

JOÃO MARCELO SOARES PEREIRA
RODRIGO ALVES MOREIRA

**MANUAL DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE
ESGOTO SANITÁRIO EM LOTEAMENTO
UTILIZANDO TUBO DE PVC JEI OCRE**

BACHALERADO EM ENGENHARIA CIVIL

DOCTUM - MINAS GERAIS

2015

JOÃO MARCELO SOARES PEREIRA
RODRIGO ALVES MOREIRA

**MANUAL DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTO
SANITÁRIO EM LOTEAMENTO UTILIZANDO TUBO DE
PVC JEI OCRE**

Monografia apresentado à banca examinadora da Faculdade de Engenharia Civil, do Instituto Tecnológico de Caratinga (ITC), da DOCTUM de Caratinga como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Professor Ricardo Botelho Campos.
Disciplina de TCCII.

DOCTUM - CARATINGA

2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por proporcionar saúde e força em todos os momentos de minha vida.

A minha família pelo incentivo, apoio com relação aos estudos, compreensão nos momentos difíceis e ausentes, pelo amor incondicional.

Aos meus amigos que estiveram presentes nesta etapa tão esperada, pela presença em todos os momentos, e pela compreensão em momentos que estive ausente.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Engenharia Civil do ITC, cujos ensinamentos passados contribuíram para a conquista desse objetivo de vida

E a todos que de alguma forma contribuíram e fizeram parte da conquista.

RESUMO

O Sistema de Esgoto Sanitário pertence ao sistema de infraestrutura urbana; seu processo construtivo abrange etapas interdependentes ao funcionamento ideal da rede. O método executivo tradicional das redes coletoras nos loteamentos inicia-se com os serviços preliminares, em seguida a locação de rede, sinalização; escavação, escoramento, regularização, assentamento, juntas, ensaios, ancoragem, ligação predial, reaterro, compactação e serviços complementares; subsequente as etapas de escavação, regularização e instalação dos condutos executa-se os órgãos acessórios como tubo de limpeza, caixa de passagem, poço de vista em seus devidos pontos vide projeto.

Palavras Chaves: Etapas; Método executivo; Loteamento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Rede de esgotamento sanitário. _____	16
Figura 02 - Rede coletora principal. _____	17
Figura 03 - Interceptor no córrego da água da Forquilha. _____	18
Figura 04 - Emissário de Ipanema. _____	19
Figura 05 - Terminal de Limpeza. _____	20
Figura 06 - Caixa de Passagem. _____	21
Figura 07 - Poços de Visita. _____	22
Figura 08 - Poço de Visita de seção uniforme. _____	23
Figura 09 - Poço de Visita com balão. _____	23
Figura 10 - Trecho de uma rede de esgotamento especificando os elementos presentes nesse sistema. _____	25
Figura 11 - Cabeçalho de planilha de cálculo de trecho de uma rede de esgotamento especificando os parâmetros adotados nesse sistema. _____	26
Figura 12 - Erro do nível entre as redes de esgoto sanitário e drenagem urbana com a compatibilização dos projetos. _____	27
Figura 13 - Características técnicas do tubo de PVC rígido com JEI TIGRE. _____	28
Figura 14 - Manuseio incorreto (corte da tubulação) de tubo de esgotamento sanitário. _____	29
Figura 15 - Método de estocagem do tubo PVC rígido com JEI TIGRE, alternando as bolsas. _____	30
Figura 16 - Equipamento topográfico Estação Total. _____	32
Figura 17 - Sinalização da marcação dos PV's. _____	32
Figura 18 - Marcação dos PV's. _____	33
Figura 19 - Marcação da rede em um loteamento. _____	33
Figura 20 - Sinalização da rede coletora em um loteamento. _____	34
Figura 21 - Escavação a céu aberto com auxílio de retro escavadeira. _____	36
Figura 22 - Escavação a céu aberto com auxílio de retro escavadeira. _____	36
Figura 23 - Escoramento tipo pontaleamento em rede de esgotamento em loteamento. _____	37

Figura 24 - Escoramento tipo pontaleteamento. _____	38
Figura 25 - Escoramento contínuo. _____	39
Figura 26 - Escoramento descontínuo. _____	40
Figura 27 - Escoramento especial. _____	41
Figura 28 - Regularização manual do berço. _____	41
Figura 29 - Método da cruzeta. _____	42
Figura 30 - Método do gabarito. _____	43
Figura 31 - Método do ELI - nivelamento pelo logradouro. _____	44
Figura 32 - Método do ELI - nivelamento no interior da vala. _____	44
Figura 33 - Método do ELI - aferição do nível da tubulação no interior da vala. ____	44
Figura 34 - Instalação de rede em loteamento com lastro de brita e com escoramento tipo pontaleteamento. _____	45
Figura 35 - Modelo de solo que receberá Instalação de sistema de coleta em loteamento tipo simples. _____	46
Figura 36 - Nivelamento de rede com escoramento tipo pontaleteamento com fio de náilon para o assentamento da tubulação. _____	47
Figura 37 - Material hidráulico de coleta sanitária sendo alocado nos devidos trechos aptos a instalação da rede. _____	47
Figura 38 - Material hidráulico de coleta sanitária sendo alocado nos devidos trechos aptos a instalação da rede com a junta marcada com linha de náilon vermelha. _____	48
Figura 39 - Trecho de rede onde ocorreu a inserção de elementos inertes a instalação. _____	48
Figura 40 - Tubo de PVC Ocre JEI. _____	49
Figura 41 - Sistema de vedação do Tubo de PVC Ocre JEI. _____	49
Figura 42 - Processo executivo das juntas. _____	50
Figura 43 - Processo executivo das juntas. _____	50
Figura 44 - Processo executivo das juntas a partir do encaixe da ponte e bolsa do tubo em um loteamento. _____	50
Figura 45 - Teste de estanqueidade dentro de um PV em uma rede sanitária em um loteamento. _____	51
Figura 46 - Vista frontal de ancoragem em concreto armado moldada in loco ____	52

Figura 47 - Vista lateral de ancoragem em placas de concreto armado moldada in loco. _____	52
Figura 48 - Ancoragem em placas de concreto armado moldada in loco. _____	53
Figura 49 - Posicionamento da armadura nas fôrmas para a concretagem das ancoragens. _____	53
Figura 50 - Posicionamento da armadura nas fôrmas para a concretagem das ancoragens. _____	53
Figura 51 - Ancoragens sem formas moldadas in loco. _____	54
Figura 52 - Esquema dos órgãos acessórios da rede coletora de esgoto. _____	55
Figura 53 - Descrição de Poço de Visita em projeto. _____	56
Figura 54 - Compactação do berço com equipamento de percussão _____	57
Figura 55 - Berço já compactado, posicionando-se a tubulação a montante para execução. _____	57
Figura 56 - Simbologia das contribuições em uma rede coletora. _____	57
Figura 57 - Poços de Visita in loco com passagem reta. _____	58
Figura 58 - Poço de Visita in loco com uma contribuição e passagem reta. _____	58
Figura 59 - Poço de Visita com balão e chaminé em um loteamento. _____	59
Figura 60 - Poço de Visita com balão e chaminé in loco em um loteamento com rejuntamento de argamassa. _____	59
Figura 61 - Vista interna de poço de visita com balão e chaminé in loco em um loteamento com rejuntamento de argamassa. _____	59
Figura 62 - Armadura da laje de transição. _____	60
Figura 63 - Laje de transição concretada na forma. _____	60
Figura 64 - Laje de transição pronta para ser utilizada em um PV com balão e chaminé. _____	60
Figura 65 - Poços de Visita em loteamento com tampão de ferro fundido. _____	61
Figura 66 - Ramal predial - ligação ortogonal. _____	62
Figura 67 - Ramal predial - ligação ortogonal. _____	62
Figura 68 - Selim 90° Compacto PVC Ocre Anel Bilabial - Coletor de Esgoto Liso. _____	63
Figura 69 - Selim 90° PVC Rígido Ocre Trave e Anéis - Coletor de Esgoto Liso. _____	63

Figura 70 - Ramal predial - ligação vertical. _____	64
Figura 71 - Perfuração no coletor principal. _____	65
Figura 72 - Posicionamento do selim no coletor sanitário. _____	65
Figura 73 - Coletor com selim e curva em um loteamento pronto para a ligação predial. _____	65
Figura 74 - Coletor com ligação predial com selim e curva em um loteamento. ____	65
Figura 75 - Modelo de instalação sanitária de um poço luminar da Copasa. _____	66
Figura 76 - Instalação sanitária de um poço luminar em um loteamento. _____	66
Figura 77 - Cronologia da Instalação de tubo cerâmico em rede predial. _____	67
Figura 78 - Assentamento da tubulação tipo apoio direto. _____	68
Figura 79 - Reaterro da tubulação de esgotamento e compactação manual em rede de loteamento. _____	68
Figura 80 - Reaterro da tubulação de esgotamento e compactação manual em rede de loteamento. _____	68
Figura 81 - Compactação da vala utilizando compactador de percussão. _____	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Índice de atendimento urbano com água e esgoto. _____	15
Tabela 02	Relação do diâmetro da manilha para o comprimento da chaminé do PV. _____	59
Tabela 03	Lista de materiais do modelo de ligação predial da COPASA. _____	66

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

PV	Poço de visita
TL	Tubo de Limpeza
CP	Caixa de passagem
SES	Sistema de esgoto sanitário
BL	Boca de lobo
JEI	Junta Elástica Interna
UTM	Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO. _____	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA. _____	13
2.1	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO. _____	13
2.2	TIPOS DE SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO. _____	14
2.3	ELEMENTOS DO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO. _____	15
2.3.1	COLETOR. _____	16
2.3.2	INTERCEPTOR. _____	17
2.3.3	EMISSÁRIO. _____	19
2.3.4	ÓRGÃOS ACESSÓRIOS À REDE COLETORA. _____	19
3	METODO EXECUTIVO DA REDE COLETORA. _____	24
3.1	MÉTODOS TRADICIONAIS. _____	24
3.1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES - ESTUDO DOS PROJETOS. _____	24
3.1.2	SERVIÇOS PRELIMINARES - MATERIAL. _____	28
3.1.3	LOCAÇÃO DA REDE. _____	31
3.1.4	SINALIZAÇÃO. _____	34
3.1.5	ESCAVAÇÃO. _____	35
3.1.6	ESCORAMENTO. _____	36
3.1.7	REGULARIZAÇÃO DO BERÇO. _____	41
3.1.8	MÉTODOS DE ASSENTAMENTO. _____	42
3.1.9	INSTALAÇÃO DA REDE. _____	45
3.1.10	EXECUÇÃO DAS JUNTAS. _____	49
3.1.11	ANCORAGEM. _____	51
3.1.12	COMPONENTES DA REDE. _____	54
3.1.13	REATERRO E COMPACTAÇÃO. _____	67
4	CONCLUSÃO. _____	70
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. _____	71
	ANEXO. _____	74

1 INTRODUÇÃO

O Sistema de Esgoto Sanitário é um componente importante na rede de infraestrutura urbana devido sua relevância no sistema sanitário, desde sua coleta até a destinação final. O método tradicional de execução da rede como apresenta a ABNT NBR 9814 (1987) busca delimitar e denominar qual a área, ou quais são os pontos possíveis de interferência no traçado, para posteriormente iniciar a sinalização e a locação.

O sistema de esgotamento sanitário em loteamento como cita o autor Nuvolari (2003), trata-se de uma tubulação que funciona por gravidade e qualquer interferência que se interponha no caminho previsto pode inviabilizar o que foi projetado.

A execução de uma rede de sistema de esgoto sanitário como descreve a Companhia de Saneamento de Sergipe (2006) deve ter auxílio de equipamentos topográficos, equipamentos empíricos, projeto detalhado *in loco*, ferramentas e máquinas adequadas para executar de forma correta evitando e solucionando as interferências decorrentes no processo construtivo.

A construção da rede de esgotamento sanitário não utiliza equipamentos específicos que garantam o funcionamento ideal, busca-se empregar métodos empíricos com o auxílio de equipamentos topográficos; devido essas falhas ainda acontecerem atualmente, deve-se identificar métodos e ferramentas para uma maior linearidade do processo construtivo das redes.

O trabalho apresenta a rede de esgotamento sanitário em loteamento com recobrimento mínimo baseado na ABNT NBR 9649:1986 "Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário" e seus órgãos acessórios necessários para implantação; serão todos identificados ao processo executivo, relacionando ao uso de equipamentos topográficos e empíricos, fiscalização da mão de obra na locação, alinhamento e montagem da rede.

A pesquisa coletou os dados a partir de revisão bibliográfica, onde serão especificados os aspectos e os fatores construtivos ao bom funcionamento da rede.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O Sistema de Esgoto Sanitário como descreve Crespo (1997) é um conjunto de elementos que tem por objetivo a coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgoto doméstico quanto do lodo resultante.

A coleta e destinação final do esgoto transcende a necessidade humana de evolução. A origem das redes de esgotamento sanitária apresentado por Alem Sobrinho (2000) é datado do século VI antes de Cristo, na Cloaca Máxima de Roma, considerado o primeiro sistema de esgoto planejado e implantado do mundo.

Na era medieval como apresenta Alem Sobrinho (2000) após a queda do império romano, houve sistemas similares de esgotamento, mas o crescimento demográfico pelo continente europeu culminou em um problema de geração e deposição final dos resíduos, juntamente com as epidemias no século XIX, foram fundamentais para a alteração do paradigma de deposição e coleta dos esgotos.

Em 1842 na Alemanha, na cidade de Hamburgo como cita Alem Sobrinho (2000) ocorreu um dos mais significativos avanços relacionados a concepção e construção da rede sanitária. O sistema de esgoto recebia contribuições pluviais, domésticas e eventualmente industriais, denominado posteriormente de sistema unitário; o sistema acabou sendo inserido em grandes centros urbanos como Boston (1833), Rio de Janeiro (1857), Paris (1880), Buenos Aires, Viena, etc.

