	Taxa de Infiltração (L.s ⁻¹).km	Condição de obtenção dos valores Conclusão
Lineu R. Alonso, Rodolfo J. Costa e Silva Jr., Francisco J. R. Paracampos	São Paulo (Capital)	1990	0,24 a 0,35	Medições em sistemas operando há vários anos.
Milston T. Tsutiya & Orlando Z. Casettari	Tatuí (Estado de São Paulo)	1995	0,33	Medições em sistemas operando há vários anos.
Frederico Y. Hanai & José R. Campos	Araraquara (Estado de São Paulo)	1997	0,17	Medições em sistemas operando há vários anos.
T. Merriman	EUA	1941	0,03 a 1,4	Medições.
E. W. Steel	EUA	1960	0,40 a 1,37	Recomendações para projeto.
I. W. Santry	EUA	1964	0,3 a 1,4	Medições.
WPCF	EUA	1969	0,27 a 1,09	Recomendações para projeto.
Metcalf & Eddy Inc.	EUA	1981	0,15 a 0,60*	Recomendações para projeto.

* Valores para 160 m de rede por hectare. Dados originais em função da área esgotada

QUADRO 1 - TAXAS DE INFILTRAÇÃO EM REDES DE ESGOTOS SANITÁRIOS, OBTIDAS POR MEDIÇÕES OU RECOMENDADAS PARA PROJETOS.

FONTES: TSUTIYA E SOBRINHO (2011)

A NBR 9649 da ABNT considera somente a infiltração no cálculo das vazões para um sistema de esgotamento sanitário, salienta que os valores devem ser justificados e aponta valores de 0,5 L.s⁻¹ a 1,0 L.s⁻¹. É necessário entender que a parcela de contribuição proveniente de ligações irregulares ou de conexões com o sistema público de drenagem não deve ser tolerada na operação de um sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto.

Não foram encontrados trabalhos que apontem uma taxa de infiltração específica para a cidade de Curitiba.

2.4.4.1.2 Afluxo

O afluxo de água pluvial no sistema de esgotamento sanitário está presente nos sistemas de esgotamentos sanitários e ocorre de duas maneiras: devido à interconexão dos sistemas de esgotamento sanitário e de águas pluviais, ou devido às ligações irregulares.

A interconexão entre os sistemas de esgotamento sanitário e de águas pluviais não deveria ser admitido, uma vez que no Brasil utiliza-se o sistema separador absoluto, entretanto é possível observar que muitas vezes estas interconexões fazem parte do sistema com o objetivo de evitar problemas operacionais, como extravasamentos, alagamentos com esgoto e prejuízos aos

processos físicos no tratamento do esgoto. O prejuízo causado pelas interconexões entre os sistemas de esgoto e pluvial chega ao ponto de em algumas grandes cidades investirem no tratamento de corpos hídricos. (DIAS, 2003)

O problema das ligações irregulares, segundo Nuvolari *et al.* (2011), ocorre com alguma frequência em imóveis residenciais, por iniciativa de construtores ou encanadores, sobretudo quando essas ligações trazem maior facilidade ou maior economia para as empreitadas. Estas ligações são responsáveis pela destinação das águas de chuva colhidas em telhados, terraços, pátios, porões e quintais, para o sistema de esgotamento sanitário, causando problemas operacionais a este.

Johnson *et al.* (1998) utilizou algumas metodologias para combater o transbordamento de esgoto e desta forma melhorar a qualidade dos rios em Michigan. Na oportunidade foram utilizados testes com corante, inspeção visual de galerias, análise da qualidade do efluente, inspeção por câmera com filmagem e inclusive fotografias aéreas com infravermelho para obter diferentes colorações entre a água limpa e esgoto. Após todas as atividades, se observou que os trabalhos foram muito eficientes para encontrar as grandes concentrações de problemas, mas que as municipalidades deveriam criar comitês de bacias para trabalhar nas ligações irregulares encontradas. O trabalho cita ainda, que é importante um trabalho de educação com a comunidade e os órgãos envolvidos.

Modelagens como as de Swamer e Thompson (1995), são capazes de demonstrar as parcelas de afluxo provenientes de afluxos diretos e de infiltração em um sistema de esgotamento separador absoluto. Estes estudos são realizados sobre os gráficos de vazão pelo tempo, que apontam acréscimos diretos de água, provenientes de chuvas e acréscimos constantes, provenientes de infiltrações.

Também com base em estudos de vazão no sistema, Walch *et al.* (1995), elaboraram um modelo computacional para demonstrar os acréscimos de vazão, provenientes de picos de chuva, em sistemas de esgotamento do tipo separador absoluto.

Frederking (2010) realizou um estudo na cidade de Mobile – Alabama, com medições de precipitação e vazão no sistema de esgoto sanitário para avaliar a contribuição da água de chuva na vazão do sistema. Tal trabalho foi motivado pelo grande número de extravasamentos ocorridos na região e a péssima qualidade da bacia hidrográfica do Dog River. Foi constatado que realmente há contribuição de água de chuva no sistema de esgoto e que deve ser uma das causas da poluição.

Festi (2005) descreve os diversos problemas de sobrecarga de vazão que ocorrem nos sistemas de esgotamento sanitário separador absoluto devido às contribuições parasitárias de água de chuva e levanta um questionamento quanto aos tipos de sistemas existentes e qual seria o mais adequado. Dentro deste panorama, são apontados pontos positivos e negativos de cada sistema. São relacionadas, inclusive, possíveis ações a serem tomadas para evitar tais pontos negativos. Algumas das sugestões são: monitoramento das vazões para detectar possíveis lançamentos de esgoto no meio ambiente e até mesmo medição em separado da água de abastecimento e do esgoto gerado, para inibir os lançamentos indevidos no sistema coletor de esgoto.

Reda (2003) demonstra os problemas ocorridos nos sistemas de esgotamento sanitário devido ao acréscimo de água de chuva. Com o cruzamento de informações da qualidade do esgoto, como DQO, OD e DBO, percebe-se o comportamento dos sistemas separadores absolutos no Brasil, que se comportam como sistemas parciais devido a este acréscimo de vazão. Problemas apontados são: a necessidade de extravasar o esgoto afluyente às estações de tratamento e elevatórias para não prejudicar ainda mais os corpos hídricos e o acréscimo da carga do esgoto devido à limpeza das ruas e sistemas coletores com as tormentas.

Bares (2011) estabelece uma metodologia para encontrar a vazão de infiltração mais o afluxo direto através da medição da demanda química de oxigênio no esgoto, o que pode ser muito útil para delimitar áreas problemáticas nos sistemas de esgotamento sanitário para tomada de ação e eliminação desta contribuição.

Galinucci *et al.* (2012) trabalhou com medidores volumétricos individuais por ligação de esgoto e aponta tal metodologia como eficiente ferramenta para a gestão de sistemas de esgotamento sanitário. Com este procedimento, foi possível priorizar ações de pesquisa, diagnóstico, estudos técnicos e reparo ou troca de rede coletora de esgoto.

Kim *et al.* (2012) trabalhou na avaliação da qualidade do córrego na cidade de Ansan, Coreia do Sul. Foi avaliada a qualidade do rio em períodos úmidos e também constatado que as chuvas causam extravasamento do esgoto, o qual é encaminhado para o rio. Ficou evidente, dessa forma, que há interligação dos sistemas de drenagem e esgotamento sanitário.

Renner *et al.* (1995) realizou um estudo que avaliou os custos efetivos com os gastos de transporte da água de chuva e correção dos problemas de contribuição

irregular de água de chuva das residências particulares e do sistema público de esgotamento sanitário. Chegou a conclusão de que uma média de 20 % do custo do transporte de água de chuva era proveniente das residências e a forma de correção foi muito simples, pois foi realizada uma campanha junto aos proprietários que foram sensibilizados e realizaram as correções em seus imóveis.

Tuomari e Thompson (2005) relatam algumas metodologias para a eliminação de ligações irregulares entre os sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem. Entre os pontos destacados estão: as pesquisas intensivas, que visam encontrar pontos de lançamento através de análises da qualidade da água, os testes com corante, que são utilizados para verificar o caminhamento do fluxo que se deseja pesquisar, o teste de fumaça, que serve para encontrar conexões através do escape da fumaça pelas tubulações interligadas e o televisionamento, que além de ser mais caro, muitas vezes não pode ser utilizado devido à tubulação estar afogada. A conclusão após a aplicação das metodologias relacionadas, é que a técnica mais eficaz de se encontrar estas conexões, é utilizar a combinação mais adequada de técnicas para cada situação.

Hoes *et al.* (2009) estudou na Holanda, a eficiência de se utilizar cabos de fibra óptica para captar a variação da temperatura nas galerias pluviais, para desta forma detectar ligações irregulares de esgoto nas galerias, pois com o acréscimo de temperatura fica evidenciado o lançamento de esgoto ao invés de água pluvial. Entretanto tal estudo deixou claro que a tecnologia é muito eficiente em dias secos, pois com chuva a temperatura diminui com a diluição do esgoto na água de chuva. Portanto esta é uma tecnologia que não pode ser utilizada para a situação contrária, ou seja, para encontrar ligações de água de chuva na rede de esgoto. Pois será necessária a constatação em dias de chuva, portanto os volumes serão diluídos e a temperatura será baixa, não permitindo a localização da ligação irregular.

Em Ohio, nos Estados Unidos da América, Niehaus (1995) realizou um estudo onde foram utilizadas diversas tecnologias para a identificação de ligações irregulares de água de chuva no sistema de esgoto sanitário como: testes de fumaça, testes de corante e até mesmo filmagens. Entretanto não está na metodologia para encontrar as irregularidades o grande benefício do estudo, mas na maneira como as ligações foram corrigidas. Houve uma alteração na legislação local, permitindo que houvesse investimentos públicos para a correção de irregularidades em imóveis particulares. Desta forma a redução do afluxo direto de

água pluvial no sistema de esgoto foi muito eficiente, pois se estima que a remoção acumulada após a implantação do programa foi de aproximadamente 288 milhões de litros de água de chuva. Contudo estima-se que houve uma economia de 304 milhões de dólares sem a necessidade de ampliação do sistema de esgotamento sanitário.

2.5 DRENAGEM URBANA

Segundo Fendrich *et al.* (1997), a drenagem urbana é o sistema responsável pela destinação adequada e de maneira controlada da água proveniente da chuva no meio urbano.

Para Canholi (2005) ao se alterar as características do terreno, o que ocorre com a urbanização, a água que outrora permeava no solo ou escoava, lentamente, pelo meio da vegetação, passa a ficar na superfície do terreno e escoar com mais velocidade devido à impermeabilização da superfície e remoção da vegetação. Dessa forma, torna-se necessário um sistema de drenagem urbana para evitar problemas de erosão e alagamentos.

A erosão, segundo Fendrich *et al.* (1997), é o processo de desagregação, transporte e deposição do solo, subsolo e rocha em decomposição, pelas águas, ventos ou geleiras. Com a alteração das características da superfície do solo, o que ocorre com o processo de urbanização, a erosão ganha força e, por vezes, acaba, até mesmo, destruindo elementos urbanos.

Como ressalta Tucci (2006), os alagamentos são mais antigos do que a existência do homem na Terra, pois as margens dos rios são, normalmente, áreas mais planas e propícias para o escape da água em cheias. Todavia, a história da humanidade mostra que as ocupações urbanas sempre se iniciaram nas proximidades dos rios, haja vista que eram utilizados para o transporte ou para o consumo de água. Se as áreas de alagamentos naturais fossem agrupadas com a ocupação urbana, já haveria alagamentos urbanos.

Segundo Canholi (2005), as inundações urbanas são provocadas, fundamentalmente, pela impermeabilização do solo, a qual não permite que a água infiltre no terreno e acelera o tempo que a água leva para chegar aos pontos baixos. Mesmo com sistemas de drenagem projetados, muitas cidades brasileiras vivem o

problema de inundações no momento das chuvas intensas, fenômeno comum em um país tropical como o Brasil.

O dimensionamento de um sistema de drenagem urbana, de acordo com Fendrich *et al.* (1997), divide-se em microdrenagem, que consiste na drenagem do perímetro urbano, e macrodrenagem, obras de extremidade que se destinam ao direcionamento das vazões captadas aos corpos receptores.

Conforme pode ser visualizado na FIGURA 9, um sistema de drenagem urbana segundo Botelho (1998) inicia na declividade do pavimento de uma via pavimentada, que é responsável por direcionar as águas de chuva para fora das faixas de rolagem do tráfego ou para fora dos passeios, trazendo, assim, segurança aos transeuntes. Esta água retirada do pavimento é destinada para as sarjetas, as quais são responsáveis pelo transporte da água para as bocas de lobo. A boca de lobo é o elemento que recebe a água das sarjetas e dos pavimentos e destina para os coletores.

Nos coletores, a água é transportada por gravidade até o corpo hídrico mais próximo. Ainda fazendo parte dos coletores, existem os poços de visita que fornecem acesso aos coletores; os tubos de queda - responsáveis por vencer desníveis verticais - e as caixas de ligação, as quais são responsáveis por interligar diversos coletores em um único de maior diâmetro, de acordo com Fendrich *et al.* (1997).

A macrodrenagem, segundo Aguiar *et al.* (2005), é formada por sistemas de canais e rios que recebem a água da microdrenagem e, normalmente, estes não possuem capacidade de escoamento suficiente nos centros urbanos, uma vez que a impermeabilização do solo acelera o escoamento superficial.

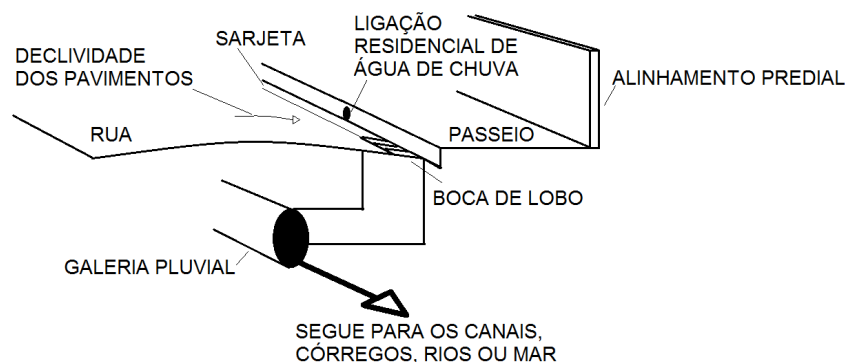


FIGURA 9 - SISTEMA DE DRENAGEM URBANA
 FONTE: Adaptado de FENDRICH *et al.* (1997)

Para o dimensionamento de um sistema de drenagem urbana, ainda segundo Canholi (2005), um dos métodos mais empregados para o cálculo da vazão é o método racional. Esse procedimento leva em consideração um coeficiente de escoamento superficial, a área de bacia e a intensidade da precipitação.

O coeficiente de escoamento superficial considera as áreas permeáveis e impermeáveis e possui valores diferenciados para áreas de telhados, áreas de ruas pavimentadas, áreas de ruas não pavimentadas, áreas de quintais e áreas de quarteirões. Alguns desses valores são encontrados em apontamentos realizados por Fendrich *et al.* (1997).

A área da bacia de escoamento segundo Canholi (2005) é obtida pela área em planta topográfica delimitada pelos divisores de água da bacia hidrográfica, objeto do estudo.

A intensidade máxima das chuvas, para dimensionamento do sistema, é específica para cada região que se pretende estudar. No caso de Curitiba, local objeto do estudo em questão, segundo Fendrich (1998), a intensidade da chuva pode ser obtida pela equação (1).

$$i = \frac{5.950,00 \times T_R^{0,217}}{(t + 26)^{1,15}} \quad (1)$$

Onde:

i = intensidade da chuva expressa em milímetros por hora.

t = tempo de duração expresso em minutos.

T_R = tempo de recorrência expresso em anos.

As chuvas intensas possuem curto tempo de duração e grande volume de precipitação, como é observado na fórmula citada, por se tratarem de grandezas inversamente proporcionais. Portanto, só serão estudadas, neste presente trabalho, as chuvas de curto tempo de duração, pois são as que causam maior dano ao sistema.

Entre as variáveis necessárias para se calcular a vazão da água em um sistema público de drenagem, observa-se que a área é um parâmetro fixo. Já a superfície do terreno - que é alterada pelo homem com a urbanização - e a

intensidade da chuva (parâmetro natural) são os fatores variáveis e que acentuam os problemas de dimensionamento dos projetos.

Pompêo (2000) relata que, a partir da década de 60, alguns países passaram a repensar a maneira de tratar a drenagem urbana, sendo que os sistemas tradicionais de drenagem urbana visavam, simplesmente, ao afastamento rápido das vazões das áreas urbanas, trazendo prejuízos para áreas de planícies que recebiam toda a carga. O sistema de drenagem sustentável almeja trabalhar com materiais alternativos e elementos construtivos permitindo a infiltração da água no solo e reservatórios capazes de reter os grandes volumes de água de chuvas intensas para dar vazão constante posterior, evitando, assim, as enchentes em áreas baixas.

Agostinho e Poletto (2012) apontam e exemplificam algumas técnicas de sistema de drenagem sustentável como:

- Pavimento permeável: asfalto ou concreto poroso;
- Pavimento semipermeável: paralelepípedo, blocos de concreto e blocos vazados;
- Reservatórios de retenção e retenção: que podem ser coletivos quando fazem parte do sistema de drenagem para diminuir as vazões nos sistemas com chuvas intensas ou nas próprias residências com o objetivo de reter a água da chuva para utilização para fins menos nobres;
- Trincheiras de infiltração: que são dispositivos localizados em pontos de coleta de água de chuva e destinam a água para o solo. Normalmente, empregadas abaixo de beirais em residências;
- Vala e valeta de infiltração: que são depressões feitas no terreno para permitir o contato da água com o solo e a possibilidade de infiltração, tradicionalmente empregadas em rodovias como canteiros centrais;
- Poço de infiltração: que consiste na execução de poços pontuais com material filtrante que destinam a encaminhar a água da chuva para o solo;
- Telhados verdes: que são coberturas de residências com solo e cobertura vegetal com a finalidade de reter o escoamento da água de chuva;
- Faixas Gramadas: cujo objetivo é permitir a infiltração da água no solo e diminuir as velocidades de escoamento.

Agostinho e Poletto (2012) estimam que o sistema de drenagem sustentável

é a evolução dos sistemas de drenagem urbana e será capaz de, além de controlar os problemas de drenagem urbana, melhorar a qualidade de vida com ambientes mais sustentáveis.

2.6 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS RESIDENCIAIS

As instalações hidráulicas e sanitárias residenciais são compostas por: rede domiciliar de água, rede domiciliar de esgoto e sistema de coleta e transporte de água pluvial.

2.6.1 Rede domiciliar de água fria

Macintyre (1990) conceitua instalações prediais de água fria como o conjunto de tubulações, hidrômetros, conexões, válvulas, equipamentos, reservatórios, aparelhos e peças, que permitem o suprimento, a medição, o armazenamento, o comando, o controle e a distribuição de água aos pontos de utilização como: torneiras, chuveiros, bidês, vasos sanitários, pias e etc.

Coelho (1991) divide o sistema de água fria em: abastecimento interno e externo. Interno quando é feito dentro da propriedade e vai até o último ponto de consumo. Externo, quando é feito pelos órgãos públicos e vai do distribuidor público ao alinhamento da edificação. O sistema externo poder vir a ser direto, indireto, misto e hidropneumático. Direto, quando é abastecido diretamente pela rede de água pública. Indireto, quando todos os aparelhos e torneiras são alimentados por um reservatório posicionado na parte superior da edificação, o qual é alimentado diretamente pela rede pública. Misto quando parte dos aparelhos e torneiras são abastecidos diretamente pela rede pública enquanto outra parte é alimentada pelo reservatório superior da edificação, e, por último, hidropneumático. Este é um sistema provido de um reservatório intermediário, cujo objetivo é assegurar aos pontos de consumo a pressão desejável.

Para a estimativa das vazões, que é necessária para o dimensionamento da rede de água fria, Tanaka (1986) afirma que podem ser estimadas pelo consumo diário, ou seja, o volume máximo previsto para utilização em 24 horas, que leva em

consideração a população que ocupa o imóvel. A vazão também pode ser estimada pela máxima vazão possível, que é a vazão instantânea resultante do uso simultâneo de todos os aparelhos. Ou, ainda, pela vazão máxima provável, a qual consiste na vazão instantânea obtida pelo uso normal dos aparelhos, isto é, levando em conta a probabilidade da utilização de um número de aparelhos ao mesmo tempo.

Coelho (1991) ressalta que para este último, ainda podem ser empregados três métodos: Curvas de consumo simultâneo (de Harold P. Hall), Método de Roy B. Hunter (teoria das probabilidades) ou Método da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Os componentes do sistema de água fria podem ser visualizados na FIGURA 10. Os hidrômetros fazem parte da ligação predial ao sistema público de fornecimento e são responsáveis pela medição dos volumes de água consumidos pela edificação.

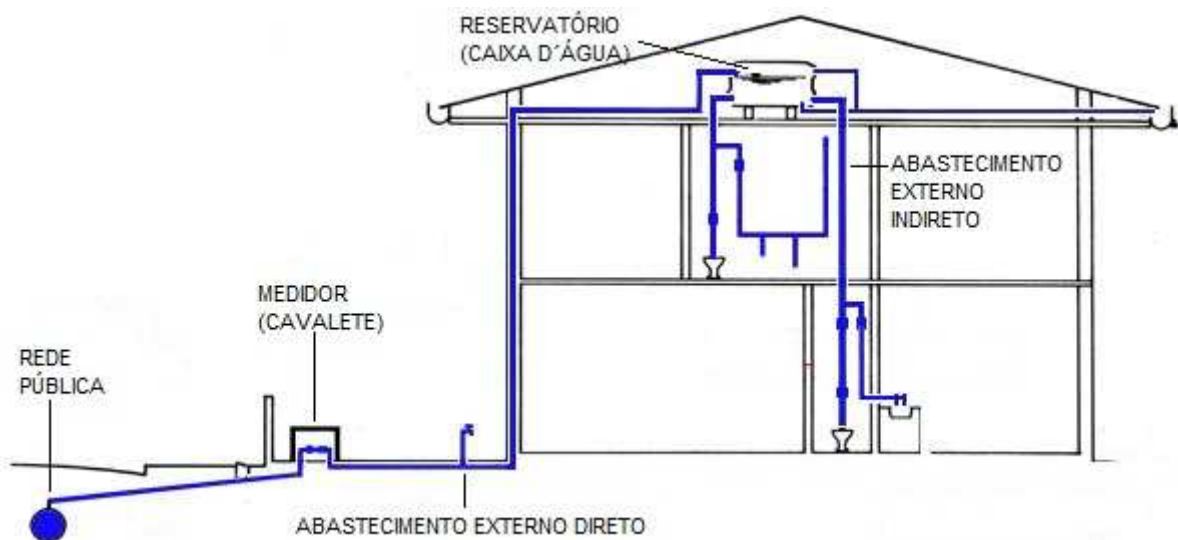


FIGURA 10 - INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA DO TIPO EXTERNO MISTO
 FONTE: Adaptado do site da empresa Esgotécnica Detecção Eletrônica de Vazamentos (2013)

Segundo Creder (2006) as instalações de água fria necessitam de água sob pressão para garantir o funcionamento dos aparelhos sanitários, mas as tubulações também não podem possuir excesso de pressão para que não haja rompimentos. A rede de distribuição predial de água fria deve ser projetada de maneira que as pressões estáticas e dinâmicas em qualquer ponto das instalações sejam: pressão estática máxima de 40 m.c.a. e pressão dinâmica mínima de 0,5 m.c.a.. Existem

tabelas que demonstram os valores de pressão recomendados para cada tipo de aparelho hidráulico-sanitário.

Como as instalações de água fria necessitam de pressão para o funcionamento, dificilmente confundem-se com os sistemas de água pluvial e de esgoto sanitário, os quais escoam por ação da força da gravidade.

De acordo com Creder (2006), os hidrômetros são aparelhos para medir o consumo predial e podem ser de dois tipos, volumétricos - que se baseiam no número de vezes que uma câmara volumétrica de volume conhecido se enche e se esvazia. E taquimétricos que se baseiam na velocidade do fluxo de água através de uma secção de área conhecida.

2.6.2 Rede de esgoto predial

Vianna (2004) define como esgoto sanitário o despejo proveniente do uso da água para fins higiênicos e relata a importância do sistema predial de esgoto sanitário como sendo as exigências mínimas de habitação no que se refere à higiene, segurança, economia e conforto dos usuários. Também afirma que projetos inadequados dessas instalações resultam em desconfortáveis efeitos, entre os quais podem ser destacados: refluxo do esgoto, surgimento de espumas em ralos e mau cheiro nas instalações sanitárias.

Coelho (1991) relata que é fundamental, antes de projetar uma rede de esgoto predial, conhecer as características do sistema adotado para a cidade onde está localizada.

Conforme Vianna (2004), no Brasil, como em quase todo o resto do mundo, a rede coletora de esgoto sanitário não é a mesma que coleta as águas pluviais, sendo que somente devem ser encaminhadas as águas servidas e nunca as águas pluviais, cuja vazão levaria à perda da capacidade de escoamento das tubulações. Este fato tem levado à ocorrência dos refluxos que podem ser presenciados nos tampões de alguns poços de visita por ocasião das chuvas.

