



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

RAPHAEL DANTAS COUTO

CONSTRUÇÃO DE REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO:
ESTUDO DE CASO NO BAIRRO AEROPORTO, ARACAJU

SÃO CRISTÓVÃO

2019

RAPHAEL DANTAS COUTO

CONSTRUÇÃO DE REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO:
ESTUDO DE CASO NO BAIRRO AEROPORTO, ARACAJU

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para
obtenção da aprovação no curso de
Engenharia Civil, da Universidade Federal
de Sergipe.

SÃO CRISTÓVÃO

2019

RAPHAEL DANTAS COUTO

CONSTRUÇÃO DE REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO:
ESTUDO DE CASO NO BAIRRO AEROPORTO, ARACAJU

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para
obtenção da aprovação no curso de
Engenharia Civil, da Universidade Federal
de Sergipe.

Aprovado em: ____/____/____

Banca examinadora:

Dr.^a. Luciana Coêlho Mendonça - Universidade Federal de Sergipe
(Presidente - Orientadora)

Dr. Daniel Moureira Fontes Lima - Universidade Federal de Sergipe
(Examinador 1)

Dr. Ludmilson Abritta Mendes - Universidade Federal de Sergipe
(Examinador 2)

COUTO, R. D. **Construção de rede de esgotamento sanitário: estudo de caso no bairro Aeroporto, Aracaju**. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, 60 p., 2019

RESUMO

Em um país como o Brasil, que possui dimensões continentais, uma necessidade básica como o saneamento, em especial o esgotamento sanitário, ainda é uma grande problemática. Como é uma necessidade com menor urgência se comparada com o abastecimento de água, foi ao longo dos anos colocada em segundo plano. No entanto, com a melhora dos índices de abastecimento brasileiros, a atenção dos governantes passou a ser a melhora do recolhimento e tratamento dos esgotos, sendo esta a área que mais consome recursos atualmente no saneamento. À medida que crescem no números de obras, aumenta também a necessidade de fiscalizar se estas estão sendo feitas de maneira correta. A partir desta premissa, o presente trabalho analisa e critica as diversas etapas necessárias para a construção da rede de esgoto sanitário, analisando o caso da construção no bairro Aeroporto, na cidade de Aracaju. Para tal, foram feitas observações durante algumas semanas, a fim de se poder comparar com as normas vigentes. Depois das comparações, as dúvidas levantadas foram levadas ao responsável pela fiscalização, pessoa com conhecimento técnico. Verificou-se que o processo ocorre de maneira adequada, com alguns pontos a serem trocados, como a melhora no planejamento de obra. Na norma vigente foi notado que a mesma está desatualizada e precisa de melhorias, como a adição de soluções para as mais diversas situações encontradas em campo.

Palavras-chave: rede coletora, etapas, construção.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Histograma índice do atendimento urbano de esgoto	13
Figura 2 – Histograma índice de esgoto tratado em relação à água consumida.....	14
Figura 3 - Elementos do escoramento.....	20
Figura 4 - Escoramento do tipo pontaleamento.....	21
Figura 5 - Escoramento tipo especial	22
Figura 6 - Assentamento tipo lastro, laje e berço: a) seção transversal e b) corte longitudinal	25
Figura 7 - Poço de visita, tubo de queda e poço de queda	27
Figura 8 - Perfil para o reaterro da vala.....	29
Figura 9 - Armazenamento dos tubos na empresa “A”	33
Figura 10 - Demarcação de estaca utilizada para assentamento de tubulação	35
Figura 11 – Sinalização vista em campo.	36
Figura 12 – Elementos presentes no levantamento do asfalto.	37
Figura 13 – Quadro e pranchas metálicos, bate-estaca e gaiola reciclada.	39
Figura 14 – Rebaixamento do lençol freático	41
Figura 15 – Etapas no processo de assentamento dos tubos.....	43
Figura 16 – Construção dos poços de visita (PV).....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Porcentagens de atendimento de água e esgotos, de acordo com a região geográfica e Brasil.....	12
Quadro 2 – Ranking do Saneamento da cidade de Aracaju (parte 1)	14
Quadro 3 - Ranking do Saneamento da cidade de Aracaju (parte 2)	15
Quadro 4 – Comparativo resumido da construção de rede de esgotamento.....	52

SUMÁRIO

Resumo.....	I
Lista de Figuras.....	II
Lista de Quadros.....	III
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. HISTÓRICO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO	5
3.1.1 Histórico no mundo.....	5
3.1.2 Histórico no Brasil.....	8
3.2. SITUAÇÃO ATUAL DO ESGOTAMENTO NO BRASIL	10
3.3. NORMAS E PRÁTICAS CONTRUTIVAS DA REDE DE ESGOTO SANITÁRIO.....	15
3.3.1 Estocagem de materiais	16
3.3.2 Locação da obra	16
3.3.3 Sinalização da obra	17
3.3.4 Levantamento ou rompimento da pavimentação.....	18
3.3.5 Escavação de valas	19
3.3.6 Escoramento.....	20
3.3.7 Rebaixamento do lençol freático.....	23
3.3.8 Assentamento das tubulações.....	24
3.3.9 Órgãos acessórios de limpeza.....	25
3.3.10 Ligações prediais.....	28
3.3.11 Ensaio de estanqueidade	28
3.3.12 Reaterro e compactação da vala	28
3.3.13 Repavimentação.....	30
4. MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1. COMPARAÇÃO DAS PRÁTICAS OBSERVADAS COM AS NORMAS VIGENTES DA ABNT	31
4.2. AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DA REDE PELA VISÃO DA CONCESSIONÁRIA LOCAL	32
5. RESULTADOS	33
5.1. COMPARAÇÃO DAS PRÁTICAS OBSERVADAS COM AS NORMAS VIGENTES DA ABNT	33

5.1.1	Estocagem de materiais	33
5.1.2	Locação da Obra	34
5.1.3	Sinalização da Obra	35
5.1.4	Levantamento ou rompimento da pavimentação	36
5.1.5	Escavação de valas	37
5.1.6	Escoramento.....	38
5.1.7	Rebaixamento do lençol freático.....	40
5.1.8	Assentamento da tubulação	41
5.1.9	Órgãos acessórios de limpeza.....	43
5.1.10	Ligações prediais.....	44
5.1.11	Ensaio de Estanqueidade	45
5.1.12	Reaterro e compactação da vala	45
5.1.13	Repavimentação.....	46
5.2.	AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DA REDE PELA VISÃO DA CONCESSIONÁRIA LOCAL	46
5.3.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	50
5.4.	QUADRO COMPARATIVO	51
6.	CONCLUSÃO	57
7.	REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

A água está presente em todos os momentos da vida, desde a manhã até o fim do dia em que se desperta e há a necessidade de lavar o rosto, usar o sanitário, escovar os dentes e tomar banho, além de ser a parte fundamental na cozinha, seja no preparo de alimentos ou para higienizar os utensílios. Com o fazer das atividades cotidianas, a água limpa se torna suja, sujeira constituída pela mistura de detritos de alimentos, detergentes, fezes, urina, e outras excretas, produzindo-se cerca de 150 litros de esgoto para o consumo médio de 200 litros de água por dia. Com tanta água em sua composição (mais que 99%), os esgotos também são conhecidos como resíduos líquidos, e sua composição pode variar com seu uso, sendo o esgoto doméstico o mais uniforme (CAVINATTO, 2003).

Os detritos humanos são veículos de patógenos de várias doenças, dentre as quais estão febre tifoide, esquistossomose, diarreias infecciosas, entre outras, as quais destacam a necessidade de afastar seu contato com o homem, águas de abastecimento, vetores (moscas, baratas) e alimentos. Sem as medidas práticas de saneamento e de educação sanitária, grande parte da população tende a lançar os dejetos diretamente sobre o solo, criando situações favoráveis à transmissão de doenças. Seu devido recolhimento e tratamento traz benefícios diversos, sendo destacado o aumento da vida média do homem, a diminuição de despesas com o tratamento de doenças evitáveis, redução do custo do tratamento de água de abastecimento com a prevenção da poluição dos corpos d'água e o controle da poluição de rios e mares, protegendo-se a biota aquática (FUNASA, 2004).

Para destinar as águas residuais existem três tipos de sistemas. O sistema unitário é àquele em que as águas residuais são recolhidas juntamente a águas de infiltração e água pluviais. No sistema separador parcial as águas residuais são recolhidas junto às águas de infiltração e águas de chuva advindas de telhados e pátios de casas, com um recolhimento separado para o resto das águas de chuva. Por último o sistema separador absoluto, no qual os sistemas de esgotamento e drenagem funcionam de maneira independente, havendo destinos e tratamentos completamente separados (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2011):

No Brasil, utiliza-se o sistema separador absoluto, pois no sistema combinado a mistura com a totalidade das águas de chuva faz o processo ficar consideravelmente oneroso, além da necessidade da construção de grandes

sedimentadores para uma grande parte do caudal que perde sua capacidade de depuração, além de tratamentos secundários que sofrem com problemas de diluição. Já o sistema separador parcial sofre com valores elevados de investimentos (grandes condutos e obras complementares), apresenta menor flexibilidade e execução mais difícil e mais demorada, além de ser um sistema que não funciona em ruas que não sejam asfaltadas, realidade frequente nas cidades brasileiras (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2011).

O País ainda possui um grande desafio quanto ao saneamento básico, especialmente em relação a coleta e tratamento de esgoto, o qual é deficitário em relação à distribuição de água tratada (DANTAS et al., 2012).

O principal motivo para essa discrepância é que o funcionamento do Plano Nacional de Desenvolvimento (Planasa), principal via de investimento no saneamento que durou até o final da década de 80, estava interligado à universalização da distribuição de água, para garantir o direito de todos os brasileiros de ter água encanada, uma necessidade mais urgente que o esgotamento. Além disso, dar uma importância maior ao abastecimento causa um maior impacto político, já que levar água a uma comunidade que antes não possuía cria um sentimento de gratidão, em detrimento do esgotamento, que não possui vantagens tão visíveis e imediatas (NOZAKI, 2007).

No ano 2000, quase 78% dos domicílios foram atendidos com água tratada, contra 71% em 1991. Já os esgotos passaram de 35% em 1991 para 47%, já que havia maiores e mais expressivos ganhos no bem estar nas cidades ligados ao fornecimento de água. Nessa época, o nível de cobertura de esgotos era dos piores entre os países latino-americanos, já que mesmo a Região Sudeste, que possuía a maior cobertura (70%), estava abaixo da cobertura em países como Bolívia (72%), Colômbia (72%) e Peru (80%). O valor total estimado para universalização dos serviços de água e esgoto no período 1999-2010 foi de US\$ 38 bilhões, dos quais 45,8% e 22,4% desse total iriam para coleta e tratamento de esgotos, respectivamente, sendo o restante para o fornecimento de água e reposições necessárias. Por ano, esse investimento seria de quase US\$ 4 bilhões, ou 0,5% do PIB (MOTTA, 2004).

Os últimos dados do SNIS, relativos ao ano de 2016, destacam que somente 51,9% do País é atendido pela rede de esgotos, com somente 44,9% dos esgotos gerados tratados (Ministério das Cidades, 2018). É perceptível que mesmo com todo

o esforço dos governos em melhorar a situação do país, a melhora observada entre os anos 2000 e 2016 é ínfima e ainda há muito a ser feito.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal apresentar os aspectos referentes à construção de redes de esgotamento sanitário no bairro Aeroporto, em Aracaju.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Comparar as práticas observadas na construção da rede de esgoto com as normas vigentes da ABNT;
- b) Avaliar a construção da rede pela visão da concessionária local.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. HISTÓRICO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

3.1.1 Histórico no mundo

A civilização humana demonstra uma habilidade enorme de se adaptar a diversos climas, diversos tipos de alimentos e diversas condições de vida. A natureza básica, que consiste em comer, beber e excretar, no entanto não mudou (WOLF, 1999).

Ainda que com o tempo a humanidade tenha aprendido maneiras de coletar água e afastar os detritos, essa problemática se mantém até os dias atuais. Em sua fase nômade, como estava em constante mudança, o ser humano deixava os restos de alimentos e dejetos acumulados em suas moradias, sendo que essa quantidade de detritos era pequena e não conseguia causar danos ao meio, já que havia poucas pessoas na época e só se consumia o essencial para sua sobrevivência (CAVINATTO, 2003).

Lofrano e Brown (2010) demonstram que as primeiras comunidades estavam espalhadas em áreas abertas e seus dejetos eram decompostos por ciclos naturais, sendo que a deposição de excreta humana se dava através de buracos que eram cobertos, como pode ser observado na Lei Sanitária Mosaica em Deuteronômio 23, que diz “entre as tuas armas terás um porrete; e, quando te abaixares fora, cavarás com ele e, voltando-te, cobrirás o que defecaste.” (ALMEIDA, 1999, p.188).

Uma nova era começou quando o homem se estabeleceu em localizações permanentes há cerca de 10.000 anos, sendo que essa permanência trouxe problemas ecológicos (Lofrano; Brown, 2010). Para poder permanecer, o homem precisava desmatar e plantar e com isso começaram os processos de modificação dos recursos naturais e locais que eram propícios ao plantio e criação de animais passaram a ser locais com as primeiras aldeias. A acumulação de lixo e os excrementos expostos passaram a ser uma problemática pois vetores como ratos e insetos e a poluição de rios fizeram com que um número cada vez maior de pessoas fossem atingidas por doenças transmitidas por esses veículos (Cavinatto, 2003). Para contornar esse aumento do número de doentes, diversas épocas adotaram diferentes métodos, como demonstrado a seguir.

No império Mesopotâmico (3500 a 2500 a.C.), algumas casas descartavam seus dejetos através de ligações feitas com o sistema de drenagem de águas

pluviais. Na Babilônia, existiam latrinas que eram conectadas a eixos verticais de 450 mm localizados no solo, os quais eram alinhados com canos de argila perfurados para formar fossas. Mas a maioria dos babilônios jogavam os detritos (excrementos e lixo) nas ruas sem pavimentação, as quais eram periodicamente cobertas com argila, aumentando assim o nível das ruas ao ponto de que escadas tiveram que ser construídas para acessar as casas que estavam rebaixadas (LENS, 2001).