Em 1879 nos Estados Unidos, na cidade de Memphis, como descreve Alem Sobrinho (2000) o Eng. George Waring foi contratado para projetar a rede de esgotamento da cidade, após concluir que era inviável a adoção da rede sanitária com contribuição pluvial e de esgoto, sugeriu a separação das águas residuárias das águas pluviais, sendo denominado posteriormente como sistema separador absoluto. Após a criação desse sistema houve grande adesão para a implantação desse modelo de rede coletora.

2.2 TIPOS DE SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO

O sistema de esgoto apresentado nos loteamentos é o sistema separador absoluto, sistema que ocorre a separação das redes coletoras, subdividas em pluvial, residuárias e de água.

A rede de esgoto sanitário mais empregada no Brasil é o sistema separador absoluto, mas existem outros dois modelos de destinação dos esgotos urbanos.

O sistema de esgoto urbanos como apresenta Tsutiya (2008) pode ser de três tipos; sistema unitário, sistema separador absoluto e sistema separador parcial.

O sistema unitário como cita Tsutiya (2008) é a veiculação das águas residuárias, águas de infiltração e águas pluviais em uma única tubulação interligada a tanques de equalização ou limita-se a vazão afluyente nas estações de tratamento de esgoto (ETES). Esse sistema é altamente difundido na Europa; um dos fatores relevantes no emprego desse sistema é o índice pluviométrico ser baixo considerando países tropicais.

O Sistema separador absoluto como descreve Tsutiya (2008) é a separação das tubulações de águas residuárias e águas pluviométricas. No Brasil utiliza-se o sistema separador absoluto, por orientação de Saturnino de Brito.

O Sistema separador parcial é um sistema único das águas residuárias e de infiltração. "Portanto, no sistema separador parcial o sistema de esgotos urbanos é, também, constituído de redes de esgoto e de galerias de águas pluviais." (Tsutiya, 2008, p. 90).

O Brasil apresenta um índice insuficiente em relação à coleta de esgoto, comparado com a produção de resíduos sólidos, "esses números indicam que muitas obras de coleta e transporte de esgoto deverão ser construídos no país, para a melhoria de qualidade de vida de sua população." (Alem Sobrinho, P. ; Tsutiya, M. T. 2000, p. 4).

A tabela 01 mostra os índices de saneamento básico no Brasil em 2005, relatando-se o quão incipiente¹ ainda é tratado essa questão no país comparado ao abastecimento de água.

Tabela 01 - Índice de atendimento urbano com água e esgoto.

TABELA - Índices de atendimento urbano com água e esgotos pelos prestadores de serviços, segundo a região geográfica. (SNIS, 2005)			
Região	Índice de atendimento urbano (%)		
	Água (%)	Coleta de esgotos (%)	Tratamento dos esgotos gerados (%)
Norte	68,5	6,7	10,0
Nordeste	98,6	26,7	36,1
Sudeste	96,8	69,4	32,6
Sul	100,0	33,7	25,3
Centro-Oeste	100,0	45,4	39,7
Brasil	96,3	47,9	31,7

Fonte: TSUTIYA, 2008, p. 91.

2.3 ELEMENTOS DO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO

A rede coletora de esgoto como descreve Crespo (2003) é composta de coletores, interceptores, emissários, poços de visita (PV's), terminal de limpeza (TL), caixa de passagem (CP), tubo de queda podendo conter extravasores, dissipadores de energia, sifões invertidos e travessias.

A Figura 01 apresenta um trecho de rede coletora de uma cidade, representando os componentes do sistema, observa-se a interligação desde a ligação domiciliar a rede coletora ao de rua ao coletor tronco sendo intercedido pelos poços de visita, que encaminham os efluentes ao interceptor que encaminhará ao emissário representado na imagem pela estação de tratamento.

¹ Incipiente: Insignificante.

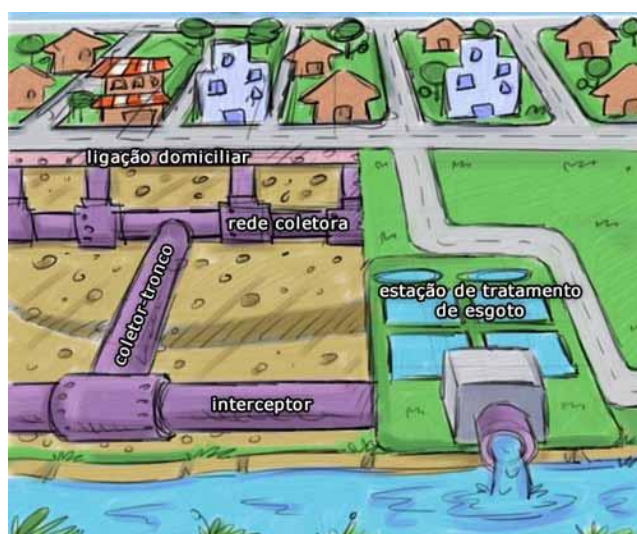


Figura 01 - Rede de esgotamento sanitário.
Fonte: SABESP, 2014.

A rede de esgotamento sanitário em loteamento apresenta coletores, interceptores, emissários, poços de visita, terminais de limpeza, caixas de passagem. Esses componentes serão abordados a seguir, conceituando-se e demonstrando-se o processo executivo de cada elemento.

2.3.1 Coletor

Os coletores são redes de captação de resíduos sólidos domésticos ou industriais. A rede coletora é um "conjunto constituído por ligações prediais, coletores de esgoto, e seus órgãos acessórios." (ABNT NBR 9649. 1986, p. 1). O coletor pode ser subdividido em predial, passeio, rua ou tronco.

O coletor predial é um "trecho de tubulação compreendido entre a última inserção de subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga, ou caixa de inspeção geral e o coletor público ou sistema particular." (ABNT NBR 8160, 1999.p. 2). Esse componente da rede de esgoto deve respeitar "diâmetro mínimo de 100 mm e em toda mudança de direção deverá ter caixa de passagem." (Crespo, 1997, p.22/23).

O coletor de passeio é instalado em profundidades rasas "no mínimo a 0,60m, com diâmetro de 100mm, deverão possuir caixas de inspeção nas extremidades de

cada trecho". Os coletores de rua descarregam diretamente no PV mais próximo." (Crespo, 1997. p. 24).

O coletor de rua é o componente responsável pela coleta dos resíduos sólidos domiciliares.

No passeio, em frente ao domicílio, a Concessionária de Esgoto instala o chamado, poço luminar. Trata-se de uma canalização de 100 mm, com tampa de ferro fundido, ou outro material, no nível da superfície do passeio. O objetivo desse dispositivo é desobstruir eventuais entupimentos no ramal domiciliar. (CRESPO, 2003, p. 25.)

O coletor principal é o responsável pela coleta dos lançamentos dos coletores de rua. "Essas canalizações lançam o esgoto diretamente no PV mais próximo." (Crespo, 1997. p. 25).

A Figura 02 apresenta um coletor principal assentado sobre britas, em uma vala escorada tipo pontaleteamento.



Figura 02 - Rede coletora principal.
Fonte: SABESP, 2014.

2.3.2 Interceptor

O interceptor é um dos componentes do sistema de esgotamento, Tsutiya (2008) caracteriza como uma canalização que recebe coletores ao longo do seu

comprimento, sua localização é limítrofe² a cursos de água ou lagos, não recebendo ligações prediais diretas. O interceptor como descreve ABNT NBR 12207 (1992) é um conduto cuja função é receber e transportar o esgoto sanitário coletado, caracterizada pela defasagem das contribuições, da qual resulta o amortecimento das vazões máximas.

A implantação do interceptor são necessárias alguns requisitos citados pela ABNT NBR 12207 (1992) como levantamento cadastral de interferências, acidentes e obstáculos, tanto superficiais como subterrâneos, sondagens de reconhecimento da natureza do terreno e níveis do lençol freático, na faixa da diretriz³ provável do interceptor.

A Figura 03 mostra a etapa final do processo executivo de um interceptor que encaminhará as contribuição ao córrego da água da forquilha.



Figura 03 - Interceptor no córrego da água da Forquilha.
Fonte: DAE. 2014.

² Limítrofe: Próximo.

³ Diretriz: Linha que determina o traçado da rede coletora.

2.3.3 Emissário

O emissário apresentado por Crespo (1999) é um componente da rede sanitária onde destina-se as águas residuárias a estação de tratamento ou no corpo de água receptora como um rio, córrego ou mar.

A ABNT NBR 9649 (1986) cita que é uma tubulação que recebe esgoto exclusivamente na extremidade montante.

A Figura 04 apresenta o emissário de Ipanema, ponto de destinação final dos resíduos sanitários gerados na região litorânea.



Figura 04 - Emissário de Ipanema.
Fonte: Aquaflux, 2012.

2.3.4 Órgãos Acessórios à rede coletora

Os órgãos acessórios como descreve Tsutiya (2008) são dispositivos desprovidos de aparato mecânico localizados em pontos singulares por necessidade construtiva como terminal de limpeza (TL), caixa de passagem (CP) e poço de visita (PV).

2.3.4.1 Terminal de Limpeza (TL)

O terminal de limpeza é um "dispositivo que permite introdução de equipamentos de limpeza, localizado na cabeceira de qualquer coletor." (ABNT NBR 9649. 1986, p. 2).

O TL é um dispositivo que tem como finalidade ser um meio facilitador para retirada de possíveis dejetos orgânicos ou inorgânicos inertes na rede que impossibilitam a fluência da mesma.

A Figura 05 esquematiza o TL em planta baixa e os seus modelos respectivos de plástico, concreto e de alvenaria e suas dimensões dos componentes segundo ZAMBON (2015).

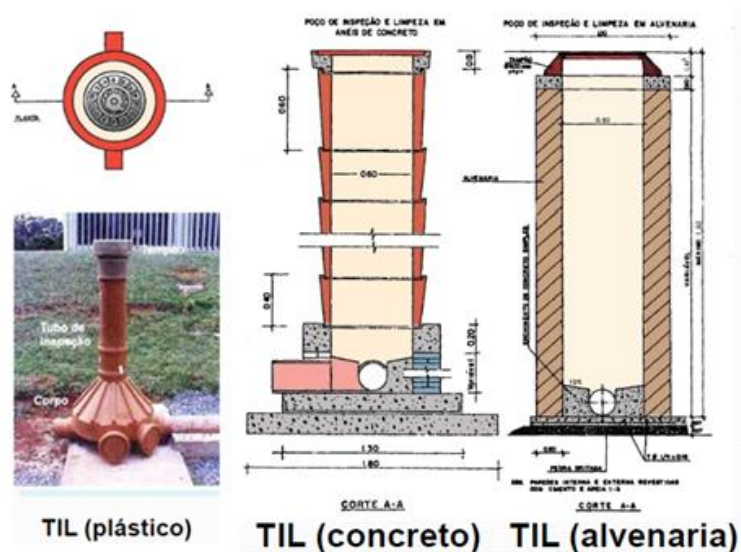


Figura 05 - Terminal de Limpeza.
Fonte: ZAMBON, 2015.

2.3.4.2 Caixa de Passagem (CP)

A caixa de passagem é um dos componentes da rede coletora de esgoto, a ZAMBON (2015) cita que é uma câmara sem acesso localizada em pontos de curva, mudanças de declividade e material.

A Figura 06 apresenta uma Figura esquemática de uma caixa de passagem, seus elementos e dimensões mínimas aceitas que caracterizam o órgão acessório.

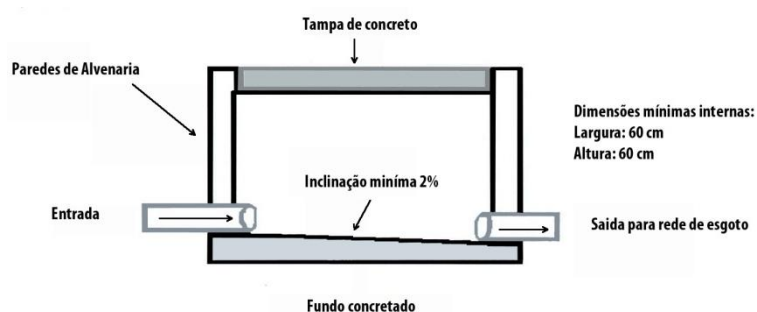


Figura 06 - Caixa de Passagem.
Fonte: DMAE, 2014.

2.3.4.3 Poço de Visita (PV)

O poço de visita é um órgão acessório da rede de esgoto. O PV é uma "câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, destinada à execução de trabalhos de manutenção." (ABNT NBR 9849, 1986. p.2).

O PV deve ser previsto de acordo com Crespo (1997), na intercessão de dois ou mais coletores, mudança na direção, declividade, diâmetro e material do coletor; no início dos coletores e no ingresso e na saída dos sifões e das travessias.

A Figura 07 apresenta os modelos descritos pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), detentora dos direitos de regulamentação e prestação de serviço em muitos municípios de Minas Gerais na área de saneamento concomitante ao de abastecimento de água.

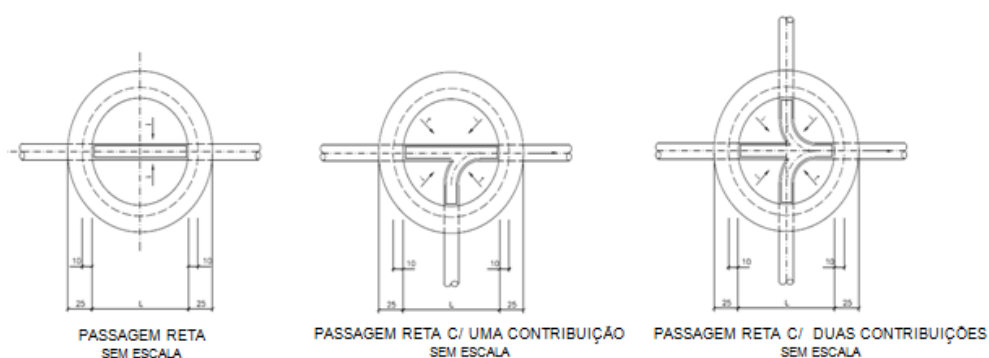


Figura 07 - Poços de Visita.
Fonte: COPASA, p.39 e p. 62.