Conforme Creder (2006) às instalações prediais de esgotos sanitários, estas podem ser: interligadas ao sistema público de coleta ou com sistema independente de tratamento.

Creder (2006) também comenta que nos logradouros, os quais não dispõem

de rede coletora de esgoto sanitário só poderão atingir os corpos receptores, depois de depuração biológica e bacteriana das águas residuárias, com a finalidade de evitar a proliferação de doenças como tifo, disenterias e etc.

O decreto nacional número 7.217, que regulamenta a lei do saneamento 11.445, estabelece que na ausência de rede pública de esgotamento sanitário serão admitidas soluções individuais, observadas as normas editadas pela entidade reguladora e pelos órgãos responsáveis pelas políticas ambientais, de saúde e de recursos hídricos.

Jordão e Pessoa (2011) também ressalta a necessidade de tratamento e indica a utilização da fossa séptica - um sistema patenteado há mais de um século, mas que deverá perdurar por muito tempo ainda - em regiões onde não existe sistema de coleta pública de esgoto. Este elemento diminui a carga orgânica do esgoto e se for aplicado com algum tratamento complementar, como por exemplo, filtro, pode ter uma eficiência bem satisfatória.

Ainda a respeito das fossas sépticas, Macintyre (1990) as define como unidades de tratamento primário de esgoto, que detêm os despejos por um período onde é realizada a decantação dos sólidos e a retenção do material graxo, transformando-os em compostos estáveis.

O conceito de instalações prediais de esgotos sanitários é abordado da mesma maneira por Coelho (1991) e Tanaka (1986) como sendo o conjunto de tubulações, conexões e aparelhos destinados a permitir rápido escoamento dos despejos e fácil desobstrução, vedar a passagem de gases e animais das canalizações para o interior dos edifícios, não permitir escapamento dos gases e impedir contaminação da água de consumo e de gêneros alimentícios.

Cada projeto de sistema de esgotamento predial apresenta particularidades, entretanto, Vianna (2004) aponta o fluxograma FIGURA 11 como um esquema geral deste sistema.

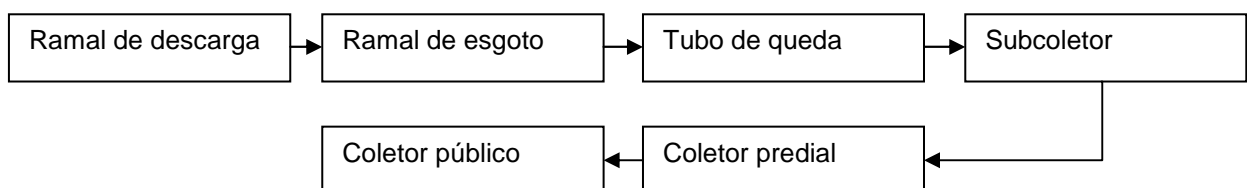


FIGURA 11 - FLUXOGRAMA DO SISTEMA DE ESGOTO PREDIAL
 FONTE: Adaptado de VIANNA (2004)

De acordo com Creder (2006) pode ser necessário também, em um sistema predial de esgoto, uma estação de recalque, caso a residência se encontre a uma cota mais baixa do que a cota que possibilita a interligação desta ao sistema público de coleta.

Tanaka (1986) menciona as seguintes partes componentes em um sistema de esgoto predial: canalização primária, canalização secundária, coletor predial, subcoletor, caixa coletora, desconector, ramal de descarga, ramal de esgoto, tubo de queda, caixa de gordura, fecho hídrico, ralo, ralo sifonado com grelha, caixas de inspeção, tubo operculado, tubo ventilador, coluna de ventilação, ventilador primário e ventilador secundário.

A FIGURA 12, torna visível alguns dos elementos de uma rede de esgoto predial e demonstra sua separação com relação à rede coletora de águas pluviais.

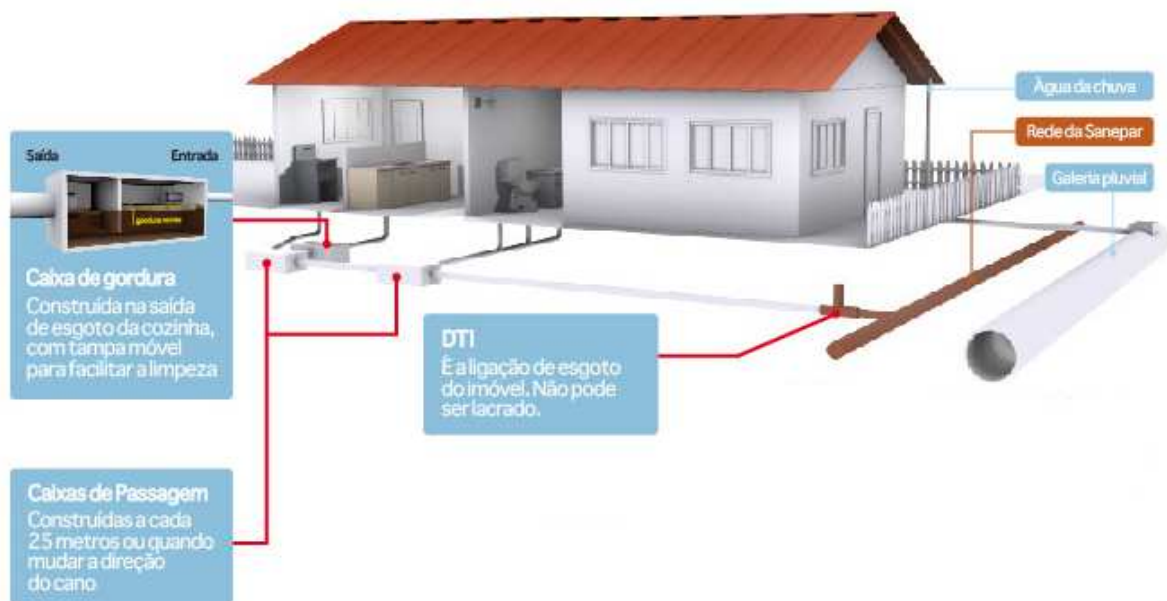


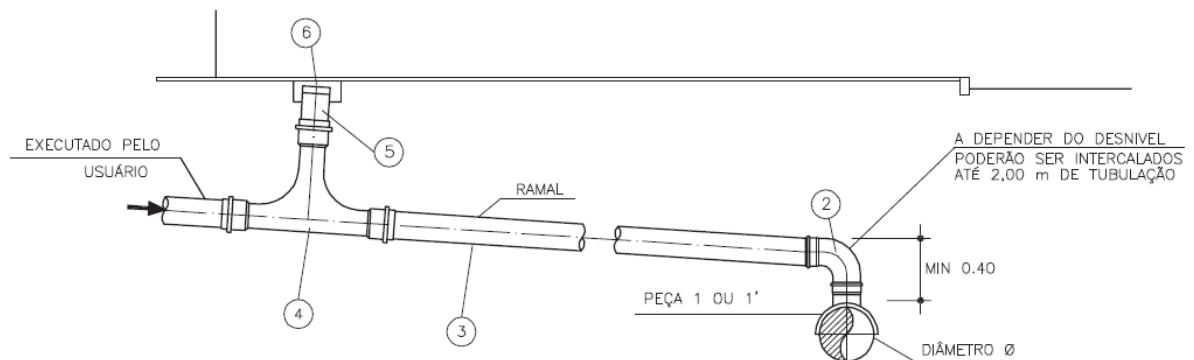
FIGURA 12 - ILUSTRAÇÃO DAS REDES COLETORAS DE ESGOTO E PLUVIAL RESIDENCIAL
FONTE: Adaptado de Site da Sanepar (2013)

Cada componente possui sua finalidade em um sistema de esgotamento predial. Segundo Creder (2006) alguns são elementos que facilitam a composição da edificação, há, também, os que trazem conforto para as instalações prediais; outros são elementos que facilitam a manutenção predial e existem, ainda, os elementos que fazem parte do sistema, simplesmente, como componentes para seu funcionamento.

Para Macintyre (1990) os desconectores ou elementos sifonados são um exemplo de elementos que ajudam no funcionamento do sistema predial, sem atrapalhar o conforto da edificação, pois são responsáveis por impedir que os gases retornem para o interior do imóvel.

Alguns destes componentes do sistema predial de esgoto não podem faltar nem serem instalados de maneira incorreta, pois trazem prejuízo ao sistema público de coleta de esgoto. Como por exemplo, a caixa de gordura. Segundo Creder (2006) os imóveis onde houver despejos gordurosos devem possuir este elemento para reter a gordura proveniente das cozinhas impedindo que acabe na rede coletora.

A ligação predial de esgoto ao sistema público de coleta se dá, simplesmente, pela conexão da tubulação interna ao dispositivo terminal de ligação, uma tubulação deixada como espera pelo prestador de serviço de coleta de esgoto, conforme pode ser observado na FIGURA 13. O dispositivo terminal de ligação é representado pelas peças 6, 5 e 4.



ITEM	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	QUANT.
1	TÊ BBB DN REDE X DN150 (REDE NOVA)	PVC	150	1
1'	SELIM 90° (REDE EXISTENTE)	PVC	150	VARIÁVEL
2	CURVA BB 90°	PVC	150	1
3	TUBO DE ESGOTO	PVC	150	1
4	TIL	PVC	150	VARIÁVEL
5	TUBO DE ESGOTO	PVC	150	VARIÁVEL
6	TAMPA E COPO	CONCRETO	-	1

PEÇA 1: PARA REDE EM EXECUÇÃO (REDE NOVA) TE Ø150 (TIPO1)
PARA REDE JÁ EXECUTADA (REDE EXISTENTE) SELIM 90° Ø100 (TIPO 2)

FIGURA 13 - LIGAÇÃO PREDIAL DE ESGOTO

FONTE: Adaptado do Manual de Obras de Saneamento - Sanepar (2013)

Com relação ao dimensionamento das tubulações, Tanaka (1986) ressalta que é realizado a partir da atribuição aos diversos aparelhos de "Unidade Hunter de

contribuição (UHC)”, também conhecida como “Unidade de descarga (u.d.)”, um fator probabilístico numérico, que representa a frequência habitual de utilização, associada à vazão típica de cada uma das diferentes peças de um conjunto de aparelhos heterogêneos, em funcionamento simultâneo, em hora de contribuição máxima no hidrograma diário.

Para efeito de cobrança pelo tratamento do esgoto destinado à rede pública, como já foi abordado no tópico de sistema de esgotamento sanitário, é considerado somente um percentual da água de consumo como sendo o despejo nas tubulações de cada residência.

Portanto, pode-se observar que a vazão destinada à rede pública de esgoto sanitário é, simplesmente, a consideração da utilização dos aparelhos internos de cada residência. Por isso, as tubulações do sistema separador absoluto possuem um diâmetro reduzido se comparado às tubulações da rede de águas pluviais, que será abordada adiante.

2.6.3 Rede de água pluvial

Segundo Creder (2006) o sistema predial de água pluvial tem a finalidade de destinar a água proveniente das precipitações pluviométricas sobre as residências pelo trajeto mais curto e no menor tempo possível para o solo, para que o permeie, ou para o sistema público de águas pluviais, que conduzirá estas vazões aos rios.

Segundo Tanaka (1986) as instalações prediais de água pluvial visam afastar a água de chuva para a rua ou a coletores públicos para evitar inundações, proteger as paredes de umidades e evitar o desconforto dos moradores ou transeuntes.

Vianna (2004) enfatiza que as águas pluviais devem ser direcionadas ao sistema público de águas pluviais, que é dimensionado para permitir o adequado escoamento das vazões correspondentes, que são bem superiores às dos esgotos sanitários. Comenta, novamente, sobre os problemas de refluxos em poços de visita do sistema de esgoto devido às interligações irregulares. E ressalta, por fim, que existem em outros países, sistemas unitários, que unem as águas servidas com as águas de chuva, mas que este não é o caso do Brasil.

O dimensionamento de um sistema de água pluvial leva em consideração o

histórico de precipitações por região. Dessa forma, um fator importante para o dimensionamento é o tempo de retorno de determinada precipitação de intensidade elevada. A intensidade pluviométrica, segundo Vianna (2004), é o quociente entre a altura pluviométrica precipitada num intervalo de tempo e esse intervalo.

Vianna (2004) ainda ressalta que estações meteorológicas registram, diariamente, a quantidade de chuva precipitada em todo o Brasil e que, algumas dessas estações possuem pluviógrafos (equipamentos que registram a intensidade com que a chuva se precipita ao longo do tempo). Menciona, também, que, após anos de observação, estudiosos encontraram condições para estabelecer equações de chuvas para as diversas regiões brasileiras.

Segundo Macintyre (1990), a determinação da intensidade pluviométrica depende da duração da precipitação e do período de retorno adotado. O período de retorno é o número médio de anos em que, para uma mesma duração de precipitação, determinada intensidade pluviométrica é igualada ou ultrapassada apenas uma vez. E existem três distinções de tempos de retorno para uma edificação. Tempo de retorno de um ano, que é considerado para áreas pavimentadas onde empoçamentos possam ser tolerados. Tempo de retorno de cinco anos utilizado para coberturas e/ou terraços. E, por último, tempo de retorno de vinte e cinco anos para coberturas e áreas em que empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado.

A área de contribuição definida por Vianna (2004), que é a soma das áreas das superfícies que interceptam a chuva e conduzem as águas para um determinado ponto da instalação, é parte fundamental para o cálculo o volume proveniente da edificação, pois multiplicada pela intensidade pluviométrica informa o valor deste volume.

Creder (2006) apresenta que para determinar o valor da área de contribuição devem ser considerados os incrementos devidos à inclinação do telhado, bem como as paredes eventualmente existentes capazes de interceptar a água da chuva.

Já a vazão de projeto para as instalações prediais de água pluvial, também segundo Creder (2006), é o resultado da multiplicação da intensidade da chuva em mm.h^{-1} com a área de contribuição em m^2 dividido por 60. Assim, tem-se o resultado em L.min^{-1} .

A FIGURA 14 demonstra as recomendações da NBR 10844:1989 sobre como proceder para o cálculo da área de contribuição para diversas situações.

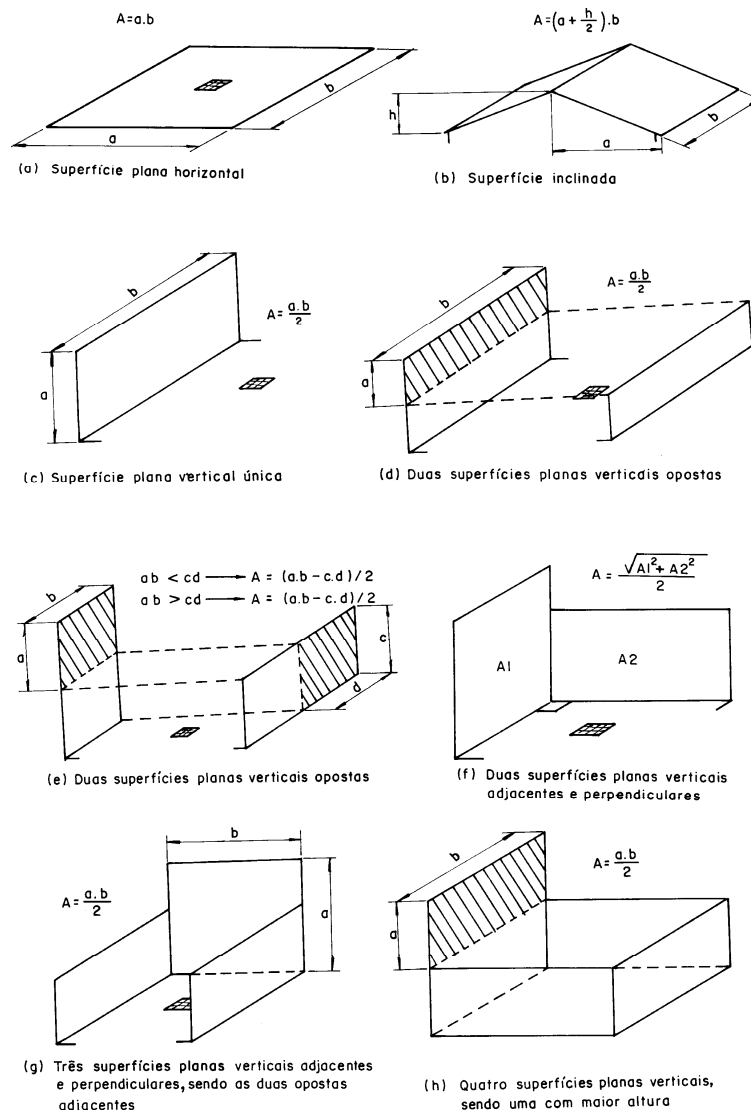


FIGURA 14 - FÓRMULAS PARA CÁLCULO DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO
 FONTE: NBR 10844 (1989)

Macintyre (1990) cita alguns elementos das instalações prediais de água de chuva como: caixa de areia, calha, calha de água-furtada, calha de beiral, calha de platibanda, condutor horizontal, condutor vertical, funil de saída, ralo, ralo hemisférico e ralo plano. As calhas são elementos da cobertura das residências que destinam as águas captadas pelos telhados aos condutores verticais. As caixas de areia destinam-se a reter o excesso de sólidos proveniente da captação e também servem como pontos de manutenção no sistema.

Na cidade de Curitiba, vigora o decreto 293 de 2006, o qual regulamenta a lei 10.785 de 2003 e dispõe sobre os critérios de uso e conservação racional da água nas edificações e dá outras providências. Este decreto regulamenta a

utilização da água de chuva proveniente da captação de áreas impermeáveis das residências, com o objetivo de utilizar a água de chuva para fins menos nobres onde não seja necessária água potável, como limpeza de calçadas e regar os jardins e evitar alagamentos causados por áreas impermeáveis.

Á água de chuva proveniente de coberturas residenciais ou de áreas impermeáveis pode ser destinada a áreas permeáveis, de modo que infiltre no solo ou, ainda, seja encaminhada ao sistema público de coleta de águas pluviais.

2.7 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A Constituição da República Federativa do Brasil, capítulo seis, artigo 225, relata que todo brasileiro tem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo que é um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público, mas também à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as gerações presentes e futuras.

Neste mesmo artigo, a constituição também preconiza que as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Com o objetivo de regulamentar as autuações foi criada a Lei nº 9.605, de crimes ambientais, em que na seção III, artigo 54, relata que causar poluição de qualquer natureza de forma que possa causar danos à saúde humana, mortandade de animais ou destruição significativa da flora tem como pena, a reclusão de um a quatro anos e multa.

Como já foi mencionado anteriormente, a lei nacional n.º 11.445 de 05 de janeiro de 2007, capítulo I, estabelece diretrizes para o saneamento básico no Brasil. No artigo 3º, considera o saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais, no qual o esgotamento sanitário é enquadrado. Este é constituído pelas atividades de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários desde a ligação predial até o seu lançamento final no meio ambiente.

O Decreto nacional n.º 7.217, de junho de 2010, regulamenta a lei acima citada e estabelece diretrizes para o lançamento do esgoto sanitário tratado nos

corpos hídricos, desde que esteja enquadrado segundo os parâmetros mínimos exigidos pelos órgãos ambientais. Relata, ainda, a necessidade de haver o emprego de tecnologias apropriadas, levando em conta a capacidade de pagamento dos usuários e, por fim, a adoção de soluções graduais e progressivas. Tudo isso, visa, portanto, à integração de infraestruturas e serviços, com a gestão eficiente de recursos hídricos.

No âmbito do estado do Paraná, a resolução 21, de 22 de abril de 2009, dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências para empreendimentos de saneamento. No artigo 11, são apontados os padrões estabelecidos para lançamento de efluentes de estações de tratamento de esgoto.

Já a competência para fiscalização ambiental é regida pela lei complementar número 140 de 08 de dezembro de 2011, que fixa normas para cooperação entre a União, os Estados e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção do meio ambiente. Esta lei, no artigo 4, estabelece os elementos de cooperação institucional que os entes da federação podem se valer para o cumprimento dos dispostos. Entre eles estão: consórcios públicos, convênios, comissão tripartite nacional, comissão tripartite estadual, comissão bipartite do distrito federal, fundos públicos e privados, delegação de atribuição de um ente federativo a outro e delegação de execução de ações administrativas de um ente federativo a outro.

No caso de Curitiba, cidade objeto deste estudo, as atribuições de fiscalização ambiental estão dispostas na lei municipal número 7.833 de 19 de dezembro de 1991, que dispõe sobre a política de proteção, conservação e recuperação do meio ambiente e dá outras providências.

A lei acima citada em seu título IV, da aplicação da política municipal do meio ambiente, capítulo VII, da fiscalização, infração e penalidades e seção I da fiscalização, o artigo 48 relata que para a realização das atividades de fiscalização o município poderá utilizar-se de recursos técnicos e funcionários de que dispõe, do concurso de outros órgãos ou entidades públicas ou privadas, mediante convênios.

A Companhia de Saneamento do Paraná, como empresa de economia mista que é, onde parte de suas ações é de propriedade do estado e outra parte de propriedade de empresas particulares, para o uso de suas atribuições, utiliza-se de um contrato de concessão com as prefeituras municipais.

No caso da cidade de Curitiba, o contrato de concessão número 13.543 assinado no dia 6 de dezembro de 2001, com vigência de 30 (trinta) anos é o documento que atribui a Sanepar o direito de realizar a exploração dos serviços públicos de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgotos sanitários. No entanto, não faz parte das atribuições previstas neste contrato de concessão a fiscalização ambiental, uma vez que esta atividade é regida pela secretaria municipal do meio ambiente, a qual possui um quadro de funcionários para tal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A escolha da área de estudo, foi realizada através da avaliação da idade dos sistemas de esgotamentos sanitários da cidade de Curitiba e verificação da existência de problemas de excesso de vazão na entrada da estação de tratamento em dias chuvosos. Esta verificação apontou a possibilidade de que houvesse um número grande de ligações irregulares interligadas com a água de chuva no sistema de esgotamento sanitário.

Após a definição do sistema a ser estudado, é necessário que se tenha conhecimento da situação das ligações prediais de esgoto. Isto normalmente ocorre com vistorias nas ligações prediais de esgoto das residências que estão interligadas ao sistema. Desta forma é possível realizar um levantamento da situação destas ligações através de um banco de dados.

Com a informação da situação das ligações prediais instaladas no sistema de esgotamento sanitário, é fácil descobrir se existe o problema de ligações irregulares com água de chuva na rede coletora de esgoto. Para esta verificação é necessário extrair estas informações do banco de dados e avaliá-las para verificar, quantitativamente, a onde estão as concentrações desta irregularidade dentro da área de abrangência do sistema de esgotamento que se está estudando.

É importante deixar claro que uma ligação predial de esgoto pode ser responsável por mais de uma economia, pois em edifícios ou condomínios é comum que haja apenas uma ligação de esgoto para diversas economias residenciais.

Com o banco de dados em mãos, realizou-se uma filtragem das ligações com as quais se pretende trabalhar. Neste caso, são as ligações irregulares de água de chuva na rede coletora de esgoto, as quais, na Sanepar, possuem código 13.

Para realizar a localização das ligações com o código 13, utilizou-se a ferramenta Arcgis, a qual georeferencia dados de um banco em uma planta cartográfica. O *software* Arcgis, desenvolvido pela empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute), permite realizar um cruzamento de informações de bancos de dados com mapas georeferenciados desde que as informações do banco de dados tenham suas coordenadas. Desta forma, cada informação do banco de

dados fica localizada no ponto específico de sua ocorrência.

Com os pontos do código 13 separados e localizados no mapa cartográfico da bacia a que se deseja estudar é possível localizar as áreas com maior incidência de pontos irregulares de água pluvial na rede de esgoto. Existe uma ferramenta do *software* Arcgis, denominada “Density”, na qual se define uma área pequena padrão e o programa demarca a densidade dos pontos selecionados existentes dentro desta área. Quanto mais pontos houver nesta área padrão, ela muda de cor, demonstrando que existe uma grande quantidade de pontos dentro dela.

É ideal, no momento em que se irá definir a área padrão, que esta área tenha dimensões pequenas, aproximadamente a área de lotes da região, para que seja possível delimitar áreas concentradas com a irregularidade. Por exemplo, se for escolhida uma área muito grande como área padrão, pode-se mascarar a área com maior densidade da irregularidade, pois pode haver uma área menor com um número maior de ligações irregulares.

Posteriormente é necessário verificar com o cadastro técnico se as ligações irregulares estão localizadas em uma mesma bacia de escoamento, observando o sentido de escoamento da rede coletora, pois caso contrário o acréscimo de água de chuva será dividido, e desta forma a área com maior densidade de pontos irregulares pode não ser realmente a área mais crítica do sistema.

Após encontrar a área com maior densidade de ligações irregulares em uma mesma bacia hidrográfica, está delimitada a área para o levantamento dos dados.