No Palácio Real de Rei Minos em Creta (1700 a.C.), quatro sistemas de drenagens carregavam os detritos através de canos de terracota unidos com cimento os quais levavam até uma fossa de pedra. Cisternas alimentadas pela chuva e aquedutos de pedra juntavam água que garantia um fluxo contínuo em banheiros e latrinas, que tinham suas águas descarregadas no rio Kairatos. O sistema de drenagem da ilha, que data de 2000 AC, usava canos de terracota com juntas soladas com concreto, levava em maior parte de seu tempo águas de chuva, mas também levava detritos humanos que chegavam até o sistema de drenagem com a ajuda de grandes jarros. Muitos desses drenos são utilizados até os dias de hoje (WOLF, 1999).

Diversas referências consideram a Cloaca Máxima de Roma (século 6 a.C.) como o primeiro sistema de esgoto planejado e implantado no mundo. Foi uma obra que teve papel essencial no controle da malária na época, já que recebia parte dos esgotos domésticos de áreas próximas ao Fórum Romano, além de drenar uma área superficial bem maior (Tsutiya; Alem Sobrinho, 2011). Ainda assim as ruas romanas eram fossas abertas, mesmo com o hábito da época de usar latrinas públicas, já que se tinha o costume de jogar detritos das casas. A água suprida pelo sistema de aquedutos levava o esgoto e as águas residuais que vinha dos banheiros e latrinas públicos para as fossas localizadas abaixo da cidade. No final o rio Tibre recebia todas as águas residuais. Nessa época já se tinha algumas soluções para a poluição das ruas como as “capas da modéstia” e jarros de cerâmica oferecidos a viajantes ou àqueles que precisassem por uma taxa ou ainda os grandes jarros, postos nos arredores das cidades, eram disponibilizados para qualquer um passando. Essas soluções modestas diminuíram a quantidade de detritos nas ruas, mas não o suficiente. Extensivas lavagens públicas eventualmente carregavam os detritos das ruas até as fossas usando a água em abundância trazida pelos aquedutos. Assim que o Império Romano colapsou, a maneira encontrada por eles para os problemas

de saneamento não podia se sustentar, já que dependia de enormes volumes de água trazida pelo sistema de aquedutos, os quais dependiam de um governo eficiente e da proteção de um exército forte. Os bárbaros vindos do norte retiraram a fonte essencial para o funcionamento da infraestrutura – água (WOLF, 1999).

Depois da queda do Império Romano, os anos de 450 a 1750 podem ser descritos como a Idade Sanitária das Trevas, já que em grandes cidades como Londres e Paris o habitual era jogar os dejetos (líquidos e sólidos) pelas janelas diretamente nas ruas, independente se havia ou não alguém passando, nascendo então o costume dos cavalheiros de andar do lado mais próximo das ruas, para poderem proteger as damas de serem atingidas pelos excrementos (Wolf, 1999). Em Paris, o tráfego passando e as chuvas ajudavam a decompor os excrementos, além dos porcos e cachorros selvagens que se alimentavam ou ainda eram coletados por catadores para usar como fertilizantes. No século 13, rei Filipe Augustus da França ordenou a pavimentação das ruas para reduzir o fedor produzido pela mistura de lixo e esgoto, sendo que essa cobertura da rua impediu que os dejetos fossem reduzidos a lama. Para resolver o problema em 1348, o rei Filipe VI formou o primeiro corpo de trabalhadores de saneamento para limpar as ruas, sendo ele também que fez o decreto que obrigava as pessoas a limpar a frente de suas casas e dispor o lixo em lixões. O primeiro esgoto coberto foi feito em 1370 para levar as águas residuais para o rio Sena, próximo ao Louvre. Em 1539, quando pragas arrasaram a Europa, o rei Francisco I ordenou os donos das casas a construir fossas (sanitários em buracos feitos dentro das moradias) para coleta dos despejos em novas casas, sendo essas fossas construídas para que vazassem, para que assim não se precisasse limpar com frequência. Essas fossas continuaram a ser usadas até o final dos anos 1700 (LENS, 2001).

Com o processo industrial europeu aflorado, as áreas urbanas cresceram sem controle, já que se precisava de mão de obra, a qual era majoritariamente de camponeses. As cidades cresceram mas os serviços de saneamento básico não acompanharam essa expansão, acarretando em condições de vida assustadoras e sem as mínimas condições de higiene com casas superlotadas em que detritos eram acumulados em recipientes e transferidos mensalmente para reservatórios públicos. Como resultado esse período foi marcado pela volta de graves epidemias (cólera e febre tifoide) transmitidas pela água contaminada, com milhares de vítimas. Diante do quadro, grandes investimentos foram feitos em pesquisas que então permitiram

Pasteur e outros cientistas a descobrir que as doenças infecciosas estavam ligadas a microrganismos patogênicos os quais eram transmitidos especialmente pela água e outros meios contaminados. A Inglaterra como precursora do movimento industrial foi a primeira, sendo seguida por outros países europeus, a fazer uma grande reforma sanitária em que os detritos, em vez de ficar acumulando nos edifícios, causando incômodos terríveis, eram transportados para canalizações de águas pluviais, em descargas líquidas, semelhantes às utilizadas atualmente (CAVINATTO, 2003).

Extensos projetos públicos no século 19 permitiram que cidades americanas e europeias tivessem grandes sistemas de esgotamento. O esgotamento sanitário, que até então era considerado uma responsabilidade privada, passou a ser responsabilidade dos governos que acumulava recursos através dos impostos. Engenheiros europeus investigaram os métodos de esgotamento adotados pelos gregos, romanos e minoicos, adotando a velha e esquecida estratégia que diz que a solução para a poluição está na diluição, criando um segundo problema já que rios, lagos e águas costeiras não tinham a capacidade de auto depurar a quantidade de resíduos lançados pelas cidades em ritmo de crescimento acelerado. O primeiro sistema de esgotamento abrangente foi construído em Hamburgo, Alemanha em 1843 e serviu de modelo para cidades como Nova Iorque e Chicago, sendo criado pelo engenheiro inglês W. Lindley. Neste, as águas de maré limpavam as linhas principais uma vez por semana e os odores eram exalados por drenos instalados nos telhados de edifícios conectados à rede. Foi no final desse século que muitos dos tratamentos que ainda são utilizados nos dias de hoje (primários e secundários) começaram a ser pesquisados. No começo do século 20, um pouco antes da Primeira Guerra Mundial foi desenvolvido a demanda biológica de oxigênio, permitindo que cientistas a classificar as águas de acordo com seu nível de poluição, já que na época a análise se dava somente com os poluentes biológicos, pois os poluentes industriais só passaram a ser analisados depois da Segunda Guerra Mundial (WOLF, 1999).

3.1.2 Histórico no Brasil

Com a chegada dos colonizadores do país, chegou também a preocupação com a saúde pública, sendo criadas leis que determinavam medidas como a limpeza de ruas e quintais. Mas as maiores mudanças no saneamento se deram com a

chegada da família real em 1808, como a criação de leis que impediam a entrada de pessoas doentes e a construção de rede de coleta pluvial, uma das primeiras do mundo, sendo somente instalado em áreas da cidade onde estava instalada a aristocracia. Seguindo os costumes europeus da época, todas as casas eram construídas sem sanitários (mesmo as mais ricas) sendo necessário o recolhimento dos potes cheios de fezes feito por escravos para então ser despejado nos rios, os quais passaram a não o fazer mais após o término da escravidão em 1888, obrigando aos governantes a encontrar novas soluções para o problema. Em 1930, todas as capitais possuíam, pelo menos em suas áreas centrais, sistema de distribuição e água e coleta de esgotos, sendo vários deles construídos por Saturnino de Brito, engenheiro considerado o patrono da engenharia sanitária no País, entre quais se destaca os canais drenagem em Santos, feitos para drenar águas que serviam como local de proliferação de febre amarela, os quais ainda estão em funcionamento nos dias de hoje (CAVINATTO, 2003).

Na década de 1960, o governo militar tinha como objetivo aumentar a cobertura dos serviços de saneamento, já que esse era um dos principais objetivos explicitados nos planos de desenvolvimento. Para tal, foi então criado o Banco Nacional da Habilitação (BNH) em 1964 para melhoria das condições urbanas, sendo este encarregado em 1967 de realizar o diagnóstico inicial do setor de saneamento e do financiamento em conjunto com os municípios, sendo também criados fundos estaduais de água e esgoto. Já na década de 1970, houve a tentativa do aumento da cobertura com a criação do Plano Nacional (Planasa) com o ambicioso plano de atender 80% da população com água e 50% com esgoto até 1980, e houve uma pressão para que os municípios repassassem suas concessões dos serviços para as companhias de saneamento (criadas nesta época e que tinham acesso a empréstimos junto ao BNH), sobrando somente 1000 cidades (um quarto do total) com as concessões de saneamento. A lógica do Planasa era principalmente ligada à construção e à ampliação dos sistemas em detrimento dos aspectos de operações, que não era financiado pelo BNH, resultando na degradação dos sistemas (TUROLA, 2002).

Turrola (2002) também explicita a situação do país nas décadas de 1980 e 1990. No começo dos anos 80, o abastecimento de água estava próximo dos 80% da população urbana, evidenciando os resultados do Planasa, mas foi nessa época que as companhias de saneamento sofreram com suas saúdes financeiras, já que

as fontes de financiamento se esgotaram além do fim do tempo de carência dos empréstimos tomados e do aumento das despesas com amortização e encargos financeiros. Outras grandes problemáticas foram a falta de investimentos na operação dos sistemas, o uso político das companhias e o crescimento da inflação. Em 1986 o BNH foi extinto, passando todos os papéis no tocante ao financiamento do setor para a Caixa Econômica Federal, a qual estava sobre limitações orçamentárias mais severas, reduzindo a oferta de recursos. Já a década de 1990, foi marcada pelo colapso da Planasa, fazendo com que nesse período as iniciativas governamentais se mostrassem pontuais e desarticuladas e o Plano Nacional de Saneamento permaneceu toda a década sem regulamentação, já que mesmo com a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos em 1997, todas as tentativas de regulamentação específica se mostraram sem sucesso. Com recursos advindos do FGTS, do Banco Mundial, do Banco Interamericano de Desenvolvimento e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), existiram alguns programas que se destacam como o Pró-Saneamento (1995) e o Programa de Ação Social em Saneamento – Pass (1996) que garantia financiamento para aumento da cobertura de água e esgoto e gestão de resíduos sólidos para áreas que tinham populações mais pobres. Já o Programa Social de Emergência e Geração de Empregos em Obras de Saneamento – Prosege (1992) responsável pelo investimento de 421 milhões de reais, permitiu a construção de seis mil quilômetros de redes de esgotos. Esses programas, que não foram os únicos, fizeram com que a rede aumentasse em todo o país, em uma década marcada pela falta de regulamentação.

3.2. SITUAÇÃO ATUAL DO ESGOTAMENTO NO BRASIL

A situação atual do esgotamento no Brasil pode ser analisada através do Ranking do Saneamento do Instituto Trata Brasil e do SNIS 2016, os quais são usados como parâmetro para o Ministério das Cidades. O Ranking do Trata Brasil analisa os 100 maiores municípios do Brasil, considerando a estimativa populacional de 2017, e é composto por diversas informações fornecidas pelas operadoras de saneamento, sendo os dados retirados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), os quais possuem defasagem de dois anos e por isso se referem ao ano de 2016. O Ranking revela a lentidão com que avançam os serviços de saneamento, sendo constatado que para uma verdadeira universalização é

necessário um maior engajamento dos prestadores e do comprometimento dos governos nas esferas federal, estadual e municipal (OLIVEIRA; SCAZUFCA; PIRES, 2018).

O SNIS utilizado pelo Instituto Trata Brasil informa os índices de atendimento, tratamento e investimentos para os sistemas de tratamento, abastecimento e tratamento de água e esgoto, sendo que a população considerada é aquela fornecida pelos operadores de serviço e a população total residente fornecida pelo IBGE. Já a população urbana residente é estimada com base no percentual do censo anterior, pois essa informação não é passada pelo IBGE. Também é importante salientar que o SNIS somente contabiliza o acesso por meio de rede geral de distribuição de água e rede pública de esgotos, não sendo levadas em consideração soluções individuais ou alternativas, nem as ligações de esgoto ligadas a rede drenagem pluvial (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018).

O índice de atendimento total da rede de esgotos em 2016 é em média no País de 51,9%, sendo que somente contabilizando as cidades esse índice sobe para 59,7%, havendo então um crescimento de 1,7 ponto percentual em ambos os índices em relação ao ano de 2015. A região Nordeste teve um destaque, pois foi a região com o maior crescimento no índice total e urbano (2,1 e 2,5 pontos percentuais, respectivamente). Já em relação ao tratamento, 44,9% dos esgotos gerados foram tratados em média no país (2,2% acima do observado em 2015). Olhando somente a parcela coletada, 74,9% foi tratado (o índice foi acrescido em 0,9%), cabendo um alerta pois esse índice somente contabiliza a porcentagem em relação ao que é coletado (uma cidade pode recolher 10% do total gerado, por exemplo, porém trata toda a parcela coletada, recebendo portanto 100% de tratamento nesse último quesito, o que pode levar a conclusão de que todo o esgoto do local é tratado). Somente no Sudeste e no Nordeste houve aumento do índice de esgotos coletados (1,2 e 1,1 ponto percentual, respectivamente), havendo decréscimo nas demais regiões em relação ao ano de 2015. Comparado com os índices de 83,3% de distribuição total e 93% de distribuição urbana de água tratada, ainda há uma distância significativa para equiparação entre os serviços, sendo necessários maiores investimentos no esgotamento (Ministério das Cidades, 2018). Os valores detalhados por região podem ser observados no Quadro 1.