O PV pode ser caracterizado de algumas formas devido as profundidades das valas de cada órgão acessório. Os PV's podem ser identificados de seção uniforme, com balão e chaminé e com tubo de queda como cita a ABNT NBR 9814 (1987). Os componentes dos poços de visita como apresenta Crespo (1999) como o balão que é um componente que permite a movimentação do operador, o diâmetro depende do numero de contribuições e sua altura é em torno de 1,80 m; a chaminé é um acesso cilíndrico ao prestador de serviço e diâmetro de 0,60 m e o tubo de queda é um acessório de esgotamento quando ocorre desnível entre uma tubulação jusante para a tubulação a montante.

O PV de seção uniforme não existe a diminuição do vão para a chaminé e é mais indicado para profundidades de até 2,50m. O PV com balão e chaminé a partir de 2,50m de profundidade. O tubo de queda deve ser instalado quando "o coletor afluente apresentar degrau com altura maior ou igual a 0,50m." (ABNT NBR 9649.1986, p. 3).

A Figura 08 mostra o modelo de poço de visita de seção uniforme, com suas dimensões e especificações de seus componentes construtivos normatizados e exigidos pela Copasa.

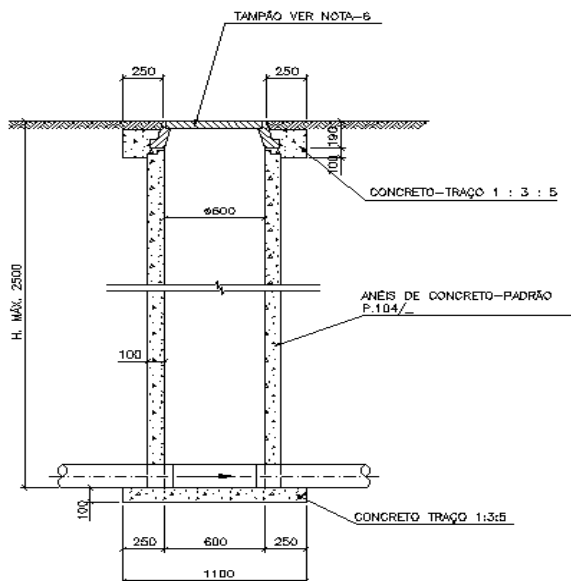


Figura 08 - Poço de Visita de seção uniforme.
Fonte: COPASA, p.39 e p. 62.

A Figura 09 apresenta o modelo de poço de visita com balão, com suas dimensões e especificações de seus componentes construtivos normatizados e exigidos pela Copasa.

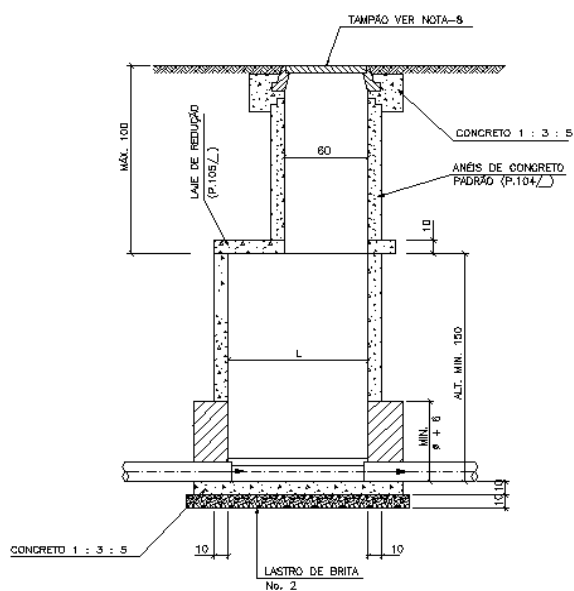


Figura 09 - Poço de Visita com balão.
Fonte: COPASA, p.39 e p. 62.

3 METODO EXECUTIVO DA REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O sistema de esgotamento funciona por gravidade e qualquer interferência pode inviabilizar o processo construtivo. Como lembra a ABNT NBR 9814 (1987), a rede apresenta algumas etapas como locação, sinalização, escavação, escoramento, esgotamento, assentamento, juntas, reaterro, ensaios. A seguir será descrito cada elemento do sistema de implantação da rede de esgoto sanitário em loteamento.

3.1 MÉTODOS TRADICIONAS

A concepção da rede de esgoto como destaca a ABNT NBR 9648 (1986), deve inicialmente levar em consideração plantas topográficas da área de abrangência, dados dos recursos hídricos (relevo do solo, informações meteorológicas, informações geológicas, informações fluviométricas e corpos receptores existentes e prováveis), dados demográficos disponíveis e sua distribuição espacial, cadastro do sistema existente (abastecimento de água, drenagem de esgoto pluvial e disposição de resíduos sólidos) e interferências.

3.1.1 Serviços Preliminares - Estudo dos projetos

O primeiro passo antes da implantação do sistema de esgotamento é a leitura do projeto, conferindo-se pelo projetista possíveis interferências na compatibilização das redes de infraestrutura superficiais ou subterrâneas que possam inviabilizar durante a elaboração. Para não haver erros que prejudiquem as etapas executivas subsequentes, em casos excepcionais como descrito por Tsutiya (2008) o executor

em conformidade com o projetista pode alterar componentes da rede antes de se começar o sistema de esgotamento.

O projeto do SES contém todas as informações necessárias para locação da rede, como o sentido do escoamento, declividade da tubulação, cotas de valas, etc.

A prancha principal em loteamento contém a representação de toda a rede, indicando o ponto inicial até o emissário final.

A Figura 10 está representando uma rede de esgotamento sanitário e os elementos presentes, especificando-se cada dado com seu significado em projeto; observa-se que o trecho de uma rede de esgotamento respeita o recobrimento mínimo da ABNT NBR 9649 (1986), devido a norma apresentar que o recobrimento não deve ser inferior a 0,90 m para coletor assentado no leito da via de tráfego, ou a 0,65 m para coletor assentado no passeio.

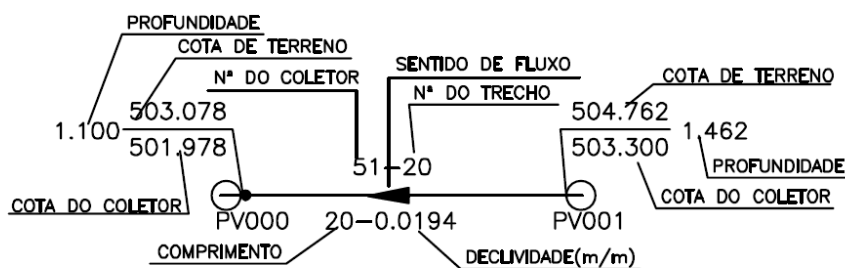


Figura 10 - Trecho de uma rede de esgotamento especificando os elementos presentes nesse sistema.
Fonte: Acervo dos autores.

Outro elemento presente na concepção do projeto do sistema de esgoto é o memorial descritivo como descreve Alem Sobrinho (2000), a partir dele são tomadas diretrizes e parâmetros para a formação do projeto, descrevendo-se dados sobre o empreendimento, quantitativos de material, elementos do projeto, contendo-se especificações de atividades executivas e conceitos dos elementos e órgãos acessórios da obra, informações de cálculo a partir de planilhas demonstrando-se resultados concebidos pelo projetista e dados que foram adotados, em conformidade com detentora dos direitos regulamentares regionais do sistema de esgoto.

A Figura 11 foi elaborada pelos pesquisadores a partir dos parâmetros da ABNT NBR 9649; este cabeçalho é um modelo de planilha para cálculo de rede, deve-se preencher cada coluna do cabeçalho pelo respectivo dado do sistema de esgotamento, mas deve-se preencher a cada trecho de rede.

Acessório Montante	Acessório Jusante	Trecho Número	Extensão (m)	Contribuição do Trecho (l/s)	Vazão de Cálculo (l/s)	Diâmetro (mm)	Declividade (m/m)	Cota Colet. Montante (m)	Cota Colet. Jusante (m)
			(m)	(l/s)	(l/s)	(mm)	(m/m)	(m)	(m)
Prof.Colet. Montante (m)	Prof.Colet. Jusante (m)	H/D	ÂNGULO TETA	RAIO HIDR.	LAM (y/d)	VELC (m/s)	TENS TRAT. (Pa)	OBS	

Figura 11 - Cabeçalho de planilha de cálculo de trecho de uma rede de esgotamento especificando os parâmetros adotados nesse sistema.

Fonte: Acervo dos autores.

Posteriormente à verificação do projeto, deve-se conferir o nível do greide⁴ da rua *in loco*, com as referências estabelecidas em projeto com o perfil altimétrico.

O perfil altimétrico é um elemento de projeto onde pode-se obter algumas informações como comprimento do trecho, diâmetro da tubulação, numero dos PV a jusante e a montante, declividade, vazão e o tipo de material, que no caso das redes de esgotamento sanitário em loteamento será utilizado PVC Ocre JEI.

O perfil altimétrico, constante no Anexo A, formulado pelos autores refere-se a rede de esgotamento que será implementada pela na cor azul claro, o nível do terreno em projeto na cor roxa e o nível verificado em loco na cor azul. O erro apresentado mostra algumas diferenças entre o greide *in loco* com o projeto que poderia acarretar alguns problemas nas etapas de terraplanagem e assentamento da tubulação prejudicando a logística para a montagem da rede de esgotamento.

Os erros na etapa de movimentação de solo prejudicam as etapas executivas, podendo ocasionar uma rede rasa ou uma rede profunda dependendo do trecho e do nível da tubulação dimensionado para o logradouro.

As visadas⁵ para nivelamento do berço da vala e conferência da declividade da tubulação também acontecem nessa etapa de aferição para implantação da rede.

⁴ Greide: série de cotas que caracterizam o perfil longitudinal de uma via.

A Figura 12 apresenta o projeto de drenagem sobreposto ao SES onde pode-se analisar que no trecho 1-1 a cota de fundo da vala do SES no PV 01 é 598.25, já o PV 10 da rede de drenagem que irá receber os ramais de BL está com a cota de fundo de 598,00. A partir desta análise pode-se concluir que a rede do SES terá uma interferência pelo ramal de drenagem de diâmetro de 400 mm, impedindo o processo construtivo.

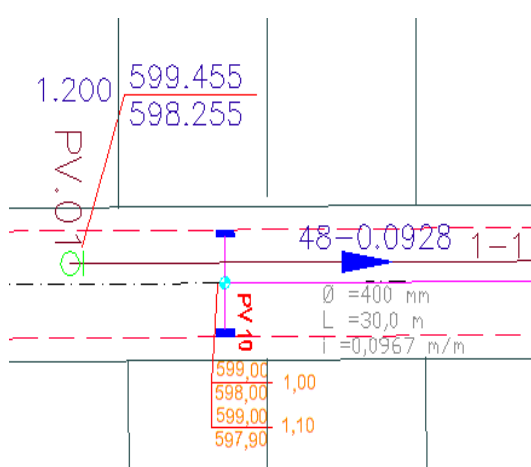


Figura 12 - Erro do nível entre as redes de esgoto sanitário e drenagem urbana com a compatibilização dos projetos.
Fonte: Acervo dos autores.

A relevância na relação entre os sistemas de infraestrutura urbana são fundamentais para a linearidade entre as redes, desde sua concepção, execução e funcionamento.

⁵ Visadas: Ponto de referência para nivelamento do solo.

3.1.2 Serviços Preliminares - Material

A execução das redes de esgoto descrito por Alem Sobrinho (2000) podem ser realizadas com condutos cerâmicos, de concreto simples, concreto armado e de PVC rígido com JEI.

3.1.2.1 Características do material

Os tubos de PVC rígido com JEI são os mais utilizados, como a norma técnica da TIGRE (2008) descreve devido ao melhor desempenho hidráulico, maior produtividade, o conduto é fabricado em peças de 6 m, a tubulação tem melhor controle de estanqueidade devido ao sistema de junta elástica e resistência mecânica.

A Figura 13 demonstra as características técnicas do PVC com JEI TIGRE, suas propriedades mecânicas e físicas que justificam os benefícios na utilização do conduto para as redes de esgotamento sanitário como cita a TIGRE (2013).

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- Fabricados em PVC rígido;
- Sistema de junta elástica integrada (JEI)*;
- Anéis de borracha JEI fabricados em borracha SBR;
- Cor ocre;
- Diâmetros nominais (bitolas) DN 100 a DN 400;
- Dimensionados para trabalharem enterrados e sem pressão (conduto livre);
- Temperatura máxima de condução dos despejos de 40°C;
- Coeficiente de rugosidade (Manning): $n=0,010$;
- Tubos nas opções - parede maciça e dupla parede (liso internamente e corrugado externamente, somente DN 150);
- Classe de rigidez tubos, conforme tabela abaixo:
- Resistência a impacto conforme NBR 7362-1;
- Resistência a compressão diametral.

DIMENSÕES		
Tubo	Diâmetro nominal (DN)	Classe de Rigidez (CR)
Parede maciça - NBR 7362-2 Tubo Coletor Esgoto JEI	DN 100 a DN 200	2500 Pa
	DN 250 a DN 400	3200 Pa
Dupla parede - NBR 7362-2 Tubo Coletor Esgoto Corrugado JEI	DN 150 a DN 400	5000 Pa

Figura 13 - Características técnicas do tubo de PVC rígido com JEI TIGRE.

Fonte: TIGRE, 2013.

3.1.2.2 Método de compra

A etapa de compra do material para implantação da rede se inicia com a consulta do memorial descritivo do projeto para que seja obtido o quantitativo do sistema como apresenta Tsutiya (2008).