3.2 VISTORIAS TÉCNICAS AMBIENTAIS

Vistoria técnica ambiental é um procedimento de verificação da condição das ligações prediais de esgoto. Normalmente emprega-se teste de corante nos pontos prediais de esgoto e de água de chuva, para verificar se estão interligados de maneira correta com a passagem do líquido colorido no sistema de esgotamento sanitário ou galeria pluvial.

Na Sanepar, empresa onde foi desenvolvido este estudo, este procedimento é embasado pela instrução de trabalho número IT/OPE/1580-003, ANEXO.

Após a conferência do cadastro técnico da rede coletora de esgoto, para definir em qual poço de visita será realizada a verificação da passagem do corante,

técnicos ambientais solicitam aos clientes a possibilidade de entrar nas residências para realizar o procedimento de identificar ligações irregulares com o lançamento de corante nos pontos de contribuição de esgoto e de água de chuva. Enquanto isso, outros técnicos, ficam na rede coletora de esgoto realizando acompanhamento visual do fluxo, verificando a passagem ou não dos corantes lançados, conforme a FIGURA 15. Caso haja ligações irregulares ou problemas nas ligações, os clientes são informados e notificados para a correção.



FIGURA 15 - FOTO DE POÇO DE VISITA DURANTE VISTORIA TÉCNICA AMBIENTAL
 FONTE: O autor (2012)

O técnico que entra no imóvel lança corantes de cores diferentes em pontos diferentes de esgoto e de água de chuva. Normalmente é lançado um frasco inteiro de 50 ml de corante por ponto de esgoto identificado. O corante utilizado serve para colorir tintas a base de água e possui um alto poder de tingimento.

Após a realização da vistoria, a economia é identificada com um código padrão, para que os dados fiquem organizados e sejam lançados em um banco de dados da empresa. O QUADRO 2, extraído da Instrução de Apoio IA/OPE/1072, mostra um exemplo dos códigos utilizados.

CÓDIGO	SITUAÇÃO	Continua
11	INTERLIGAÇÃO CORRETA	
12	INTERLIGADO CADASTRAR COBRANÇA	
13	ÁGUA PLUVIAL NA REDE	
14	FOSSA SÉPTICA NA REDE	
15	ESGOTO NA GALERIA PLUVIAL	

CÓDIGO	SITUAÇÃO	Conclusão
16	ESGOTO EM VALA OU RIO	
17	LIGAÇÃO POR CIMA DO DTI	
18	SEM CAIXA DE GORDURA	
19	LIGAÇÃO INTERNA DANIFICADA	
31	NÃO LIGADO/DTI DISPONÍVEL	
32	NÃO LIGADO / SEM DTI	
33	NÃO LIGADO / REDE ATÉ 100M	
34	NÃO LIGADO / REDE MAIS DE 100M	
35	SEM COTA PARA INTERLIGAR	
51	LOTE VAGO/NDA Q GERA ESGOTO	
52	IMÓVEL DEMOLIDO	
53	IMÓVEL ABANDONADO	
54	NÃO AUTORIZOU VISTORIA	
56	NOTIFICADO PELA PREFEITURA	
58	ERRO DE DUPLICIDADE	
59	OBRA NÃO CONCLUÍDA/ ERRO DE DIGITAÇÃO	
71	PROBLEMAS INTERNOS	
73	PROBLEMAS DE MANUTENÇÃO	
74	NECESSITA TOPOGRAFIA	
75	IMÓVEL EM CONSTRUÇÃO	
76	IMÓVEL EM REFORMA	
77	ENDEREÇO NÃO LOCALIZADO	
78	ORIENTAÇÃO TÉCNICA	
79	IMÓVEL FECHADO	

QUADRO 2 - CÓDIGOS DE VISTORIAS TÉCNICAS AMBIENTAIS
 FONTE – Sanepar - IA/OPE/1072 (2012)

Relacionando a matrícula do imóvel com o código encontrado no momento da vistoria técnica ambiental, obtêm-se um banco de dados com a situação das ligações prediais de esgoto de todo o sistema de esgotamento sanitário.

Parte fundamental deste estudo é o desenvolvimento da nova vistoria técnica ambiental, pois se aproveita a possibilidade de adentrar nas residências sob o código 13 para realizar o levantamento das áreas de contribuição de água de chuva. Desta forma, é possível constatar a forma como estes imóveis estão contribuindo com as vazões de água de chuva no sistema de esgotamento sanitário e realizar um questionário para conhecer o perfil destes usuários.

3.3 CADASTRO TÉCNICO

Ao término das obras nos sistemas de esgotamento sanitário ou de abastecimento de água, as companhias de saneamento exigem que o construtor encaminhe um desenho de como a obra ficou. Deste desenho é gerado o cadastro técnico. Os erros de cadastro podem ocorrer com o envio das informações erradas ou no lançamento destas. Portanto, sempre que se realiza uma atividade de campo, é importante conferir se o cadastro está realmente conforme o que foi executado em campo.

O cadastro técnico é uma ferramenta utilizada pelas companhias de saneamento em que ficam registrados todos os elementos componentes do sistema de esgotamento sanitário, como o traçado da rede coletora, os poços de visita com seus nomes e algumas dimensões e a localização de estações elevatórias e de tratamento de esgoto.

O *software* normalmente utilizado pelas companhias de saneamento é o AutoCad, desenvolvido pela Autodesk, que serve para desenvolver desenhos técnicos.

Com o cadastro técnico da região que possui maior concentração de irregularidades em mãos, foi possível observar se as economias residenciais estavam em uma mesma bacia de escoamento, a fim de delimitar a área de estudo, pois como se pretendia medir as áreas de contribuição impermeáveis das residências interligadas de forma irregular e compará-las com a vazão no sistema, foi necessário delimitar pontos de monitoramento de vazão no sistema coletor de esgoto.

Não existe uma regra de dimensão para a delimitação da área a que se pretende estudar. Há que se ter discernimento do prazo que se pretende passar estudando tal situação.

3.4 VISITA A CAMPO

Após a definição da área de estudo, com base na espacialização das residências que estão interligadas com a água de chuva na rede coletora de esgoto, a definição da área com maior densidade deste tipo de irregularidade e a verificação

do cadastro técnico, realizou-se uma visita a campo, para verificar eventuais dificuldades para a realização do trabalho, como problemas de cadastro ou, até mesmo, operacionais no sistema.

Com a abertura dos poços de visita da área objeto do estudo já é possível avaliar os trechos com menor velocidade e problemas de obstrução, portanto é normal que seja solicitada limpeza da rede coletora e deva ser realizada nova visita a campo, posteriormente, para constatar a situação de toda a área.

A visita a campo foi realizada percorrendo o traçado da área de estudo com o cadastro em mãos, abrindo os poços de visita para confirmar visualmente a direção do fluxo, o sentido de escoamento do esgoto e até problemas estruturais como poços de visita danificados, com o objetivo de ajudar na identificação dos pontos de instalação dos equipamentos de medição de vazão e estação pluviométrica.

3.5 QUESTIONÁRIO E MEDIÇÃO DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

Como houve a necessidade de adentrar aos imóveis constatados com ligação irregular de água de chuva na rede de esgoto, para a medição das áreas impermeáveis de contribuição, aproveitou-se para conhecer o perfil do usuário em estudo.

Durante as vistorias técnicas ambientais, que foram repetidas na área objeto do estudo, os técnicos necessitam entrar no interior dos imóveis para realizar as vistorias. Ao final das vistorias, caso tenha sido constatada ligação de água de chuva na rede de esgoto, o técnico acionou o autor deste estudo, que estava acompanhando o serviço, para indicar o ponto de água de chuva que estava interligado à rede coletora de esgoto.

Para facilitar o trabalho de levantamento das áreas de contribuição impermeáveis e realizar o questionário, o qual serviu para conhecer o perfil do usuário do sistema de esgotamento sanitário, foi elaborado pelo autor deste estudo, um documento com as questões que se desejava saber sobre os moradores e imóveis, onde foi incluído o padrão de medição de áreas de contribuição da NBR 10.844 (1989), conforme pode ser observado no APÊNDICE.

Conhecendo o ponto interligado irregularmente, o autor realizou a medição

das áreas de contribuição impermeáveis, de acordo com a NBR 10.844 (1989) com o auxílio de uma trena e solicitou ao morador que respondesse ao questionário.

A metodologia apontada pela NBR 10.844 (1989), leva em consideração áreas inclinadas, áreas planas e uma combinação de situações onde podem ser consideradas áreas verticais também.

3.6 TESTE DE FUMAÇA

O teste de fumaça consiste na aplicação de fumaça entre dois poços de visita subsequentes da rede coletora, estancando as saídas a montante e a jusante do trecho para que a fumaça se espalhe pela tubulação e para o interior das residências. Como as instalações prediais de esgoto são providas de caixas sifonadas, ao contrário das instalações de captação de águas pluviais, nas ligações corretas, a fumaça não adentra aos imóveis e, desta forma, onde houver fumaça sabe-se que a água de chuva está sendo encaminhada para a rede coletora de esgoto.

A aplicação da fumaça é realizada com termo-nebulizadores, equipamentos para aplicação de veneno em lavouras, como o Pulsfog. Porém é necessário que a fumaça não seja tóxica. O produto utilizado normalmente no desenvolvimento desta atividade é denominado Aquafog, a base de glicerina bidestilada e propilenoglicol.

A FIGURA 16 demonstra o termo-nebulizador Pulsfog, que foi utilizado na aplicação de fumaça para o teste de ligações irregulares.



FIGURA 16 – TERMONEBULIZADOR PULSFOG K-10
FONTE: Site da empresa Tecnigran (2013).

Para estancar a fumaça no trecho que se deseja vistoriar, são utilizados

obturadores pneumáticos de rede de esgoto, que são balões inseridos na rede coletora para estancar o trecho e não haver perda de fumaça, conforme pode ser observado na FIGURA 17.



FIGURA 17 – OBTURADOR PNEUMÁTICO PARA REDE COLETORA DE ESGOTO
FONTE: Site da empresa Certoma (2013).

Também é possível realizar a vistoria com teste de fumaça por residência, aplicando a fumaça na própria ligação predial de esgoto. No entanto, a vistoria torna-se mais demorada e há a dificuldade de estancar a fumaça, uma vez que dispositivo de ligação possui diâmetro pequeno, impossibilitando a utilização dos obturadores.

Mesmo que o teste de fumaça possua o mesmo objetivo do teste com corante, foi realizado na tentativa de diminuir a margem de erro deste estudo, pois desta forma, seria possível encontrar situações de ligações irregulares de água de chuva na rede coletora de esgoto nas residências onde não foi possível ter acesso às instalações prediais, como nos códigos de vistoria técnica ambiental 79 e 54, do QUADRO 2 e residências em que as calhas estão embutidas nos pisos, impedindo assim o lançamento do corante.

Entretanto não foi possível constatar ligações irregulares com o teste de fumaça, pois como a irregularidade das residências encontra-se geralmente nos fundos, a fumaça dispersava impossibilitando a visualização da rua.

3.7 MEDIDORES DE VAZÃO E PLUVIÔMETRO

Após ter conhecimento da área de contribuição, a primeira etapa do trabalho

de campo foi concluída e partiu-se então, para a utilização de equipamentos para medição de vazão na rede coletora de esgoto e pluviômetros para obter a quantidade de chuva na região.

3.7.1 Pluviômetro

Caso haja alguma estação pluviométrica próxima da área de estudo, é possível utilizar os dados desta.

O volume de água de chuva de cada residência é obtido por meio da relação entre a área de contribuição e os milímetros de chuva no período das medições. Com a soma do volume da precipitação pluviométrica de todas as casas, obtém-se a contribuição de água de chuva proveniente somente de ligações irregulares na rede coletora de esgoto.

Com o objetivo de verificar se os dados do equipamento estão coerentes, assim como Schellard (2012) comparou pluviômetros e radares, é importante que seja realizada uma comparação dos dados obtidos entre mais equipamentos.

Para a realização das medições pluviométricas foi utilizada a estação pluviométrica portátil WS-2812 com 0,1 mm de resolução para medir precipitações pluviométricas, FIGURA 18, da marca La Crosse Technology.



FIGURA 18 - FOTO DA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA
 FONTE: Site da empresa Lacrosse Technology (2013).

Para a instalação do pluviômetro foi escolhido um ponto na área que se

pretendia estudar, onde o equipamento estivesse em segurança para deixá-lo instalado coletando os dados e com acesso para a coleta das informações.

Optou-se em instalá-lo em um estabelecimento comercial, com o objetivo de ter acesso aos dados em qualquer momento, mas evitando que possíveis vândalos viessem a danificar o equipamento.

3.7.2 Medidor de Vazão

Para medir a vazão na rede coletora, com o objetivo de obter informações sobre o acréscimo de vazão em momentos de chuva, foi utilizado um medidor de vazão portátil, uma vez que após os estudos este equipamento seria removido e os gastos para implantação também são reduzidos.

O Water Research Centre (1987) não aconselha a utilização do medidor de vazão do tipo portátil com medição de velocidade e nível para diâmetros abaixo de 225 mm, como pode ser observado na FIGURA 19.

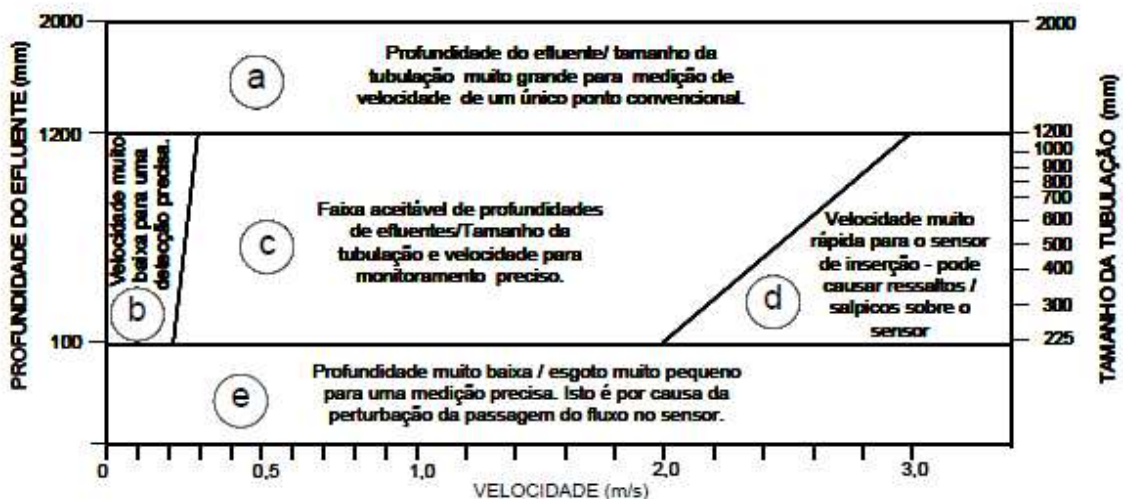


FIGURA 19 – GRÁFICO DE FAIXAS ACEITÁVEIS PARA MONITORAMENTO DE VAZÃO.
FONTE: WATER RESEARCH CENTER (1987)

Entretanto, apesar da tubulação onde o medidor de vazão será utilizado possuir diâmetro de 150 mm e os níveis serem mais baixos do que os sugeridos pela WATER RESEARCH CENTER (1987), optou-se pela utilização deste modelo de medidor de vazão, por ser o único possível de se instalar na rede coletora sem

necessidade de maiores gastos com obras de instalação. É importante ressaltar que os dados medidos não serão cruzados com outras informações, não acarretando, assim, falhas ocasionadas por margem de erro de medição. O que será comparado é o acréscimo da vazão em períodos de chuva, como sugere Metcalf & Eddy (2003) para, desta forma, descobrir se este ponto do sistema sofre com afluxo na rede coletora de esgoto.

O WATER RESEARCH CENTER (1987) aconselha que para uma campanha de medição de vazão, no tocante a avaliação da contribuição da água de chuva no sistema de esgotamento, são necessários pelo menos três eventos de chuva.

Os medidores de vazão devem ser instalados em poços de visita devidamente selecionados, de modo que haja a possibilidade de obter dados de vazão da área de estudo sem haver interferência de vazões externas à bacia que se deseja estudar. O ideal é que seja selecionado um poço de visita à jusante da área de estudo onde não exista a contribuição de outras áreas. Para o desenvolvimento deste estudo o medidor foi instalado em um poço de visita a jusante do loteamento, onde passa toda a contribuição da área objeto do estudo, conforme pode ser observado na FIGURA 27.

O equipamento utilizado para a medição de vazão é o aparelho Sigma 910 da marca Hatch, FIGURA 20.



FIGURA 20 - FOTO DO MEDIDOR DE VAZÃO PORTÁTIL
FONTE: Site da empresa Hach (2012).

Este equipamento tem seu sensor de nível aferido no momento da instalação. No momento da programação do equipamento, em que são inseridos dados como: diâmetro da tubulação, espaço de tempo para a tomada de dados, submerge-se o sensor do equipamento em um recipiente com água, com nível conhecido. Posteriormente atribui-se a medida conhecida ao equipamento e então o equipamento pode ser instalado.

3.7.3 Avaliação e discussão dos dados levantados

Por meio do gráfico da vazão pelo tempo, fornecido pelos dados do medidor de vazão instalado na rede coletora, os quais recolherão dados a cada cinco minutos, é possível observar a sazonalidade da vazão do esgoto no ponto de medição e, em caso de chuvas, os acréscimos de vazões provenientes de afluxos diretos na rede coletora, afluxos atrasados e infiltrações na rede coletora de esgoto.

Desta forma, observa-se se realmente há contribuição por afluxo direto, o que corresponde ao problema das ligações irregulares domiciliares com água de chuva na rede coletora de esgoto. No entanto, não é possível afirmar que o afluxo direto é somente reflexo das ligações irregulares, uma vez que é possível haver ligações cruzadas do sistema de drenagem urbana com a rede coletora de esgoto, mas esta informação será retirada das medições das áreas impermeáveis e dos dados de precipitação.

De acordo com a metodologia apontada por Metcalf & Eddy (2003), são evidentes as contribuições externas ao sistema na análise das vazões. Como o objetivo do trabalho está na contribuição de água de chuva por meio de ligações irregulares, o afluxo direto, que é representado nos gráficos do tipo vazão pelo tempo como sendo o pico de vazão, foi o objeto de estudo. É difícil, no entanto, separar o afluxo atrasado do direto.

Como estará instalado, simultaneamente, um pluviômetro, será possível relacionar os índices precipitados com as vazões na rede coletora deixando mais evidente a relação da chuva com o acréscimo de vazão e após o término da precipitação a curva deve sofrer uma queda para próximo da vazão sazonal, em que inicia o afluxo atrasado.

De acordo com Metcalf & Eddy (2003), para definir o que pode ser considerado tempo seco e o que pode ser considerado tempo úmido é necessário avaliar, primeiramente, os hidrogramas para verificar como a vazão do sistema se comporta com a chuva. Caso as vazões mantenham uma regularidade sem a chuva, considera-se tempo seco. Caso as vazões demorem a se tornar regulares após a chuva, deve-se considerar como tempo úmido todo este período até o momento em que se tornem regulares, pois deve haver ainda contribuições do subsolo no sistema.

Entretanto, para o presente estudo não é necessário avaliar as infiltrações provenientes do lençol freático, uma vez que se está trabalhando a situação das ligações irregulares e estas trazem um efeito imediato ao sistema.

A FIGURA 21 mostra uma representação pico de vazão em um gráfico do tipo vazão pelo tempo.

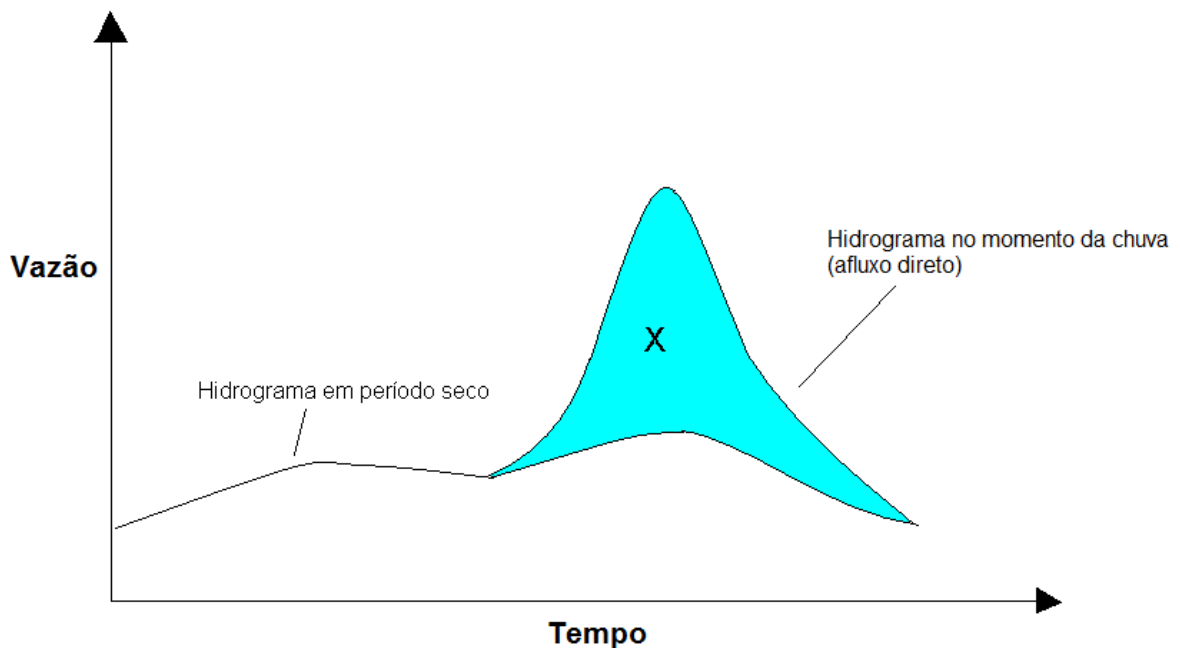


FIGURA 21 - HIDROGRAMA ESQUEMÁTICO COMPARATIVO ENTRE DIA SECO E CHUVOSO
 FONTE: Adaptado de METCALF & EDDY (2003)

Quando se é comparado o hidrograma em tempo seco e em dia de chuva, observa-se uma diferença nos gráficos, a qual indica o excesso de água acrescido no sistema que, segundo Metcalf & Eddy (2003), é devido aos afluxos diretos e atrasados na rede coletora. A área obtida com a diferença das curvas dos hidrogramas, demonstrada na FIGURA 21 como "X", apresenta o volume de água proveniente da precipitação por afluxo direto na rede coletora.

Desta forma, é possível observar qual o tamanho do acréscimo de vazão no sistema no período de chuva.

Com as vistorias técnicas ambientais e o teste de fumaça, é possível saber com certa precisão, quantas residências estão interligadas ao sistema de esgotamento sanitário de forma irregular, com a água de chuva junto com o esgoto.

Como no momento das vistorias técnicas ambientais será realizada medição da área impermeável que contribui com água de chuva na ligação de esgoto das residências sob o código 13 e após o teste de fumaça será realizada

medição por meio de fotos de satélite para obter esta área impermeável dos imóveis onde não for possível realizar a vistoria técnica ambiental, se forem multiplicadas as áreas impermeáveis pelos índices precipitados captados pelo pluviômetro, se obtém o volume da contribuição somente relacionado pelas ligações irregulares.

Tendo estes volumes calculados, é possível avaliar se a contribuição de água de chuva por afluxo direto, proveniente única e exclusivamente de ligações irregulares, é representativa para o sistema ou não.

Com a realização dos questionários no momento das vistorias técnicas ambientais, será possível entender o perfil do usuário do sistema de esgotamento sanitário que está irregular nesta localidade para, desta forma, tentar entender o motivo da irregularidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após uma explanação sobre o funcionamento dos diversos sistemas hidráulicos que compõe o ciclo urbano da água, entende-se a complexidade dos aglomerados populacionais urbanos.

Como é possível observar na literatura, o afluxo direto é uma grave falha nos sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto. A dificuldade de se evitar este problema passa pela educação ambiental da população, pela falta de políticas de fiscalização eficientes, pelo descaso com o funcionamento dos sistemas e pela falta de conhecimento técnico.

Estudos sobre a infiltração nos sistemas de esgotamento sanitário são realizados em diversas regiões para estabelecer coeficientes mais precisos para o dimensionamento dos sistemas, evitando gastos desnecessários com obras superdimensionadas ou a execução de sistemas subdimensionados.

Entretanto, o perfeito funcionamento dos sistemas separadores absolutos é sempre prejudicado pelos afluxos diretos de águas pluviais, que adentram indevidamente ao sistema e o deixam em colapso. Como já foi dito, estes afluxos são, normalmente, provenientes de interligações indevidas das águas de chuva no sistema de esgotamento, seja pelas ligações irregulares ou por interconexões com o sistema de drenagem pública. Todavia, observa-se que não existem muitos estudos realizados com este foco.

A eliminação das interconexões do sistema público de drenagem com o sistema de esgotamento sanitário depende, unicamente, de trabalhos de pesquisa e de obras da própria companhia de saneamento. Enquanto a eliminação das ligações irregulares depende da cooperação dos moradores, trabalhos de pesquisa e ações de correção.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Curitiba é a capital do estado do Paraná, um dos três estados que compõem a região sul do Brasil. Como capital, Curitiba é a maior cidade do estado e conta, segundo o Censo de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com 1.751.907 habitantes.