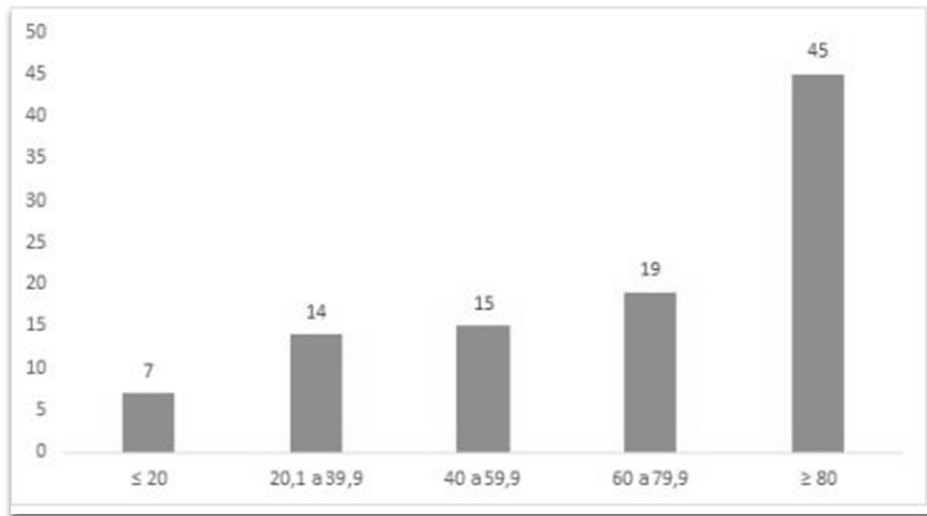
Quadro 1 - Porcentagens de atendimento de água e esgotos, de acordo com a região geográfica e Brasil.

Região	Índice de atendimento com rede (%)				Índice de tratamento dos esgotos (%)	
	Água		Coleta de esgotos		Esgotos gerados	Esgotos coletados
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Total
Norte	55,4	67,7	10,5	13,4	18,3	81,0
Nordeste	73,6	89,3	26,8	34,7	36,2	79,7
Sudeste	91,2	96,1	78,6	83,2	48,8	69,0
Sul	89,4	98,4	42,5	49,0	43,9	92,9
Centro-Oeste	89,7	97,7	51,5	56,7	52,6	92,1
Brasil	83,3	93,0	51,9	59,7	44,9	74,9

Fonte: SNIS (2018).

Analisando exclusivamente as 100 maiores cidades do país, áreas urbanizadas ou não, somente duas possuem 100% de coleta de esgoto (Cascavel - PR e Piracicaba - SP) e com o índice de 98% ou superior (o qual o SNIS considera como universal) há outros dez municípios. O índice total é de 72,14%, um crescimento de apenas 1,09% em relação a 2015, mas ainda sim maior que o encontrado no Brasil se considerado como um todo (51,90%). Excluindo as áreas não urbanizadas, seis municípios possuem 100% e doze possuem mais que 98% de coleta (universalizados), sendo o índice de 73,16%, número bem mais expressivo que a média do Brasil que é de 59,70%. Esse índice na casa dos 70% é influenciado pelo fato de que a maioria das 100 maiores cidades (de acordo com o Censo populacional de 2017) possuem pelo menos 60% de atendimento de esgoto, com 45 cidades com mais de 80% de esgotamento como pode ser visto na Figura 1. O índice de 51,90% de média brasileira mostra que para se universalizar a coleta, muito ainda deve ser feito nas cidades menores (OLIVEIRA; SCAZUFCA; PIRES, 2018).

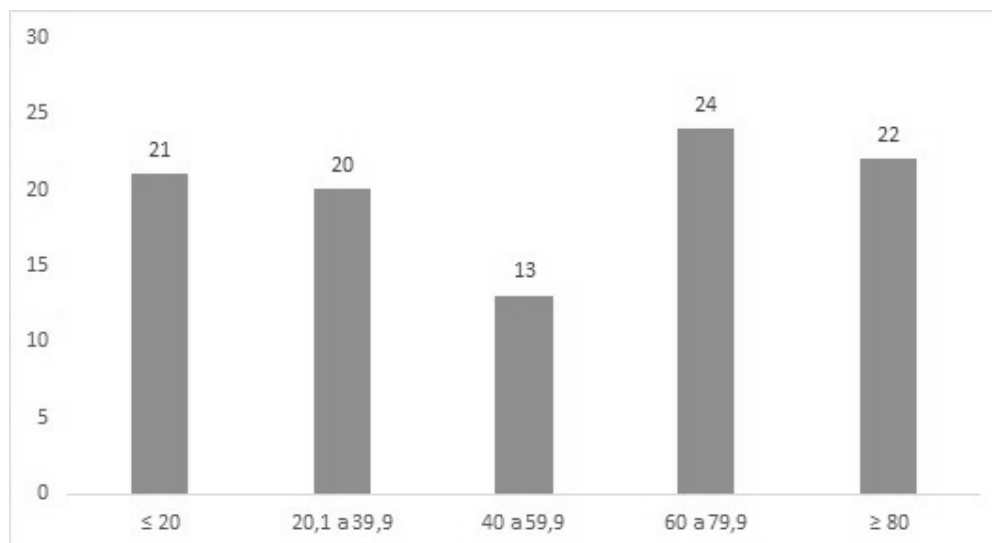
Figura 1 - Histograma índice do atendimento urbano de esgoto.



Fonte: Ranking do Saneamento (2018).

Olhando agora o tratamento em relação ao total de água consumida, há seis municípios com valor máximo (100%) e dezesseis com valores superiores a 80%, que para o Ranking do Saneamento, podem ser considerados universalizados. Na outra ponta, ainda existem municípios que podem coletar mas não o tratam (são jogados em seu estado bruto), com três municípios com 0% que são Governador Valadares – MG, Nova Iguaçu – RJ e Ananindeua – PA. Entre as 100 maiores cidades o índice médio é de 54,33%, com um crescimento de 2,58% em relação ao SNIS 2015, valor 9,43% acima da média nacional (44,9%) mas que ainda apresenta valores muito abaixo do esperado, se mostrando o principal gargalo a ser superado. Diferentemente da coleta, o tratamento possui, em todas as faixas, uma quantidade semelhante de cidades, como pode ser observado na Figura 2, demonstrando que mesmo as maiores cidades ainda tem bastante a ser feito (OLIVEIRA; SCAZUFCA; PIRES, 2018).

Figura 2 – Histograma índice de esgoto tratado em relação à água consumida.



Fonte: Ranking do Saneamento (2018).

Ainda olhando o Ranking do Saneamento, temos a situação da cidade de Aracaju, única cidade sergipana entre as 100 maiores e objeto de estudo deste trabalho. A situação da cidade pode ser vista no Quadro 2.

Quadro 2 – Ranking do Saneamento da cidade de Aracaju.

Município (UF)	Aracaju (SE)
Ranking do Saneamento 2018	47
Ranking do Saneamento 2017	64
Comparação 2017/2018	+17
População Total (IBGE)	641.523
Operador	DESO
Indicador de atendimento total de água (%)	99,29
Indicador de atendimento total de esgoto (%)	48,48
Indicador de esgoto tratado por água consumida (%)	51,05

Fonte: Adaptado de Ranking do Saneamento (2018).

Analisando o ranking do ano de 2018, vê-se que a cidade está na posição 47 entre as 100 maiores, um incremento de dezessete posições em relação ao ranking do ano de 2017, o qual foi causado pela melhora nas perdas na distribuição de água da cidade que passaram de 32,31% no SNIS 2015 para 22,60% em 2016. Essa informação causou estranheza na publicação e a mesma colocou a situação da cidade no tópico das observações e classificou a melhora como atípica e improvável

de ter ocorrido no pequeno espaço de um ano, sendo uma informação a ser revisada.

Ainda de acordo com o Ranking do Saneamento, a cidade possui quase por completo o indicador de distribuição de água (nota máxima de 0,5 recebida, já que porcentagens maiores que 98% são consideradas universalizadas). O mesmo não ocorre no esgotamento sanitário, pois a cidade somente oferta esgotamento a 48,48% de sua população e somente trata 51,05% do total de esgoto produzido (o ranking calcula o total de esgoto produzido igualando seu valor ao total de água consumida). Por último se analisam os investimentos feitos, os quais somam 358,26 milhões de reais no período de 2012-2016, ou 111,69 reais por habitante, uma soma considerável e que pode ser vista na cidade, em especial as obras de esgotamento, que ocorrem em toda a cidade. Os valores investidos por ano podem ser vistos no Quadro 3.

Quadro 3 – Investimentos feitos em Aracaju no período de 2012-2016.

Investimentos (R\$ MM)									
Município	UF	2012	2013	2014	2015	2016	Total 5 anos (R\$ MM)	Média	Média anual por habitante
Aracaju	SE	33,45	62,95	73,43	111,12	77,3	358,26	71,65	111,69

Fonte: Ranking do Saneamento, 2018.

3.3. NORMAS E PRÁTICAS CONTRUTIVAS DA REDE DE ESGOTO SANITÁRIO.

Para a construção da rede de esgotamento existem certos procedimentos que devem ser executados para que a rede funcione corretamente, procedimentos definidos pela ABNT, além de práticas construtivas que não estão descritas em legislação mas são recomendadas por diversos autores. Entre as normas que são obrigatórias para o projeto e construção estão a NBR 12266/1992 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana, a NBR 7367/1988 – Projeto e assentamento de tubulações de PVC rígido para sistemas de esgoto sanitário e a NBR 9649/1986 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário e a NBR 9814 – Execução de rede coletora de esgoto sanitário.

3.3.1 Estocagem de materiais

A estocagem de materiais é importante, pois quando os tubos de PVC ficam expostos ao sol há a possibilidade de haver deformações provocadas pelo calor excessivo. Para tal a NBR 7367 determina certos parâmetros a serem seguidos (ABNT, 1988, p. 3):

- a) O local deve ser designado pela fiscalização e deve ser o mais plano possível, limpo, livre de pedras ou objetos salientes;
- b) Sob a primeira camada de tubos deve haver um tablado de madeira contínuo ou pranchões de 10 cm de largura espaçados em 20 cm no máximo, posicionados transversalmente aos tubos, sendo seu comprimento tal que nenhum tubo fique em contato com o solo;
- c) Estroncas verticais devem ser colocadas a cada metro, para apoio lateral das camadas de tubos;
- d) As camadas devem ser dispostas umas sobre as outras com bolsas colocadas de cada lado dos tubos e com altura recomendada máxima de 1,80 metros (para facilitar sua colocação e retirada);
- e) As conexões também devem ser armazenadas em local adequado, de maneira que não sofram deformações;
- f) Anéis de junta devem ser estocados nas embalagens originais, protegidos de calor, raios solares, óleos e graxas.

3.3.2 Locação da obra

O posicionamento exato da vala deve ser feito com precisão pois deve ser evitada a demolição de pavimento em local indevido ou a abertura de vala mais larga que o necessário (Pereira; Soares, 2006). Deve-se ter bastante cautela em relação às possíveis interferências com outras obras enterradas (redes de luz, água, telefone, gás, galerias pluviais), pois se trata de uma obra que depende da gravidade para funcionar e qualquer empecilho no caminho pode reduzir a eficiência do que foi projetado. Um estudo cuidadoso de cada trecho, com a consulta a plantas de cadastro de todas as companhias que já executaram no local, além de sondagens para confirmar a localização de eventuais interferências deve ser realizado. Outro aspecto a ser visto é o topográfico, em que se recomenda um nivelamento para confirmação das cotas do terreno relativas ao eixo da vala, para verificar sua compatibilidade com àquelas de projeto (NUVOLARI et al., 2011). A NBR 9814 também dá enfoque ao aspecto das interferências e recomenda que achando-se no subterrâneo tubulações, caixas, dutos entre outros, deve ser demarcado (ABNT, 1987). Já a NBR 12266, no item 4.2.2.2, diz que quaisquer achados que provoquem discrepâncias com a locação projetada devem ser

informados ao órgão responsável e as mudanças devem ser registradas (ABNT, 1992).

A NBR 9814 ainda determina que a rede de Referências de Nivelamento (RRNN) devem ser adensadas com a implantação de no mínimo um RN secundário por quadra, e pontos de segurança (PS) em pontos de fácil visualização que não sofram interferência da obra, ao menos nos cruzamentos. Há também a determinação de que todo o nivelamento deve ser geométrico, sendo obrigatório o contranivelamento passando pelos mesmos pontos, com erro máximo admitido de 5 mm/km (ABNT, 1987).

Quanto ao posicionamento da vala, de acordo com a NBR 12266 (ABNT, 1992, p. 2) o mesmo deve ser executado de acordo com as normas municipais de ocupação das várias faixas da via pública, sendo que quando não for definido ou o posicionamento for inexequível, o seguinte deve ser observado:

a) As valas devem ser posicionadas na via carroçável sempre que:

- não forem largas o suficiente as vias laterais, ou se existirem nelas obstáculos de difícil remoção;
- se obtiver vantagem técnica ou econômica;
- houver risco quando a vala for posicionada no passeio;
- a regulamentação oficial impedir sua construção;

b) As valas devem estar localizadas no passeio sempre que:

- for projetada uma rede dupla;
- no passeio houver espaço disponível;
- houver vantagem técnica ou econômica;
- a rua for de tráfego intenso e pesado;
- regulações municipais impedirem a construção no leito carroçável;

3.3.3 Sinalização da obra

A sinalização é o conjunto de equipamentos que informam que a obra está ocorrendo, para garantir a segurança da equipe que está trabalhando, dos pedestres e condutores de veículos. Também possuem a função de afastar pessoas não autorizadas das proximidades da mesma, além de manter animais longe do local de trabalho (PEREIRA; SOARES, 2006).

A Lei 9.503/97, a qual institui o Código de Trânsito Brasileiro, em seu artigo 94, determina que qualquer obstáculo à livre circulação e à segurança de veículos e pedestres, seja na via como na calçada, com a impossibilidade do obstáculo ser retirado, deve ser devidamente e imediatamente sinalizado (BRASIL, 1997).

Ainda de acordo com Pereira e Soares (2006), a atividade depende do horário (pela manhã ou pela noite), do tipo de interdição (parcial ou total) e do serviço a ser realizado. Entre os aparatos mais utilizados estão cavaletes de advertência, cones de sinalização, telas plásticas, sinalização refletiva (fluorescente) e sinalização luminosa (lâmpadas).

A NBR 9814 (ABNT, 1987, p. 3) determina:

- a) O local deve ser cercado utilizando-se de cavaletes e tapumes de contenção do material escavado;
- b) Não se deve interferir o escoamento pluvial existente da via;
- c) Sempre que possível, deixar passagem livre para veículos;
- d) Deixar passagem livre e segura para pedestres;
- e) Colocar dispositivos de sinalização de acordo com a legislação em vigor.