O projeto de esgotamento sanitário é elaborado a partir de uma concepção inicial baseado nos parâmetro da ABNT NBR 9648 (1986); mas o projeto em si é passível de influências externas que devem ser consideradas para que se possa otimizar o processo de implantação e construção da rede.

O processo de compra observado pelos pesquisadores deve-se considerar um acréscimo mínimo de 5% de todos os materiais hidráulicos, entre tubos, conexões, colas; devido a possibilidade de perdas através do manuseio incorreto, transporte e armazenamento como cita a ABNT NBR 9814 (1987), defeitos e a falta de consideração em relação ao gasto de material hidráulico para a declividade média de cada trecho da rede.

A Figura 14 demonstra um tipo de perda de conduto sanitário devido ao manuseio incorreto da tubulação, a ABNT NBR 7367 (1988) enfatiza que deve-se zelar pela deposição e manuseio do material, mas incidentes como esse são comuns e atemporais durante o processo executivo, sendo necessário considerar perdas na etapa de suprimento.



Figura 14 - Manuseio incorreto (corte da tubulação) de tubo de esgotamento sanitário.
Fonte: Acervo dos autores.

3.1.2.3 Estocagem

O armazenamento dos condutos é um dos fatores que influenciam a etapa de compra dos materiais; a ABNT NBR 9814 (1987) descreve que a rede de esgoto sanitário apenas pode ser iniciada quando todos os componentes de execução do sistema de coleta estejam disponíveis na obra. Devido a grande quantidade de materiais que demanda uma rede coletora, a ABNT NBR 7367 (1988) apresenta que o construtor deve prever um abrigo para estocagem de tubos, conexões e componentes da rede, considerando um local ao abrigo do sol, lugar plano, armazenamento sobre tablado de madeira ou pranchões de madeira 0,10 m de largura espaçados em 0,20 m no máximo, os condutos devem ser colocados alternando-se as bolsas, a altura máxima de 1,80 m para empilhamento da tubulação, para facilitar a colocação e retirada dos tubos. Dependendo do fabricante do material, fornece o próprio manual, como o tubo rígido com JEI da Tigre que se baseia na ABNT NBR 7367 (1988).

A Figura 15 esquematiza como deve-se estocar os tubos de PVC rígido com JEI TIGRE alternando as bolsas dos condutos, preservando as pontas e bolsas das tubulações de possíveis deformações pelo peso próprio dos materiais.

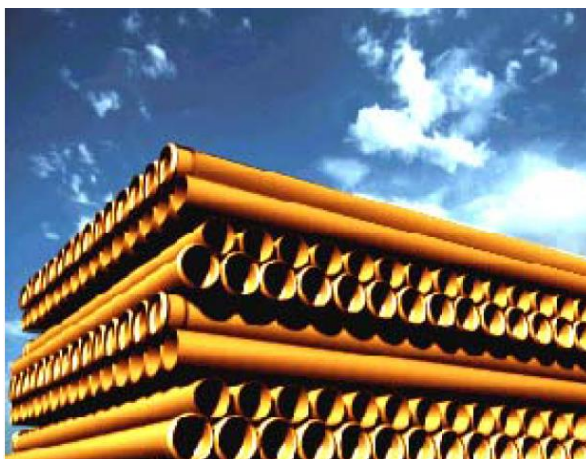


Figura 15 - Método de estocagem do tubo PVC rígido com JEI TIGRE.
Fonte: TIGRE, 2013.

3.2 Locação da rede

As construções das redes de esgoto se iniciam com a verificação do projeto planialtimétrico e posteriormente com a locação das valas e sinalização.

O construtor da rede sanitária tendo em mãos o projeto como apresentado pela ABNT NBR 9814 (1987) deve reconhecer o local de implantação da obra, providenciando-se o adensamento da rede de RRNN (referência de nivelamento), implantando no mínimo um RN secundário por quadra, e PVs (pontos de segurança) em pontos notáveis da via pública não sujeitos a interferência da obra, pelo menos nos cruzamentos; restabelecer a locação primeiro reconstituindo os piquetes do eixo da vala e do centro de PVs (poços de visita) e demarcar no terreno as canalizações, dutos, caixas, etc., subterrâneos, interferentes com a execução da obra, quando são conhecidos.

A locação influi diretamente na concepção e ao bom funcionamento da rede.

Diante deste fato, é necessário que a marcação do eixo das valas, onde serão executadas as redes, seja bastante preciso, pois se a locação for realizada sem o devido cuidado e perícia pela topografia, as redes poderão ficar fora do alinhamento invadindo terrenos ou se sobrepondo às demais redes que virão a ser executadas. (SARMENTO, A. P. *et al.* 2014, p.62)

A locação utiliza aparatos técnicos que auxiliam na demarcação do SES. A vala deve ser sempre demarcada por topógrafos com as coordenadas UTM⁶ cadastradas do terreno que será implantado a rede.

A Figura 16 apresenta a estação total, um dos equipamentos utilizados para marcação das valas, altamente preciso, mas necessita-se de profissional especializado para extrair os dados técnicos para os devidos fins da locação.

⁶ UTM: Sistema de coordenadas cartesianas bidimensional para dar localizações na superfície.



Figura 16 - Equipamento topográfico
Estação Total
Fonte: Acervo dos autores.

Durante a locação, o topógrafo deverá demarcar os PV para definir o alinhamento e sempre deve-se marcar o centro das valas a partir desses pontos. A partir da marcação dos poços de visita e centro das valas deve-se marcar os ramais sanitários.

A Figura 17 mostra o procedimento executivo de locação da rede sanitária de um loteamento. A técnica construtiva utilizada para locar a rede é o uso de piquetes, relacionando as referências em projeto para sua identificação posterior.



Figura 17 - Sinalização da marcação dos PV's.
Fonte: Acervo dos autores.

O alinhamento das valas inicia-se com a marcação das valas com uma linha de náilon e com cal, fazendo-se um círculo onde serão os PV's para referência dos operadores das máquinas de remoção do solo.

A Figura 18 e Figura 19 mostram o procedimento construtivo, onde referencia-se os poços de visita com cal para melhor aferição e diminuição de erros no alineto e maior rendimento e qualidade do serviço prestado pelos operadores.

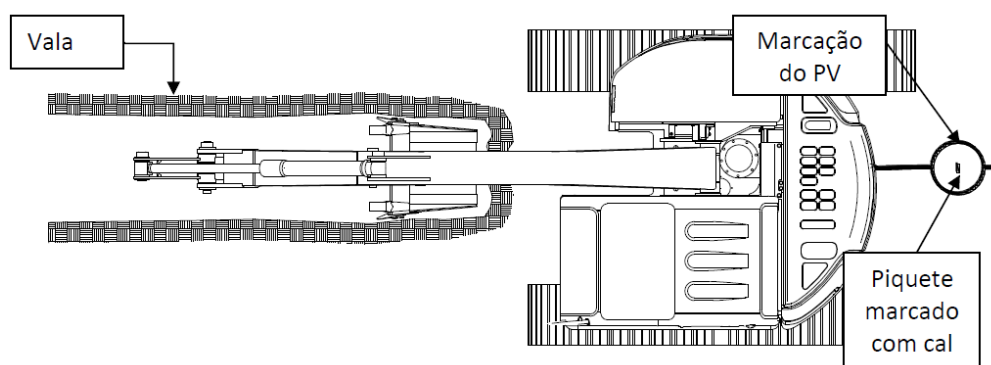


Figura 18 - Marcação dos PV's.
Fonte: SARMENTO, 2014.



Figura 19 - Marcação da rede em um loteamento.
Fonte: Acervo dos autores.

3.3 Sinalização

A sinalização como descreve a ABNT NBR 9814 (1987) é um dos processos iniciais para a execução da rede coletora e são necessários alguns serviços para proteção e sinalização.

A ABNT NBR 814 (1987) apresenta que a execução dos serviços de sinalização deve-se cercar o local de trabalho por meio de cavaletes e tapumes de contenção do material escavado; manter livre escoamento superficial de águas de chuvas; deixar, sempre que possível, passagem livre para o trânsito de veículos; deixar passagem livre e protegidas para os pedestres; colocar, no local da obra, dispositivos de sinalização em obediência às leis e regulamentos em vigor.

O sistema de sinalização nas redes de coleta em loteamentos como observados pelos pesquisadores visa dar preferência aos processos de contenção, realocação do material escavado em local próximo deixando à área livre para os trabalhos subsequentes e o sistema de drenagem temporário para impedir o escoamento superficial pluvial nas redes.

A Figura 20 mostra um modelo de sinalização para a rede de águas residuárias com auxílio de pedaços de madeira e uma fita zebra para impedir a passagem de terceiros que possam interferir na execução da rede.



Figura 20 - Sinalização da rede coletora em um loteamento.

Fonte: Acervo dos autores.

3.4 Escavação

A escavação da vala apenas será realizada, conforme a ABNT NBR 9814 (1987), quando for confirmadas outras obras subterrâneas que podem interferir e quando todo o material para a execução esteja presente no local da implantação da rede obra. A escavação se inicia após as demarcações das valas efetuados por topógrafos como cita a ABNT NBR 9814 (1987) e alinhadas com cal para melhor identificação do operador. "As valas devem ser abertas no sentido de jusante para montante, a partir dos pontos de lançamento ou de pontos onde seja viável o uso de galerias pluviais para o seu esgotamento por gravidade, caso ocorra presença de água durante a escavação" (ABNT NBR 9814. 1987, p. 3).

A escavação pode ser feito de várias maneiras apresentado por Nuvolari (2003) como a convencional (á céu aberto) ou de formas especiais como o tunnel liner que é utilizado em redes de esgoto para ultrapassar aterros de altura considerável em ruas, rodovias e ferrovias, o sistema de cravação horizontal (pipe-jacking) é recomendado para travessias de rodovias e ferrovias, o túnel mineiro é empregado para travessias de sistemas de coletas profundas acima de 5 metros de profundidade, mini-shield é um processo mecânico de travessia de redes de esgotamento a profundidades superiores a 5 metros e em áreas de grande urbanização e as escavações de valas em solos rochosos, quando há necessidade de se executar escavações em solos rochosos.

O método mais empregado é a convencional (á céu aberto), "também chamado de método destrutivo, como o próprio nome diz, é aquele em que a vala é aberta desde a superfície do terreno até o ponto de instalação dos tubos." (Nuvolari. 2003, p. 148). A vala deve ter largura uniforme, como delimita a ABNT NBR 7367 (1988), se a altura de recobrimento é até 1,5 m a base mínima é de 60 cm e em caso da altura for superior à 1,50 m a base mínima é 80 cm. A escavação á céu aberto pode utilizar equipamentos mecânicos como a retro escavadeira ou manuais como o enxadão, enxada, vanga, pá e a micareta; a escolha pelo tipo de equipamento para auxiliar a etapa de remoção do solo será decidida pelo contratante da execução da rede de esgotamento."Quando se pretende reutilizar o

solo escavado, este deve ser armazenado a uma distância de, no mínimo 0,60m a partir da borda." (Nuvolari, 2003. p. 149).

A Figura 21 e a Figura 22 apresentam a etapa de escavação com a retro escavadeira, um dos de equipamentos que auxiliam os executores na remoção dos solos para a implantação das redes de esgoto sanitário.



Figura 21 - Escavação a céu aberto com auxílio de retro escavadeira.
Fonte: Acervo dos autores.



Figura 22 - Escavação a céu aberto com auxílio de retro escavadeira.
Fonte: Acervo dos autores.

3.4.1 Escoramento

O processo de escoramento das paredes laterais das valas como descrito por Nuvolari (2003) é necessário para evitar a ruptura do solo, cuja ocorrência, pode causar transtornos ao bom andamento dos serviços, bem como e principalmente, pôr em risco vidas humanas. A Portaria n.º 46 do Ministério do Trabalho determina que valas com profundidades superiores a 1,25 m devem ser escoradas.

O escoramento de paredes laterais como descrito pela ABNT NBR 9814 (1987) pode ser tipo pontaleamento, descontínuo, contínuo, especial; mas a escolha de uma dessas técnicas construtivas cabe ao executor da rede no

loteamento relacionar a natureza do terreno e a profundidade das valas condicionando-se a fiscalização vigente.

As interferências limítrofes ou internas nas valas como outras redes, postes da rede elétrica, muros, cercas, como descrito por Nuvolari (2003) devem ser devidamente escorados.

A Figura 23 apresenta os funcionários da empresa contratada para a implantação da rede alocando o material hidráulico para a montagem do sistema posteriormente ao escoramento tipo pontaleteamento da vala.



Figura 23 - Escoramento tipo pontaleteamento em rede de esgotamento em loteamento.
Fonte: SABESP, 2014.

3.4.1.1 Escoramento Pontaleteamento

O escoramento pontaleteamento como descreve a ABNT NBR 9814 (1987) é colocado um par de pranchas de madeira a uma distância máxima de 1,35 m entre eixo das pranchas, travando-as com estrocas de madeira, devem ficar espaçadas

verticalmente em até 1,00 m, devendo a mais profunda ficar distante 0,50 m do fundo da vala e a mais superior ficar a 0,20 m abaixo do terreno natural.

A Figura 24 representa o modelo de escoramento tipo pontaleamento onde são identificados cada elemento e as distâncias máximas entre as pranchas e estroncas respeitando os critérios da ABNT NBR 9814 (1987).