O sistema de esgotamento sanitário da bacia hidrográfica do rio Belém, FIGURA 22, foi o primeiro sistema de esgotamento sanitário implantado na cidade de Curitiba e foi escolhido para a realização deste estudo devido à sua idade, ao seu tamanho, a localização central no município e aos problemas que um rio urbano, normalmente sofre, com ligações irregulares de diversas formas e sobrecargas no sistema em períodos de chuva. Esse sistema, segundo o Sistema de Gerenciamento Comercial – SGC, em junho de 2012 contava com aproximadamente 261.180 economias interligadas, como é possível observar na TABELA 1.

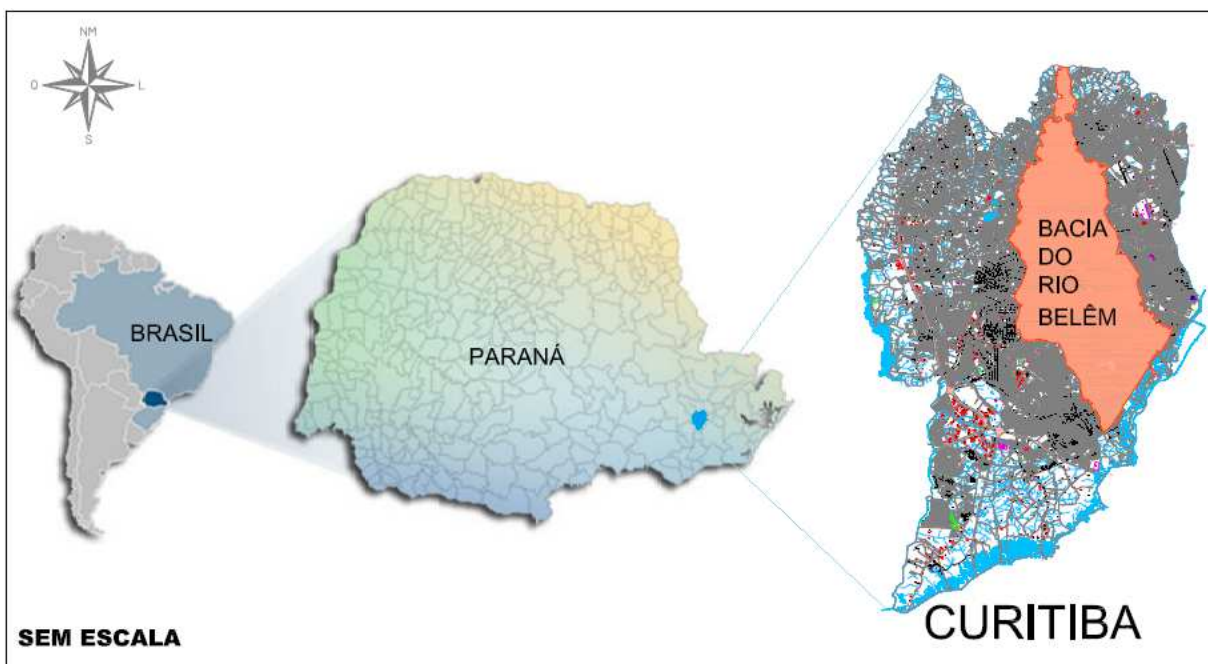


FIGURA 22 - LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO BELÉM EM CURITIBA
 FONTE: Adaptado do site do governo do estado do Paraná (2013).

A TABELA 1 apresenta alguns dados extraídos do banco de dados, com relação à situação das economias na bacia do rio Belém. Com a informação do número de ligações irregulares, que possuem a água de chuva interligada ao sistema de esgotamento sanitário, foi feita a espacialização dessas residências interligadas em uma planta cartográfica.

Para definir a área de estudo, após a espacialização dos pontos que indicam as ligações irregulares com água de chuva interligadas ao sistema de esgotamento sanitário da estação de tratamento de esgoto Belém, utilizou-se a ferramenta “Density” do ArcGis, onde foi estabelecida uma área de 30 metros por 30 metros como parcela territorial para definir a densidade de pontos.

TABELA 1 – INFORMAÇÕES DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO RIO BELÉM

Descrição	Número de economias
Número total de ligações prediais	162.557
Número total de economias	261.180
Número total de economias vistoriadas	224.482
Economias ligadas corretamente à rede coletora	197.238
Economias ligadas com a água de chuva na rede coletora	6.115
Economias sem vistorias (imóvel fechado)	10.488
Economias sem vistorias (proibida a entrada)	1.909

FONTE: Adaptado de Sanepar – Sistema de Gerenciamento Comercial (2012)

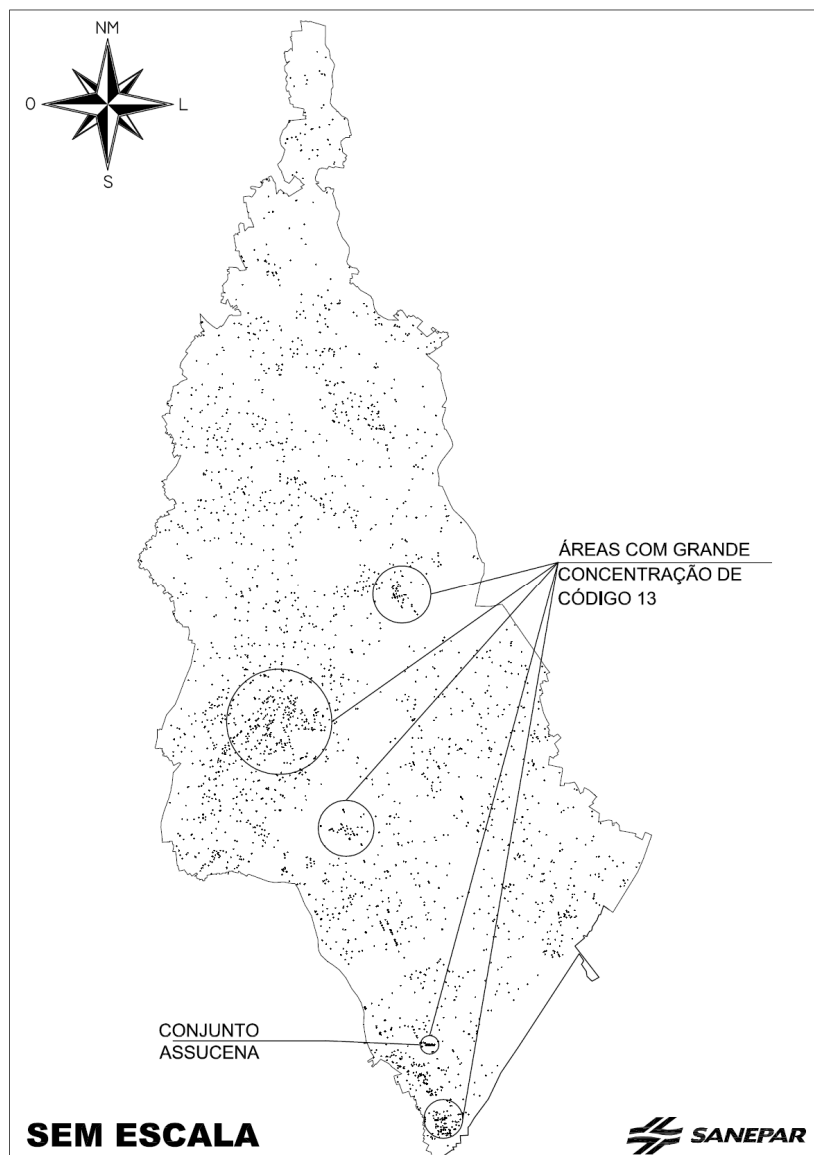


FIGURA 23 - LOCALIZAÇÃO DAS RESIDÊNCIAS COM CÓDIGO 13

FONTE: Adaptado de Sanepar – Base Cartográfica do Cadastro Técnico (2012)

É possível observar com os dados da bacia do rio Belém, apontados na FIGURA 23, que as ligações irregulares de água de chuva na rede coletora de esgoto estão espalhadas por todo o sistema.

Observa-se também, que a bacia do rio Belém, possui sérios problemas de ligações irregulares sob o código 13, ou seja, ligações com água de chuva na rede de esgoto e provavelmente esta situação seja reflexo da falta de uma política mais rígida de correção desta condição. O banco de dados do Sistema de Gerenciamento Comercial – SGC, em junho de 2012, mostrava que 6.115 economias estavam ligadas com a água de chuva na rede coletora de esgoto.

Ao se comparar o montante de economias sob o código 13 com o total de economias da bacia, que em junho de 2012, obteve-se um percentual de aproximadamente 2,3 %.

Com o banco de dados extraído do Sistema de Gerenciamento Comercial, conforme demonstrado na TABELA 1, também foi possível verificar a ineficiência do serviço de vistorias técnicas ambientais, pois existem 12.397 economias de esgoto no sistema da estação de tratamento Belém, que não foram vistoriadas, pois os imóveis estavam fechados ou não houve permissão para o acesso dos técnicos ambientais.

A FIGURA 24 mostra as concentrações de ligações irregulares com a água de chuva interligadas de forma irregular ao sistema de esgotamento sanitário na bacia do rio Belém.

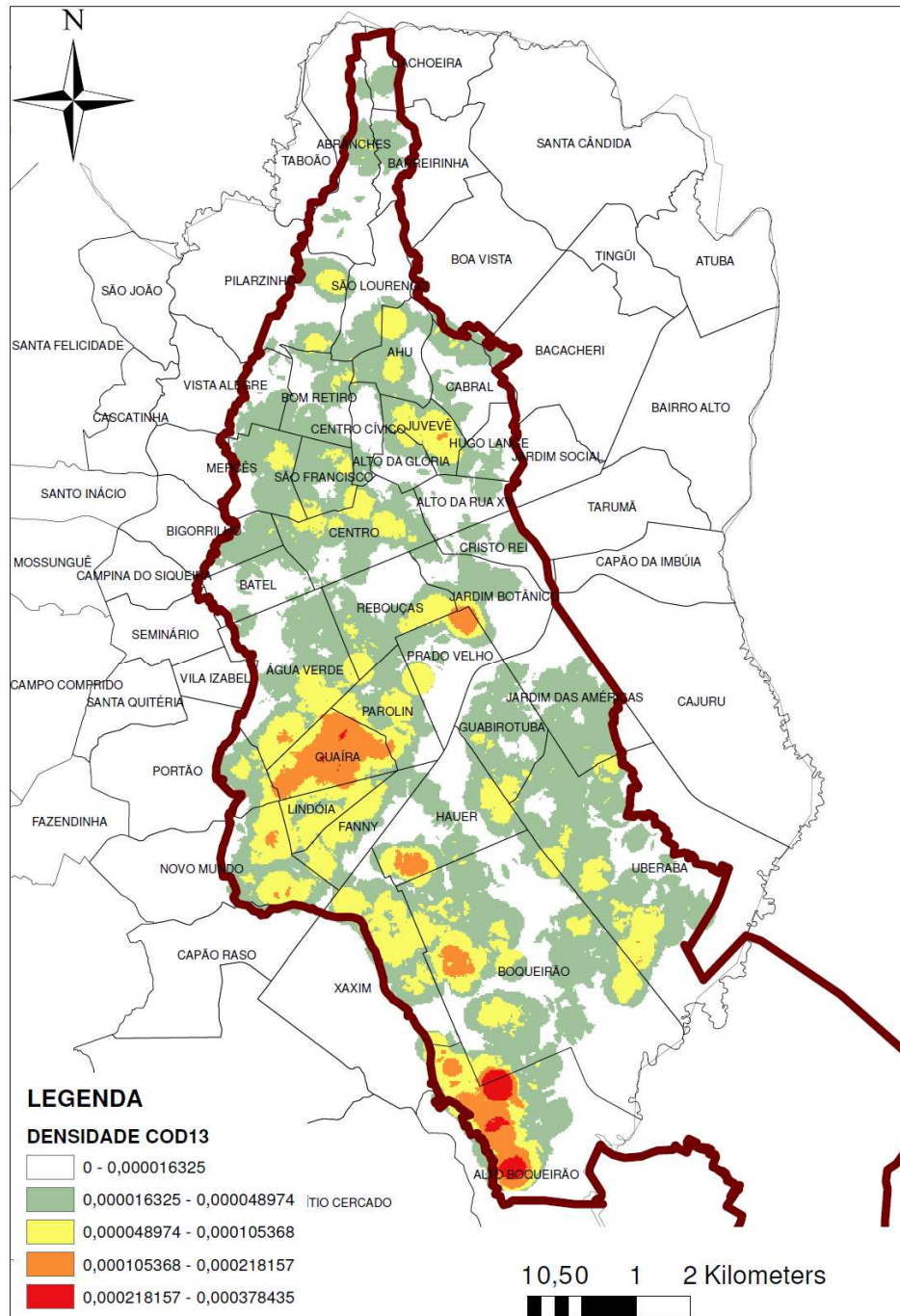


FIGURA 24 – DENSIDADES DE LIGAÇÕES IRREGULARES SOB O CÓDIGO 13
 FONTE: Adaptado de Sanepar – Base Cartográfica do Cadastro Técnico (2012).

A localidade com maior concentração de ligações de água de chuva na rede de esgoto na bacia do rio Belém, obtida através das informações do banco de dados da Sanepar, a espacialização dos pontos e a utilização do comando “density points” pelo ArcGis, foi o conjunto Assucena, com um total de 81 ligações sob o código 13 em uma pequena extensão territorial (FIGURA 25). Este residencial está localizado no bairro Alto Boqueirão, região sul de Curitiba.

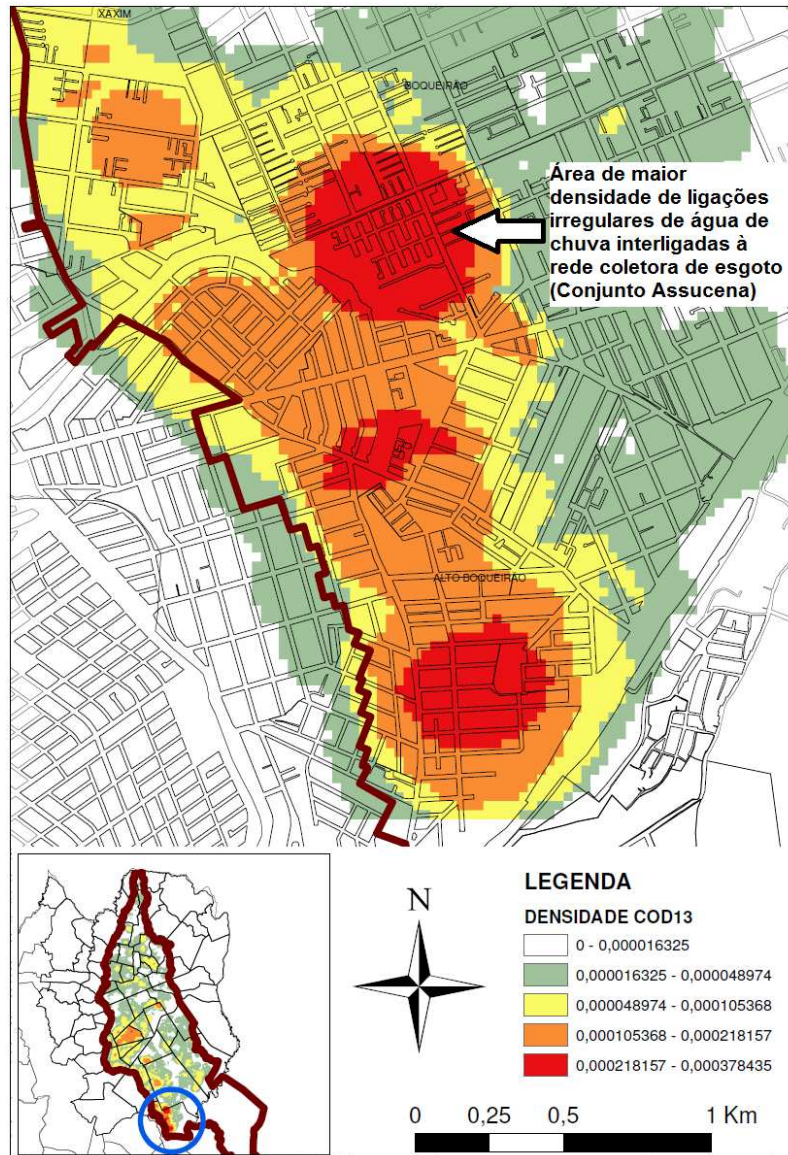


FIGURA 25 - LOCALIZAÇÃO DO CONJUNTO ASSUCENA COM MAIOR DENSIDADE DE PONTOS
 FONTE: Adaptado de Sanepar – Base Cartográfica do Cadastro Técnico (2012).

Juntamente com esta constatação, foi verificado também no cadastro técnico, que a rede coletora de esgoto não recebia contribuição de montante do conjunto acima citado, portanto a bacia estudada é somente o próprio conjunto Assucena.

Após a constatação do índice de ligações irregulares e da avaliação do cadastro técnico, foi realizada uma visita a campo, para verificar eventuais dificuldades para a realização do trabalho, como, por exemplo, problemas de cadastro ou, até mesmo, operacionais no sistema.

4.2 VISITA A CAMPO

Na visita a campo, constatou-se que a rede coletora não apresentava problemas muito graves. Havia alguns poços de visita sem as canaletas de escoamento, um trecho com declividade baixa e um erro de cadastro.

Em alguns trechos do loteamento, foi solicitado que houvesse limpeza da tubulação com caminhão com mangueira de alta pressão para que fosse possível continuar a vistoria, pois havia obstrução da tubulação, impedindo o fluxo do esgoto.

O problema da falta de canaletas em alguns poços de visita foi repassado para a unidade responsável pela área, que se prontificou a corrigi-los. A baixa declividade não atrapalharia o estudo e o erro de cadastro também foi repassado para correção antes do desenvolvimento dos estudos.

Também foi verificado que devido ao loteamento estar localizado em uma bacia de escoamento bem definida e pelo loteamento apresentar moradias que possuem um padrão de construção razoável para o levantamento de dados, tratava-se, portanto de uma boa área para o desenvolvimento do trabalho.

No momento da visita a campo, já é possível definir o local de instalação dos equipamentos de medição de vazão e pluviômetro.

4.3 VISTORIAS TÉCNICAS AMBIENTAIS

Com a área definida, foi possível atuar com o banco de dados somente da região de trabalho que, neste caso, é o conjunto Assucena. É possível se observar na TABELA 2 alguns dados do loteamento.

TABELA 2 – INFORMAÇÕES DO LOTEAMENTO SEGUNDO O BANCO DE DADOS

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
Número total de matrículas no loteamento	435
Número total de economias no loteamento	427
Número total de economias vistoriadas no loteamento	348
Percentual de economias vistoriadas em relação ao total do loteamento	81,50 %
Número de economias com código 11 no loteamento	209
Número de economias com código 13 no loteamento	81

FONTE: Adaptado de Sanepar – Sistema de Gerenciamento Comercial (2012)

Foram considerados, nesta etapa do trabalho, como imóveis vistoriados,

aqueles sob os códigos 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 31, 32, 35 e 71, os quais demonstram que realmente foi realizada vistoria no imóvel, pois os técnicos conseguiram entrar no imóvel. Como até este momento trata-se da avaliação da área que se pretende estudar, é necessário tomar o cuidado ao escolher as informações corretas para se tomar decisões, uma vez que imóveis sob o código 79 e 54, por exemplo, possuem situação de vistoriados, mas não informam condições da situação da ligação do imóvel.

Ainda que os dados das vistorias estejam atualizados, não é possível saber o número exato de residências com a ligação irregular sob o código 13, devido aos códigos 79, 54, 71 e situações em que as calhas estão embutidas, não sendo possível realizar a vistoria com corantes. Dessa forma, o ideal é a realização de vistoria com teste de fumaça para diminuir a margem de erro e encontrar ligações sob o código 13 nas situações em que não foi possível constatar a situação da água de chuva.

Novas vistorias foram realizadas com três equipes compostas por duas pessoas. Estas vistorias ocorreram nas seguintes datas: 27/08/2012, 28/08/2012, 30/08/2012, 31/08/2012, 03/09/2012, 05/09/2012, 06/09/2012, 27/10/2012 e 01/12/2012. Com elas foram obtidos os dados apontados na TABELA 3.

TABELA 3 – INFORMAÇÕES DO LOTEAMENTO APÓS A VISTORIA TÉCNICA AMBIENTAL

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
Número total de matrículas no loteamento	435
Número total de economias no loteamento	427
Número total de economias vistoriadas no loteamento	202
Percentual de economias vistoriadas em relação ao total do loteamento	47,31 %
Número de economias com código 11 no loteamento	35
Número de economias com código 13 no loteamento	78

FONTE: Vistorias realizadas em campo no segundo semestre (2012).

Observa-se que a eficiência da campanha de vistorias não é boa, uma vez que o percentual de economias vistoriadas em relação ao total do loteamento diminuiu se comparado com os dados do banco de dados da Sanepar, da TABELA 2, mas é necessário salientar que o banco de dados é um acumulado de diversas campanhas de vistorias realizadas na região, portanto, pode haver ligações que não foram vistoriadas em uma primeira campanha e em outra mais recente possa ter sido vistoriada.

Também é necessário comparar as informações do histórico do banco de

dados com os dados da nova vistoria, para verificar se houveram muitas alterações nas condições dos imóveis.

Com a nova campanha de vistoria técnica, foi observado que 54 dos 78 códigos 13 encontrados não tinham esta condição no banco de dados, o que pode apontar um número muito maior de ligações irregulares do que o encontrado com as vistorias. Portanto, é ideal a realização do teste de fumaça para tentar descobrir se os imóveis onde não foi possível realizar a vistoria não estão ligados de maneira irregular.

De qualquer forma, nas situações em que não foi possível realizar nova vistoria, devem ser consideradas as situações do banco de dados, o qual aponta que mais 57 residências estão irregulares somando um total possível de 135 residências sob o código 13.

Também existem as residências em que não havia informação de vistoria no banco de dados e na nova campanha de vistorias também não foi possível realizar a vistoria. Esta situação soma um montante de 66 residências e também é possível que as ligações estejam irregulares, o que elevaria o número de ligações sob o código 13 para 201 economias. Mas só poderão ser consideradas para efeito deste estudo se forem encontradas irregularidades no teste de fumaça.

A TABELA 4 faz um comparativo da situação das ligações de esgoto no banco de dados com a situação após a nova vistoria técnica.

TABELA 4 – COMPARAÇÃO ENTRE DADOS DO SGC E NOVA VISTORIA

SITUAÇÃO DA LIGAÇÃO	Qtde. Banco de Dados	Qtde. Nova Vistoria
Código 11	209	35
Código 13	81	78
Código 54	2	13
Código 79	95	109

FONTE: Adaptado de Sanepar – Sistema de Gerenciamento Comercial (2012).

Entre as atividades para a eliminação das ligações irregulares, a única exclusiva das ações da companhia de saneamento, é o trabalho de vistoria das ligações de esgoto e, mesmo assim, esbarra na cooperação dos moradores, que podem interferir diretamente impedindo a entrada para pesquisa ou indiretamente quando não há ninguém em casa para a realização das vistorias.

Um problema encontrado na realização deste trabalho, é que cada vez que se faz uma nova vistoria, os dados são atualizados no banco de dados e não se

existe o cuidado de manter os dados de vistorias anteriores para imóveis onde não foi possível realizar a vistoria devido à proibição da entrada ou pela ausência de moradores na data da vistoria. Desta forma, sempre que uma campanha de vistoria encontra imóveis fechados ou onde os moradores não permitem a entrada perde-se o histórico da ligação e não sabe-se mais se o imóvel possuía ou não ligação irregular anteriormente à última vistoria.

Os fatores apontados acima somados aos problemas da própria vistoria técnica ambiental - que está diretamente ligada aos pontos hidráulicos prediais passíveis de vistoria, já que existem pontos onde não é possível a realização da vistoria devido às dificuldades de acesso - mostram que a eficácia das vistorias técnicas ambientais deixa a desejar.

Com a comparação entre os resultados do banco de dados e os resultados da nova vistoria realizada, é possível observar que há uma oscilação entre as situações das ligações. Muitos fatores podem ser responsáveis por estas oscilações como, por exemplo, alguns imóveis que possuíam ligações sob o código 13 estarem fechados na nova vistoria.

Como foi observado em campo durante as vistorias, um problema normal nas residências do loteamento é o fato de que as casas foram construídas com os telhados em duas águas, sendo uma para frente e outra para os fundos, em que no ato da construção havia uma área permeável.

Com as reformas nos imóveis, é normal encontrar cobertura na parte dos fundos, para áreas de lavanderias, com ralos interligados ao sistema de esgotamento sanitário.

Estes ralos sempre recebem a contribuição dos telhados. Portanto, acreditava-se que as residências que possuíam código 11, dificilmente, deveriam ter tido reformas que prejudicassem as instalações, uma vez que já estavam ligadas de maneira correta, possuindo instalação de água pluvial em separado do esgoto sanitário.