3.3.4 Levantamento ou rompimento da pavimentação

De acordo com Pereira e Soares (2006), é a primeira etapa da instalação de rede coletora, sendo feita de forma manual ou mecânica (a última normalmente é feita com martetele hidráulico). A NBR 12266 diz que a remoção mecânica deve ser feita com rompedores pneumáticos ou outro apropriado, e a remoção manual com a ajuda de alavancas ou outras ferramentas. É também determinado que os pisos de passeio podem ser retirados de ambas as maneiras (ABNT, 1992).

A NBR 12266 também define a largura da via ser retirada. Para pavimentos, a largura será aquela definida em projeto (tabela 1 do anexo da NBR 12266) acrescida de 30 cm (15 cm em cada lado), para passeios essa largura será de 20 cm (ABNT, 1992). Essa folga tem como função evitar acidentes com os trabalhadores que estiverem dentro da vala, pois sua ausência pode fazer com que materiais soltos do pavimento caiam e atinjam os que lá estiverem dentro (NUVOLARI et al., 2011).

Na instalação de poços de visita (PVs), deve-se prever um quadrado com 2,20 metros de lado, sendo esse quadrado de 1,60 metros se for colocado tubos de inspeção e limpeza (TILs), ambos os casos com demolição do asfalto acrescido dos 15 cm de cada lado. Para caixas de limpeza (CPs) e terminais de limpeza (TLs) não há necessidade de alargamento adicional (NUVOLARI et al., 2011).

Depois de retirados os materiais que podem ser reaproveitados, como paralelepípedos, eles devem ser empilhados em local conveniente para depois serem recolocados, como determinado na NBR 12266. A mesma norma define que

os materiais não-reaproveitáveis devem ir de imediato para o bota-fora (ABNT, 1992).

3.3.5 Escavação de valas

Também conhecida como método destrutivo, a escavação a céu aberto é aquela que a vala é aberta desde a superfície do terreno até o ponto de assentamento dos tubos. É o método mais utilizado no assentamento de tubulação de esgoto sanitário, apesar dos transtornos que causa a veículos e pedestres, sendo recomendado que somente se faça em trechos pequenos (usualmente de PV a PV), já que as obras de esgoto são mais demoradas do que, por exemplo, a colocação de rede de água de abastecimento. Entre os cuidados a serem tomados, além da devida sinalização (placas, tela plástica, lâmpadas, etc.), estão preservar a entrada de garagens e os cruzamentos de duas ou mais vias com o uso de passadiços de madeira ou metálicos, e cuidados com a rede elétrica (postes) e edificações que estejam suficientemente próximas às valas, para que se necessário, serem propostos escoramentos específicos (NUVOLARI et al., 2011).

A NBR 9814 determina que toda a escavação deve ser feita de jusante a montante, a partir dos pontos de lançamento ou em pontos viáveis ao uso de galerias pluviais para receberem o escoamento, caso ocorra presença de água durante a escavação (ABNT, 1987).

As escavações podem ser feitas de maneira manual ou mecanizada, com o uso de picaretas, alvião, chibanca, enxada, pá quadrada, pá de bico e enxadão para o modo manual e equipamentos como retroescavadeira para mecanizar o processo (PEREIRA; SOARES, 2006).

A escavação mecanizada é tida como mais econômica dada a economia de tempo que se obtém com seu uso, porém a presença de interferências não delineadas pode fazer com que a escavação manual seja necessária, já que essa pode ultrapassar os obstáculos sem destruí-los. Ainda sobre os equipamentos mais utilizados na maneira mecanizada têm-se a retroescavadeira para profundidades de vala de até 2,50 metros e escavadeiras hidráulicas para profundidades de até 5,00 ou 6,00 metros, além do uso de *drag-lines* (raspagens de terrenos pouco consistentes e de difícil acesso), *clam-shell* e pás carregadeiras (carga de materiais soltos nos caminhões). Se o material retirado puder ser reutilizado, o mesmo deve estar a pelo menos 60 centímetros a partir da borda da vala; se for de baixa

qualidade e precisar ser retirado, deve ser posto de imediato no bota-fora (NUVOLARI et al., 2011).

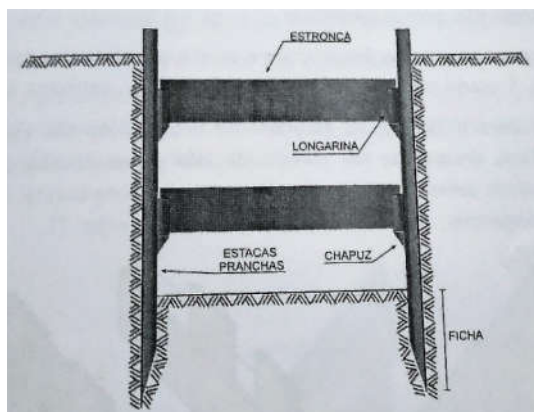
3.3.6 Escoramento

O escoramento se mostra necessário para evitar a ruptura do solo, o qual iria atrapalhar o andamento das obras e principalmente colocar em grande risco aqueles que trabalham dentro da vala (Nuvolato et al., 2011). De acordo com a Portaria Nº. 3214 do Ministério do Trabalho de 08/06/1978, escavações em que a profundidade exceda o valor de 1,25 metro devem ter sua estabilidade garantidas por estruturas adequadas, além disso devem estar presentes escadas ou rampas, colocadas próximas aos postos de trabalho, para na possibilidade de ocorrer uma emergência, haja a saída rápida dos trabalhadores (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 1978).

Os principais elementos constitutivos do escoramento, que podem ser vistos na Figura 3, são: (Mendonça, 1987 apud Pereira; Soares, 2006)

- a) Estacas-pranchas: peças verticais que recebem diretamente o empuxo de terra e podem ser de madeira;
- b) Longarinas: peças colocadas de forma longitudinal (paralelas ao eixo da vala), solidarizam a estrutura e transmitem os esforços para as estroncas e são usualmente feitas de aço ou madeira;
- c) Estroncas: peças colocadas transversalmente às valas e transmitem a força resultante do empuxo de terra de um lado para outro da vala, sendo feitas de aço ou madeira;
- d) Chapuz: calçam as longarinas para que os quadros não se movam verticalmente;
- e) Quadros: estruturas formadas por longarinas e estroncas;
- f) Ficha: é a parte do escoramento que fica cravada abaixo da cota mais profunda da vala.

Figura 3 - Elementos do escoramento

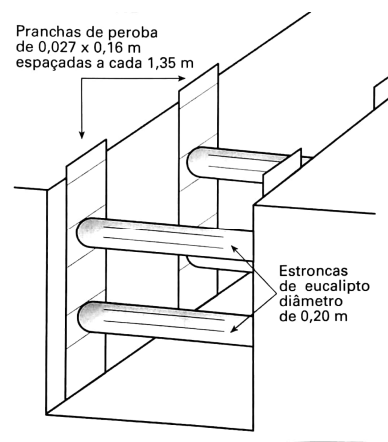


Fonte: Mendonça (1987) apud Pereira; Soares (2006).

Há diversos tipos de escoramento para diversos tipos de solos, profundidade de vala e para a presença ou não de água. A NBR 9814 apresenta essa classificação (ABNT, 1987):

- Pontaleteamento: escora-se o solo lateral à cava com tábuas de madeira de 2,7 cm x 16 cm, com espaçamento de 1,35 m, travadas com estroncas de diâmetro de 20 cm com espaçamento de 1,00 m. De acordo com Nuvolari et al. (2011), esse tipo de escoramento é utilizado em terrenos argilosos de boa qualidade, em valas de até 2,00 m. Pode ser vista na Figura 4.

Figura 4 - Escoramento do tipo pontaleteamento



Fonte: Nuvolari et al. (2011).

- Descontínuo: a contenção lateral é dada por tábuas de madeira de 2,7 cm x 16 cm, espaçadas a cada 30 cm. O travamento se dá por longarinas de 6 cm x 16 cm, em toda a extensão espaçadas em 1,00 m verticalmente. O travamento transversal se dá por estroncas de 20 cm de diâmetro e espaçadas a cada 1,35 m. Nesse tipo de escoramento as estroncas de extremidade não coincidem com o final das longarinas, ficando afastadas de pelo menos 40 cm. Nuvolari et al. (2011) destaca que esse tipo é normalmente utilizado em terrenos firmes, sem a presença de água, em valas de profundidades de até 3,00 m.

- Contínuo: a contenção lateral se dá através de pranchas de 2,7 cm x 16 cm, encostadas umas às outras. O travamento longitudinal se dá por longarinas de vigas de 6 cm x 16 cm em toda a extensão espaçadas em 1,00 m. O travamento transversal é feito por estroncas de 20 cm de diâmetro e espaçadas a cada 1,35 m. Como no caso descontínuo, as estroncas não devem coincidir com o final das

longarinas, e devem estar a um mínimo de 40 cm da extremidade. Nuvolari et al. (2011) descreve que esse tipo é utilizado em qualquer tipo de solo, com exceção de arenosos, na presença de água do lençol freático, em valas de até 4,00 m.

- Tipo especial: a contenção lateral é feita por pranchas de 5 cm x 16 cm, do tipo macho-fêmea. O travamento longitudinal é feito por longarinas de 8 cm x 18 cm em toda a extensão (espaçadas a cada 1,00 m, verticalmente) e o travamento transversal é dado por entroncas de diâmetro de 20 cm, espaçadas a cada 1,35 m (que seguem a mesma regra de estarem a pelo menos 40 cm da extremidade). Esse tipo de escoramento, de acordo com Nuvolari et al. (2011), pode ser utilizado em qualquer tipo de solo, especialmente os arenosos com presença de água, já que a ligação macho-fêmea impedirá a passagem da areia+água. Pode substituir o escoramento contínuo em valas com mais de 4,00 m de profundidade. Seu esquema está na Figura 5.

Figura 5 - Escoramento tipo especial



Fonte: Nuvolari et al. (2011).

Para economizar nas escavações, a NBR 12266 permite o uso de damas, parte da vala que ficará sem escavação intercalada com a parte escavada que contém os escoramentos, em terrenos firmes, intercaladas de 3,0 a 5,0 m e com comprimento máximo de 1,00 m (ABNT, 1992).

Caso se queira trocar a bitola recomendadas em norma, a NBR 9814 determina que as bitolas escolhidas devem possuir módulo de resistência

equivalente ou com dimensões superiores. As peças ainda devem ser resistentes a umidade e duras como peroba, canafístula, sucupira, entre outras, sendo as estroncas de material tipo o eucalipto, com diâmetro de pelo menos 20 cm. A mesma norma ainda determina que quando forem retiradas as escoras, deve ser feito um reenchimento mínimo de 60 cm acima do coletor ou 1,50 m abaixo da superfície natural do terreno. Para terrenos mais susceptíveis, a retirada deverá ser feita somente com o completo reaterro. Nos escoramentos metálicos, as estroncas só podem ser retiradas quando o aterro atingir o nível dos quadros e as estacas somente retiradas com o completo reaterro, com o vazio deixado preenchido com material fino (ABNT, 1987).

3.3.7 Rebaixamento do lençol freático

Para que o assentamento ocorra de maneira adequada, há a necessidade da vala estar sem a presença de água. Para tal a NBR 12266 determina que quando se pretender escavar e for atingido o lençol freático, há a necessidade de manter o terreno permanentemente drenado. Para tal, bombas que irão retirar a água, juntamente com o uso de drenos juntos ao escoramento, fora da faixa de assentamento da tubulação, sendo também previstos casos em que será necessário o uso de ponteiras filtrantes, poços profundos ou injetores (ABNT, 1992).

Para drenar o fundo da vala, a NBR 9814 determina que se coloque drenos junto ao escoramento, os quais terão a tarefa de direcionar a água com a ajuda de bombas (é recomendado o uso do tipo autoescorvante ou submersa) que levam a poços de sucção, os quais devem estar protegidos com pedra ou cascalho. Para aqueles solos acima do nível de água, é permitido o uso de ponteiras filtrantes, poços profundos ou injetores (ABNT, 1987).

Alguns cuidados devem ser tomados, pois há a possibilidade de abatimento das camadas de solo adjacentes à vala, com a retirada da água, podendo então danificar tubulações, galerias e dutos diversos próximos, ou ainda recalcar fundações de prédios vizinhos. Em solos saturados, deve ser garantido que fendas entre os diversos elementos do escoramento estejam calafetados, para evitar o aparecimento de solapas e a consequente abatimento de vias públicas (ABNT, 1992).

3.3.8 Assentamento das tubulações

As tubulações que irão ser instaladas devem estar em perfeito estado e em total acordo com as normas brasileiras, não podendo ser colocadas peças trincadas (trincas visuais ou percebidas por ensaio de percussão) e por isso devem ser limpas e examinadas antes do assentamento. Para tal, as peças devem ser armazenadas, transportadas e manuseadas com zelo (ABNT, 1987).

Após concluídas a escavação e o escoramento, a regularização e preparo do fundo devem ser feitos no sentido de jusante a montante. Seguindo esse mesmo sentido, o assentamento deve ser feito de maneira que as bolsas fiquem voltadas para o montante (ABNT, 1987).

Para obtenção do greide do coletor, recomenda-se o uso de réguas niveladas com a declividade de projeto (visores) que devem ser colocados na vertical do centro dos PVs e em pontos intermediários do trecho, distanciados em no máximo 30 metros se for escolhido o método da cruzeta e no máximo 10 metros para o método do gabarito (ABNT, 1987).

Para serem obtidas as cotas intermediárias de assentamento e alinhamento do coletor, alinha-se duas réguas consecutivas a cruzeta ou ao gabarito através da visada a olho ou com o uso de fio de náilon estirado. No uso desses métodos, todos os instrumentos devem ser pintados em cores vivas e contrastantes entre si, para facilitar e evitar erros na visada (ABNT, 1987).