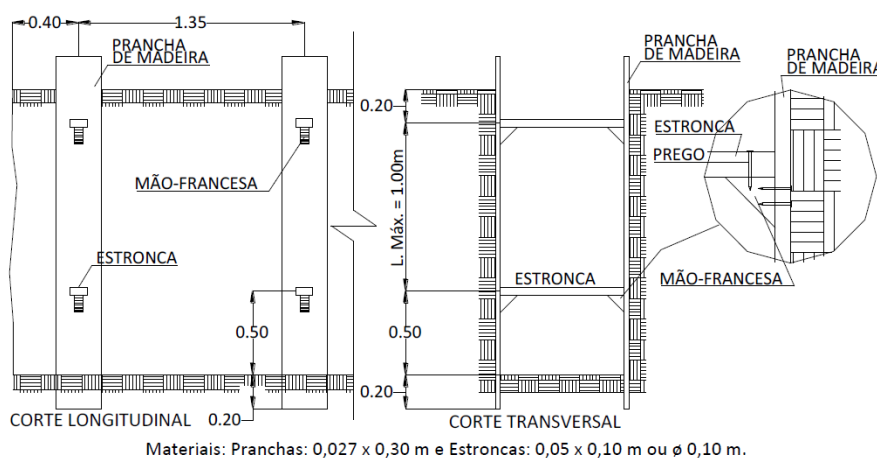
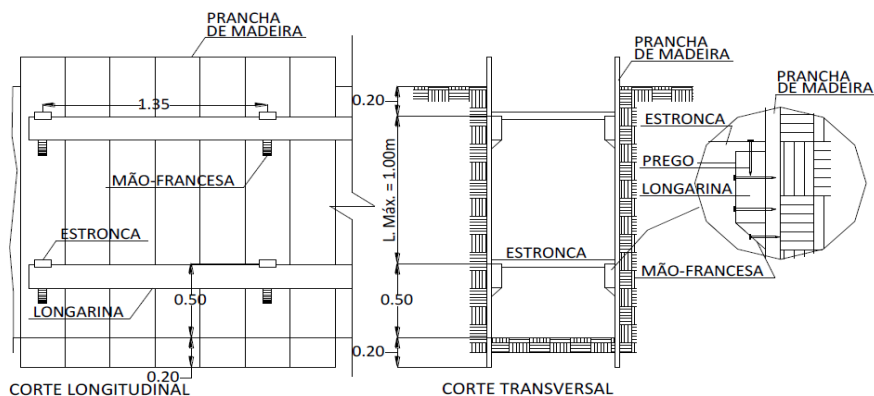


Figura 24 - Escoramento tipo pontaleamento.
Fonte: SARMENTO, 2014.

3.4.1.2 Escoramento Contínuo

O escoramento contínuo como apresenta a ABNT NBR 9814 (1987) são chapas que se sobrepõem, verticalmente, de modo que revista toda a parede da vala sendo apoiadas por longarinas horizontais, travadas por estroncas espaçadas no máximo 1,35 m salvo as extremidades que a estronca deve ser posicionada a 0,40 m. As estroncas de madeira devem ficar espaçadas verticalmente em até 1,00 m, devendo a mais profunda ficar distante 0,50 m do fundo da vala e a mais superior ficar a 0,20 m abaixo do terreno natural.

A Figura 25 representa o modelo de escoramento contínuo onde são identificados cada elemento e as distâncias máximas entre as pranchas, estroncas e longarinas que devem respeitar os parâmetros da ABNT NBR 9814 (1987).



Materiais: Pranchas: 0,027 x 0,30 m; Longarinas: 0,06 x 0,16 m e Estroncas: 0,05 x 0,10 m ou ϕ 0,10 m.

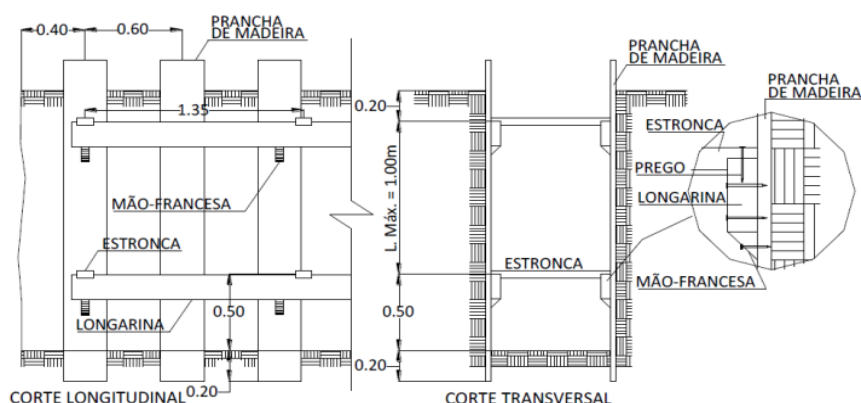
Figura 25 - Escoramento contínuo.

Fonte: SARMENTO, 2014.

3.4.1.3 Escoramento Descontínuo

O Escoramento descontínuo como apresenta a ABNT NBR 9814 (1987) os pares de pranchas de madeira são colocados distantes no máximo 0,60 m entre eixos das pranchas, sendo apoiados por longarinas horizontais, travadas por estroncas espaçadas no máximo 1,35 m salvo as extremidades que a estronca deve ser posicionada a 0,40 m. As estroncas de madeira devem ficar espaçadas verticalmente em até 1,00 m, devendo a mais profunda ficar distante 0,50 m do fundo da vala e a mais superior ficar a 0,20 m abaixo do terreno natural.

A Figura 26 representa o modelo de escoramento descontínuo onde são assinalados cada elemento e as distâncias máximas entre as pranchas, estroncas e longarinas devem respeitar os critérios da ABNT NBR 9814 (1987).



Materials: Pranchas: 0,027 x 0,30 m; Longarinas: 0,06 x 0,16 m e Estroncas: 0,05 x 0,10 m ou ϕ 0,10 m.

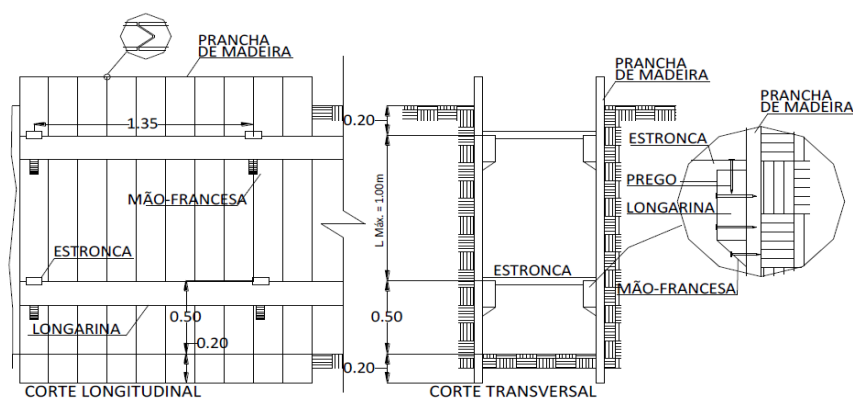
Figura 26 - Escoramento descontínuo.

Fonte: SARMENTO, 2014.

3.4.1.4 Escoramento Especial

O Escoramento especial como descreve Nuvolari (2003) as chapas de madeira utilizadas dispõem-se de cavas macho-fêmea revestindo toda a parede da vala sendo apoiadas por longarinas horizontais, travadas por estroncas espaçadas no máximo 1,35 m salvo as extremidades que a estronca deve ser posicionada a 0,40 m. As estroncas de madeira distante verticalmente 1,00 m entre si, devendo a mais inferior ser instalada com no máximo 0,50 m do fundo da cava e a mais superior ficar a 0,20 m abaixo do terreno natural.

A Figura 27 como representa o modelo de escoramento especial onde são identificados cada elemento e as distâncias máximas entre as pranchas, estroncas, longarinas e mãos francesas devem respeitar os critérios da ABNT NBR 9814 (1987).



Materiais: Pranchas: 0,05 x 0,16 m; Longarinas: 0,08 x 0,18m e Estroncas: 0,05 x 0,10 m ou ϕ 0,10 m.

Figura 27: Escoramento especial.
Fonte: SARMENTO, 2014.

3.4.2 Regularização do berço

A regularização do berço é a etapa subsequente ao processo de escavação da vala, sendo necessário antes de iniciar o assentamento das tubulações segundo a DESA (2006) o fundo da vala deve ser regular e uniforme, obedecendo à declividade prevista no projeto, isento de saliências e reentrâncias.

A Figura 28 apresenta a etapa de regularização do berço em um loteamento subsequente ao processo de escavação, deve-se acompanhar a regularização do berço pelos operários do executor da rede com equipamentos manuais como a enxada.



Figura 28 - Regularização manual do berço.
Fonte: Acervo dos autores.

3.5 Métodos de assentamento

O assentamento da tubulação pode-se adotar dois sistemas na rede de esgotamento sanitário em loteamento. Como descreve a ABNT NBR 9814 (1987) o método cruzeta e o método do gabarito.

O método da cruzeta como apresenta a ABNT NBR 9814 (1987) é empregado até 30 metros de distância entre um componente da rede a outro; alinha-se duas réguas consecutivas, de madeira, considerando que as réguas devem estar niveladas com a declividade de projeto, devendo ser colocados na vertical no centro dos PV's e em pontos intermediários, respectivamente, por visada a olho, obtendo-se as cotas intermediárias para o assentamento da tubulação.

A Figura 29 apresenta esquematicamente o sistema de cruzeta representando as duas réguas consecutivas niveladas a declividade em projeto, e o observador, a partir dessa coleta de dados vai extrair a cota posterior para assentamento da tubulação da rede.

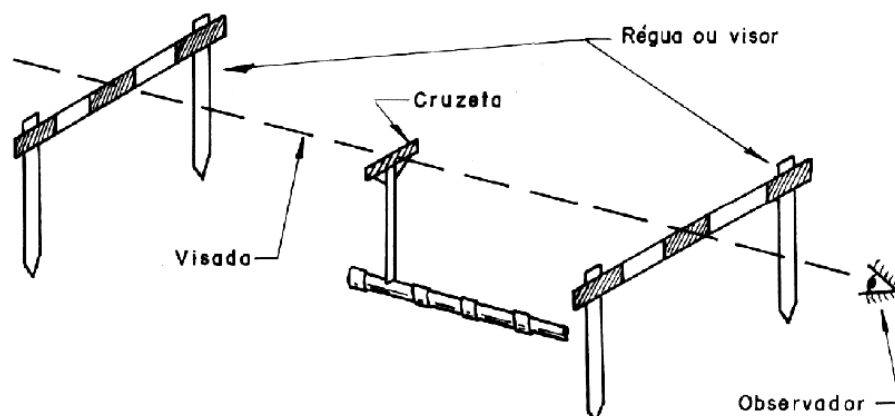


Figura 29 - Método da cruzeta.
Fonte: ABNT NBR 9814, 1987.

O método do gabarito como a apresenta a ABNT NBR 9814 (1987) é empregado até 10 metros de distância entre um componente da rede a outro; alinha-se duas réguas consecutivas, de madeira, considerando que as réguas devem estar niveladas com a declividade de projeto, devendo ser colocados na vertical no centro

dos PV's e em pontos intermediários, respectivamente, por fio de náilon fortemente estirado, obtendo-se as cotas intermediárias para o assentamento da tubulação.

A Figura 30 apresenta esquematicamente o sistema de gabarito representando as duas réguas consecutivas niveladas ao projeto, a linha de náilon esticada para posteriormente verificar a cota para assentamento da tubulação.

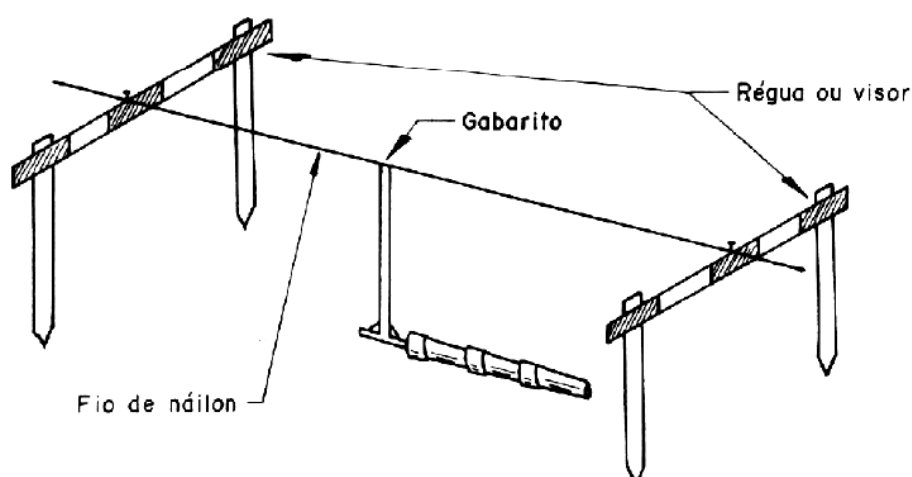


Figura 30 - Método do gabarito.
Fonte: ABNT NBR 9814, 1987.

A ABNT NBR 9814 (1987) também cita que as madeiras utilizadas no método da cruzeta e do gabarito devem ser de boa qualidade e apresentar perfurações para suportar as intempéries no processo de assentamento das tubulações; deve-se também pintar os visores ou a cabeça da cruzeta ou do gabarito, com intuito de facilitar a determinação da linha de visada.

A Figura 31 mostra um método usado em um loteamento adotado pelos pesquisadores, denominado método do ELI, sistema que se assemelha ao sistema da cruzeta e do gabarito; a aferição do greide na vala inicia-se a partir de duas réguas alinhadas e aprumadas na parte superior da vala, nos logradouros, retira-se o nível à 1m de altura com uma mangueira de nível e amarra-se uma linha de náilon. De acordo com a declividade estabelecida em projeto se regulará a linha na visada a jusante ou a montante do conduto e pode-se também regular esta tubulação no fundo da vala com um prumo de centro a partir desta linha.



Figura 31 - Método do ELI - nivelamento pelo logradouro.
Fonte: Acervo dos autores.

A Figura 32 e Figura 33 apresentam o método do ELI empregado internamente a vala, a aferição do greide na vala inicia-se a partir de duas réguas alinhadas e aprumadas na parte interna da vala, retira-se o nível à 1m de altura com uma trena e amarra-se uma linha de náilon. De acordo com a declividade estabelecida em projeto se regulará a linha na visada a jusante ou a montante do conduto.