No entanto o que foi evidenciado, é que 28 imóveis tiveram suas ligações alteradas de forma irregular, pois estavam interligados de forma correta e hoje estão com a água de chuva interligada ao sistema de esgotamento sanitário.

O problema dos proprietários não regularizarem as ligações indevidas é reflexo da falta de fiscalização em obras de reformas, pois os moradores, se não entendem sobre a correta interligação das instalações hidráulicas, simplesmente

deixam a responsabilidade para encanadores desqualificados ou se sabem sobre a maneira correta de se interligar, evitam fazê-la por economia nos gastos com a obra.

Das 427 economias que fazem parte da área de contribuição deste trabalho, somente 202 foram realmente vistoriadas, pois houve 109 casos de código 79, em que foram realizadas até três visitas à residência, mas os moradores não foram encontrados.

Houve, também, 13 situações em que os moradores não permitiram a entrada dos técnicos ambientais para a realização da vistoria. Esta situação não ocorreria se houvesse uma participação de fiscais da prefeitura municipal no ato da vistoria, pois o fiscal teria autoridade de exigir a entrada no imóvel.

Em 102 casos, em que foi possível realizar a vistoria, não foi possível avaliar a situação da água de chuva devido ao fato das calhas estarem embutidas no piso, o que impossibilita o lançamento de corante. Nesta ocasião, seria ideal a utilização do teste de fumaça no momento da abordagem do cliente, para constatar se a fumaça apareceria nas calhas, dentro do imóvel.

4.4 QUESTIONÁRIO E MEDIÇÕES DE ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO

É possível observar, no APÊNDICE, o questionário utilizado para facilitar a obtenção das informações dos usuários e imóveis. Na ocasião do questionário, aproveitou-se para informar aos moradores sobre os danos que estavam causando ao sistema e aos vizinhos. Além disso, foram comunicados e advertidos sobre a maneira correta de realizar a interligação ao sistema, dando alternativas para cada situação irregular, uma vez que 76 dos 78 entrevistados disseram não saber que problemas poderiam estar causando com a interligação incorreta da água de chuva no sistema de esgotamento sanitário.

Durante as vistorias realizadas nos imóveis, para atualizar a situação das ligações residenciais e, com isto, medir as áreas de contribuição das residências sob o código 13, constatou-se que o loteamento tem aproximadamente 25 anos, pois alguns moradores são residentes deste a implantação do loteamento. Os terrenos do loteamento são, praticamente, todos do mesmo tamanho e as residências que não foram reformadas possuem o mesmo projeto.

Outro ponto verificado é que os imóveis, quando foram concebidos, não

possuíam problemas de ligação irregular, porque a área de lavanderia nos fundos não era coberta e havia uma área permeável que possibilitava a infiltração da água de chuva, portanto não havia sistema de drenagem da água pluvial residencial.

Com o passar dos anos, os proprietários foram reformando as residências, cobrindo a área de lavanderia e quase todos fizeram a interligação do ralo que recebe a água dos telhados e calçadas na rede coletora de esgoto predial, devido ao fato de não necessitar quebrar o interior da residência para passar com tubulação de água de chuva.

Quanto ao questionamento do por quê dos imóveis não estarem ligados de forma regular, ocorreram algumas situações em que os moradores alegaram a falta de dinheiro ou a falta de orientação para a adequação das ligações. Todavia, como é possível visualizar na TABELA 5, a grande maioria dos entrevistados alegaram desconhecimento da irregularidade, talvez por medo de uma penalidade, uma vez que sempre havia um questionamento sobre a aplicação de multa.

TABELA 5 – CAUSA DA IRREGULARIDADE DOS IMÓVEIS

Descrição	Quantidade
Não sabiam que estavam interligados de forma irregular	87,18 %
Alegaram falta de dinheiro para corrigir o problema	2,56 %
Alegaram falta de orientação para a resolução do problema	2,56 %
Tentaram corrigir o problema de forma errada	1,28 %
Já planejam a correção do problema	1,28 %
Alegaram que a residência é alugada	5,13 %

FONTE: Dados obtidos com questionário em campo (2013).

Desta forma, observa-se que a alegação de falta de dinheiro para a correção do problema não é relevante, mas que o principal agravante é a falta de conhecimento sobre a irregularidade.

4.5 TESTE DE FUMAÇA

Devido ao fato das residências do conjunto Assucena possuírem os mesmos problemas construtivos, ou seja, a parte dos fundos das residências estarem interligadas à água de chuva na rede coletora de esgoto devido à falta de um sistema de drenagem da água pluvial quando da implantação dos imóveis, a realização do teste de fumaça não obteve sucesso.

A fumaça aplicada na rede coletora de esgoto entrou nos imóveis com ligação irregular, como foi possível constatar em conversa com alguns moradores que vieram a campo questionar sobre a fumaça que estava entrando nos imóveis. Entretanto, como a fumaça aparecia nos fundos dos imóveis, não era possível visualizá-la da rua, pois até passar da altura dos telhados já havia dispersado.

De acordo com o fato relatado, não foi possível perceber com o teste de fumaça se os imóveis onde não foi possível realizar as vistorias técnicas ambientais possuem ligações irregulares com a água de chuva interligada ao sistema de esgotamento sanitário.

Um fato importante encontrado com o teste de fumaça, é que o afluxo direto no sistema de esgotamento sanitário da região não se dá simplesmente pelas ligações irregulares, mas também por interconexões entre o sistema público de drenagem urbana e o sistema de esgotamento sanitário, pois ao se aplicar a fumaça na rede coletora percebeu-se em algumas ocasiões a saída de fumaça nos bueiros do sistema de drenagem.

Além das interconexões entre os sistemas de drenagem e de coleta de esgoto, foi verificado, em alguma ocasião, danos na rede coletora de esgoto, pois houve a presença de fumaça em trechos de pavimento danificado, demonstrando que deve haver tubulações rompidas.

Portanto o teste de fumaça pode não ter se apresentado como uma solução ideal para encontrar ligações irregulares, mas mostrou ser eficiente no diagnóstico do sistema coletor de esgoto.

4.6 MEDIÇÕES DE ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO

O APÊNDICE demonstra a maneira como foram separadas as áreas de contribuição impermeáveis que contribuem com captação de água de chuva nas ligações irregulares sob o código 13, no momento da vistoria técnica ambiental.

Para o levantamento foi utilizada a metodologia apontada para o dimensionamento das instalações prediais na NBR 10844 (1989), em que são consideradas as inclinações das superfícies, uma vez que a chuva não cai na vertical, mas sempre com alguma inclinação que é devida ao vento no momento da precipitação.

No momento das vistorias técnicas ambientais, foram encontradas e confirmadas como código 13, ou seja, ligação irregular de água de chuva na rede coletora de esgoto, por meio das vistorias técnicas ambientais, 78 residências que somam uma área de contribuição de 3.070,50 m².

Como não se obteve sucesso com a realização do teste de fumaça, o número de residências sob o código 13, no loteamento, permaneceu o mesmo. No entanto, para a realização de avaliações da contribuição da água de chuva no sistema, serão consideradas as vistorias anteriores, nas situações onde não foi possível realizar a vistoria no momento do trabalho. Desta forma, todas as economias que possuíam código 13 no banco de dados e que na ocasião da nova vistoria técnica ambiental tiveram código 54, 79 ou que não tenha sido possível a realização do teste devido ao fato das calhas estarem embutidas foram consideradas como código 13.

As situações apontadas como código 13, em que não foi possível realizar a medição da área de contribuição, somam um total de 41 economias e tiveram as áreas de contribuição impermeáveis medidas por meio do *software* Google Earth. Entretanto, duas destas economias não puderam ser consideradas por não estarem bem visíveis, não podendo ser identificada a área impermeável e uma economia estava em reforma no momento da foto, impossibilitando também a medição das áreas. Com a medição das demais áreas chegou-se a um total de 1.143,37 m². Estas áreas não levaram em consideração a inclinação dos telhados, uma vez que o *software* não permite tal ajuste nas medições.

Somadas as economias vistorias sob o código 13 com as consideradas como código 13 pela impossibilidade de nova vistoria, tem-se um total de 116 economias contribuindo com 4.213,87 m² de área impermeável que destinam a água de chuva para o sistema de esgotamento sanitário no conjunto Assucena.

O conjunto Assucena possui, aproximadamente, 75.239,88 m² de área total, contado ruas e praças, portanto estão sendo drenados 5,6 % da área total do loteamento ao sistema de esgotamento sanitário, dados estes obtidos pelas medições realizadas nas residências no momento da vistoria e questionário, conforme o APÊNDICE.

É importante ressaltar que não estão sendo consideradas as áreas públicas que também estão drenando água da chuva para o sistema de esgotamento sanitário devido à interligação dos sistemas de esgotamento sanitário com o de

drenagem pública, conforme se constatou com o teste de fumaça.

4.7 MEDIÇÕES DE VAZÃO E PRECIPITAÇÃO

No período de verão, época em que se apresentam os maiores índices de chuva na capital paranaense, foi instalado, entre os meses janeiro e março, um medidor de vazão no poço de visita a jusante do conjunto para obter dados de vazão de todo o conjunto e um medidor de precipitação pluviométrica – instalado junto ao conjunto residencial Assucena, uma vez que a estação pluviométrica mais próxima ao loteamento situava-se a, aproximadamente, 3,2 km de distância.

No entanto aproveitou-se a existência da estação da Agência Nacional das Águas (ANA), instalada na estação de tratamento Belém, que fica a aproximadamente, 3,2 km de distância do ponto de instalação do pluviômetro utilizado neste estudo, para realizar uma comparação entre os dados das duas estações pluviométricas, com o objetivo de verificar se os dados estão relativamente corretos. Conforme pode ser observado na FIGURA 26.

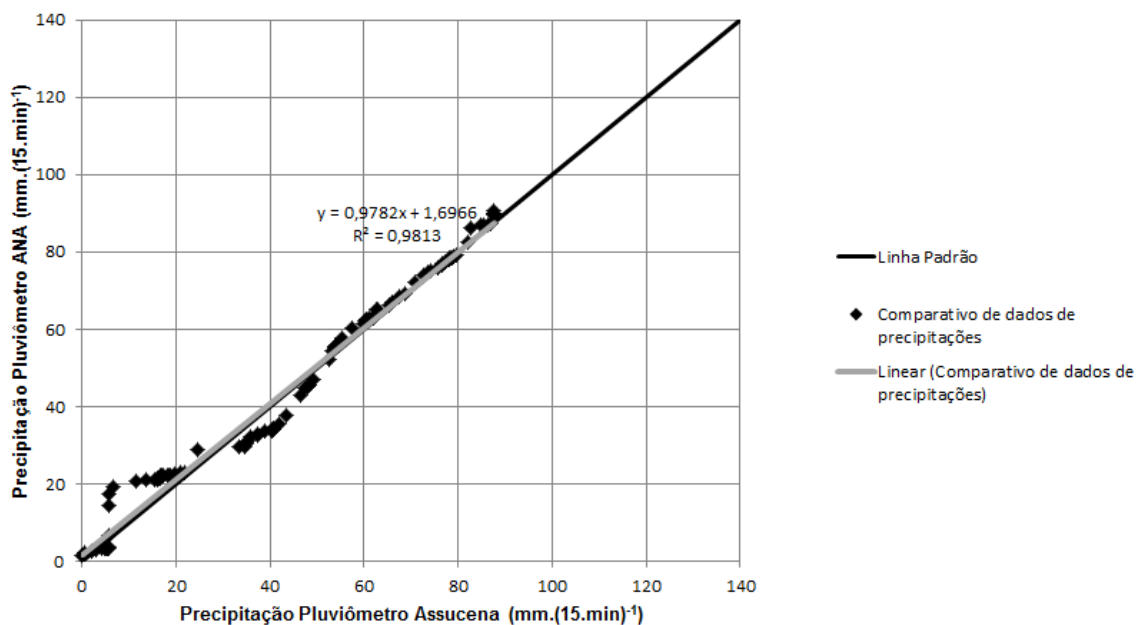


FIGURA 26 - CRUZAMENTO DAS INFORMAÇÕES DOS PLUVIÔMETROS DA ANA E DO CONJUNTO ASSUCENA.

FONTE: Dados dos pluviômetros da Sanepar obtidos em campo (2013).

Foram utilizados os dados das chuvas que ocorreram no período em que o pluviômetro estava instalado para realizar o comparativo. Este comparativo é obtido

somando-se a contribuição medida por cada chuva e utilizando-se os dados de cada pluviômetro, no mesmo tempo, como coordenadas. Quanto mais próximos os dados estiverem da linha padrão, que representa a igualdade de informações entre os aparelhos, mais similares são as medições.

Para a avaliação dos dados dos pluviômetros foi necessário descartar da análise os dados de chuva do dia 02/02/2013 as 8h15 e 8h30, pois foram os únicos dados que não ficaram coerentes dentro de uma série de 113, ou seja, menos de 2 % do total das informações, o que foi considerado satisfatório para esta comparação, uma vez que os pluviômetros encontravam-se a mais de 3 km de distância um do outro.

No início da somatória dos dados FIGURA 26 é possível observar uma diferença entre os pluviômetros, demonstrando que uma chuva que acontece no local de um pluviômetro demora um pouco para acontecer no local do outro, entretanto com a somatória das informações de precipitação, este desvio de tempo desaparece com o acúmulo dos valores de precipitações nos dois pontos e fica claro que os equipamentos estão medindo as precipitações de forma correta, pois os pontos se ajustam à linha padrão.

O coeficiente angular da linha de tendência, representado na equação apresentada na FIGURA 26 é de 0,9782, ou seja, 2,18 % de desvio em relação aos 45° da linha padrão o que indica que o equipamento utilizado possui um bom padrão de medição.

No período em que foram realizadas as campanhas de medição, houve seis eventos de chuva, representados nas FIGURA 32 até FIGURA 38. Nelas estão comparadas com as vazões na rede coletora. Estes períodos de precipitação registraram os índices apontados na TABELA 6.

TABELA 6 – PRECIPITAÇÕES OCORRIDAS NO PERÍODO DE MEDIÇÃO

CHUVA	DATA DO EVENTO	DURAÇÃO DA CHUVA (min)	PRECIPITAÇÃO (mm)
Chuva 1	16/01/2013	75	5,1
Chuva 2	18/01/2013	70	10,3
Chuva 3	23/01/2013	25	1,3
Chuva 4	02 e 03/02/2013	255	28,5
Chuva 5	03/02/2013	70	7,7
Chuva 6	03/02/2013	10	5,6

FONTE: Dados retirados do pluviômetro instalado no conjunto Assucena (2013).

A “Chuva 4”, que teve maior precipitação, apresentou uma duração de 4 horas e 10 minutos, sendo que, dentro deste período, houve uma única hora em que choveu 13,2 mm.

Utilizando a equação (1), apresentada no capítulo “2.5 DRENAGEM URBANA”, e considerando somente a hora de maior precipitação na chuva 4, temos 60 minutos como tempo de duração(t) e 13,2 mm como intensidade da chuva (i). Desta forma obtemos o tempo de retorno é 4 dias.

Uma chuva desta intensidade não acontece regularmente a cada quatro dias, entretanto é possível observar que se trata de uma chuva comum na cidade de Curitiba.

Os pontos de coleta das informações pluviométricas e de vazão podem ser observados na FIGURA 27.



FIGURA 27 - CADASTRO TÉCNICO ATUALIZADO COM LOCALIZAÇÃO DOS MEDIDORES DE VAZÃO E PLUVIÔMETRO

FONTE: Adaptado de Sanepar – Cadastro Técnico (2013).

Os resultados das medições mostram nas FIGURA 28 e FIGURA 29 que existe uma sazonalidade no consumo de água e, conseqüentemente, despejo de esgoto no conjunto Assucena. Pode-se observar, claramente, o comportamento diário de consumo residencial, extraindo-se os picos de vazão ocorridos nos momentos de chuva.

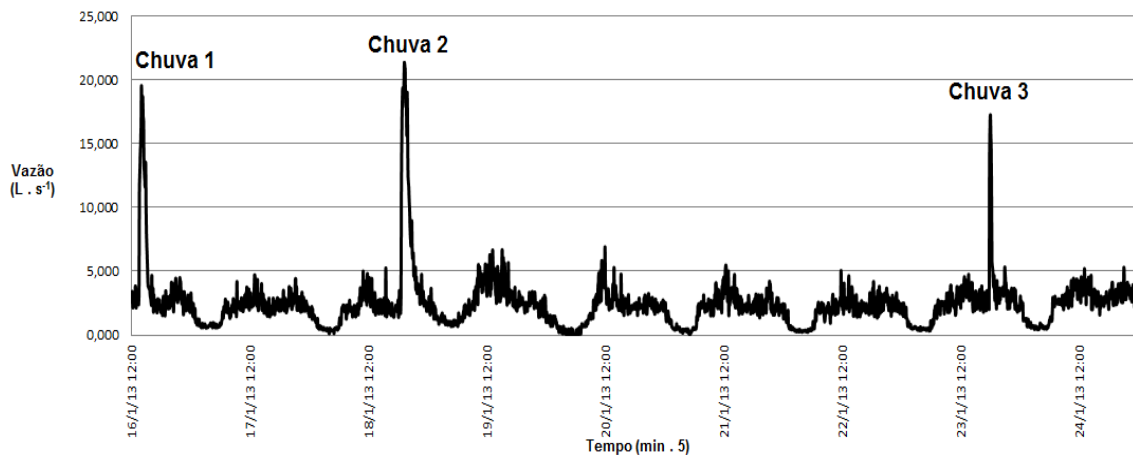


FIGURA 28 - HIDROGRAMA DA SAZONALIDADE DO PRIMEIRO PERÍODO DE MEDIÇÃO
 FONTE: O autor (2013)

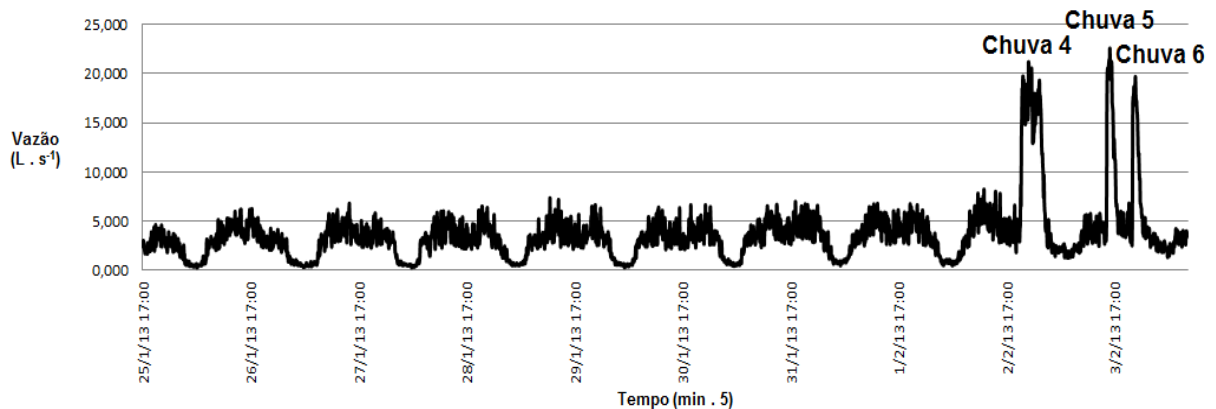


FIGURA 29 - HIDROGRAMA DA SAZONALIDADE DO SEGUNDO PERÍODO DE MEDIÇÃO
 FONTE: O autor (2013)

As campanhas de medição de vazão foram realizadas para três eventos de chuva, conforme aconselha o Water Research Centre (1987).

Se forem observadas as vazões diárias, é possível ressaltar ainda mais os picos de vazão ocorridos em momentos de chuva, demonstrando assim, o problema que existe em sistemas de esgotamento sanitário, separador absoluto não estanque, quanto à água da chuva. As FIGURA 30 e FIGURA 31 demonstram as vazões diárias em litros por segundo durante a primeira e segunda campanha de medição e deixam claro que o problema, neste ponto do sistema, é o afluxo direto de água da chuva na rede coletora.

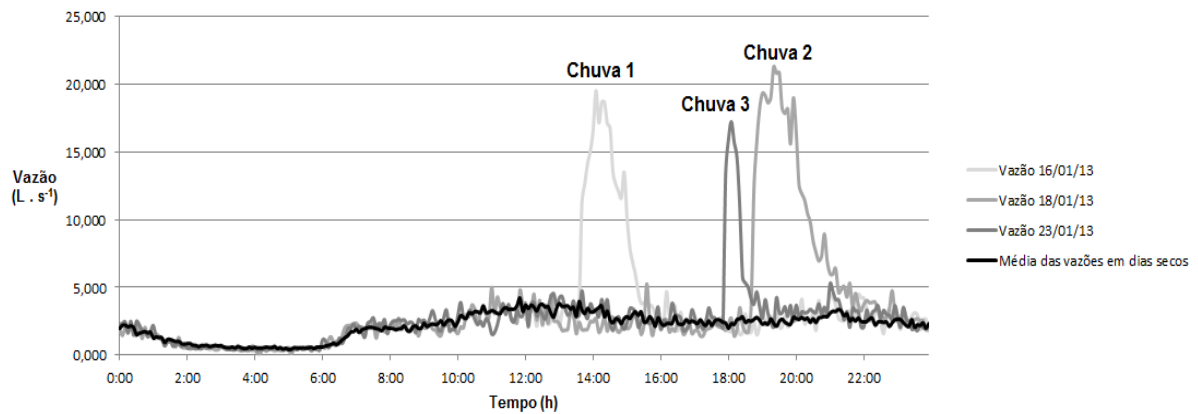


FIGURA 30 - HIDROGRAMAS COMPARATIVOS DOS DIAS DA PRIMEIRA CAMPANHA DE MEDIÇÃO
 FONTE: O autor (2013)

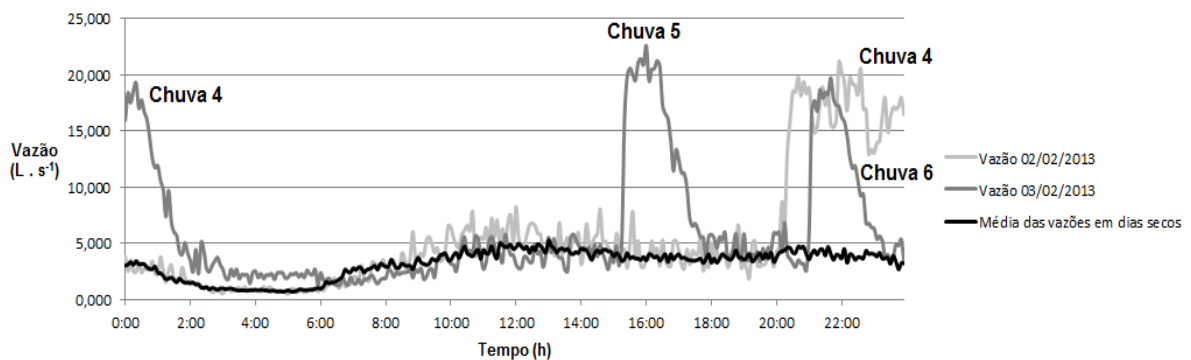


FIGURA 31 - HIDROGRAMAS COMPARATIVOS DOS DIAS DA SEGUNDA CAMPANHA DE MEDIÇÃO
 FONTE: O autor (2013)

As FIGURA 32, FIGURA 33, FIGURA 34, FIGURA 35, FIGURA 36, FIGURA 37 e FIGURA 38 comparam a vazão do sistema no horário que ocorreu cada chuva com dias secos e demonstra a precipitação ocorrida na ocasião.

É possível observar que o acréscimo de água de chuva no sistema leva as vazões à ordem de quatro vezes a vazão em tempo seco.