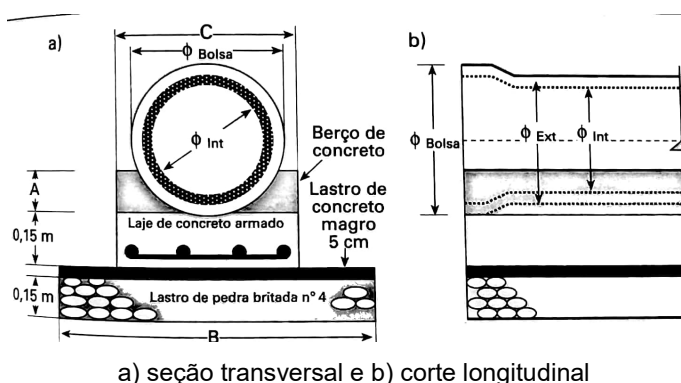
Nuvolari et al. (2011) dividem os tipos de assentamento em quatro tipos principais:

a) Assentamento simples: aquele em que a tubulação é posta diretamente sobre o solo regularizado do fundo da vala. Nesse tipo é preciso executar um rebaixo no fundo da vala em todos os pontos de junção entre tubos, alojando as bolsas de ambos (acontece em manilhas de cerâmica e tubos feitos em concreto). É recomendada sua aplicação somente em terrenos inteiramente secos, com boa consistência e com a retirada das rochas.

b) Assentamento com o uso de lastro de brita: usualmente usa-se brita n. 04 e sua aplicação se dá em terrenos firmes mas que possuem presença de água, já que a camada da brita funciona como dreno e como reforço do solo que apoia o tubo.

c) Assentamento com lastro, laje e berço: a tubulação é colocada sobre um berço de concreto, apoiado sobre uma laje de concreto armado, a qual está sobre um lastro de brita (usualmente a n. 04). Se houver a presença de material de qualidade insatisfatória, o mesmo deve ser retirado e substituído por brita ou areia. Esse tipo de assentamento se dá em terrenos inconsistentes (solos turfosos e argilas moles), na presença de água. Um esquema pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 - Assentamento tipo lastro, laje e berço:



a) seção transversal e b) corte longitudinal

Fonte: Nuvolari et al. (2011).

d) Assentamento sobre “estacas”: utilizado em terrenos inconsistentes em que a camada adequada se encontra muito profunda, sendo espessa a camada mole (mais difícil de ser removida). Com isso se cravam as estacas para que se possa sustentar a tubulação, com o uso de bate-estacas ou manualmente, até se encontrar o terreno firme, com as estacas normalmente feitas com troncos de eucalipto com 20 cm de diâmetro e com distância usual de um metro. É boa prática a utilização do teste de penetração em que uma barra de ferro de $\frac{1}{2}$ ” de diâmetro é introduzida no solo, até que seja encontrado o solo resistente.

3.3.9 Órgãos acessórios de limpeza

A NBR 9649 define os diversos tipos de órgãos acessórios (ou ainda dispositivos fixos, desprovidos de partes mecânicas) (ABNT, 1986, p. 2 e 3):

- Poço de visita (PV): câmara que permite a entrada através de sua abertura superior, a qual permite a realização de ações de manutenção do sistema. Há a obrigatoriedade sua de construção nos pontos singulares como início de coletores,

pontos de mudança de direção, declividade, de diâmetro e de material, nos pontos de encontro de dois ou mais coletores e nos pontos com presença de degraus. É obrigatório seu uso na reunião de mais de dois trechos ao coletor ou em reunião que exige tubo de queda, nas extremidades de sifões invertidos e passagens forçadas e nos casos em que se permite o uso de CP, TL e TIL mas que a profundidade for maior que três metros;

- Tubo de inspeção e limpeza (TIL): dispositivo não visitável em que se inspeciona a rede e se introduz equipamentos adequados à limpeza. Pode substituir PV quando se precisar mudar declividade, direção, material e diâmetro, no início de coletores, quando se encontram até dois trechos nos coletores (três entradas e uma saída), nos pontos com degraus com altura até 50 cm e a jusante de construções que já possuem histórico de problemas de manutenção;

- Terminal de limpeza (TL): dispositivo que permite introdução de equipamentos de limpeza, localizado na cabeceira de qualquer coletor. Pode substituir PV no início dos coletores;

- Caixa de passagem (CP): câmara sem acesso, que por necessidade construtiva é feita em locais específicos. Quando for garantido o acesso à limpeza à jusante, as caixas de passagem (CP) podem substituir o uso de poços de visita (PV) nas situações de mudança de direção, declividade, material e diâmetro e quando for possível o não uso de degraus e que todas as caixas e conexões devem ser cadastradas. As CP ainda podem ser substituídas por conexões quando se decide mudar a direção e declividade, caso as deflexões obedeçam ao que está em projeto;

Sobre os recobrimentos mínimos dos órgãos acessórios, a NBR 9649 determina que devem ser os seguintes: 0,90 m para coletores assentado no leito da via de tráfego e 0,65 m para coletor assentado no passeio. Recobrimentos menores devem ter justificativa (ABNT, 1986).

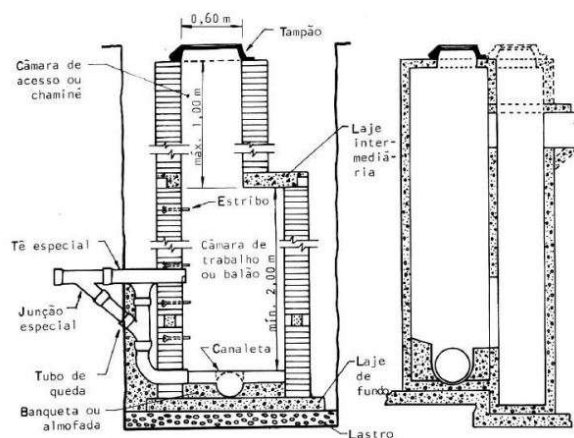
Sobre a construção dos PVs, Pereira e Soares (2006) destacam que sua construção deve obedecer o que foi especificado em projeto, com o fundo apoiado em lastro de brita ou de cascalho depois da regularização do terreno e podendo ser de concreto simples ou armado (tomando cuidado para que haja caimento do fundo para as calhas). Já as canaletas (ou calhas) devem ser construídas de acordo com o projetado e em concordância com os coletores afluentes e efluentes.

Ainda sobre a construção do PV, a NBR 9814 recomenda que as paredes da câmara de trabalho podem ser feitas de alvenaria de tijolos, de pedra ou de blocos de concreto (curvos), em anéis de concreto pré-fabricados, em concreto armado fundido no local, em PVC rígido, em tubo de concreto e em tubo de fibrocimento. No

caso de se escolher usar alvenaria de tijolos e blocos de cimento, a argamassa de cimento e areia deve estar no traço de 1:3, revestidas externa e internamente alisada e queimada a colher. Suas dimensões mínimas obedecem a NBR 9649, sendo o diâmetro mínimo de 80 cm e sua altura mínima deve ser de 2 m em relação a banquetta (quando possível). Quando terminada sua construção, acima da câmara será colocada uma peça de transição (laje de concreto armado ou peça troncocônica), com abertura excêntrica ou não, de 60 cm, voltada para montante, de modo que o seu centro fique localizado sobre o eixo do coletor principal. Quando a diferença entre a tubulação de chegada e a de saída for maior que 75 cm, deve ser construído poço ou tubo de queda na câmara de trabalho (ABNT, 1987).

Agora em relação à câmara de acesso, a mesma deve ser construída seguindo a abertura da peça de transição, feita em blocos de cimento ou alvenaria de tijolos ou ainda anéis de concreto. Com o diâmetro de 60 cm, sua altura deve ser de no máximo 1 metro, alcançando o nível do pavimento, descontando a espessura do tampão. A mesma somente existirá em tubulações com profundidades maiores que 2,50m, sendo que para profundidades menores, o tampão deverá ser apoiado diretamente sobre a peça de transição (dimensionado para aguentar a carga de tráfego). Nas paredes da câmara deve ser fixados degraus de ferro fundido ou de aço chato galvanizado com espessura mínima de 1 cm, distanciados entre si de 40 cm ou ainda pode-se adotar escadas móveis. Acima da chaminé (ou da peça de transição) deverá ser colocado um tampão de ferro fundido, apropriado para passeios ou para o leito dos logradouros (ABNT, 1987). Os esquemas completos do PV, tubo de queda e poço de queda podem ser visto na Figura 7.

Figura 7 - Poço de visita, tubo de queda e poço de queda



Fonte: ABNT (1987).

3.3.10 Ligações prediais

Ligação predial consiste do trecho compreendido entre o limite do terreno e o coletor do esgoto. Devem possuir pelo menos diâmetro nominal de 100 mm e ter declividade de pelo menos 2% e sempre que possível sua instalação deve ocorrer em conjunto com a instalação da rede de esgotos, para evitar uma nova abertura de vala e reduzir ao máximo o empecilho causado pelas obras à população (ABNT, 1987).

As conexões mais comuns são aquelas que se utilizam do selim e curvas de 90° e 45° (para coletores assentados na via carroçável), além da conexão com caixa de ligação (para coletores assentados no passeio) (PEREIRA; SOARES, 2006).

3.3.11 Ensaios de estanqueidade

Após o término do assentamento, com o envolvimento lateral feito e sem ter reenchido a vala, ensaios de estanqueidade precisam ser feitos, para verificação da conexão das juntas, sendo estes realizados trecho a trecho (ou entre dois órgãos de limpeza consecutivos) (ABNT, 1987).

É recomendado o uso do ensaio hidrostático para a verificação, feito após o fechamento da extremidade jusante do trecho e possíveis derivações ou ramais. Com o sistema teoricamente sem vazamentos, se enche de água através do PV a montante, eliminando todo o ar da tubulação e elevando o nível de água até a borda superior do PV de jusante e, se não forem analisadas perdas, o sistema está estanque. Caso contrário, correções necessárias devem ser feitas para o perfeito funcionamento da rede (ABNT, 1987).

Segundo Dacach (1984), a altura do tubo de jusante é maior que a de montante devido ao princípio de vasos comunicantes e da declividade do coletor. A estanqueidade pode ser considerada se a perda se limitar a no máximo 5L/h vezes o diâmetro da tubulação em centímetros a cada 100 metros. Para um melhor entendimento, pode-se dar um exemplo de uma tubulação de diâmetro 150 mm (ou 15 cm), na qual a perda máxima deve ser de no máximo 75L/h a cada 100 metros (5L/h vezes 15 centímetros iguala-se a 75L/h) (SOARES; PEREIRA, 2006, p. 259).

3.3.12 Reaterro e compactação da vala

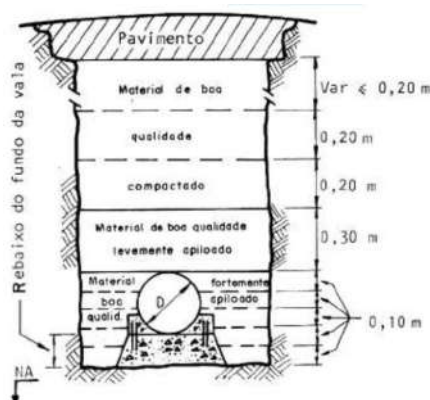
O reaterro é a introdução de solo, após de terminado os serviços de instalação da rede, de modo que a tubulação se mantenha na posição correta. Esse

material pode ser o mesmo que foi escavado, desde que este seja de qualidade adequada e isento de pedras e/ou materiais estranhos, ou ainda pode-se aplicar solo de jazidas (na impossibilidade de usar o escavado), sendo obrigatória a presença das especificações do tipo de solo e a área de jazida para reaterro no projeto. A devida colocação do solo permitirá que a tubulação esteja protegida das cargas verticais advindas da rua/calçada e garantirá a eficácia da recomposição do pavimento, mostrando-se uma etapa importância que deve ser iniciada após os ensaios de estanqueidade (ABNT, 1987).

A primeira etapa do processo se dá pelo envolvimento lateral do tubo com pequena camada de material (isento de pedras e matéria orgânica) que deve ser apiloado à mão em ambos os lados da tubulação. Para tubos flexíveis, o material de envolvimento deve ser granular fino, em camadas de até 10 cm para tubos de PVC (até a geratriz superior do tubo) e para tubos de poliéster armado com fios de vidro referente a 7/10 do diâmetro, lançados em camadas de 7 cm (ABNT, 1987).

Acima da tubulação, a próxima camada (ou camada superior) deve ser de 0,30 m colocada de maneira levemente apiloada. Para finalizar a(s) camada(s) última(s) será dado por camada(s) de 0,20 m compactadas como mostrado na figura 8 (ABNT, 1987). Nuvolari et al. (2011) recomendam que as camadas devem ser feitas com compactadores manuais ou mecânicos, com o controle da compactação controlando o γ_s numa faixa de 95% a 100% do Proctor Normal, com umidade do solo numa faixa de $\pm 2\%$ em relação a umidade ótima. O mesmo autor recomenda que, quando o solo for muito arenoso, o adensamento será mais eficiente através da vibração, podendo-se utilizar água e vibrador (do mesmo tipo utilizado no adensamento do concreto).

Figura 8 - Perfil para o reaterro da vala



Fonte: ABNT, 1987.

A NBR 12266 ainda diz que, até 0,5 m acima da geratriz superior do tubo, toda a compactação deve ser executada de maneira manual, em camadas, utilizando-se de soquete manual, mecânico, ou outro. Acima de 0,5 m o reenchimento pode ser executado por meios mecânicos. Ainda há a obrigatoriedade de no processo de reaterro, me ruas pavimentadas, a sub-base e base devem ser deixadas no estado anterior à abertura da vala, para evitar perda da capacidade de suporte (ABNT, 1992).

3.3.13 Repavimentação

Objetivando o restabelecimento das condições anteriores à abertura da vala, a reposição da pavimentação deve ser feita em camada projetada com seu grau de compactação, desvio da umidade ótima e ensaio específico, além do equipamento mais adequado para alcançar a condição de compactação adequada e do tipo de acabamento a ser dado à superfície do terreno, atendendo as normas dos órgãos municipais (ABNT, 1992).

Para a reposição do pavimento a NBR 12266 (ABNT, 1992, p. 6) determina que:

- a) Em passeio cimentado: composição será dada por lastro de brita nº 2, com 5 cm de espessura, de uma camada de concreto de 210 kg de cimento por m³ (espessura mínima de 5 cm) e acabamento de 2 cm de espessura com argamassa de cimento e areia no traço 1:3;
- b) Em passeio revestido: deve-se reconstituir as condições anteriores, obedecendo as características dos materiais existentes.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. COMPARAÇÃO DAS PRÁTICAS OBSERVADAS COM AS NORMAS VIGENTES DA ABNT

No período de 22 de outubro a 21 de dezembro de 2018, em decorrência de um estágio proporcionado pela concessionária estadual, foi possível a observação de todas as etapas da construção da rede de esgoto, localizado no Bairro Aeroporto, na cidade de Aracaju, Sergipe. A implementação foi realizada pela empresa terceirizada “A”, sendo o processo fiscalizado pela concessionária responsável pela coleta e tratamento das águas residuais.