Figura 32 - Método do ELI - nivelamento no interior da vala.
Fonte: Acervo dos autores.



Figura 33 - Método do ELI - aferição do nível da tubulação no interior da vala.
Fonte: Acervo dos autores.

3.6 Instalação da rede

Os tipos de assentamentos de tubulação são o simples, com lastro de brita, com lastro, laje e berço e sobre estacas. O mais empregado é o simples "quando o coletor é assentado diretamente sobre o solo regularizado do fundo da vala. Esse tipo de assentamento só deve ser utilizado em terrenos inteiramente secos, de boa consistência, excetuando-se as rochas."(Nuvolari. 2003, p. 162).

A Figura 34 apresenta a instalação de rede em loteamento com lastro de brita devido a umidade do berço, como descreve Nuvolari (2003) esse método é adotado em locais úmidos, com a presença de água.



Figura 34 - Instalação de rede em loteamento com lastro de brita e com escoramento tipo pontaleamento.

Fonte: Acervo dos autores.

A Figura 35 apresenta um modelo ideal para empregar-se o método de instalação simples sobre o berço da vala como apresenta Nuvolari (2003) devido boa consistência aparente do solo e baixa umidade.



Figura 35 - Modelo de solo que receberá Instalação de sistema de coleta em loteamento tipo simples.

Fonte: Acervo dos autores.

A execução ainda deve-se tomar algumas precauções como "o assentamento da tubulação deverá ser sempre executado de jusante para montante e a bolsa do tubo deverá estar sempre voltada para montante." (Nuvolari. 2003, p. 167), os tubos antes de serem instalados devem ser verificados para evitar o assentamento de tubos defeituosos e "devem ser colocados com a sua geratriz⁷ inferior coincidindo com o eixo do berço". (ABNT NBR 7367. 1988, p. 5), o alinhamento do coletor "será dado por fio de náilon esticado entre dois visores consecutivos, e fios de prumo." (ABNT NBR 9814. 1987, p. 5); e "sempre que o trabalho for interrompido, tanto durante o período de trabalho, como no final de cada jornada diária, o último tubo assentado deve ser tamponado, a fim de evitar a entrada de elementos estranhos". (SANEPAR. 2012, p.11).

A Figura 36 apresenta a vala pronta para a instalação da rede de coleta sanitária devido ao nivelamento da rede com fio de náilon esticado, posterior ao nivelamento do berço e escoramento da vala com o sistema de pontaleamento.

⁷ Geratriz: linha do eixo de uma superfície.



Figura 36 - Nivelamento de rede com escoramento tipo pontaleamento com fio de náilon para o assentamento da tubulação.

Fonte: Acervo dos autores.

A Figura 37 demonstra como deve ser realizado o manuseio por parte dos operários do executor da rede coletora em um loteamento na etapa de alocação do material hidráulico para a instalação da rede, sendo necessário cuidado para não danificar a tubulação e o andamento do assentamento dos condutos.



Figura 37 - Material hidráulico de coleta sanitária sendo alocado nos trechos aptos a instalação da rede.

Fonte: Acervo dos autores.

A Figura 38 apresenta a etapa de demarcação das juntas da tubulação da rede de esgotamento com fio de náilon vermelha em direção a montante da instalação posterior a locação do conduto na geratriz das valas.



Figura 38 - Material hidráulico de coleta sanitária sendo alocado nos devidos trechos aptos a instalação da rede com a junta marcada com linha de náilon vermelha.
Fonte: Acervo dos autores.

A Figura 39 apresenta um trecho de rede coletora em um loteamento onde foi necessário a troca de parte da tubulação devido ao entupimento, ocasionado pelo não tamponamento do conduto após o término das atividades executivas, consequentemente prejudicando o andamento do assentamento ocasionando um retrabalho de instalação do conduto sanitário onerando o contratante.



Figura 39 - Trecho de rede onde ocorreu a inserção de elementos inertes a instalação.
Fonte: Acervo dos autores.

3.7 Execução das juntas

O Processo de assentamento da tubulação concluído a próxima etapa é a execução das juntas. A execução das juntas apenas podem ser realizadas se as extremidades das pontas e bolsas estiverem limpas. Os tubos de PVC rígido usam anéis elásticos de borracha como descreve a ABNT NBR 7362 (2001) não removíveis e já alojados ao tubo proporcionando maior estanqueidade e rendimento ao processo de esgotamento como relata a norma técnica da Amanco (2008).

A Figura 40 mostra o modelo de tubo de PVC Ocre JEI que atualmente é o mais utilizado na montagem da rede de esgotamento como descreve a norma da Amanco (2008) e a Figura 41 apresenta o funcionamento do sistema de vedação dos tubos com JEI (junta elástica interna), que apresentam maior estanqueidade ao sistema, evitando influências de águas residuárias e pluviais.



Figura 40 - Tubo de PVC Ocre JEI.
Fonte: AMANCO, 2008.

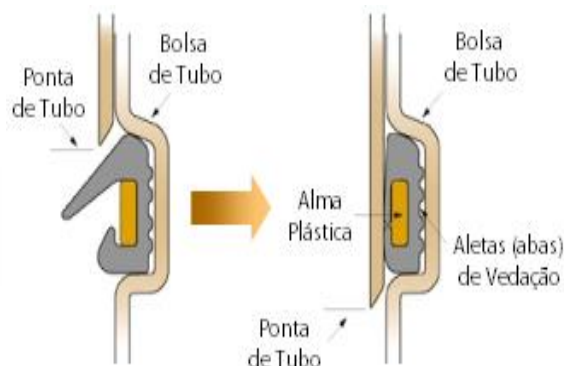


Figura 41 - Sistema de vedação do Tubo de PVC Ocre JEI.
Fonte: AMANCO, 2008.

O processo executivo das juntas da tubulação como cita a TIGRE (2013) se faz com o uso de pasta lubrificante nas pontas dos tubos e na parte aparente do anel e não deve-se utilizar graxas ou óleos minerais, que podem afetar as características da borracha podendo prejudicar o sistema de vedação do conduto.

A Figura 42 e Figura 43 apresentam como realizar o processo executivo da junta com a passagem de pasta lubrificante no conduto e no acessório,

posteriormente o encaixe da ponta e bolsa de uma tubulação, devendo-se ter o cuidado ao realizar a montagem para não adentrar nenhum material estranho ou inerte dentro do conduto.



Figura 42 - Processo executivo das juntas.
Fonte: TIGRE, 2013.

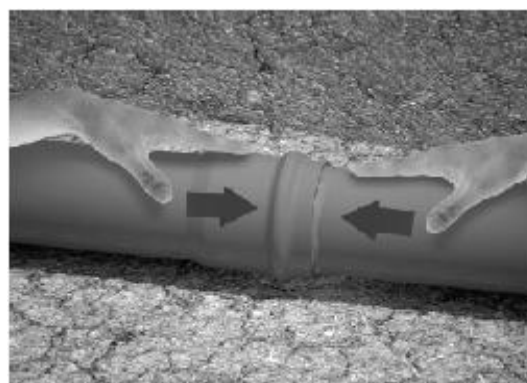


Figura 43 - Processo executivo das juntas
Fonte: TIGRE, 2013.

A Figura 44 apresenta o assentamento da tubulação sanitária em um loteamento, em caso de necessidade como citado em TIGRE (2013) pode-se utilizar um calço para facilitar o processo de montagem da rede.



Figura 44 - Processo executivo das juntas a partir do encaixe da ponta e bolsa do tubo em um loteamento.
Fonte: Colina do Campo, 2013.

Antes de se começar o reaterro deve ser realizado os ensaios de estanqueidade como lembra a ABNT NBR 9814 (1987), onde os tubos assentados e com envolvimento lateral completo iram testar as juntas entre dois poços de visita consecutivos através de teste hidrostático, podendo ser substituído pelo teste da

fumaça, essa etapa deve estar concluída para iniciar o reenchimento e retirar qualquer material estranho ainda presente na vala.

A Figura 45 apresenta outro método adotado pelos pesquisadores para o teste de estanqueidade; tampona-se a ponta do tubo a jusante e encha-se aquele determinado trecho com água, no caso do sistema estiver estanque como podemos observar na imagem acima a água estará inerte dentro do órgão emissário.



Figura 45 - Teste de estanqueidade dentro de um PV em uma rede sanitária em um loteamento.
Fonte: Acervo dos autores.

3.8 Ancoragem

O sistema de ancoragem segundo a ABNT NBR 7367 (1988) apresenta nos casos de declividades acentuadas (superiores a 20%), sendo necessários ancoragem para tubulação de uma forma geral.

A ancoragem é a fixação da tubulação, podendo ser executada segundo a SANEPAR (2012) com concreto, madeira e aço. As peças em concreto podem ser moldadas *in loco* ou pré-fabricadas vide projeto.

A Figura 46 esquematiza um modelo de ancoragem de concreto armado moldada *in loco* em uma tubulação de 150 mm, especificando a partir de um corte

transversal as alturas de cobrimento em centímetro para uma rede assentada diretamente ao berço da vala e a Figura 47 esquematiza um modelo de ancoragem com placas de concreto armado em uma tubulação a cada seis metros, especificando a partir de um corte longitudinal a distância entre a ancoragem e a bolsa do tubo em centímetros para uma rede assentada diretamente ao berço.

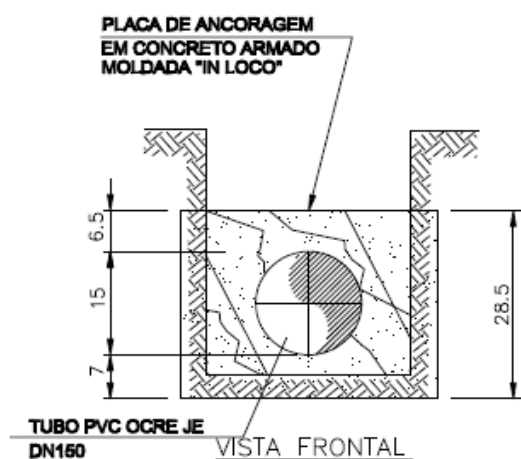


Figura 46 - Vista frontal de ancoragem em concreto armado moldada *in loco*.
Fonte: Acervo dos autores.

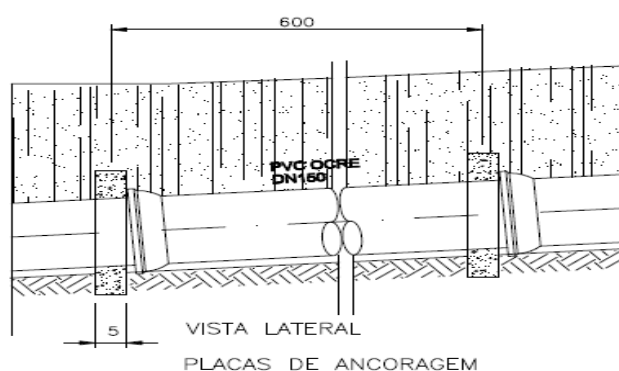


Figura 47 - Vista Lateral de ancoragem em placas de concreto armado moldada *in loco*.
Fonte: Acervo dos autores.

A execução das ancoragens moldadas *in loco* se iniciam a partir da detecção de trecho de rede onde existe à necessidade construtiva em projeto.

A Figura 48 apresenta a primeira etapa do processo de execução da ancoragem moldada em loteamento, fazendo-se a montagem das formas com madeirite especificada em projeto, posicionando-se nos respectivos locais determinados, respeitando as alturas mínimas de cobrimento para as peças.



Figura 48 - Ancoragem em placas de concreto armado moldada *in loco*.
Fonte: Acervo dos autores.

As Figuras 49 e 50 estão demonstrando a segunda etapa no processo de moldagem das ancoragens em concreto armado *in loco*, posicionando-se as armaduras vide projeto para posteriormente fazer a terceira etapa de concretagem das peças.



Figura 49 - Posicionamento da armadura nas fôrmas para a concretagem das ancoragens.
Fonte: Acervo dos autores.



Figura 50 - Posicionamento das armaduras nas fôrmas para a concretagem das ancoragens.
Fonte: Acervo dos autores.

A Figura 51 demonstra a quarta etapa do sistema construtivo de execução da ancoragem moldada *in loco*. A ancoragem concluída deve prosseguir com as etapas de execução dos componentes da rede, reaterro e compactação para finalizar montagem da rede de esgotamento.



Figura 51 - Ancoragens sem formas moldadas *in loco*.
Fonte: Acervo dos autores.

3.9 Componentes da rede

Os componentes da rede sanitária como descreve Alem Sobrinho (2000) auxiliam o funcionamento do sistema de coleta como um conduto livre, possibilitando dispositivos que evitem ou minimizem entupimentos nos pontos singulares das tubulações.

Os materiais mais utilizados em sistemas de coleta e transporte de esgoto têm sido o tubo cerâmico, concreto, plástico, ferro fundido e o aço como descreve Alem Sobrinho (2003). A escolha da composição e concepção dos componentes como descreve Alem Sobrinho (2000) é baseada nas características dos esgotos, as condições locais e os métodos utilizados na construção; o executor do sistema sanitário pode escolher o material a ser trabalhado, respeitando a funcionalidade do sistema de coleta e os órgãos fiscalizadores/detentores dos direitos de coleta sanitária de cada região.

O poço de visita como descrito no item 2.3.4.3 do trabalho tem como função à execução de trabalhos de manutenção na rede coletora, baseado nesse pressuposto ZAMBON (2015) cita que o PV pode se adequar aos demais órgãos acessórios atendendo funcionalmente o sistema sanitário.

A Figura 52 apresenta um esquema composto por tubo de limpeza, caixa de passagem, tubo de inspeção e limpeza e o poço de visita e suas variáveis para a escolha do componente, podendo-se afirmar que o PV pode realizar as mesmas funções dos demais acessórios nos seus respectivos pontos singulares; a seguir será apresentado o processo executivo do PV; os pesquisadores escolheram o poço de visita como dispositivo que sintetiza as funções dos demais órgãos para salientar o processo executivo.