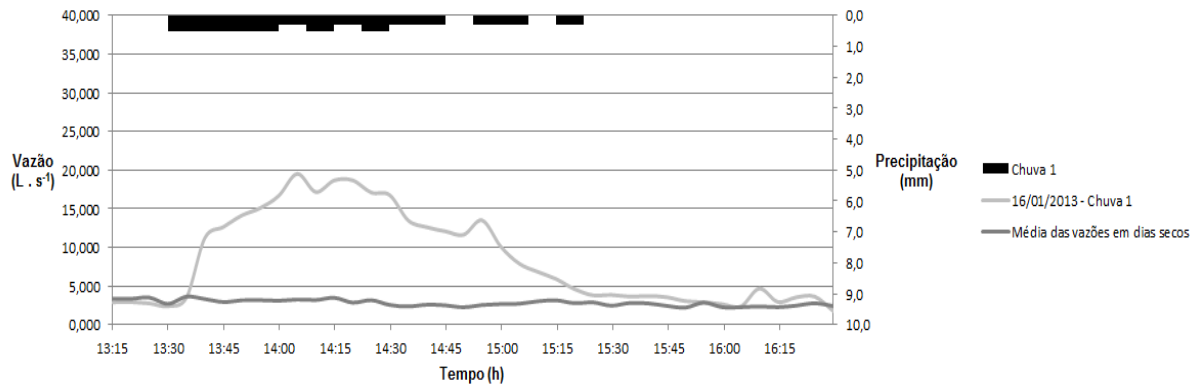


FIGURA 32 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-1 PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA
 FONTE: O autor (2013)

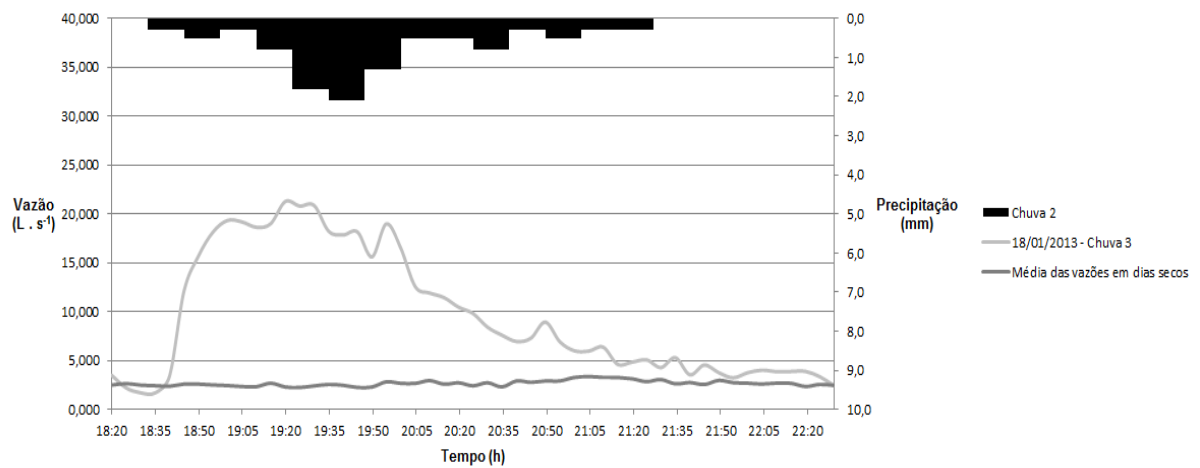


FIGURA 33 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-2 PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA
 FONTE: O autor (2013)

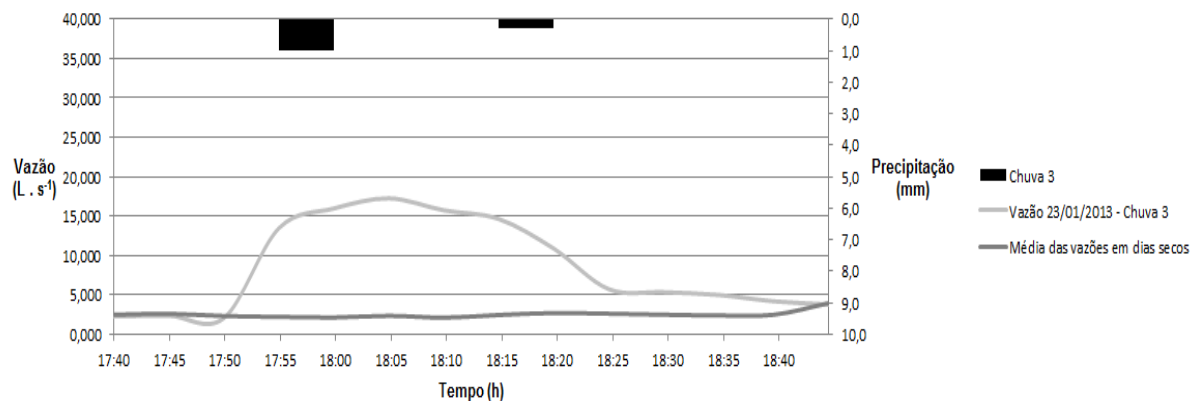


FIGURA 34 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-3 PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA
 FONTE: O autor (2013)

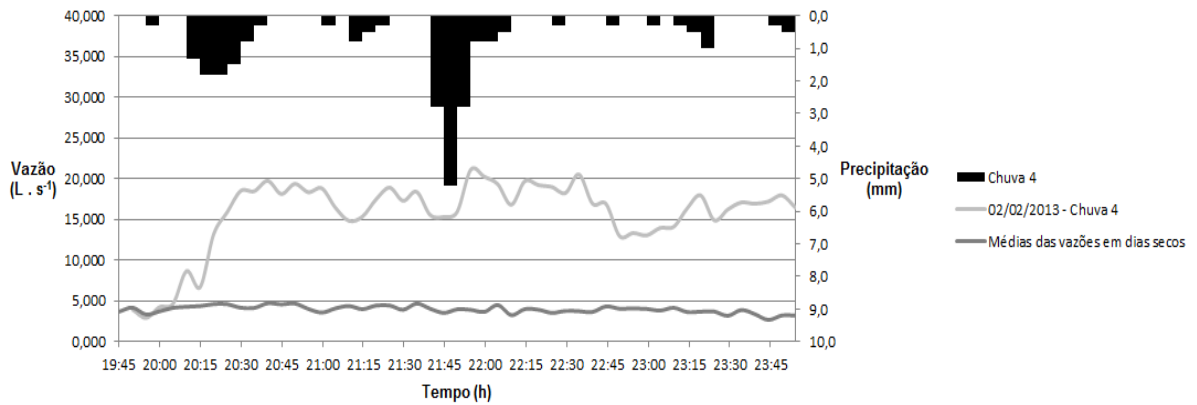


FIGURA 35 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-4 PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA
 FONTE: O autor (2013)

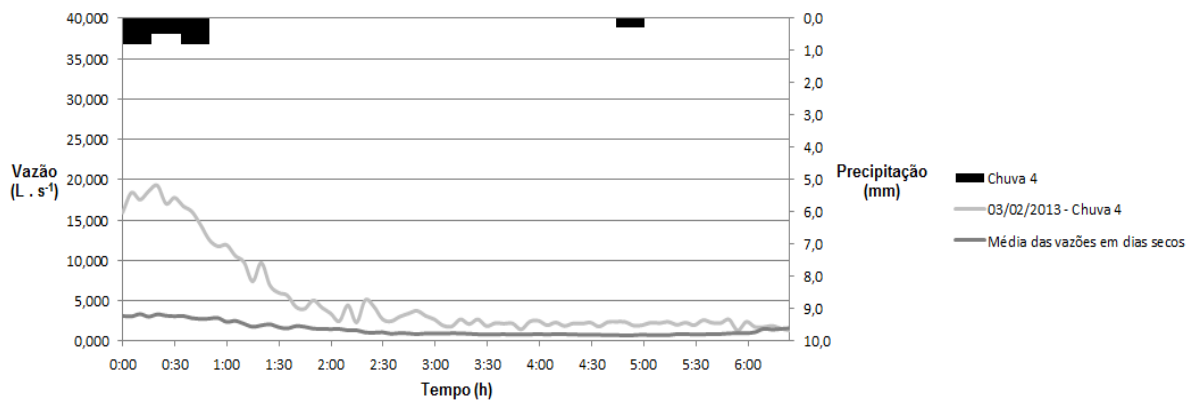


FIGURA 36 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-4-CONTINUAÇÃO PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA
 FONTE: O autor (2013)

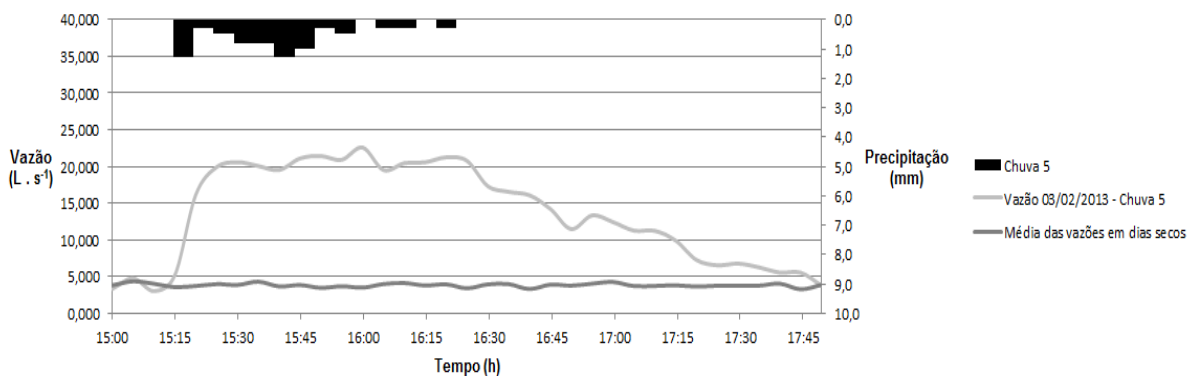


FIGURA 37 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-5 PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA
 FONTE: O autor (2013)

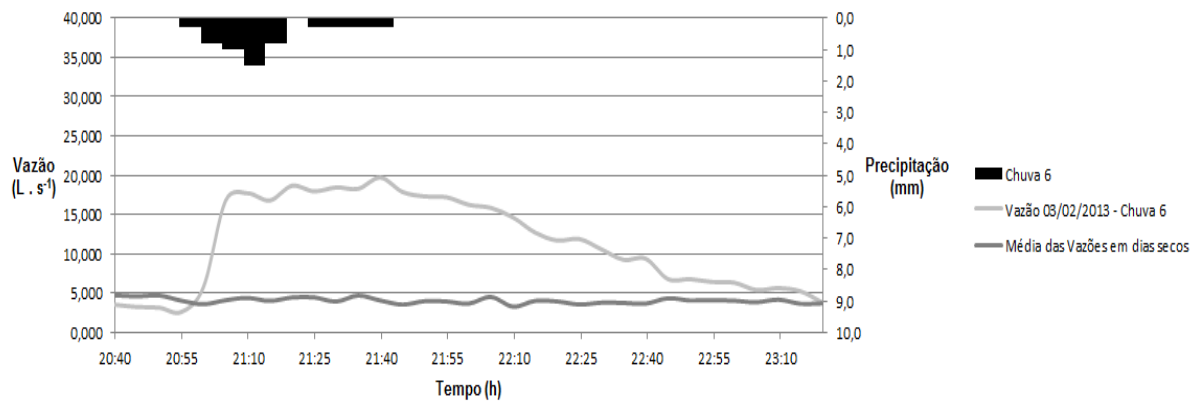


FIGURA 38 - HIDROGRAMA DO PERÍODO DA CHUVA-6 PARA VAZÕES DO CONJUNTO ASSUCENA COMPARANDO DIAS SECOS COM O DIA DE CHUVA E A INTENSIDADE DA CHUVA
 FONTE: O autor (2013)

Os hidrogramas das chuvas são um comparativo entre o perfil da vazão do sistema no horário que ocorreu a chuva, com a vazão alterada devido à chuva e à precipitação ocorrida. Pode-se observar que após um período de, aproximadamente, 15 minutos do início da chuva, a vazão sofre uma alteração em relação aos dias secos, demonstrando, assim, a interferência da água de chuva no sistema de esgoto.

O tempo para a vazão se regularizar após as chuvas 1, 2 e 3, é bem curto, pois praticamente no momento em que a chuva termina a vazão já se aproxima da vazão média de dias secos, demonstrando que não há afluxo atrasado. No entanto, nas chuvas 4, 5 e 6, que foram bem próximas e intensas, este período para a vazão normalizar foi um pouco maior, levando mais de uma hora para a vazão se aproximar da vazão média em dias secos.

Como foi observado em campo, em dias de chuva intensa, o sistema perde vazão por extravasamentos em poços de visita localizados na região baixa em trechos de pouca declividade. Este fato também fica evidenciado num comparativo entre as FIGURA 32 e FIGURA 35, pois a intensidade das chuvas varia de aproximadamente 1 mm a até aproximadamente 8 mm. No entanto, a vazão, na tubulação em todas as situações, chega, aproximadamente, ao máximo de 20 L.s^{-1} .

Desta forma, fica evidenciado o primeiro impacto ambiental causado pelas ligações irregulares domiciliares com a água de chuva interligada ao sistema de esgotamento sanitário, extravasamentos de esgoto pelos poços de visita.

Os volumes perdidos por extravasamentos, normalmente, são direcionados ao solo ou ao sistema público de drenagem e, posteriormente, aos corpos hídricos.

Não foi possível dimensionar o volume extravasado, pois temos o montante de água de chuva das ligações prediais, que é conhecido; o montante de esgoto, que pode ser conseguido através do volume de água micromedido pela taxa de retorno; mas existe também o montante de afluxo direto proveniente de interconexões com o sistema de drenagem urbana, que não foi dimensionado, impossibilitando avaliar o volume que extravasou.

A medição de vazão realizada na rede coletora no momento das precipitações pluviométricas demonstra que a região com maior concentração de código 13 na bacia do rio Belém é afetada com afluxo direto de água de chuva na rede coletora de esgoto, mas que não é possível dimensionar a parcela proveniente das ligações prediais e separá-la da parcela de interligações com o sistema público de drenagem, pois o sistema já perde vazão por extravasamentos em um ponto a montante do estabelecido para medição. Contudo, é possível perceber que o afluxo direto é o principal problema de acréscimo de vazões neste ponto do sistema de esgotamento sanitário da ETE Belém.

Entretanto, mesmo com os volumes de esgoto perdidos devido a os extravasamentos localizados no sistema, ainda observa-se que a vazão no sistema tem um acréscimo de três vezes o valor da vazão em tempo seco, ocasionando mais problemas ao sistema a jusante.

Este acréscimo de vazão é acumulado ao se somar com a vazão de outras áreas que também sofrem com afluxos diretos, o que pode ocasionar novos extravasamentos.

Se for utilizada a chuva 1, representada na FIGURA 32, que teve menor intensidade e utilizando o método dos trapézios para obter o volume que o sistema recebe em tempo seco e durante a chuva, observa-se que o volume no período seco é de 33,89 m³ e durante a chuva é de 101,23 m³.

A TABELA 7, demonstra que na chuva 1 o volume proveniente de ligações irregulares destinado ao sistema foi de 15,66 m³. Desta forma é possível observar que a contribuição de água de chuva não é proveniente somente das ligações irregulares, mas que a maior parcela é proveniente de falhas no próprio sistema de esgotamento sanitário, pois a diferença entre o dia seco e o período da chuva dá um volume de 67,34 m³, portanto somente 23 % do volume de afluxo provem de ligações irregulares.

Este fato demonstra que o sistema necessita de intervenções da companhia

de saneamento que muitas vezes é omissa aos problemas e não investe em revitalização.

Com os dados de precipitação, levantados pelo pluviômetro instalado no conjunto Assucena, pode-se verificar o volume de água de chuva que é enviado ao sistema de esgotamento sanitário pelas ligações irregulares sob o código 13 em que foi possível realizar a vistoria técnica ambiental.

Ao elaborar uma relação entre a precipitação, a área impermeável dos imóveis no loteamento e o tempo de duração da precipitação, obtêm-se a vazão média de água de chuva destinada à rede coletora de esgoto pelos imóveis interligados de maneira irregular.

A TABELA 7 mostra as vazões médias de água de chuva direcionadas à rede coletora de esgoto, provenientes das ligações irregulares sob o código 13, referente às ligações vistoriadas no conjunto Assucena.

TABELA 7 – VOLUME DE ÁGUA DE CHUVA DESTINADO À REDE COLETORA DE ESGOTO DURANTE OS PERÍODOS DE MEDIÇÃO.

CHUVA	ÁREA IMPERMEÁVEL DE TODAS AS RESIDÊNCIAS (m ²)	TEMPO DE DURAÇÃO DA CHUVA (min)	PRECIPITAÇÃO (mm)	VOLUME TOTAL DESTINADO À REDE COLETORA DE ESGOTO (m ³)	VAZÃO MÉDIA (L.s ⁻¹)
Chuva 1	3.070,50	70	5,1	15,66	3,73
Chuva 2	3.070,50	65	10,3	31,63	8,11
Chuva 3	3.070,50	20	1,3	3,99	3,33
Chuva 4	3.070,50	250	28,5	87,51	5,83
Chuva 5	3.070,50	65	7,7	23,64	6,06
Chuva 6	3.070,50	45	5,6	17,19	6,37
TOTAL				179,62	

FONTE: Dados retirados de medições de campo (2013).

Como a vazão média é diluída pelo tempo, para representar o impacto de uma chuva intensa no sistema pegamos a chuva 4 e se verifica as vazões médias a cada 5 minutos, que é o período de tempo que o pluviômetro coleta a informação.

A TABELA 8 mostra que em pequenos períodos, as chuvas possuem grandes intensidades. É nestes momentos que ocorrem os extravasamentos, poluindo rios e causando refluxos aos imóveis que se encontram em locais baixos.

TABELA 8 – TABELA DAS VAZÕES MÉDIAS DA CHUVA 4 NA SAÍDA DO LOTEAMENTO.

Dia e Hora	Precipitação (mm)	Vazão média na saída do loteamento para o período de medição de 5 minutos (L.s ⁻¹)	Continua
2/2/13 20h00	0,3		3,1
2/2/13 20h05	0		0,0
2/2/13 20h10	0		0,0
2/2/13 20h15	1,3		13,3
2/2/13 20h20	1,8		18,4
2/2/13 20h25	1,8		18,4
2/2/13 20h30	1,5		15,4
2/2/13 20h35	0,8		8,2
2/2/13 20h40	0,3		3,1
2/2/13 20h45	0		0,0
2/2/13 20h50	0		0,0
2/2/13 20h55	0		0,0
2/2/13 21h00	0		0,0
2/2/13 21h05	0,3		3,1
2/2/13 21h10	0		0,0
2/2/13 21h15	0,8		8,2
2/2/13 21h20	0,5		5,1
2/2/13 21h25	0,3		3,1
2/2/13 21h30	0		0,0
2/2/13 21h35	0		0,0
2/2/13 21h40	0		0,0
2/2/13 21h45	2,8		28,7
2/2/13 21h50	5,2		53,2
2/2/13 21h55	2,8		28,7
2/2/13 22h00	0,8		8,2
2/2/13 22h05	0,8		8,2
2/2/13 22h10	0,5		5,1
2/2/13 22h15	0		0,0
2/2/13 22h20	0		0,0
2/2/13 22h25	0		0,0
2/2/13 22h30	0,3		3,1
2/2/13 22h35	0		0,0
2/2/13 22h40	0		0,0
2/2/13 22h45	0		0,0
2/2/13 22h50	0,3		3,1
2/2/13 22h55	0		0,0

Dia e Hora	Precipitação (mm)	Vazão média na saída do loteamento para o período de medição de 5 minutos (L.s ⁻¹)	Conclusão
2/2/13 23h00	0		0,0
2/2/13 23h05	0,3		3,1
2/2/13 23h10	0		0,0
2/2/13 23h15	0,3		3,1
2/2/13 23h20	0,5		5,1
2/2/13 23h25	1		10,2
2/2/13 23h30	0		0,0
2/2/13 23h35	0		0,0
2/2/13 23h40	0		0,0
2/2/13 23h45	0		0,0
2/2/13 23h50	0,3		3,1
2/2/13 23h55	0,5		5,1
3/2/13 00h00	0,8		8,2
3/2/13 00h05	0,5		5,1
3/2/13 00h10	0,8		8,2
2/2/13 20h00	0,3		3,1
2/2/13 20h05	0		0,0

FONTE: Dados retirados de medições de campo (2013).

A “Chuva 4”, com duração de 4 horas e 10 minutos, apresentou um período de 5 minutos em que choveu 5,2 mm, gerando uma vazão de, aproximadamente, 53,2 L.s⁻¹ de água de chuva no sistema. Considerando o total de 78 imóveis interligados de forma irregular, onde foi possível realizar as vistorias, a contribuição média por residência, no loteamento Assucena, foi de aproximadamente 0,68 L.s⁻¹ por economia vistoriada nestes 5 minutos de chuva mais intensa.

Como o loteamento Assucena é muito pequeno, se comparado com a bacia do rio Belém, para verificar o impacto gerado no sistema, seria necessário realizar a medição da área de contribuição de todas as residências sob o código 13 no sistema da estação de tratamento Belém. De modo que não existe tempo para a realização de um levantamento desta proporção no âmbito deste trabalho, se for considerada a vazão gerada por economia no momento de pico de precipitação da “Chuva 4”, já calculado em 0,68 L.s⁻¹ e este valor for multiplicado pelo número de economias irregulares total no sistema, que é de 6.115 ligações irregulares sob o código 13, haveria uma contribuição de, aproximadamente 4.158,20 L.s⁻¹. Esta vazão é 4,95

vezes a vazão de capacidade de tratamento da estação de tratamento de esgoto Belém, que é de 840 L.s^{-1} .

Comparando a vazão de pico da chuva 4, que ocorreu no momento de precipitação de 5,2 mm onde foi gerada uma vazão de $53,2 \text{ L.s}^{-1}$, com as vazões registradas nos gráficos de vazão pelo tempo onde se percebe sempre uma vazão máxima de aproximadamente 20 L.s^{-1} , obtemos a vazão extravasada no loteamento, que nesta situação é aproximadamente $33,2 \text{ L.s}^{-1}$.

Observa-se que a vazão extravasada é de aproximadamente 60 % maior que a vazão direcionada ao sistema de esgotamento sanitário, apontando um transtorno aos moradores da região que devem conviver com ruas alagadas com água contaminada nos períodos de chuva.

É necessário lembrar que não é toda esta vazão que chega à estação de tratamento de esgoto, pois uma grande parcela extravasa para o sistema pluvial na rede coletora, nas estações elevatórias ou na própria estação de tratamento de esgoto, uma vez que o sistema não é dimensionado para estas vazões tão altas, mas, desta forma, é exequível observar o problema que envolve as ligações irregulares com água de chuva na rede coletora de esgoto.

Outro ponto que se deve ponderar, é que o tempo de escoamento das contribuições no sistema é diferente para cada parte do sistema que é afetado pela chuva, de maneira que chuvas próximas à estação de tratamento terão suas vazões impactando o sistema mais rapidamente do que chuvas que ocorrem nas cabeceiras da bacia de escoamento.

Também é possível demonstrar que o sistema separador absoluto não trabalha como tal e descarrega esgoto diluído com as cargas de chuva nos rios, assim, como o sistema unitário.

Em situações em que as chuvas não são intensas, como por exemplo, no inverno de Curitiba, é possível que uma parcela maior de contribuição da água de chuva atinja as estações de tratamento, pois o sistema comportará o volume ao invés de extravasar e esta carga será tratada juntamente com o esgoto, ocasionando gastos desnecessários tanto com o transporte, no caso das estações elevatórias, como com tratamento de água de chuva.

Se os volumes micromedidos nos hidrômetros de abastecimento de água das residências sob o código 13 forem separados e, posteriormente, for aplicado o coeficiente de retorno de 0,85, que é utilizado para a cidade de Curitiba, tem-se o

volume aproximado de esgoto que estas residências destinam ao sistema de esgotamento sanitário por mês. Ao se comparar o volume de esgoto gerado com o volume de água de chuva direcionado ao sistema de esgotamento sanitário proveniente das ligações irregulares de esgoto, obtido através da multiplicação da área impermeável medida nos imóveis sob o código 13 com os índices da estação pluviométrica número 2549125 da Agência Nacional das Águas, instalada no terreno da estação de tratamento de esgoto Belém, é possível observar o tamanho do impacto que a água de chuva tem sobre o sistema, como mostra a TABELA 9.

A TABELA 9 considera como código 13 os imóveis vistoriados com tal código na campanha de vistorias realizada no ato deste trabalho mais os imóveis onde não foi possível realizar a vistoria, mas que possuíam código 13 no banco de dados. No caso destes últimos, a área impermeável foi medida por meio do *software* Google Earth sem considerar as inclinações conforme preconiza a NBR 10844 (1989).

TABELA 9 – TABELA COMPARATIVA ENTRE O ESGOTO GERADO E A CONTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PELAS RESIDÊNCIAS SOB O CÓDIGO 13 NO CONJUNTO ASSUCENA

Descrição	Volume Total (Janeiro 2013)	Volume Total (Fevereiro 2013)
Volume de esgoto micromedido segundo taxa de retorno do consumo de água para os imóveis com código 13	800,70 m ³	727,60 m ³
Volume de chuva proveniente dos imóveis com código 13.	227,42 m ³	882,63 m ³
Percentual de água de chuva em relação ao volume de esgoto segundo a taxa de retorno do consumo de água.	28,40 %	121,31 %

FONTE: O autor (2013)

A TABELA 9 demonstra que, no mês de janeiro de 2013, choveu apenas 53,80 milímetros. Dessa forma, a água de chuva dos imóveis interligados de maneira irregular representa apenas 28,40 % dos volumes totais destinados ao sistema de esgoto sanitário pelas residências. Já no mês de fevereiro de 2013, que choveu 208,80 mm, este percentual chega a 121,31 %, demonstrando que os imóveis lançaram mais água de chuva do que esgoto ao sistema neste mês. É importante salientar que a precipitação ocorrida no mês de fevereiro não é anormal, pois segundo os dados do pluviômetro da Agência Nacional das Águas, instalado na estação de tratamento de esgotos Belém, nos anos de 2012 e 2011, os volumes totais das precipitações foram de 213,60 mm e 221,40 mm, respectivamente.