A rede se caracteriza por ser realizada em vias de trânsito local, sem a passagem de veículos pesados e em local de características residenciais. Foi construída em sua totalidade no material PVC e possui profundidades grandes, sendo localizada próximo de estação elevatória. O local é caracterizado por ter solo exclusivamente arenoso e com o lençol freático nos primeiros metros, motivo pelo qual foi escolhido o escoramento contínuo e o rebaixamento do lençol com o uso de conjunto motor-bomba e ponteiros filtrantes. Olhando a obra como um todo, é uma empreitada que já vem ocorrendo há muitos anos na região, com diversas etapas e passagem de outras duas empresas, as quais por motivos diversos não puderam continuar, havendo a necessidade de abertura de novos processos licitatórios. As vias observadas estão entre as últimas da região, motivo pelo qual a concessionária enfatiza a eficiência do processo, dado os atrasos ao longo dos anos.

A partir dessas observações, as quais não serão focadas no aspecto quantitativo da construção e sim na vertente qualitativa dos mesmos, há a possibilidade de se haver uma comparação com as normas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entre as quais estão a NBR 12266 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto e drenagem urbana, NBR 7637 – Projeto e assentamento de tubulações PVC rígido para sistemas de esgoto sanitário, a NBR 9814 – Execução de rede coletora de esgoto sanitário e a NBR 9649/1986 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Para aqueles aspectos não estabelecidos em norma, foram também consultados bibliografia que contempla a construção de redes.

4.2. AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DA REDE PELA VISÃO DA CONCESSIONÁRIA LOCAL.

Após terminada a comparação feita nos resultados, foram levantadas perguntas a partir dos pontos destacados como fora do que é determinado pelas normas regentes no momento. Estas, foram questionadas a um engenheiro fiscal da concessionária local, que através de sua experiência obtida ao longo dos anos, pode dar respostas e ajudar a chegar a conclusões. Que, a partir do destaque aos erros observados na obra, a concessionária possa rever os pontos deficientes e passe a cobrar de maneira adequada nas obras presentes e futuras.

5. RESULTADOS

5.1. COMPARAÇÃO DAS PRÁTICAS OBSERVADAS COM AS NORMAS VIGENTES DA ABNT

5.1.1 Estocagem de materiais

A NBR 7367 é a norma que determina as condições nas quais as tubulações e peças adjacentes devem estar antes de serem utilizadas. Nesta há um destaque para o fato que a tubulação deve estar em local limpo, plano e livre de pedras ou objetos salientes, colocadas sobre tablado de madeira ou pranchões de madeira de maneira que nenhum dos tubos entre em contato com o solo. Ainda há a exigência que o local seja protegido dos raios solares, já que os mesmos podem provocar deformações definitivas causadas pelo calor excessivo.

Na empresa “A” o que foi constatado foi que a tubulação se encontrava em condições sobremaneira erradas. As tubulações estavam em local que não foi limpo de seu solo original, com a presença de terra que chegava ao ponto de entrar nos tubos e causar um sobrepeso, além das mesmas estarem expostas a intemperes como sol e chuva, já que estavam em local desprotegido.

Foi ainda informado que as tubulações não eram adquiridas pela empresa, já que a concessionária possuía estoque em seu galpão e que as condições de armazenamento eram semelhantes àsquelas encontradas no canteiro de obras. Visualmente se percebia que as tubulações tinham cores distintas, com boa parte delas apresentando uma cor esbranquiçada. A situação encontrada pode ser vista nas Figura 9.

Figura 9 - Armazenamento dos tubos na empresa “A”

a) Disposição dos tubos



b) Tubos esbranquiçados



Fonte: Elaborada pelo autor

5.1.2 Locação da Obra

Entre as normas que dão destaque à locação, se sobressaem a NBR 9814 e a 12266, as quais enfatizam a importância do correto posicionamento das valas. Como a maioria dos projetos de esgotamento que depende da gravidade para funcionar, há de ter extremo cuidado com as interferências, as quais devem ser localizadas com visitas ao local e com a consulta a plantas de cadastro das empresas de obras enterradas (gás, água, luz, telefone, galerias pluviais). Visitas para conformar o nivelamento são também importantes para averiguar se as cotas de projeto expressam verdadeiramente o que está no terreno.

No caso da rede em questão, a empresa executora e a empresa que projeta não são as mesmas, uma vez que a concessionária contrata uma empresa que somente fica responsável pelos projetos. A empresa “A” recebeu o projeto da empresa “B”, sendo que esse projeto foi feito há pelo menos cinco anos. Com essa distância de tempo, refazer o nivelamento se mostrou imprescindível devido à ação do intemperismo e à ação humana, que modificaram as cotas do terreno por completo.

Com isso, a empresa “A” contrata topógrafos que utilizam equipamentos próprios (níveis ópticos e miras) para obter as cotas de terreno, as quais são obtidas para todos os poços de visita projetados e os pontos intermediários entre eles. A partir do momento em que se recebem as cotas atualizadas do terreno, a empresa “A” refez as Ordens de Serviço (OS), recalculando as profundidades de valas de duas maneiras principais (utilizando as cotas de fundo de vala inicialmente projetadas, ou ainda refez as cotas de fundo utilizando as profundidades de projeto). Cada trecho possui particularidades, pois há a possibilidade de trechos com declividades finais abaixo do mínimo recomendado ($4,55E^{-3}$ m/m) ou trechos com declividades muito elevadas, ou ainda trechos que necessitam de cuidado especial (aqueles já próximo de estações elevatórias e trechos de coletores principais). Em todos os trechos as valas se localizavam no leito carroçável, especialmente no terço oposto àquele utilizado pela rede de distribuição de água.

Outra particularidade percebida na empresa “A” foi o fato de que se estimulava o projeto de valas que tivessem profundidade maior que 1,25 metros. A partir desse ponto seria obrigatório o uso de escoramento, característica que aumenta bastante o custo total por metro (escavação, instalação e reaterro de vala representam parcela pequena do custo unitário total). No final eram obtidas valas

não muito rasas mas que também não deveriam ser muito profundas (essas trazem complicações à construção da rede).

Com o término do preparo da OS do trecho a ser feito, os topógrafos recebem o mesmo, para que utilizando do nível óptico e miras, se possa locar os estacas (a cada dez metros) com as alturas que representem a elevação das réguas em relação ao solo. Marcações (usualmente em muros de residências) são então feitas na cor vermelha (Figura 10) para que a equipe de construção possa alocar as réguas e aplicar de maneira correta o método do gabarito.

Figura 10 - Demarcação de estaca utilizada para assentamento de tubulação



Fonte: Elaborada pelo autor

5.1.3 Sinalização da Obra

Assim como determinado pela NBR 9814, todas as obras eram acompanhadas por todos os aparatos de sinalização, com o uso de cavaletes de advertência, cones de sinalização, telas plásticas e sinalização refletiva. Diferentemente do que se apurou na literatura, a Superintendência Municipal de Transporte e Trânsito (SMTT) pedia que antes da execução dos trechos era necessário o envio de projeto de sinalização nos moldes requeridos, para sua devida aprovação, como demonstrado na Figura 11.

Com isso havia placas indicando a aproximação da obra (Obras a 50, 100 e 150 metros) (Figura 11), placas de indicação de Obras à Esquerda e à Direita, placas de Pare e Siga para as vias que possuem dois sentidos e que se necessita a interdição parcial, sendo estas manuseadas por serventes que estavam nos trechos e regulavam qual dos sentidos da via tinha passagem no momento.

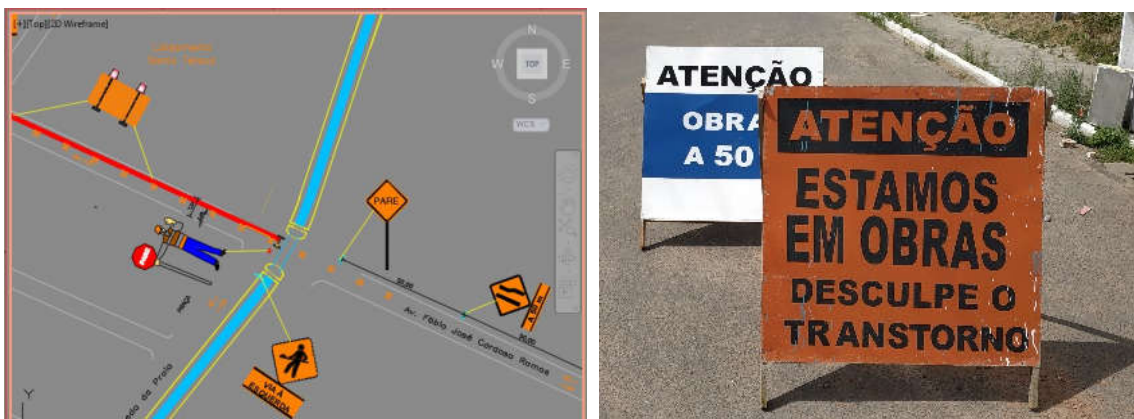
Mesmo com todo o cuidado com a sinalização, havia momentos em que as mesmas estavam em local inadequado, fazendo com que os motoristas recebessem informações confusas, entrando em ruas totalmente interditadas, causando

desconforto nos mesmos, que muitas das vezes chegavam a expressar verbalmente.

Figura 11 – Sinalização vista em campo.

a) Projeto de sinalização

b) Placas de sinalização



Fonte: Elaborada pelo autor

5.1.4 Levantamento ou rompimento da pavimentação

De acordo com a tabela 1 do anexo da NBR 12266, para as profundidades que foram acompanhadas na instalação no bairro Aeroporto (entre 2 e 4 metros) e com tubos de diâmetro nominal de 150 mm (o mais usual), a largura de vala para o tipo de escoramento utilizado (contínuo) é de 0,85 m. O que foi averiguado é que a largura total era de 1,30 m (Figura 12), espaço para acomodar pranchas e escoramentos metálicos, sobrando um valor útil de 0,9 m, tamanho de acordo com a NBR 12266. Essa largura útil era necessária pois deve ser compatível com a largura da caçamba (também conhecida como concha) da retroescavadeira.

Para recorte do pavimento asfáltico se utiliza a serra Clipper, a qual corta a camada de pavimentação seguindo a marcação feita com giz. Essa ferramenta traz ganhos em relação ao rompedor pneumático, especialmente em valas rasas, em que não é muito comum o desprendimento de parte da base e sub-base do pavimento, somente o pavimento equivalente a largura total da vala será retirado, havendo perdas reduzidas. Esse maquinário funciona à base de óleo diesel e produz barulho excessivo, com a presença de muita poeira, sendo necessário que o operador use abafador de ruído e máscara para poeira (Figura 12).

Figura 12 – Elementos presentes no levantamento do asfalto.

- a) Asfalto retirado em relação ao quadro. b) Serra Clipper em funcionamento.



Fonte: Elaborada pelo autor

5.1.5 Escavação de valas

Definitivamente a parte mais demorada do assentamento de tubulação, a escavação traz transtornos a veículos e pedestres e por isso deve ser feita de maneira eficiente. Na rede observada, a escavação somente era feita na área em que o encarregado (com o uso de sua experiência) esperava terminar naquele dia, devido ao fato que a abertura de buracos fechava parcial ou totalmente a passagem de veículos e impedia a entrada de carros dos moradores das casas adjacentes à vala, além de que mais escavação significava mais poeira e mais transtornos para quem mora próximo.

Diferentemente do que diz a literatura, que destaca que as retroescavadeiras são usadas para profundidades de até 2,50 m, havia uso na rede observada em profundidades de até 4,00 m e o uso de escavadeira hidráulica em trechos mais profundos, que chegavam a mais que 5,00 m. Com o uso maior da retroescavadeira, era perceptível que o maquinário era levado a seu limite, sendo necessária a aproximação excessiva do maquinário da vala, e com o uso da habilidade do operador que se utilizava das pernas estabilizadoras e do carregador para levantar o trator acima da vala e ter a posição necessária para alcançar o solo mais profundo. Essas manobras tinham que ser feitas com o máximo de cuidado, pois um descuido e a máquina poderia descer sobre os trabalhadores próximos e dentro da vala, além de ser um perigo para o operador. Observando o uso de escavação manual, esta se

dava para retirar o solo de maneira mais precisa, com quase que toda a totalidade do solo retirada de maneira mecanizada, e somente os últimos centímetros com o uso de pá e enxada para se ter a declividade bem próxima àquela projetada.

Olhando o andamento do processo, este era feito de maneira a se evitar o desprendimento de solo adjacente, com a retirada da camada logo acima (mais ou menos 1,20 m), para então prosseguir com a colocação do quadro e pranchas metálicas, que asseguram que o solo não irá ceder e permitir o acesso às camadas mais profundas. Todo o processo de retirada do solo superficial para depois ter a possibilidade de se colocar o quadro e colocar prancha, uma a uma, com o uso do trator bate-prancha era demasiadamente demorado, muitas vezes ocupando um turno quase que por completo.

5.1.6 Escoramento

Em uma cidade como Aracaju, em um bairro localizado próximo a praia, completamente plano, a tubulação era assentada em cotas profundas. Como destacado pela Portaria Nº. 3214 do Ministério do Trabalho, quaisquer escavações com mais de 1,25 m de profundidade devem ser escoradas, sendo este o motivo de todos os trechos observados terem escoramento obrigatório.

A empresa “A” é uma companhia que acabou de iniciar sua operação no estado e possui método de escoramento diferente do que é recomendado pela ABNT e literatura especializada. Não há o uso de longarinas e estroncas de madeira e sim o uso de quadros metálicos (Figura 13), que possuem largura de 1,10 m por 6 m de comprimento por 1,50 m de altura, aproximadamente, com seção circular e vazada. As estacas-pranchas também são metálicas e são posicionadas de maneira contínua (Figura 13) com sua cravação feita com o uso do trator bate-prancha (Figura 13) e retirada com uso da retroescavadeira, retirada somente após o reenchimento parcial da vala. Neste tipo de escoramento, de acordo com a NBR 9814, o travamento longitudinal se dá a cada metro com o uso de vigas de 6 cm x 16 cm, e o travamento transversal se dá por estroncas de 20 cm de diâmetro a cada 1,35 metro.