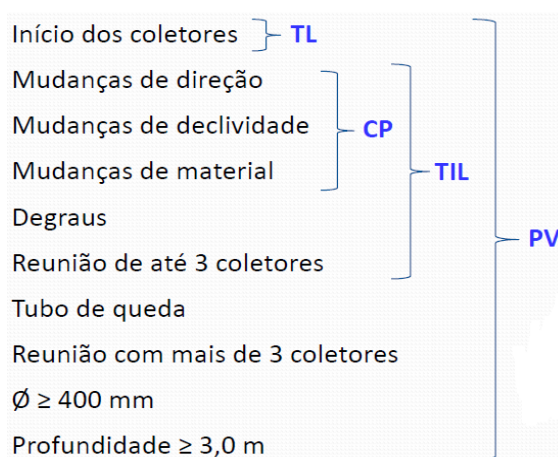


Figura 52 - Esquema dos órgãos acessórios da rede coletora de esgoto.
Fonte: ZAMBON, 2015.

3.9.1 Poço de visita (PV)

O poço de visita é localizado a partir da leitura no projeto de esgotamento sanitário onde será definido todas suas características (cota de fundo, cota da face acabado).

A Figura 53 representa um modelo de descrição do PV no projeto, onde apresenta-se o seu número de referência, cota do coletor, cota do terreno e a profundidade.

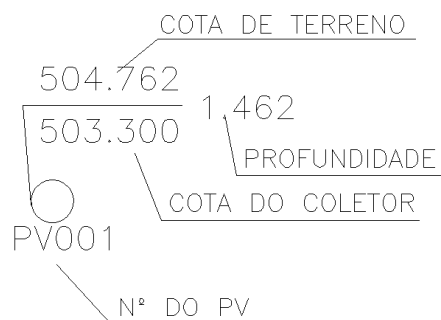


Figura 53 - Descrição de poço de visita em projeto.
Fonte: Acervo dos autores

Os poços de visita podem ser construídos segundo a ABNT NBR 9814 (1987) de concreto armado, anéis de concreto e alvenaria com blocos de concreto ou com tijolos cerâmicos maciços.

A construção do poço de visita se inicia com o corte da vala, concomitantemente a abertura do PV, faz-se a compactação do berço para não ocorrer nenhuma deformação e posiciona-se o tubo para que se faça a laje de fundo.

A Figura 54 e Figura 55 mostram as etapas iniciais de compactação do fundo vala e o posicionamento do conduto para a execução da laje de fundo no processo construtivo dos poços de visita.



Figura 54 - Compactação do berço com equipamento de percussão.
Fonte: Acervo dos autores.



Figura 55 - Berço já compactado, posicionando-se a tubulação a montante para execução.
Fonte: Acervo dos autores.

A laje de fundo como descreve Crespo (1997) é composta por concreto armado, aproximadamente 0,15 metros de espessura sobre um colchão de brita onde é alocado os tubos para que seja construído a canaleta e banquetas para cada tipo de PV de acordo com a concordância de entrada e saída de suas contribuições.

A Figura 56 demonstra como são caracterizados as contribuições em planta aos poços de visita e suas respectivas nomenclaturas.






	SIMPLES PASSAGEM RETA
	PASSAGEM RETA COM UMA CONTRIBUIÇÃO
	PASSAGEM RETA COM DUAS CONTRIBUIÇÕES
	SIMPLES PASSAGEM COM DESVIO
	DUAS CONTRIBUIÇÕES E UMA SAÍDA

Figura 56 - Simbologia das contribuições em uma rede coletora.

Fonte: Acervo dos autores.

A Figura 57 apresenta a caracterização do processo executivo em loteamento do poço de visita com passagem reta e a Figura 58 mostra a caracterização do processo executivo em loteamento do PV com uma contribuição e passagem reta.



Figura 57 - Poços de Visita *in loco* com passagem reta.
Fonte: Acervo dos autores.



Figura 58 - Poço de Visita *in loco* com uma contribuição e passagem reta.
Fonte: Acervo dos autores.

Finalizado as canaletas e o acabamento da banquetta, posiciona-se as manilhas com seus respectivos diâmetros vide projeto. Após a execução da tampa de redução, executa-se a chaminé. Essa chaminé terá função de reduzir o diâmetro do PV (com abertura excêntrica ou não) até 0,60 m de diâmetro e altura variável até 1 m, alcançando o nível do logradouro com desconto para a inserção do tampão. A ABNT NBR 9814 descreve que a chaminé somente existirá quando o greide da cava estiver a uma profundidade superior a 2,50 m. Para profundidades menores o poço de visita se resumirá na câmara de trabalho, ficando o tampão diretamente apoiado sobre a peça de transição, que deve ser dimensionada para suportar a carga do tráfego.

A Figura 59 exhibe o PV com balão *in loco* e a diminuição do diâmetro com a execução da chaminé e a tabela 02 apresenta as relações do diâmetro da manilha para o comprimento da chaminé nos PV's.

Tabela 02 - Relação do diâmetro da manilha para o comprimento da chaminé do PV.



Figura 59 - Poço de Visita com balão e chaminé em um loteamento.
Fonte: Acervo dos autores.

TABELA DE ϕ

TUBULAÇÃO (mm)	L - PV (m)
VIDE NOTA No. 11 $\phi \leq 300$	1,00
$300 < \phi \leq 500$	1,00 (S/CONT.)
$300 < \phi \leq 500$	1,20 (C/CONT.)
$500 < \phi \leq 1000$	1,50

Fonte: Acervo dos autores.

A Figura 60 e Figura 61 mostram como é o processo executivo de acabamento na chaminé, entre a ligação da tampa e a manilha após a conclusão da limpeza do PV; o rejuntamento é executado com uma argamassa forte com traço 1:3 como descreve a ABNT NBR 9814 (1987).



Figura 60 - Poço de Visita com balão e chaminé *in loco* em um loteamento
Fonte: Acervo dos autores.



Figura 61 - Vista interior de poço de visita com balão.
Fonte: Acervo dos autores.

A laje de transição como apresenta ABNT NBR 9814 (1987) é empregado para PV em balão atingido e pode ser em concreto armado, pré moldada ou moldada *in loco* e deve ser voltada para montante, de modo que o seu centro fique localizado sobre o eixo do coletor principal.

A Figura 62, 63 e 64 retratam cronologicamente as seqüências construtivas da laje de transição vide projeto em planta até a execução *in loco* em loteamento utilizando técnicas construtivas de concreto armado.



Figura 62 - Armadura da laje de transição.
Fonte: Acervo dos autores.



Figura 63 - Laje de transição concretada na forma.
Fonte: Acervo dos autores.



Figura 64 - Laje de transição pronta para ser utilizada em um PV com balão e chaminé.
Fonte: Acervo dos autores.

O tampão de ferro fundido como apresenta a ABNT NBR 9814 (1987) deve ser apropriado para os passeios ou para o leito do logradouro sobre a alvenaria, parede de concreto ou o último anel da chaminé, obedecendo ao modelo adotado pela administradora contratada respeitando as especificações normativas brasileiras.

A Figura 65 corrobora para a conclusão do processo construtivo do poço de visita que conclui-se ao fechamento com o tampão de ferro fundido de acordo com a concessionária responsável.



Figura 65 - Poços de Visita em loteamento com tampão de ferro fundido.
Fonte: Acervo dos autores.

3.10 Ligação Predial

A ligação predial é a ligação do ramal de esgoto sanitário das residências até a rede principal. O Tsutiya (2008) apresenta que ligação predial ou ramal predial é o trecho de canalização que, partindo do coletor, alcança o alinhamento da rua; podendo ser caracterizado como sistema ortogonal - ligações simples, sistema ortogonal - ligações múltiplas e sistema radial - ligações múltiplas.

O processo executivo do ramal predial nos loteamentos realizado pelas empresas detentoras dos direitos das redes de esgoto são uma ligação independente para cada lote, sendo denominado ligação ortogonal simples.

A Figura 66 apresenta em planta baixa como é realizado a ligação ortogonal, que etimologicamente representa uma conexão perpendicular entre o ramal interno a rede coletora e a Figura 67 demonstra o mesmo modelo de ligação predial a partir de um corte transversal representando os seus componentes hidráulicos presentes nessa ligação.

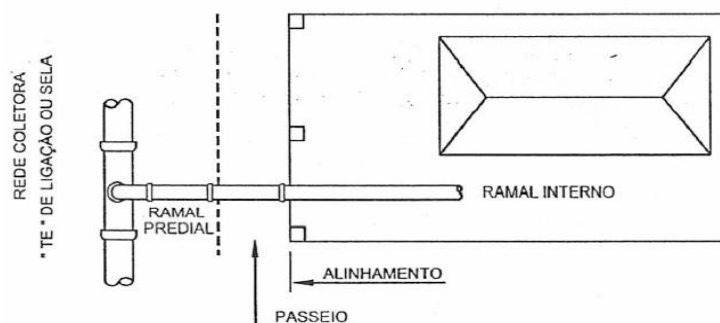


Figura 66 - Ramal predial - ligação ortogonal.
Fonte: TSUTIYA, 2008, p. 116.

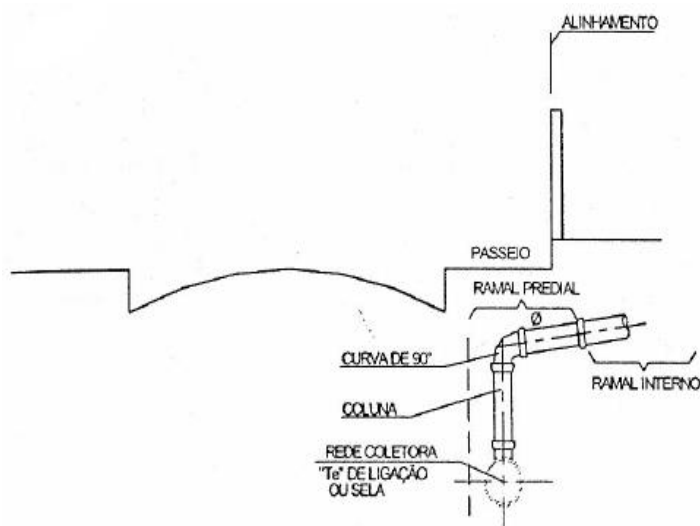


Figura 67 - Ramal predial - ligação ortogonal.
Fonte: TSUTIYA, 2008, p. 118.

O Ramal predial pode se conectar ao ramal principal através de tê hidráulico ou selim hidráulico. O selim deve ser especificado em projeto, podendo ser simples ou compacto, devendo respeitar as propriedades dos materiais hidráulicos adotados para a montagem da ligação, devido a necessidade de encaixe e estanqueidade ao sistema.

A Figura 68 e Figura 69 mostram os modelos de selim respectivos para conexão a ligação predial, o uso de cada elemento deve ser descrito em projeto, variando sua utilização devido aos possíveis modelos de ligação ortogonal simples.



Figura 68 - Selim 90° Compacto PVC Ocre Anel Bilabial - Coletor de Esgoto Liso.

Fonte: COPASA, 2015, p. 6.

Figura 69 - Selim 90° PVC Rígido Ocre Trave e Anéis - Coletor de Esgoto Liso.

Fonte: COPASA, 2015, p. 7.

A ligação predial como descreve TISUTYA (2008) pode haver ligação vertical considerando a distância do coletor principal, o alinhamento dos lotes e a profundidade em relação à extremidade do ramal interno; a conexão é realizada com curva 45° ou junção a 45°, ou então, curva de 90° ou tê 45° ou de 90°.

A Figura 70 apresenta uma ligação vertical interligada ao coletor principal localizada a 1/3 do leito carroçável da rua.

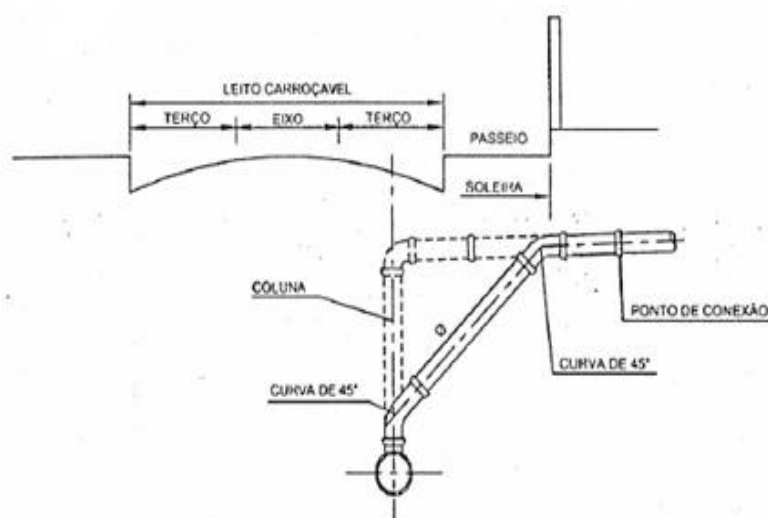


Figura 70 - Ramal predial - ligação vertical.
 Fonte: TSUTIYA, 2008, p. 118.

A execução do ramal interno inicia-se durante a locação de valas da rede principal, concomitantemente se possível loca-se os ramais prediais; prioriza-se a locação dos ramais prediais nas áreas de menor declividade.

O coletor principal instalado, deve-se perfurar a tubulação para alocar componente hidráulico para conexão com o ramal interno; pode-se usar um equipamento mecânico como a serra copo descrito pela TIGRE (2013) para realizar a perfuração no diâmetro específico vide projeto. A próxima etapa é a montagem do selim e o posicionamento da curva se necessário.

A Figura 71 mostra o processo de perfuração do coletor principal por equipamento mecânico, o furo é realizado na parte superior do tubo, o coletor já deve estar devidamente assentado na rede e a Figura 72 apresenta o posicionamento do selim no coletor para a conexão com o ramal predial.