Com base nas informações demonstra-se que, em ocasiões de muita chuva, o sistema de esgotamento sanitário transporta mais água de chuva do que esgoto. Contudo, como foi verificado anteriormente na chuva 4, que apresentou $33,2 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$, de extravasamento este volume é extravasado e direcionado aos rios ocasionando transtornos com enchentes ou refluxos no interior dos imóveis.

Após o diagnóstico do problema, esbarra-se na solução do problema. Na pesquisa realizada, observa-se que 68 das residências vistoriadas com código 13 afirmaram desconhecimento do problema. Todavia, destes 68 entrevistados 14 já haviam sido notificados, anteriormente, para a correção do mesmo problema.

Outro fator preocupante é a falta de fiscalização ou acompanhamento de profissionais responsáveis na realização das obras de reformas nas residências, pois antes da campanha de vistoria técnica ambiental. Havia 29 residências constatadas com suas ligações regularizadas, mas que agora se encontram ligadas de forma irregular sob o código 13. Portanto, o número de ligações sob o código 13 está aumentando e não reduzindo com as ações de vistorias técnicas tomadas pela companhia de saneamento.

As ações para reduzir o problema de ligações irregulares com água de chuva na rede coletora de esgoto devem ser repensadas, uma vez que este problema prejudica o funcionamento dos sistemas de esgotamento sanitário, trazendo ainda, gastos desnecessários à companhia de saneamento e passivos ambientais.

Existem algumas ações que poderiam ser tomadas para a resolução do problema das ligações irregulares.

- O primeiro ponto seria a realização dos trabalhos de vistorias técnicas ambientais, na companhia de fiscais do meio ambiente das prefeituras, que penalizariam os proprietários que não autorizassem a entrada nos imóveis e onde fosse constatada irregularidade na ligação;
- Caso o município não tenha condições de manter equipes de fiscais para acompanhar os trabalhos de vistorias, poderia passar esta atribuição à companhia de saneamento, desde que esta tenha poder de penalizar os proprietários que estiverem interligados de forma irregular. No entanto, não se sabe se somente a penalização seria eficiente, uma vez que existem problemas como a falta de condições financeiras dos proprietários e, desta

- forma, tornar-se-á mais difícil ainda a correção do problema;
- Outra sugestão seria o faturamento da água de chuva lançada ao sistema de esgotamento sanitário, com medidores de vazão de esgoto por residência ou com a medição da área impermeável de contribuição, como foi realizado neste estudo;
 - Para os imóveis que se enquadrassem em uma situação de baixa renda familiar, seria possível uma negociação. Quando a irregularidade for encontrada, é estabelecido um valor para a penalidade e negociado com o morador, para que seja feita a regularização do problema ao invés do pagamento da multa. Caso não seja realizada a correção do problema em prazo estabelecido, o proprietário é multado, ou;
 - Pode haver subsídio do governo para a realização da correção da irregularidade, com empréstimos e facilidades de pagamento ao proprietário para que este regularize a ligação, e;
 - Também é possível que a própria companhia de saneamento realize a correção da irregularidade e cobre dos moradores na fatura de forma parcelada, uma vez que é a principal prejudicada com o problema.

A metodologia apontada para o diagnóstico do problema, com teste de corante ou teste de fumaça, mostrou-se ineficiente. Mesmo estas metodologias sendo muito difundidas para se rastrear interconexões entre os sistemas de água de chuva e de esgotamento sanitário, houve obstáculos com a necessidade de adentrar o imóvel, sendo que muitas vezes é difícil encontrar o morador em casa e devido ao fato de alguns moradores não permitirem a entrada das equipes. Algumas das propostas apontadas acima deveriam ser testadas para avaliar se tornariam estas metodologias eficazes.

A correção dos problemas não foi abordada neste estudo, entretanto também foram apontadas algumas maneiras de agir, na tentativa de auxiliar os proprietários a corrigir a irregularidade.

5 CONCLUSÃO

Observou-se que na bacia do rio Belém o número de economias residenciais com as instalações prediais de água pluvial, interligadas ao sistema de esgotamento sanitário era de 6.115, demonstrando que este fato é um dos causadores do problema do excesso de a água de chuva neste sistema.

Ficou evidenciado que o conjunto Assucena, localizado no bairro Alto Boqueirão, era a área com a maior quantidade de ligações irregulares por extensão territorial, com um total de 81 ligações sob estas condições e por este motivo foi definido como a área de estudo.

Com a vistoria em campo verificou-se que a situação das ligações prediais dos imóveis agrava-se com o passar dos anos, pois os moradores realizam reformas nas residências e interligam as residências de forma irregular ao sistema de esgotamento sanitário.

Foram encontrados 28 imóveis, que possuíam ligações regularizadas e passaram a lançar a água pluvial no sistema de esgotamento sanitário.

Este fato demonstra a ineficiência da fiscalização sobre os imóveis reformados, evidenciando que não é usual os proprietários contratarem profissional habilitado para a execução das obras.

Observou-se que a vistoria técnica ambiental não é um procedimento muito eficiente, uma vez que muitos imóveis não podem ser vistoriados, por estarem fechados no momento da vistoria ou pelos proprietários não autorizarem a vistoria.

A situação das ligações vistoriadas é lançada no sistema que gera o banco de dados sobre a informação anterior, apagando o histórico do imóvel o que ocasiona a perda da informação sobre a irregularidade.

Através da aplicação de um questionário aos proprietários dos imóveis que estavam interligados com a água de chuva no sistema de esgoto observou-se que 87,18 % dos proprietários alegam desconhecimento da ligação irregular e 97,44 % dos entrevistados desconheciam que eram os causadores de problemas ambientais como extravasamentos do sistema de esgotamento sanitário.

Este estudo apontou que 3.070,50 m² de áreas particulares impermeáveis contribuem com o lançamento de água de chuva no sistema de esgotamento sanitário.

Com os dados da estação pluviométrica foi possível observar que a variação

da vazão na rede coletora ocorria sempre minutos após o evento da precipitação, evidenciando o problema do afluxo de água de chuva no sistema de esgotamento sanitário.

Entre os seis eventos de chuva que ocorreram durante a campanha de medição, a chuva 1 teve como maior intensidade 0,5 mm enquanto a chuva 4 teve como maior intensidade 53,4 mm e mesmo assim a vazão no sistema não variou além dos 20 L.s⁻¹, demonstrando que existe extravasamento no sistema antes do ponto de medição de vazão.

Desta forma fica evidenciado que o problema dos extravasamentos acontece em todo o sistema de esgotamento e não somente em áreas baixas, de fundo de vale.

Com as precipitações ocorridas, a área impermeável no conjunto residencial Assucena, proporcionou um volume de água de chuva superior ao volume de esgoto gerado pelas economias. Se considerado o mês de fevereiro inteiro o volume destinado ao sistema de esgotamento sanitário sofreu um acréscimo de 121,31 %.

Caso esta problemática se estenda a toda a bacia nas mesmas proporções, somente a água de chuva proveniente dos imóveis interligados de forma irregular, em um evento como o ocorrido na chuva 4, gera vazões de até 4,95 vezes a capacidade da estação de tratamento.

Verificou-se que mesmo na região com maior densidade de ligações irregulares apenas 23 % da contribuição de água de chuva era proveniente das áreas particulares. Demonstrando que a contribuição proveniente dos defeitos do próprio sistema é muito maior que a contribuição das residências e são capazes de aumentar muito o problema.

Devemos considerar o problema das ligações irregulares muito grave e um dos causadores do colapso do sistema de esgotamento sanitário no momento das precipitações pluviométricas, pois chuvas com a intensidade da chuva 4 podem ser consideradas corriqueiras, uma vez que possui um tempo de recorrência bem curto.

6 RECOMENDAÇÕES

A cidade de Curitiba, fundada no ano de 1693, possui sistema de esgotamento sanitário, segundo relatos históricos, desde o início do século XX, sendo que a primeira bacia com atendimento de esgotamento sanitário é a bacia do rio Belém.

No decorrer dos anos, o sistema de esgotamento localizado na bacia do rio Belém foi ampliado até a configuração atual, com uma estação de tratamento e seis estações elevatórias.

A estação de tratamento Belém atualmente sofre com excessos de vazões em períodos de chuva, tornando-se necessário o extravasamento da vazão excedente que ultrapassa o limite da estação de tratamento, para evitar que o lodo que faz parte do processo seja carregado para o corpo hídrico.

Caso este procedimento não fosse realizado, a poluição seria bem maior do que o próprio lançamento do efluente bruto diluído com a água de chuva, devido ao grande teor de material orgânico presente neste lodo.

Portanto, é de extrema importância que as companhias de saneamento passem a se preocupar mais com a operação dos sistemas de esgotamento sanitário, pois além de ampliá-los é necessário mantê-los funcionando de forma correta.

Avaliando-se puramente a problemática da água de chuva proveniente de ligações irregulares, admite-se que a solução mais eficiente para corrigir a situação das ligações irregulares seria penalizar os proprietários ligados de forma irregular com uma parceria entre o órgão ambiental municipal e as companhias de saneamento, entretanto simples penalizações não resolverão o problema deste acréscimo de água de chuva no sistema.

Deve-se, então, buscar uma forma conjunta de penalização oportunizando a ação de melhoria. Fazer com que o problema seja resolvido, ao invés de criar multas com o simples objetivo de penalizar o proprietário.

Desta forma acredita-se que parte do recurso destinado às diversas vistorias sobre um mesmo imóvel, deveria servir de subsídio aos proprietários, com o objetivo de ajudá-lo a corrigir o problema.

Também seria necessário auxílio técnico para tal regularização, devido à evidência de que os entrevistados mostraram desconhecimento das irregularidades

e pelo fato de que não são contratados profissionais habilitados para a realização das obras de reformas residenciais.

Contudo, observa-se que o sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto, não vem atuando como tal, e necessita de investimentos e estudos para cumprir sua função satisfatoriamente. Os rios urbanos estão cada vez mais degradados, trazendo riscos à saúde da população que convive com alagamentos de águas servidas misturadas à água de chuva.

Como a água de chuva proveniente de afluxos diretos é uma constante nos sistemas de esgotamento sanitários do tipo separador absoluto, trazendo transtornos para os gestores destes sistemas, este ainda é um campo que pode render muitos trabalhos, seja na tentativa de removê-la deste sistema ou na tentativa de controlá-la para que não interfira no seu bom funcionamento.

Com legislações que incentivam a utilização da água de chuva, como forma de reduzir o problema de alagamentos, talvez seja o momento das companhias de saneamento repensarem a medição do esgoto, pois desta forma seria possível realizar a cobrança real da utilização do sistema.

Com a medição do esgoto destinado ao sistema os proprietários evitariam interligar a água de chuva na rede coletora de esgoto e haveria como gerenciar com mais facilidade os problemas do sistema.

No entanto, o campo da medição volumétrica ou de vazão em tubulações sob a ação da gravidade é muito novo e os equipamentos capazes de realizar esta tarefa ainda possuem custos elevados, inviabilizando a implantação de um parque de medição. Esta é uma área que pode reder bons estudos e rendimentos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). Inventário de Estações Pluviométricas. Brasília, 2009. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/infoidrologicas/InventariodasEstacoesPluviometricas .pdf](http://arquivos.ana.gov.br/infoidrologicas/InventariodasEstacoesPluviometricas.pdf)>. Acesso em: 12/12/2012.

AGOSTINHO, M. DE S. P; POLETO, C. Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana: Dispositivos. **Holos Environment**, Rio Claro, v. 12, n. 2, 2012. p. 121. Disponível em: <www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br>. Acesso em: 06/04/2013.

AGUIAR, A. DE O. *et al.* **Saneamento, Saúde e Ambiente – Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005.

AISSE, M. M. **Sistemas econômicos de tratamento de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649**: Projetos de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.844**: Instalações prediais de água pluvial. Rio de Janeiro, 1989.

AZEVEDO NETTO, J. M. DE. **Sistemas de esgotos sanitários**. 2. ed. São Paulo: CETESB, 1977.

AZEVEDO NETTO, J. M. DE; MARTINS, J. A.; PUPPI, I. C.; BORSARI NETTO, F.; FRANCO, P. N. C. **Planejamento de Sistemas de Abastecimento de Água**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná e Organização Pan-Americana da Saúde, 1973.

BARES, V.; STRÁNSKÝ, D.; SÝKORA, P. Evaluation of sewer infiltration/inflow using COD mass flux method: case study Prague. In: International Conference on Urban Drainage, 12, 2011, Porto Alegre – Brasil. p. 11-16. Disponível em: <<http://web.sbe.hw.ac.uk/staff/profiles/bdgsatemp12th%20ICUDPDFPAP005313.pdf>>. Acesso em: 13/04/2013.

BÉNÉDITTIS, J. de; BERTRAND-KRAJEWSKI, J. –L. Infiltration in sewer systems: comparison of measurement methods. **Water Science and Technology**. Londres, v. 52, n. 3, 2005. Disponível em: <http://apuss.insalyon.fr/nrl_030_infiltration_comparison_of_methods_SPN1.pdf>. Acesso em: 13/04/2013.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva engenharia das águas pluviais nas cidades**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L. de; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição**: República Federativa do Brasil. **Coleção Saraiva de Legislação**. 41. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2008.

BRASIL. Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Portal do Planalto**, Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9433.htm>. Acesso em: 10/04/2013.

BRASIL. Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências. Casa Civil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em: 09/03/2013.

BRASIL. Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

Portal do Planalto, Brasília, DF, 2013. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 10/04/2013.

BRASIL. Decreto 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 de junho de 2010. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2010/decreto-7217-21-junho-2010-606813-publicacaooriginal-127649-pe.html>>. Acesso em: 10/04/2013.

BUSS, P. M.; PELLEGRINI FILHO, A. A saúde e seus determinantes sociais. **Scielo Brazil Scientific Electronic Library Online**. Rio de Janeiro, v. 17, p. 77-93, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/physis/v17n1/v17n1a06.pdf>>. Acesso em: 31/08/2013.

CANHOLI, A. P.; **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CEDERHOLM, A. Analysis of rainfall and its inflow into three mile creek sewer shed system in Mobile, Alabama. **Southalabama.edu**, Alabama, 2010. Disponível em: <<http://scholar.google.com.br>>. Acesso em: 28/08/2012.

CERTOMA COMÉRCIO TÉCNICO DE MÁQUINAS. SITE DA EMPRESA. Lisboa. Disponível em: <<http://www.certoma.ptAguas-e-SaneamentoUtensilios-e-AcessoriosObturadores.htmlinfo=detalhe>>. Acesso em: 02/06/2013.

COELHO, R. S. de A. **Instalações Hidráulicas Domiciliares**. São Paulo: Hemus Editora Ltda, 1991.

CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. Rio de Janeiro: LTC – Livros

técnicos e científicos editora S. A., 2006.

CRESPO, P. G. **Sistema de Esgotos**. Belo Horizonte: Editora UFMG DESA UFMG, 2001.

CURITIBA. Decreto 293, de 22 de março de 2006, Regulamenta a Lei no 10.785/03 e dispõe sobre os critérios do uso e conservação racional da água nas edificações e dá outras providências. **Portal da Prefeitura de Curitiba**. Disponível em: < <http://legisladoexterno.curitiba.pr.gov.br /AtosConsultaExterna.aspx>>. Acesso em: 10/04/2013.

CURITIBA. Lei 7.833, de 19 de dezembro de 1991. **Coletânea de Legislação Ambiental de Curitiba – 1998**. 1. ed. Curitiba: Artes Gráficas e Editora Unificado Ltda., 1998.

CURITIBA. Lei 10.785, de 18 de setembro de 2003, Cria no Município de Curitiba o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE. **Portal da Prefeitura de Curitiba**. Disponível em: < <http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/legislacao-smma-secretaria-municipal-do-meio-ambiente/347>>. Acesso em: 10/04/2013.

DIAS, A. P. **Análise da interconexão dos sistemas de esgotos sanitário e pluvial da cidade do Rio de Janeiro: valorização das coleções hídricas sob perspectiva sistêmica**. 230 p. Dissertação (Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2003/PEAMB2003APDias>. Acesso em: 20/08/2013.

DIAS, I. C. A. A influência das águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário, In: ASSEMAE, 33. 2011, Ibiporã. Disponível em:< www.semasa.sp.gov.br/scripts/display.asp?idnot=431>. Acesso em: 20/04/2013.

ELLIS J. B. Sewer infiltration/exfiltration and interactions with sewer flows and groundwater quality. In: INTERURBA, 2, fevereiro de 2001, Lisboa. Disponível em:

<<http://puss.insa-lyon.fr/general%20apuss%20paper%20for%2010%20icud%20%20final%20revised%20for%20WPT.pdf>>. Acesso em 13/04/2013.

ESGOTÉCNICA DETECÇÃO ELETRÔNICA DE VAZAMENTOS. SITE DA EMPRESA. São Paulo. Disponível em: <http://www.cacavazamento.srv.br/consumo_de_agua/instalacoes-hidraulicas/>. Acesso em: 15/10/12.

FENDRICH, R. Chuvas intensas para obras de drenagem (no estado do Paraná). Curitiba: Champagnat, 1998.

FENDRICH, R; OBLADEN, N. L.; AISSE, M. M.; GARCIAS, C. M. **Drenagem e Controle da Erosão Urbana**. 4. ed. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 1997.

FESTI, A. V. Águas de chuva na rede de esgoto sanitário: suas origens, interferências e consequências. In: Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, 23, 2005, Campo Grande – MS. Disponível em: <www.bvsde.paho.org/bvsacdabes23II-294.pdf>. Acesso em: 13/04/2013.

FESTI, A. V. **Estimativa da infiltração e do afluxo devidos a precipitação na rede coletora de esgoto sanitário em município de pequeno porte**. 113 páginas. Dissertação – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006. Disponível em: <www.ppgeu.ufscar.br/dissertacoes-e-teses/dissertacoes/defendidas/2006>. Acesso em: 04/04/2012.

FREDERKING, J. ANALYSIS OF RAINFALL AND ITS INFLOW INTO MOBILE, ALABAMA'S, ESLAVA SEWER SHED SYSTEM. **Southalabama.edu**, Alabama, 2010. Disponível em: <www.usouthal.edu/geography/feearn480/page201010Frederking.pdf>. Acesso em: 13/04/2013.

FREITAS, V.P.; FREITAS, G.P. **Crimes contra a natureza**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 6. ed. 1999, p. 180.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. Brasília:

FUNASA, 2007.

GALINUCCI, R.; GREGÓRIO, R.; NETO, J. C. de S.; SANTOS, A. L. O. S. dos; COSTA, F. de S. Medição de esgoto como ferramenta na gestão do sistema de esgotamento sanitário. In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, XV, 2012, Belo Horizonte – MG. **Anais**. Belo Horizonte: 2012. 1 CD-ROM.

GODOY, A. M. G; LIMA, A. J. de. Água Virtual: Mecanismo de Aprofundamento das Relações Comerciais Desiguais. In: **IV Encontro Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade**. Brasília, 04 maio 2008. Disponível em: <<http://anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT12-793-472-20080504133526.pdf>>. Acesso em: 23/03/2013.

GOLDEN, J. B. An Introduction to Sanitary Sewer Overflows. In: National Sanitary Conference on Sewer Overflows (SS.Os), 1995, Washington DC. Publicação do Seminário, 1996, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory, Center for Environmental Research Information, Cincinnati, Ohio. p. 1-7. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.137.8327&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 02/09/2013.

GUSTAFSSON, L. G. Alternative Drainage Schemes for Reduction of Inflow/Infiltration - Prediction and Follow-Up of Effects with the Aid of an Integrated Sewer/Aquifer Model. In: International Conference on Urban Drainage via Internet, 1, 2000. Disponível em: <http://dhi.fi/uploadpublications/mouseGustafsson_Alternative_Drainage.pdf>. Acesso em: 13/04/2013.

HACH. SITE DA EMPRESA. Estados Unidos da América. Disponível em: <<http://www.hachflow.com/portable/Sigma-910.cfm>>. Acesso em: 21/10/2012.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

HOES, O. A. C.; SCHILPEROORT, R. P. S.; LUXEMBURG, W. M. J.; CLEMENS, F. H. L. R.; VAN DE GIESEN, N. C. Locating illicit connections in storm water sewers using fiber-optic distributed temperature sensing. **Science Direct**, Amsterdã, n. 43, p. 5187-5197, 5 agosto 2009. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 19/08/2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 01/04/2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Censo demográfico de 2010**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=410690&search=parana|curitiba>>. Acesso em: 12/08/2013.

JOHNSON, B. M. S.; DRESSER C.; TUOMARI, M. D. From Theory to Implementation – Finding Illicit Connections. CiteSeerXBeta, Pensilvânia, 1998. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.200.7493&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 08/08/2013.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Associação brasileira de engenharia sanitária e ambiental – ABES, 2011.

KARPF, C.; KREBS, P. Quantification of groundwater infiltration and surface water inflows in urban sewer networks based on a multiple model approach, **ScienceDirect**, Water Research, p. 3129-3136, 2011. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 14/04/2012.

KIM, M.; LEE, J.; LEE. S. The Influence of Storm-Water Sewer Overflows on Stream Water Quality and Source Tracking of Fecal Contamination. *KSCE Journal of Civil Engineering*, v. 6, n. 1, p. 39-44, 2012, Disponível em: <<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs12205-012-1198-0.pdf>>. Acesso em: 20/04/2013.

KRACHT, O; GRESCH, M; GUJER, W. A Stable Isotope Approach for the Quantification of Sewer Infiltration. *Environmental Science & Technology*, Zurique, v. 41, n. 16, p. 5839, 17 julho 2007. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es062960c>>. Acesso em: 10/08/2013.

LEE, J.H.; BACK, C.W.; KIM, J.H.; JUN, H.D.; JO, D.J. **Development of a Decision Making Support System for Efficient Rehabilitation of Sewer Systems**. Seoul Korea: Springer Science + Business Media B.V., 2008.

LA CROSSE TECHNOLOGY. SITE DE EMPRESA. Colorado. Disponível em: <<http://www.lacrossetechnology.com/2812/large.jpg>>. Acesso em: 16/01/13.

MACINTYRE, A. J. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias**. Rio de Janeiro: LTC – Livros técnicos e científicos editora S. A., 1990.

MANUAL DE OBRAS DE SANEAMENTO. SANEPAR. 4. ed. Versão 00. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/informacoes-tecnicas/305>>. Acesso em: 18/06/2013.

METCALF, L; EDDY, H. P. Determination of sewage flowrates. In: **Wastwater Engineering: collection, treatment, disposal**. United States of America: Copyright, 1972. p. 13-45.

METCALF, L; EDDY, H. P. Proyecto de alcantarillas. In: **Tratamiento y depuracion de las aguas residuais**. Tradução de: MONSORIU, J. DE D. T.; ALBERT, L. V.; Barcelona: Editora Labor, 1977. p. 109-133.

METCALF, L; EDDY, H. P. Analysis and Selection of Wastewater Flowrates and Constituent Loadings. In: **Wastewater Engineering Treatment and Reuse**. Revisão: George Tchobanoglous, Franklin L. Burton e H. David Stensel, 4. ed. United States: Mcgraw-Hill Higher Education, 2003. p. 163 - 167.

MONSABERT, S.; THORNTON, P. A Benders Decomposition model for sewer rehabilitation planning for infiltration and inflow planning: *Water Environment Research*, 69 162-7MR/Ap'97.

NIEHAUS, J. P.. Rainfall-Derived Infiltration and Inflow: An Innovative Approach to Removal. In: National Sanitary Conference on Sewer Overflows (SS.Os), 1995, Washington DC. Publicação do Seminário, 1996, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory, Center for Environmental Research Information, Cincinnati, Ohio. p. 310-314. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.137.8327&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 02/09/2013.

NUVOLARI, A.; MARTINELLI, A.; TELLES, D. D.; RIBEIRO, J. T.; MIYASHITA, N. J.; RODRIGUES, R. B.; ARAUJO, R. de. **Esgoto sanitário, coleta transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

OLIVEIRA, W. E.; GAGLIANONE, S.; YASSUDA, E. R.; NOGAMI, P. S.; PEREIRA, B. E. B.; MARTINS, J. A. **Abastecimento de água**. 2. ed. São Paulo, 1976.

PARANÁ, Lei Estadual 12.248, de 31 de julho de 1998. Cria o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da RMC. **Diário Oficial 5305**, 03 de agosto de 1998. Disponível em: <<http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/leie12248-98.pdf>>. Acesso em: 10/04/2013.

PARANÁ, Resolução 021/09, de 22 de abril de 2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências para empreendimentos de saneamento. Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_21_2009_LICENCIAMENTO_PADROES_AMBIENTAIS_SANEAMENTO.pdf>. Acesso em: 09/03/2013.

PARANÁ, SITE DO GOVERNO DO ESTADO. Curitiba, 2013. Disponível em: <www.cidadao.pr.gov.br/modules/categoriascatalogo.phpservico=384&id=e.jpg>. Acesso em: 05/08/2013.

PEREIRA, W; TANAKA, O. K. **Elementos de estatística**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1984.

PEREIRA, J. A. R.; SOARES, J. M. **Rede coletora de esgoto sanitário: Projeto, Construção e Operação**. Belém: NUMA. UFPA, EDUFPA, GPHS/CT, 2006.