Para uma vala de 6 m por 4 m de profundidade, como observado em campo, deveriam ter 8 vigas (4 de cada lado, uma viga a cada metro) em conjunto com 3 estroncas para cada conjunto de vigas, totalizando 12 estroncas (a cada 1,35 m e

afastadas 40 cm das extremidades, como recomendado em norma). O observado era que o quadro possuía duas estroncas de cada lado (total de 4) em conjunto com duas vigas de cada lado (total de 4). A NBR 9814 fala que pode até haver uma troca da bitola de estroncas e vigas se for provada sua resistência equivalente ou for uma bitola maior, mas em nenhum momento fala em troca das mesmas por exemplares metálicos e qual seria o espaçamento necessário.

O que era perceptível em campo era que os quadros utilizados estavam com suas vigas e estroncas fletidas de maneira permanente (visíveis pelo aparecimento de “barriga”), e com o aparecimento de oxidação, o que trazia suspeitas sobre sua segurança. Inclusive quando ocorria o desligamento do conjunto motor-bomba por qualquer motivo, havia uma correria para a rápida retirada de todos os colaboradores que estavam no fundo da vala, pois a chance do quadro não suportar o aumento repentino da pressão hidrostática era grande. Outra particularidade percebida foi o uso de gaiola (Figura 13) já utilizada e descartada pela Petrobrás como substituta para quadro e pranchas, as quais não seguiam de maneira nenhuma as normas indicadas pela ABNT e não possuíam nenhuma garantia de integridade.

Figura 13 – Quadro e pranchas metálicos, bate-estaca e gaiola reciclada.

a) Quadro metálico.



b) Pranchas metálicas.



c) Bate-estaca.



d) Gaiola reciclada.



Fonte: Elaborada pelo autor

5.1.7 Rebaixamento do lençol freático

No bairro Aeroporto e redondezas, o lençol freático é bem próximo à superfície, com a maioria das vezes seu acesso feito em profundidades de pouco mais de um metro, sendo então necessário o uso de equipamento adequado ao seu rebaixo temporário, dada a obrigatoriedade do trabalho em vala seca. Outro benefício de se usar o rebaixo com o auxílio do conjunto motor-bomba é que sua presença cria uma zona de subpressão, a qual alivia o carregamento sobre o escoramento e traz maior estabilidade ao solo.

Como permitido pela NBR 9814, a empresa “A” em todas as frentes utilizava o conjunto motor-bomba + coletor metálico + mangotes + ponteiras filtrantes (Figura 14). As ponteiras são feitas de PVC e possuem aberturas feitas em sua base cobertas de geotêxtil, cobertura que permite a retirada da água com o mínimo carregamento de partículas de solo. Os mangotes eram feitos de plástico maleável e conectavam o coletor metálico às ponteiras, com o conjunto moto-bomba conectado ao coletor. A bomba, dependendo de sua potência, podia estar ligada a um ou mais coletores, e dependendo da profundidade da vala podia-se ter uma ou mais bombas (quanto mais profundo, maior a necessidade de rebaixamento e quanto mais alto for o lençol, mais bombas são necessárias).

Para penetração das ponteiras do solo (Figura 14), há a necessidade de água pressurizada para entrada verticalizada e rápida, sendo esta usualmente disponibilizada com o uso de caminhão-pipa. Na falta do caminhão-pipa se utilizava

um mecanismo que é constituído de compartimento para guardar água e conjunto motor-bomba que então se ligam à mangueira que leva a água até o aparato de perfuração. Todo o processo de colocação das ponteiros é bem rápido, com a água extremamente pressurizada, o aparato perfurador entra com facilidade (solo arenoso), sendo colocada a ponteira imediatamente após a retirada do perfurador.

Em relação ao solo, este era completamente arenoso, e visualmente se aproximava de uma areia de praia, bem fina, sendo este o motivo de parte da areia passar pelo geotêxtil e acumular no compartimento da bomba, sendo necessário sua retirada. Para acompanhar as bombas havia um operador de bomba disponível, o qual tinha experiência para garantir seu funcionamento contínuo. Toda a água retirada era direcionada para bocas-de-lobo próximas e eram coletadas pelo sistema de águas pluviais.

Figura 14 – Rebaixamento do lençol freático

a) Conjunto de rebaixamento

b) Processo de colocação das ponteiros



Fonte: Elaborada pelo autor

5.1.8 Assentamento da tubulação

Com a retirada de quase a totalidade do solo com o uso da retroescavadeira, os colaboradores precisam então descer para, através do uso de ferramentas manuais poderem retirar o solo aos poucos até que a declividade de projeto seja alcançada. Para verificar este caimento, em todos os trechos se usa o método do

gabarito, e para tal é necessário que se tenha réguas colocadas a no máximo 10 m (recomendado pela NBR 9814), réguas posicionadas a partir de marcações feita pelos topógrafos na locação da obra e que indicam qual a altura das réguas com o uso de tinta vermelha para marcar superfícies (usualmente muros). Para ser preciso na altura das réguas, são utilizadas mangueiras de nível que indicam em que ponto a régua precisará ser pregada no cavalete (Figura 15).

Depois de posicionadas as réguas nas extremidades da vala, se estica a linha de nylon é esticada e presa em pregos posicionados no meio das réguas. A partir daí, o encarregado pode usar o gabarito feito de alumínio (material leve) e verificar se a cota está de acordo a partir de marcações feitas com fita isolante (figura 23). Uma anormalidade percebida no processo foi a utilização por alguns dias de gabarito que não possuía a aba inferior (gabarito possui forma de L) e o costume de verificar a cota posicionando o gabarito na geratriz externa superior e não na geratriz interna superior dos tubos, como é determinado pelo método.

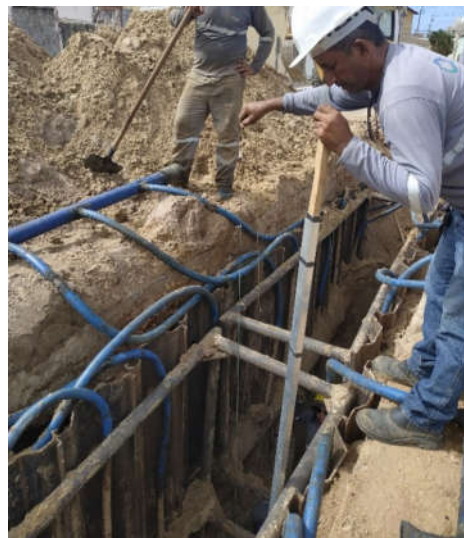
Com o gabarito para verificar, o encarregado indica para os colaboradores dentro da vala se é necessário retirar ou adicionar solo, trabalho minucioso e que somente pode ser feito de maneira manual. Com a declividade alcançada, o tubo é transportado de maneira manual para o fundo, sendo então encaixado no tubo a jusante (já que todo o assentamento se dá de jusante para montante) com o uso de vaselina (ajuda em um encaixe mais preciso e firme).

Essencialmente foram vistos dois tipos de assentamento, em valas sem a presença de água se tinha o assentamento simples (o tubo é posicionado diretamente sobre o solo). Em locais com o lençol freático bem presente se tinha o uso do assentamento com lastro, laje e berço, sendo que a laje armada e o berço foram projetados em uma mesma peça feita no canteiro (posicionamento da armadura e concretagem). Na prática isso se traduzia em valas com mais que 2,5 m de profundidade recebiam lastro de brita, laje armada e berço, que eram cobertos com 30 cm de areia (a partir da geratriz superior do tubo).

Figura 15 – Etapas no processo de assentamento dos tubos.

a) Nivelamento da régua.

b) Verificação com o uso de gabarito.



Fonte: Elaborada pelo autor

5.1.9 Órgãos acessórios de limpeza

Na rede construída observada, o único órgão acessório de limpeza instalado foi o poço de visita (PV). Ainda, olhando o projeto da empresa “B” não é previsto a utilização de outros tipos. Como se trata de um bairro residencial com ruas curtas, se tinha um PV no início e um no fim de cada rua, obrigatórios pois há mudança de direção. Todos os poços eram constituídos de peças de concreto armado pré-fabricadas pela concessionária local também conhecidas como manilhas, as quais possuíam forma cilíndrica com diâmetro de 1(um) metro e altura de 50 cm, além da laje e redução (diâmetro de 60 cm) características de poços de visita.

Para a construção do PV a retroescavadeira levantava e posicionava as manilhas acima do ponto alocado, dispondo as mesmas sobre as outras com ligação feita com o uso de massa de concreto aplicado antes de sua disposição. Quando a posição era acertada, o pedreiro aplicava mais massa na lateral da junta, sempre uniformizando a superfície com o uso de colher de pedreiro (Figura 15). Com a aproximação do topo do PV, era então posicionada a laje suporte para a redução, com a posterior colocação da redução que de acordo com a NBR 9814 deve possuir diâmetro de 60 cm e com eixo sobre o eixo do coletor principal (Figura 15).

Uma prática diferente e benéfica que é feita é o uso de massa ferro, uma argila que na presença de umidade se solidifica, protegendo o conjunto da ação do lençol freático, o qual retorna a sua posição inicial após o desligamento do conjunto motor-bomba, e que pode deslocar as manilhas e afetar sua estanqueidade. Outro método utilizado é o complemento com o uso de tijolinho para os casos em que mesmo com o uso das manilhas e redução, ainda não se chegue ao nível do pavimento, método permitido pela NBR 9814. Por erro de planejamento da empresa, houve situações em que o tijolinho estava em falta, sendo necessário o uso de uma manilha que foi fragmentada para suprir a cota que estava faltando, com a perda da parte quebrada.

Figura 16 – Construção dos poços de visita (PV).

a) Uso da colher de pedreiro.

b) PV finalizado em campo



Fonte: Elaborada pelo autor

5.1.10 Ligações prediais

Até o momento foram apresentadas fases da instalação da rede principal, que somente funcionará se houver contribuições das edificações. Para que haja tal contribuição, ainda na fase de assentamento da tubulação, o encanador do trecho posiciona o selim e garante seu travamento. Depois com o auxílio da serra copo (que possui diâmetro de 100 mm) faz-se o furo que irá ligar o coletor principal ao coletor individual, sendo a última etapa a colocação de extensão (quando o tubo

estiver profundo e for necessário) e curva, que irão direcionar o esgoto das edificações.

Após o encarregado do trecho marcar na calçada o local da instalação do selim com o uso de tinta em spray, para que quando se for instalar as caixas de esgoto não seja necessário escavar toda a extensão da vala para achar o local correto, evitando retrabalhos. Depois disso o encarregado permite o reaterro da vala, para que se possa passar para o próximo trecho, uma vez que a colocação das caixas de esgoto em cada edificação se dá somente após, com uma equipe de encarregado e serventes somente designada para tal. Com o término da instalação das caixas, a rua está preparada para a repavimentação.

5.1.11 Ensaios de Estanqueidade

No item 4.1.9 foi dito que após a marcação do local para a posterior colocação da ligação predial, o encarregado permitia o início do reaterro, para que pudessem ir ao próximo trecho. De acordo com a NBR 9814 (1987), é mandatório a realização dos testes de estanqueidade após o envolvimento lateral do tudo com o solo, antes de começarem os trabalhos de reenchimento de solo.

Em todos os trechos observados foi notado que nenhum teste foi feito, sendo a justificativa o uso de PVC, o qual de acordo com a concessionária responsável, minimiza a ocorrência de vazamentos em geral, não sendo necessário sua aplicação, fato corroborado pela observação feita de que os testes não compunham a composição unitária do custo, desobrigando a empresa executora de fazê-los. Porém com os erros grotescos no armazenamento citados anteriormente e com a montagem dos PVs com o uso de massa de cimento para unir as partes pré-moldadas, a convicção da não necessidade parece inadequada, podendo o sistema apresentar problemas futuros, que podem levar a retrabalhos.

5.1.12 Reaterro e compactação da vala

O reaterro testemunhado começava pelo trabalho manual dos serventes, que com o uso de picareta e pá, alocavam o solo lateralmente para envolvê-lo, para evitar sua movimentação e perda de estanqueidade com o uso do maquinário pesado. Após então, os mesmos saíam da vala e então começava o trabalho da retroescavadeira, a qual faz o trabalho de maneira mais eficiente.

Em nenhum dos trechos observados foi seguida a recomendação da NBR 9814 e NBR 12266, as quais determinam que as camadas que fazem parte do envolvimento lateral devem ser fortemente apiloadas, nem a recomendação que diz que os primeiros centímetros devem ser levemente apiloados. O testemunhado foi a utilização de água para adensamento, a qual foi dita como melhor solução para o solo presente no local (unicamente arenoso).

5.1.13 Repavimentação

No tempo presente em campo, cerca de um mês e meio, não foi observado nenhum trabalho de repavimentação. Isto se deve pelo fato de que para a empresa, era mais econômico a realização da construção de rede de diversas ruas, para que depois o serviço de pavimentação fosse feito em conjunto, já que o mesmo necessita do uso de maquinário e profissionais específicos.

Porém este fato estava causando desconforto nos moradores da região, os quais estavam contestando junto à empresa concessionária. Com tal fato, a empresa passou a ser pressionada de maneira firme, com a ameaça de pausa nas obras feitas no momento observado, se a repavimentação e conserto de calçadas quebradas em ruas já feitas há muito tempo não fossem realizadas.

5.2. AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DA REDE PELA VISÃO DA CONCESSIONÁRIA LOCAL.

Para facilitar e fazer com que a discussão foque nos pontos mais necessários, foi utilizado o artifício de perguntas e respostas. Essas perguntas, feitas pelo autor do trabalho presente, foram feitas a um fiscal da concessionária local, sendo estas colocadas no presente trabalho de forma escrita e resumida (não serão transcritas em sua totalidade).