Figura 71 - Perfuração no coletor principal.
Fonte: TIGRE, 2013.



Figura 72 - Posicionamento do selim no coletor sanitário.
Fonte: TIGRE, 2013.

A Figura 73 apresenta o coletor com um selim e uma curva em um loteamento apto a receber a ligação predial e a Figura 74 apresenta o coletor interligado com a ligação predial.



Figura 73 - Coletor com selim e curva em um loteamento pronto para a ligação predial.
Fonte: Acervo dos autores.



Figura 74 - Coletor com ligação predial com selim e curva em um loteamento.
Fonte: Acervo dos autores.

A manutenção dos ramais prediais como Crespo (2003) descreve ocorre a partir do poço luminar, dispositivo instalado no passeio das residências para desobstruir eventuais entupimentos no ramal domiciliar.

A Figura 75 apresenta o modelo da COPASA de instalação de poço luminar em corte transversal, a Figura 76 demonstra o ponto de instalação do tubo

cerâmico para que seja feita a manutenção da ligação predial e a tabela 03 apresenta a relação de materiais necessários para a ligação.

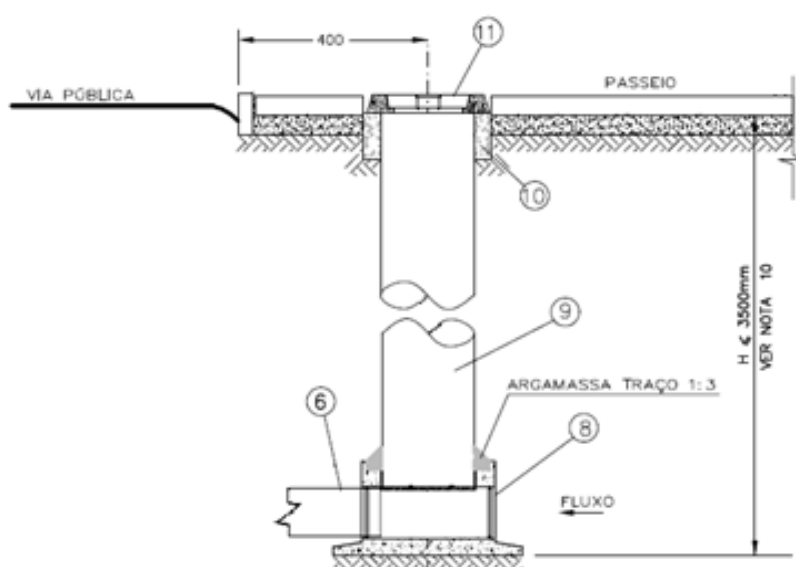


Figura 75 - Modelo de instalação sanitária de um poço luminar da Copasa.

Fonte: COPASA, 2014.



Figura 76 - Instalação sanitária de um poço luminar em um loteamento.

Fonte: Acervo dos autores.

Tabela 03 - Lista de materiais do modelo de ligação predial da COPASA.

11	01	TAMPÃO CIRCULAR EM CONCRETO ARMADO PREMOLDADO, CONFORME SAP - 25002786 - VER DETALHE 3 E NOTA 12.
10	01	BLOCO DE CONCRETO 360 X 360mm, ESP= 100mm, TRAÇO 1:2:4, ENVOLTÓRIO AO TUBO PVC DN 200 OCRE, VER DETALHE 1 E NOTA 11;
9	01	SEGUIMENTO DE TUBO DE PVC DN 200 JE, RÍGIDO, COR OCRE COMPRIMENTO VARIÁVEL (SAP-25002662), CONFORME NBR 7362 ABNT
8	01	FUNDO DE PL DE CONCRETO PREMOLDADO, $F_{ck} = 35\text{Mpa}$, COM PASSAGEM RETA (SAP-25016670) OU COM PASSAGEM 45° (SAP- 25016671) - VER DETALHE 2 E NOTA 12.
6	01	SEGUIMENTO DE TUBO PVC DN 100 PP, RÍGIDO, COR BRANCA PARA ESGOTO, DE= 101,6mm (SAP-25002183), COMPRIMENTO= 300mm CONFORME NBR 5688 ABNT
POS.	QUANT.	DISCRIMINAÇÃO
LISTA DE MATERIAIS POR LIGAÇÃO		

Fonte: COPASA, 2014.

A Figura 77 apresenta a sequência de construção de um ramal predial em um loteamento, ficando pendente apenas o nivelamento com o passeio para concluir a rede sanitária.



Figura 77 - Cronologia de Instalação de tubo cerâmico na rede predial.
Fonte: Acervo dos autores.

3.11 Reaterro e compactação.

O reaterro deve-se optar pelo mesmo solo escavado, em caso do solo for de má qualidade utilizar solo apropriado. O reaterro das valas apresenta três divisões. A lateral é "compreendida entre o fundo da vala e a geratriz superior do tubo" (ABNT NBR 7367. 1988, p. 5), a superior é "sobre a geratriz superior da tubulação, com 0,30m de altura" (ABNT NBR 7367. 1988, p. 5) e a final que é "até a superfície do terreno" (ABNT NBR 7367. 1988, p. 5).

O reaterro deve ser feito em camadas com espessura de 20 cm (material solto), compactado através de compactadores manuais ou mecânicos. Deve-se iniciar a compactação a partir do centro para as laterais da vala tomando-se os devidos cuidados nas camadas iniciais para não danificar a tubulação. A compactação em camadas de pequena espessura (máximo de 20cm) visa evitar bolsões sem compactação, deve-se compactar com maior vigor nas últimas camadas (último metro). O reaterro e a compactação da vala devem ser feitos concomitantemente com a retirada do escoramento. (NUVOLARI. 2003, p. 168).

A Figura 78 apresenta um corte transversal de uma vala com uma tubulação de esgotamento sanitário assentada em apoio direto ao berço, relaciona-se as alturas respectivas ao tipo de solo que deve ser realocado e como deve-se compactar.

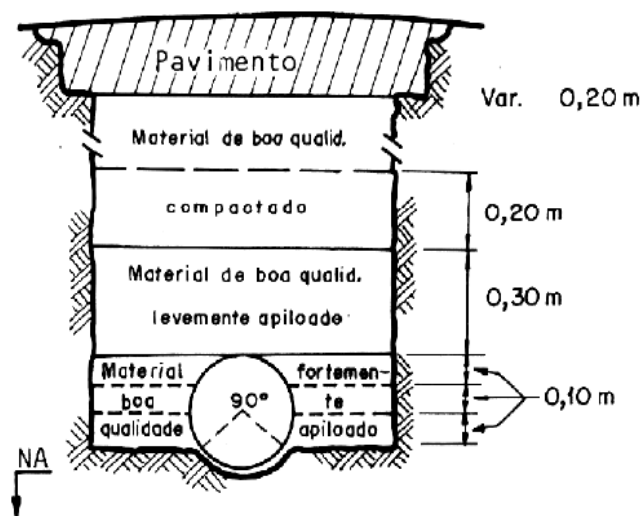


Figura 78 - Assentamento da tubulação tipo apoio direto.
Fonte: ABNT NBR 9814, 1987, p.12.

A Figura 79 e Figura 80 demonstram a primeira camada de reaterro com solo de boa qualidade e compactação das valas com equipamento manual como uma enxada para preservar a tubulação do sistema sanitário de qualquer acidente.



Figura 79 - Reaterro da tubulação de esgotamento e compactação manual em rede de loteamento.
Fonte: Acervo dos autores.



Figura 80 - Reaterro da tubulação de esgotamento e compactação manual em rede de loteamento.
Fonte: Acervo dos autores.

A Figura 81 mostra a etapa de compactação com o auxílio do equipamento compactador de percussão, devido estar nas ultimas camadas de nivelamento com o passeio.



Figura 81 - Compactação da vala utilizando compactador de percussão.
Fonte: Acervo dos autores.

O reaterro e a compactação da vala concluídos deve-se iniciar a pavimentação. A pavimentação tem como função "distribuir os esforços oriundos do tráfego e melhorar as condições de rolamento, contribuindo para um maior conforto e segurança do usuário" (Nuvolari. 2003, p. 169); e por último deve-se fazer uma limpeza final do pavimento.

4 CONCLUSÃO

A rede de esgotamento sanitária é de fundamental importância na sociedade brasileira. Esse sistema ainda não abrange todo o território nacional de forma igualitária como descrito neste trabalho.

O sistema de coleta origina-se com a necessidade de encaminhar os dejetos gerados pela sociedade, a partir do problema de destinação, cria-se um projeto sanitário que compactue com as normas vigentes, norteando as etapas ao processo executivo, até o funcionamento da rede. A rede de esgotamento sanitária em loteamento abrange muitos processos de construção para a criação da rede, passando desde a movimentação de solos, escavação, locação da rede, nivelamento, assentamento da rede, esgotamento, reaterro, compactação e pavimentação.

Com base na pesquisa realizada pode-se concluir que a sistematização do processo executivo da rede sanitária em forma de um manual contribuirá aos gestores e prestadores de serviços uma melhor concepção, construção e funcionamento da rede, proporcionando maior eficiência ao sistema sanitário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEM SOBRINHO, P. ; TSUTIYA, M. T. Sistemas de Esgoto. In:ALEM SOBRINHO, P. ; TSUTIYA, M. T.**Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 2.ed. São Paulo: PHD, 2000. v. 1, cap. 1 e 2, p. 1-35.
- AQUAFLUXUS: **Drenagem Urbana, Meio Ambiente, Políticas públicas, Qualidade da Água**. Disponível em: <<http://www.aquafluxus.com.br/sao-conrado-nao- quero-luxo-nem-lixo/>>. Acesso em: 20 Novembro 2015.
- AMANCO. **Manual Técnico** - Amanco Colefort Tubos. São Paulo: 2008. Disponível:<http://www.amanco.com.br/web/image/texto/Manual_Tecnico_Colefort-Rev_ dez.08.pdf>. Acesso em: 10 Jun. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7362** - Sistemas Enterrados para condução de Esgoto _ Parte 1:Requisitos para tubo de PVC com junta elástica. Rio de Janeiro. 2001. 9 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7367** - Projeto e assentamento de tubulações de PVC rígido para sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro. 1988. 17 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8160** - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro. 1999. 74 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9648** - Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986. 5 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9649** - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986. 7 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9814** - Execução de rede coletora de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987. 19 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12207** - Projeto de interceptores de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992. 3 p.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12266** - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro, 1992. 17 p.
- BAURU. DAE. Departamento de água e esgoto de Bauru. **Tratamento de Esgoto - Interceptores: Córrego da água da forquilha**. Bauru, 2014. Disponível em: <http://www.daebauru.com.br/2014/esgoto/esgoto.php?secao=tratamento&pagina=14#.>>. Acesso em: 15 Outubro 2015.
- CRESPO, Patrício Gallegos. Conceitos Básicos. In: Crespo, Patrício Gallegos. **Sistemas de Esgoto**. Belo Horizonte: Ed. UFMG; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia, 1997. cap. 1,p. 19-35.
- COLINA DO CAMPO: Progresso da obra - Pavimentação, Sistema de Esgotamento Sanitário e Rede de Drenagem. Disponível em: <http://www.colinadocampo.com.br/progresso_obra.asp>. Acesso em: 20 Novembro. 2015.
- MINAS GERAIS. COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais. **Desenho Técnico SPAT/DVPD - 01/2014** - Ligação predial de esgoto: selim de pvc 45° ou 90°. Minas Gerais. 2014. Acesso em: 20 Novembro de 2015.
- MONTE CARMELO. DMAE. Departamento Municipal de água e esgoto de Monte Carmelo. **Ligação de Esgoto**. Monte Carmelo, 2014. Disponível em: <http://dmae.montecarmelo.mg.gov.br/solicitacoes/ligacao-de-esgoto/.>>. Acesso em: 15 de Outubro de 2015.
- NUVOLARI, Ariovaldo. A construção das redes de esgoto sanitário. In: NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto Sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. Edgard Blucher, 2003. cap. 6, p. 147-169.
- SÃO PAULO. SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Coleta de esgoto**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=50.>>. Acesso em: 15 Outubro 2015.
- SARMENTO, A. P. *et al.* **Práticas executivas de rede de esgoto sanitário**. REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiânia, vol. 9, N° 3, p. 61 - 69.

Disponível em: <<http://revistas.ufg.br/index.php/reec/article/download/32031/17639>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

- SERGIPE. DESA - Companhia de Saneamento de Sergipe. **Assentamento de Tubos de PVC junta elástica para redes de Esgoto Sanitários, Ponta e Bolsa**. Sergipe, 2006. Disponível em: <<http://187.17.2.135/orse/esp/ES00270.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- SERGIPE. DESA - Companhia de Saneamento de Sergipe. **Locação e Acompanhamento Topográfico de Obras de Esgotos Sanitários**. Sergipe, 2006. Disponível em: <<http://187.17.2.135/orse/esp/ES00267.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- PARANÁ. SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná. **Manual de Obras de Saneamento**. Paraná, 2012. Disponível em: <http://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/informacoes-tecnicas/mos-4a/modulo_9_4ed_voo_-_assentamentos.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- TIGRE. **Manual Técnico** - Coletor de esgoto. São Paulo: 2013. Disponível:<https://www.tigre.com.br/pt/download_ficha.php?tipo_arq=linha&file=linha_52.pdf>. Acesso em: 10 Outubro 2015.
- TISUTIYA, M.T. Sistema de Esgotamento Sanitário. In: GIMENEZ, A. B. **Manual Técnico de Drenagem e Esgoto Sanitário**. ABTC, 2008. cap. 3, p. 87-104.
- ZAMBON, Renato Carlos; *et al.* **Sistemas de Esgoto Sanitário**. USP - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. 2015. 58 p. Disponível em: <http://www.phd.poli.usp.br/default.aspx?id=28&link_uc=disciplina>. Acesso em: 15 Outubro 2015.