POMPÊO, C. A. Drenagem Urbana Sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, v. 5, n. 1, janeiro/março de 2000. p. 15-23. Disponível em <http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/c6be0bdb36e71f441b574b6a63d5a75a_2d24ccc39dcc0666232d4d538fcef31f.pdf>. Acesso em: 06/04/2013.

REBOUÇAS, A.C. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

RECH, A. L. **Água micromedição e perdas**. 2 ed. São Paulo: Scortecci, 1999.

REDA, A. L. de L. Gestão da qualidade da água em sistema fluvial durante tormenta – Parte I: Reconhecendo um problema no sistema de esgoto. In: XIII SIMPEP, 2006, Bauru – SP. Disponível em: <www.simpep.feb.unesp.br/branaisnais_13artigos280.pdf>. Acesso em: 13/04/2013.

REDA, A. L.; PACHECO, C. V.; GIROLDO, F. Z. Gestão da qualidade da água em sistema fluvial durante tormenta – Parte II: Significância da Simulação dinâmica em rios tropicais. In: XIII SIMPEP, 2006, Bauru – SP. Disponível em: <www.simpep.feb.unesp.br/branaisnais_13artigos278.pdf>. Acesso em: 13/04/2013.

RENNER, D. A.; MATTHEWS, K.; MORGAN, G.. The Private Sector and Sanitary Sewer Overflows. In: National Sanitary Conference on Sewer Overflows (SS.Os), 1995, Washington DC. Publicação do Seminário, 1996, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory, Center for Environmental Research Information, Cincinnati, Ohio. p. 174-183. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.137.8327&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 02/09/2013.

REZENDE, S. C.; HELLER, L. **O saneamento no Brasil Políticas e Interfaces**. 2 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. p. 115 – 151.

SANEPAR. SISTEMA DE INFORMAÇÕES DA SANEPAR - SIS. Curitiba, 2012. Banco de dados da SANEPAR.

SANEPAR. BASE CARTOGRÁFICA DO CADASTRO TÉCNICO. Curitiba, 2012. Banco de dados da SANEPAR.

SANEPAR. CADASTRO TÉCNICO. Curitiba, 2012. Banco de dados da SANEPAR.

SANEPAR. INSTRUÇÃO DE TRABALHO – IT/OPE/1580-003. Curitiba, 2012. Instruções Normativas da SANEPAR.

SANEPAR. INSTRUMENTO DE APOIO – IA/OPE/1072. Curitiba, 2012. Instruções Normativas da SANEPAR.

SANEPAR. SITE DA SANEPAR. Curitiba, 2013. Disponível em: <http://educando.sanepar.com.br/ensino_fundamental/o-ciclo-da-%C3%A1gua>. Acesso em: 13/05/13.

SANEPAR. SITE DA SANEPAR. Curitiba. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/sustentabilidade/se-ligue-na-rede>>. Acesso em: 13/05/13.

SANEPAR. SISTEMA DE GERENCIAMENTO COMERCIAL – SGC. Curitiba, 2012. Banco de dados da SANEPAR.

SCHELLART, A. N. A.; SHEPHERD, W. J.; SAUL, A. J. Influence of rainfall estimation error and spatial variability on sewer flow prediction at a small urban scale. **Advances in Water Resources**, journal homepage: www.elsevier.com/locate/advwatres, 45, p. 65-75, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 13/09/12.

SCHUSTER, Z. L. L. **Sanepar ano 30 resgate da memória do saneamento básico do Paraná**. Curitiba: Arché, 1994.

SIGPROM – Sistema integrado de proteção aos mananciais da região metropolitana

de Curitiba. Disponível em: <<http://www.comec.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=40>>. Acesso em: 14/02/2013.

SWAMER, R; THOMPSON, M.. Modeling Inflow and Infiltration in Separated Sewer Systems. In: National Sanitary Conference on Sewer Overflows (SS.Os), 1995, Washington DC. Publicação do Seminário, 1996, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory, Center for Environmental Research Information, Cincinnati, Ohio. p. 16-25. Disponível em: <<http://citeserx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.137.8327&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 02/09/2013.

TANAKA, T. **Instalações Prediais Hidráulicas e Sanitárias**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1986.

TECNIGRAN PROTEÇÃO DE GRÃOS E SEMENTES. SITE DA EMPRESA. Curitiba. Disponível em: <http://www.tecnigran.com.br/html/termonebulizador_pulsfog_k-10_sp.htm>. Acesso em: 02/06/2013.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

TSUTIYA, M. T.; BUENO, R. C. R.; Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgotamento sanitário. In: **Água Latinoamérica**, www.agualatinoamerica.com, v. 4, n. 4, p. 20-25, julho/agosto 2004. Disponível em: <www.agualatinoamerica.com/docspdf070804%20Sanitario%20Brasil_port.pdf>. Acesso em: 13/04/2013

TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 3ªed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **SciELO Brazil Cientific Electronic Library Online**. São Paulo, 2008. Estudos Avançados 22. p. 97-112. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a07.pdf>>. Acesso em: 29/08/2013.

TUCCI, C. E. M. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “Visão Mundial da Água”. **Bahia Análise & Dados**. Salvador, 2003. v. 13, p. 357-370. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd17/cenarioges.pdf>>. Acesso em: 31/08/2013.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Brasília: Ministério das Cidades, 2006).

TUOMARI, D. C.; THOMPSON, S. “Sherlocks of stormwater” Effective investigation techniques for illicit connection and discharge detection. **Water Environment Federation**. Alexandria, v. 16, p. 1252-1259, 01 janeiro 2004. Disponível em: <www.ingentaconnect.com/content/wef/wefproc/2004/00002004/00000016/art00062>. Acesso em: 08/08/2013.

VIANNA, M. R. **Instalações Hidráulicas Prediais**. Belo Horizonte: Imprimatur Artes Ltda, 2004.

WATER RESEARCH CENTRE. A Guide to Short Term Flow Surveys of Sewer Systems. Swindon: Wather Researche Centre, 1987.

WALCH, M. P.; CHRIST, T. J.; LEO, K. S.; ROSS, S. L. Computer Modeling of Sanitary Sewer Overflows Resulting From Peak Flow Conditions. In: National Sanitary Conference on Sewer Overflows (SS.Os), 1995, Washington DC. Publicação do Seminário, 1996, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory, Center for Environmental Research Information, Cincinnati, Ohio. p. 26-41. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.137.8327&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 02/09/2013.

WEYAND, M. Real-time control in combined sewer systems in Germany – some case studies, **Elsevier**, UrbanWater 4, p. 347-354, 2002. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/urbwat>. Acesso em: 14/04/2012.

APÊNDICE

QUESTIONÁRIO DA ABORDAGEM DOMICILIAR PARA MEDIÇÃO DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO RESIDENCIAL

Questionário

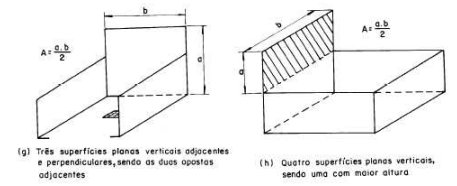
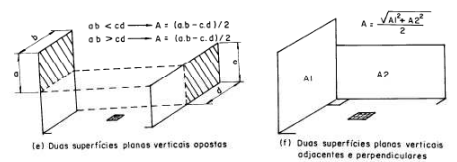
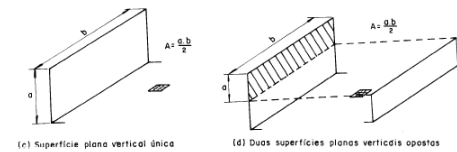
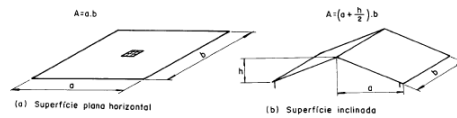
Matrícula: _____ Data: ____/____/____.

Endereço: _____

Nome do Responsável: _____

Sexo: () M () F Idade: _____

Área de Contribuição.



A quantos anos reside nesta residência? _____

Qual é a idade da residência? _____ anos ou não sabe ()

Porquê não regularizou a ligação?

- () Não sabia que estava irregular
- () Não é o proprietário
- () Não tinha dinheiro
- () Acha que o problema não é do morador
- () Como não causa problemas para a própria residência não se interessou
- () Outro _____

Sabe quais os problemas causados pela ligação irregular? () Sim () Não

ANEXO

INSTRUÇÃO DE TRABALHO NÚMERO IT/OPE/1580-003

<small>ASSUNTO</small>	Vistoria em Ligação Predial de Esgoto	 SANEPAR
<small>CÓDIGO</small> IT/OPE/1580-003	<small>DATA APROVAÇÃO</small> 12/6/2012	

OBJETIVO

Definir procedimentos para realizar vistorias em ligação predial de esgoto interligada ou não a rede coletora de esgoto, poços de visita, interceptor e galeria de água pluvial, com corante ou máquina termonebulizadora.

TERMOS/DEFINIÇÕES

RCE: Rede coletora de esgoto

PV: Poço de Visita -Dispositivo destinado à conexão e manutenção de redes coletoras, coletores e interceptores de esgoto sanitário.

LPE: Ligação Predial de Esgoto

VTA: Vistoria Técnica Ambiental

SGC - SISTEMA DE GERENCIAMENTO COMERCIAL: Sistema integrado que tem por objetivo controlar e gerenciar os processos comerciais de água, esgoto, resíduos sólidos e serviços relacionados ao cadastro, comercialização, faturamento, arrecadação, cobrança, relacionamento com o cliente e manutenção de redes.

SGO: Sistema de Gestão/Gerenciamento de Obras

MCP - MICRO COMPUTADOR PORTÁTIL: Equipamento portátil, utilizado para execução dos serviços de leitura e emissão simultânea de contas, em frente à casa do Cliente. É composto por teclado, display, impressora e bateria.

SAR: Solicitação de Ampliação de Rede de água e/ou esgoto a pedido do Cliente.

GAP: Galeria de Águas Pluviais

DTI: DTI - Dispositivo Tubular de Inspeção é o sistema inserido no ramal predial de coleta de esgoto, que permite a introdução de equipamentos de desobstrução e limpeza do mesmo. Também utilizado para vistorias visando verificar a regularidade da ligação predial.

DOCUMENTO(S) RELACIONADO(S)

IA/OPE/1072, IA/COM/0001, IA/COM/0297, IA/COM/0274.

DOCUMENTO(S) COMPLEMENTAR(ES)

ASSUNTO

Vistoria em Ligação Predial de EsgotoCÓDIGO
IT/OPE/1580-003DATA APROVAÇÃO
12/6/2012PÁG. DE
2 6

Lei Estadual 13.331/2001, Lei Federal 8.080/1990, 5.711.

PROCEDIMENTOS**1. AUTORIDADE E RESPONSABILIDADE**

GERENTE RESPONSÁVEL PELA ÁREA OPERACIONAL: Definir as prioridades para execução das Vistorias Técnicas, gerir as ações e resultados da integração com outras instituições públicas, privadas, ONG's e demais áreas da Sanepar.

ÁREA OPERACIONAL DA RCE: Definir as ações das equipes de vistorias, solicitar os serviços, controlar ações e os resultados das equipes de vistorias e das comunicações de irregularidades nas LPE enviadas as instituições públicas relacionadas. Gerir contratos de serviços de terceiros.
ÁREA DE ATENDIMENTO: Solicitar vistoria em ligações prediais de esgoto.

EQUIPE DE VISTORIA: Vistoriar imóveis e notificar o cliente ou responsável pelo imóvel, quando esse apresentar irregularidades na LPE.

ÁREA AMBIENTAL DA UNIDADE: Definir, em conjunto com a área operacional e DMA, as ações de educação socioambiental nas vistorias técnicas. Executar, em conjunto com as demais áreas da Unidade e instituições públicas envolvidas, as ações de educação socioambiental. Controlar as ações e os resultados de educação socioambiental.

ÁREA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL: Definir e executar, em conjunto com as demais áreas envolvidas, o material de divulgação aos clientes, sobre as comunicações para a mídia e a comunicação quando das vistorias com o equipamento termonebulizador.

2 PROCEDIMENTOS

Estabelecer as bacias, sub bacias e micro bacias a serem monitoradas de acordo com o CODOPE de esgoto quando houver a fim de realizar vistorias. Definir as ações prioritárias e as condições para realização das vistorias técnicas. Estabelecer os resultados esperados com a implementação do programa. Definir os indicadores de controle das ações. Garantir todas as etapas desenvolvidas pelo convênio com outras instituições públicas. Analisar mensalmente os resultados das vistorias técnicas e das comunicações, de irregularidades nas LPE, enviadas aos órgãos públicos envolvidos com o programa e determinar, se necessário, ações corretivas.

2.1 DA ÁREA DE ATENDIMENTO

Solicitação de vistoria em ligações prediais de esgoto.

ASSUNTO

Vistoria em Ligação Predial de EsgotoCÓDIGO
IT/OPE/1580-003DATA APROVAÇÃO
12/6/2012PÁG. DE.
3 6

SERVIÇO 8400: Código de serviço do SGC, que se refere a uma solicitação do cliente pelo atendimento personalizado ou 115 para vistoria no imóvel.

SERVIÇO 8402: Código de serviço do SGC, que identifica interligação da ligação em campo sem a devida implantação no cadastro comercial .

SERVIÇOS 8403 e 8421: Códigos de serviço SGC e SGO, que se referem à 1ª vistoria de ligações prediais de esgoto. O código 8403 imprime IA/COM/0001 e 8421 não imprime, apenas registra a baixa de resultado da vistoria.

SERVIÇOS 8405 e 8422: Códigos de serviço do SGC e SGO, que se referem à 2ª vistoria de ligações prediais de esgoto. 8405 imprime IA/COM/0001 e 8422 não imprime, apenas registra a baixa de resultado da vistoria.

SERVIÇO 8407: Código de serviço do SGC para verificar se tem cota para o imóvel ser interligado a RCE.

SERVIÇO 8409: Código de serviço do SGC, que se refere a uma solicitação do cliente pelo atendimento personalizado ou 115 para Orientação técnica.

SERVIÇO 8416: Código de serviço do SGC, que se refere a 3ª vistoria de ligações prediais de esgoto.

SERVIÇO 8417: Código para identificar no SGC, as comunicações enviadas para órgãos públicos.

SERVIÇO 8418: Código de serviço do SGC, que se refere a uma solicitação do cliente pelo atendimento personalizado ou 115 para solicitar verificação de rede de esgoto para a prefeitura liberar alvará de construção.

*SERVIÇO 8419: Código de serviço do SGC, que se refere a uma solicitação do cliente pelo atendimento personalizado ou 115 para solicitar vistoria na ligação de esgoto - efluente não doméstico.

*SERVIÇO 8470: Código de serviço do SGC, que se refere a uma solicitação do cliente pelo atendimento personalizado ou 115 para solicitar vistoria na ligação de esgoto para habite-se com PHS - Ed. Vertical.

*SERVIÇO 8480: Código de serviço do SGC, que se refere a uma solicitação do cliente pelo atendimento personalizado ou 115 para solicitar vistoria na ligação de esgoto esparsa para habite-se com ou sem PHS.

*SERVIÇO 8485: Código de serviço do SGC, que se refere a uma solicitação do cliente pelo atendimento personalizado ou 115 para solicitar vistoria na ligação de esgoto agrupada p/ habite-se com ou sem PHS - cj habitacional - interesse social.

SERVIÇO 8563: Código de serviço do SGC, que refere-se a vistoria em novas ligações de esgoto oriundas de obras.

2.2 DA ÁREA OPERACIONAL DA RCE

Definir as ações para realizar vistorias nas imediações e/ou instalações internas de imóveis, para a correta execução da LPE e/ou RCE.

Firmar convênio com as prefeituras Municipais para a realização do trabalho de despoluição Ambiental, devido a necessidade de troca de documentos e cadastros que possam agilizar o processo e a aplicação de sanções e multas quando for necessário.

Cadastrar no SGO (opção 76 do SGC) as obras de ampliação de redes de esgoto e as ações de vistoria técnicas, identificando o tipo de ocorrência, se OBRAS ou VTA, as localidades,

ASSUNTO

Vistoria em Ligação Predial de EsgotoCÓDIGO
IT/OPE/1580-003DATA APROVAÇÃO
12/6/2012PÁG. DE
4 6

logradouros e/ou matrículas que devem ser contempladas.

Programar serviços com os devidos código de solicitação no SGC on-line e imprimir os respectivos IA/COM/0001 ou os relatórios com os serviços solicitados repassando às equipes de vistorias. Para as ocorrências registradas no SGO, após a identificação das matrículas, emitir relatório de vistoria através da opção 76-04 do SGC.

Imprimir o relatório do MCP com os códigos de anormalidades, identificando as conclusões de obra e programar os códigos de serviços para caracterizar a implantação da LPE esparsa e sua regularidade.

Nas programações de vistorias com o equipamento termonebulizador, devem ser comunicados os clientes envolvidos e o corpo de bombeiros, com detalhamento de mapas da área de abrangência das vistorias, data e hora do início e fim das atividades.

Ao receber o retorno do IA/COM/0001 ou dos relatórios dos serviços de campo, analisar os códigos de resultado da vistoria e proceder da seguinte forma:

Nos casos dos códigos 13, 14, 15, 16, 17, 18, 31, 32, 54 e 71, deve-se aguardar o prazo definido nesta IT e programar a 2ª vistoria.

Após a 2ª vistoria, se for evidenciado a manutenção da ocorrência da irregularidade, deve-se encaminhar comunicação à Vigilância Sanitária Municipal (ou Vigilância Ambiental Municipal) e a Promotoria Pública Estadual, listando os nomes, endereços e as evidências das irregularidades (IA/COM/0297 e/ou fotos).

Todas as comunicações devem ser monitoradas e encerradas após o retorno dos órgãos públicos envolvidos.

Ao identificar irregularidades correspondentes aos demais códigos deve-se, imediatamente após a 1ª vistoria, proceder da seguinte forma:

Nas identificações com os códigos 33, 34, 72, 73 e 74, deve ser programado, através do SGC, os serviços relativos a levantamento de SAR, desobstrução de RCE, levantamento topográfico, padronização da LPE e outros serviços afins. Após a execução dos mesmos, deve ser negociada a comercialização da SAR e/ou programada outra vistoria.

Nas identificações com os códigos 35 e 55, deve ser enviada comunicação a Vigilância Sanitária Municipal (ou Vigilância Ambiental Municipal) e a Promotoria Pública Estadual, para que sejam fiscalizados o código 35 (quanto aos resultados do sistema de tratamento) e o código 55 para que seja exercido, com ação integrada, o poder de polícia.

Nas identificações com os sub códigos 51, 52, 53, 75, 76 e 77 deve ser solicitado, via SGC, à área de cadastro comercial da Unidade responsável pela operação, os serviços de atualização cadastral, cancelamento de ligação e confirmação cadastral. Em caso de identificação com o código 12, deve ser solicitado à área responsável pelo cadastro comercial a implantação da LPE e conseqüente cobrança da tarifa.

Nas identificações com o código 79 devem ser programadas vistorias previamente marcadas com o cliente, ou executá-las aos sábados.

2.3 DAS EQUIPES DE VISTORIAS

Receber o IA/COM/0001, ou relatório com os serviços acima e deslocar-se para campo com os cadastros da RCE e GAP, ferramenta, equipamentos, devidamente uniformizada, mantendo boa aparência, asseio e com crachá de identificação.

Antes de adentrar aos imóveis a equipe deve consultar o Cadastro Técnico de Redes Coletoras

ASSUNTO

Vistoria em Ligação Predial de Esgoto

CÓDIGO

IT/OPE/1580-003

DATA APROVAÇÃO

12/6/2012

PÁG.

5

DE.

6

de Esgoto e localizar os Poço de Visita – PV do trecho a ser vistoriado e os ramais de ligação do imóvel. Verificar se a rede coletora de esgoto está operando em condições normais, isto é, verificar o fluxo do efluente de esgoto, se a rede não está obstruída, danificada, verificar se o ramal de ligação esta em condições de uso.

Identificar-se ao cliente, expor os objetivos do trabalho, entregar materiais explicativos e solicitar cordialmente a autorização para adentrar no imóvel e convidá-lo para acompanhar os trabalhos da equipe no imóvel.

Para a vistoria, identificar, se possível com a ajuda do cliente, todos os pontos que geram esgotos, como: banheiros, cozinhas, lavanderias. Identificar, também, os pontos que coletam as águas pluviais, como: ralos, calhas (externas e internas), caixas no pátio e outros (ex. tubulação de drenagem de terreno e piscinas).

As vistorias devem ser realizadas através de corantes e/ou equipamentos termonebulizadores.

Para vistorias com corante:

Lançar corante nos pontos identificados e aguardar o seu aparecimento no DTI (se existir), ou no PV mais próximo no sentido do fluxo. Se no intervalo de tempo necessário não ocorrer o aparecimento do corante, deve ser considerado que o imóvel não está interligado corretamente a RCE.

Para vistorias com termonebulizador:

Acoplar o equipamento no PV, insuflar a câmara de ar dentro do local de introdução de fumaça até certificar se está hermeticamente fechada. Instalar o areador sob o equipamento acoplado, ligando o motor na bateria do veículo. Acender a chama piloto (serpentina) e deixar aquecer a 300°C. Engatar o bico injetor no acoplamento do equipamento e controlar a introdução de fumaça, através do controle de vazão no gatilho mecânico. Aguardar alguns minutos e identificar se ocorre fuga de fumaça, caso ocorra está caracterizada a irregularidade na LPE e/ou na RCE. As vistorias realizadas devem ser identificadas no IA/COM/0001, ou relatório com os serviços relacionados com códigos solicitados. O resultado das vistoria deve ser anotado no campo RESULTADO DO SERVIÇO do IA/COM/0001 utilizando os códigos previstos no IA/OPE/1072: Após o preenchimento do IA/COM/001, ou relatório com os serviços solicitados, se for constatada a irregularidade, deve ser preenchido todos os campos do IA/COM/0297, em duas vias.

Solicitar a assinatura e entregar a primeira via ao cliente ou um familiar com maior idade. Toda a vistoria que for identificada com irregularidade e não possuir a assinatura de um responsável pelo imóvel, deve ser registrada por foto a irregularidade, e anexada ao IA/COM/0297.

Deve ser elaborado croqui simples no verso do IA/COM/0001. para todas as vistorias que apresentarem irregularidades, indicando a posição do ralo, o ambiente que apresenta problema e a dificuldade que o cliente tem para adequar o ramal predial à ligação. Quando encontrada irregularidade de responsabilidade da Sanepar e/ou Prefeitura, elaborar croqui da situação e informar ao responsável pela RCE. Não vistoriar os imóveis deste trecho.

O resultado final de vistoria deve ser a orientação ao cliente sobre como proceder para regularizar a LPE.

Orientar sobre:

Execução da rede interna de esgoto e sua interligação correta à rede coletora de esgoto.

ASSUNTO

Vistoria em Ligação Predial de EsgotoCÓDIGO
IT/OPE/1580-003DATA APROVAÇÃO
12/6/2012PÁG. DE.
6 6

Execução da rede interna de águas de chuva e sua interligação às galerias de águas pluviais.
 Uso adequado do Sistema de Coleta de Esgoto.
 Desativação de fossas e sumidouros.
 Composição do esgoto doméstico.
 Entrega de folders orientativos de como executar o ramal interno e sua interligação correta à rede coletora de esgoto, conservação ambiental e uso correto da rede de esgoto.
 Entrega de outros folders.
 Sobre as penalidades caso isso venha ocorrer, fato esse que deve ser comprovado por uma segunda vistoria após o prazo fixado.
 Devolver o IA/COM/0001, devidamente preenchido à área responsável pela RCE.

2.4 ÁREA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

Definir as ações de comunicação, divulgação e orientação aos clientes, junto com o responsável pela área operacional da RCE, da área ambiental da Unidade e, quando envolver implantação ou ampliação de sistema, com o gerente da Unidade de Projetos e Obras. Manter contato com os meios de comunicação para disseminar as ações de vistorias técnicas. Elaborar e manter controle das comunicações aos Bombeiros, clientes e meios de comunicação quando da utilização do equipamento termonebulizador.

2.5 DO GERENTE DA UNIDADE DE PROJETOS E OBRAS

Estabelecer, em conjunto com o gerente da unidade operacional, ações prioritárias e as condições para realização das vistorias técnicas. Definir as etapas e as responsabilidades da programação, da fiscalização, da baixa e do controle dos serviços. Definir as ações de educação socioambiental em conjunto com o gerente da unidade operacional e a DMA. Garantir todas as etapas desenvolvidas pelo convênio com outras instituições públicas. Analisar mensalmente os resultados das vistorias e determinar, se necessário, ações corretivas.

3 PRAZOS PARA CORREÇÃO DAS IRREGULARIDADES DETECTADAS

O prazo máximo para correção das irregularidades detectadas durante a realização de vistoria é de:

- Até 60 dias quando a irregularidade for constatada na 1a vistoria;
- Até 30 dias quando a irregularidade for constatada na 2a vistoria;
- Até 30 dias quando a irregularidade for constatada na 3a vistoria.