O entrevistado é engenheiro ambiental de formação, com mais de 30 anos de experiência e é um dos responsáveis pela gestão de obras na concessionária e afim de se preservar sua identidade, será chamado de Engenheiro. Os fiscais, a mando da empresa contratante e sob supervisão do Engenheiro, devem observar as obras feitas, corrigir as práticas e produtos que fujam do padrão estabelecido pelas normas vigentes (tanto as definidas por leis federais ou municipais, quanto àquelas que

estão no regimento interno da empresa) e determinar quais partes precisam ser refeitas, se necessário for. As perguntas e respostas estão dispostas a seguir:

- 1) Em campo foram encontradas condições de armazenamento aquém da determinação da NBR 7367, com tubulação em contato direto com o solo e desprotegidas dos intemperes. Há realmente a necessidade desse cuidado com o armazenamento? Há a possibilidade da exposição a chuva e sol trazerem deformações na tubulação e diminuir a confiabilidade da rede instalada? Há planos da empresa em cobrar condições melhores e de acordo com a norma?

Engenheiro: Há a necessidade de ter esses cuidados, dado que a escolha de PVC como material exige que a tubulação nunca esteja em contato com os intemperes, pois estes fazem com que a tubulação sofra deflexões, causando retrabalhos na hora em que forem assentados. A cobrança deve sim ser feita, com os tubos colocados organizados, uns sobre os outros, de modo que não passem a ocorrer deflexões e deve haver proteção contra o sol, dada a natureza do PVC.

- 2) O refazer do projeto executivo, causado pela distância de tempo entre o projeto e sua execução, pode trazer prejuízos à companhia? Não seria melhor designar essa readequação a outra empresa, além da executora?

Engenheiro: A readequação de projetos em obras de saneamento sempre vai existir, em função da característica do tipo de obra (enterrada), em que não se tem certeza do que pode ocorrer, podendo-se achar interferências e problemas com o solo local entre outros. Para tal, há sempre a questão do aditivo, estipulado em lei com o valor máximo de 25% do valor total da obra. Utilizando-se dele, não há prejuízos no tempo de execução planejado, sendo este, fator mais importante do que ganhos econômicos com a readequação feitas por terceiros.

- 3) Foi constatado o uso da retroescavadeira em profundidades além daquelas recomendadas pela bibliografia referenciada (até 2,50 m), fato verificado pela necessidade do operador de fazer manobras com as pernas estabilizadoras e o

carregador da retro, de maneira que se obtivesse o posicionamento para se alcançar o solo mais profundo (usualmente acima da vala). Há perigos nessas manobras, especialmente ao operador e àqueles dentro da vala? Não seria melhor o uso da escavadeira hidráulica em profundidades maiores?

Engenheiro: O uso da retroescavadeira é viável até 4 metros de profundidade, utilizando a habilidade do operador, facilitando a produção e andamento da obra. Já a questão da segurança o uso de quadro e pranchas metálicas dá toda a segurança para que não haja problemas com o uso do maquinário.

- 4) Na norma e literatura especializada há a imposição, para o tipo de escoramento utilizado (contínuo), do uso de vigas e estroncas em número muito maior e em material diferente do utilizado (madeira no lugar do metal). Há a garantia de que esse material utilizado possua segurança equiparada ou maior que aquela recomendada na NBR 9814? Há a necessidade da norma se atualizar e determinar parâmetros para o uso de quadros metálicos?

Engenheiro: O quadro metálico é utilizado em função do trabalho feito pela retroescavadeira. Se fossem utilizadas as estroncas e vigas em madeira, e com o número recomendado em norma, seria impossível a retroescavadeira executar a escavação nessas profundidades. O quadro, então, com seu espaçamento adequado, permite que o operador execute seu serviço da maneira mais rápida possível. Em uma cidade como Aracaju, que possui profundidades muito grandes, fica inviável o uso de madeira, já que a experiência diz que valas com mais de 3 m de profundidades pedem escoras metálicas. Há grande necessidade da norma se atualizar e determinar parâmetros para o uso de quadros, inclusive permitindo o uso do escoramento tipo “Box” (sua constituição fechada faz com que não precise do uso de pranchas, já que o mesmo funciona como quadro e pranchas simultâneo).

- 5) Ainda na questão dos escoramentos, foi percebido o uso de gaiola reciclada, que foi utilizada pela Petrobrás e aposentada, no escoramento em algumas frentes. Por que seu uso não foi barrado, já que era feito para outro uso, além de ser um conjunto reciclado?

Engenheiro: Essa gaiola na verdade é o que chamamos de escoramento tipo “Box”. Ele possui material extremamente resistente, mas que com o uso excessivo, como todo o escoramento que possui relação entre o número de usos e desgaste, apresentou deformação que impossibilitou a continuidade da utilização, sendo proibido pela fiscalização. Inclusive é um tipo de escoramento que as construtoras locais não utilizam pois a Caixa Econômica se recusa a pagar pelo o seu uso.

- 6) Dentro do tempo em que a construção da rede foi observada, não foram percebidos ensaios de estanqueidade. Isso se dá pelo fato da escolha do PVC como material? Como é garantido a estanqueidade dos PVs, já que os mesmos são pré-fabricados e unidos com o uso de massa de cimento?

Engenheiro: O uso de tubulação de PVC desobriga a aplicação dos testes de estanqueidade, pois o anel de borracha (junta elástica) presente é altamente vedante, assim como visto na rede de distribuição de água, em que não se tem registros de infiltração. Já a verificação de estanqueidade dos PVs é feita quando, ao final da construção, se faz a limpeza da rede com o uso de jato d’água, e com os PVs limpos, se verifica, um por um, se há infiltrações do lençol freático, que já voltou a sua posição inicial.

- 7) De acordo com as NBR 9814 e 12266, antes de começar o reenchimento da vala, há de se envolver a tubulação com o uso de solo fortemente apiloado, além dos primeiros centímetros logo acima da tubulação que precisam ser apiloados. Qual é a explicação para a não utilização dos métodos estabelecidos? Por que a água é utilizada no lugar e esse processo possui a mesma confiabilidade?

Engenheiro: Não é utilizado o apiloamento, dada a natureza do solo do local, que é exclusivamente arenoso (não consegue ser apiloado ou compactado), com o método do adensamento como o mais apropriado. Em campo, quando o rebaixamento é desligado e o lençol sobe, já há o adensamento do solo, o qual é complementado quando antes da repavimentação se utiliza o caminhão pipa que joga bastante água, seguido do uso do equipamento Sapinho. O certo seria a verificação da compactação nos trechos antes da repavimentação, mas a

experiência de campo demonstra que o adensamento com água é satisfatório e produz pavimentos adequados.

- 8) Dentre as normas utilizadas na construção de redes, há alguma que precisa de revisão? Ou alguma que necessite se atualizar aos métodos atuais?

Engenheiro: O que falta na norma é a especificidade, pois atualmente possuímos uma norma que é muito generalista. O que se tem hoje é que independente do solo há de se apiloar (mas na realidade nem sempre é possível), em qualquer profundidade acima de 1,25 metro é obrigatório o uso de escoras, mesmo se o solo for altamente argiloso e possuir alta resistência sem a presença de algo para o segurar. O ideal é que se tivesse modelos de escoramento, escavação e compactação do solo para os diversos fatores que influenciam em na implantação da rede, entre as quais estão a profundidade da vala, o tipo de solo presente, a altura do lençol freático, além de abranger o uso de outros materiais como o de escoramento metálico.

5.3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Comparando o processo que é imposto pelas normas e o que é recomendado pela bibliografia especializada, pode-se dizer que a maioria delas é satisfatória. Nos itens locação da obra, sinalização, rompimento da pavimentação, escavação das valas, rebaixamento do lençol freático, assentamento da tubulação, construção de órgãos acessórios de limpeza, ensaios de estanqueidade, reaterro com compactação e ligações prediais não foram encontrados grandes problemas. Já no estoque é recomendado que a concessionária exija da construtora a adequação com o que é pedido pela NBR 7367, principalmente na construção de estrutura para proteger da ação dos intemperes, visto que os tubos observados em obra já estavam com cor esbranquiçada.

Também foram encontrados problemas no escoramento, em que foram percebidos quadros que já estavam com seu número de usos perto de seu limite (aparecimento de barriga), porém nada próximo do erro que foi o uso do escoramento tipo “Box” que já estava deformado, prática que de maneira nenhuma pode se repetir porque põe em risco a vida dos colaboradores.

Olhando o processo como um todo, o mesmo é lento visto que a construtora observada não se atinha ao planejamento, com o foco na produção e execução somente. Com isso, muitas das vezes havia o encontro com interferências, além das pausas na continuidade da obra por falta de material ou falta de combustível que faz funcionar os geradores, entre outros problemas que podiam ser resolvidos se a mentalidade da construtora não fosse de somente “apagar incêndios”. Há de se ter a equipe de engenharia mais presente em campo para que, em conjunto com os encarregados de cada trecho, seja possível o planejamento futuro, para que não se perca tanto tempo esperando por impossibilidades de continuar. Também é importante destacar que tanto a construtora quanto a concessionária local devem investir mais no estudo prévio de interferências, pois essas apareceram algumas vezes e atrapalharam o andamento das obras.

No que diz respeito à norma que rege a construção de redes, ela está desatualizada e é em grande parte generalista. A mesma a muito tempo merece uma reformulação para que possa se adequar a novas práticas e maquinários, precisando de um novo olhar em especial para a questão do escoramento e compactação. Outro ponto é a questão de que as normas apresentam como solução única a aplicação de certos métodos, os quais somente são aplicados em situações específicas. O ideal seria a criação de regras e métodos padronizados de acordo com as características do local, como o tipo de solo presente, altura da lâmina de água e profundidade da vala.

5.4. QUADRO COMPARATIVO

Uma vez que o presente trabalho refere-se a um comparativo entre as determinações das normas e o trabalho feito em campo, a utilização de quadro comparativo se mostra uma ferramenta útil, pois reúne todas as informações levantadas, posto que este trabalho é relativamente extenso. A seguir um quadro resumido (Quadro 4), que resume os dados obtidos nas normas e em campo. As normas referenciadas estão descritas no Quadro 4.

Quadro 4 – Comparativo resumido da construção de rede de esgotamento

Etapa	Norma Referenciada	Recomendado em Norma	Experiência em Campo	Comentários do Autor
Estocagem de materiais.	- NBR 7367 (1988).	-Local deve ser limpo e plano; -Tablado ou pranchões de madeira devem ser colocados para impedir o contato com o solo; -Os tubos devem ser protegidos dos intemperes; -Os tubos devem ser dispostos em camadas de no máximo 1,80 m e com bolsas em suas extremidades; -Estroncas verticais colocadas impedem o deslocamento dos tubos.	- Tubos em contato com o solo; -Não havia proteção contra os intemperes; -Tubos arrumados sem preocupação com altura ou acomodação; -Estroncas inicialmente não estavam presentes; -As bolsas de proteção não estavam presentes.	A empresa deve se adequar ao que requiere a norma: -Construção de proteção em madeira para evitar o contato com sol e chuva; -Compra e colocação das bolsas em todas as extremidades; -Tubos sem contato com o solo, compra de tablados ou pranchões; -Tubos devem estar arrumados em camadas de até 1,80 m.
Locação da obra.	- NBR 9814 (1987); - NBR 12266 (1992).	-Cuidado com as interferências, que devem ser demarcadas; -Nivelamento geométrico; -Valas podem ser posicionadas na via carroçável ou nos passeios;	-Uso de nível ótico e miras; -Pouco cuidado com as interferências; - Valas sempre posicionadas no terço oposto àquele utilizado pelo abastecimento; -Demarcação da altura das réguas com tinta vermelha.	A empresa deve ter maior cuidado com relação às interferências encontradas, pois é problema frequente que atrasa o andamento das obras.
Sinalização	- NBR 9814 (1987)	-Local cercado de cavaletes e tapumes; -Não mexer no escoamento de chuvas presente; -Dar passagem aos veículos, se possível; -Pedestres devem passar livremente e em segurança; -A sinalização deve obedecer a legislação em vigor.	-Presença de muitas placas; -Telas plásticas sempre presentes ao redor da vala; - A passagem de veículos era deixada, em especial em vias movimentadas; -SMTT determinava padrão de placas, além da obrigação do projeto.	Toda a cobrança da SMTT e o esforço contínuo da concessionária local se mostraram eficazes, com a sinalização dentro do que é recomendado.

Quadro 4 – Comparativo resumido da construção de rede de esgotamento (continuação)

Etapa	Norma Referenciada	Recomendado em Norma	Experiência em Campo	Comentários do Autor
Levantamento da pavimentação	- NBR 12266 (1992)	-Rompimento mecânico com o uso de rompedores pneumáticos ou outro adequado; -Remoção manual com o uso de alavancas entre outras ferramentas; -Largura de acordo com a Tabela 1 presente no anexo da norma acrescida de 15 cm de cada lado.	-Rompimento mecânico com o uso de Serra Clipper; -Levando somente em consideração a largura útil, se tinha um valor de 0,9 m.	O uso da Serra Clipper se mostrou a solução mais adequada, com menos perda. Já a largura da vala está dentro do que é determinado (nesse caso 0,85 m).
Escavação de Valas	- NBR 9814 (1987).	- Escavação deve ser feita de jusante para montante; Escavação deve ser feita nos pontos de lançamento ou em locais propícios ao uso de galerias pluviais (caso haja água).	- Escavação mecânica feita com retroescavadeira; - Escavação manual feita com o auxílio de picaretas, pás de bico e enxadas; - Escavação em partes, por se tratar de solo colapsível, em conjunto com a colocação do escoramento.	O uso da retroescavadeira até seu limite se mostrou excessivo, trazendo perigos para o operador e os colaboradores dentro da vala. A empresa deve rever e utilizar mais a escavadeira hidráulica, mais adequada ao uso em grandes profundidades.
Escoramento	- Portaria Nº 3214 (1978); - NBR 9814 (1987).	- Para profundidades maiores que 1,25 m é obrigatório o uso de escoramento; Para o tipo de escoramento utilizado (contínuo): - As pranchas devem estar encostadas umas às outras; - Longarinas de vigas (6cm x 16 cm) dão o travamento longitudinal a cada metro; - Estroncas de 20 cm de diâmetro dão o travamento transversal a cada 1,35 m.	-Em todos os trechos foi utilizado o conjunto de escoramento; -Pranchas metálicas e encostadas umas nas outras; -Utilização de quadro metálico no lugar das vigas e estroncas. Estes estavam com número de usos perto de seu limite (formação de “barriga”); - Uso de escoramento tipo “Box” danificado.	O uso do quadro no lugar das escoras de madeira se mostrou adequado para maximizar a eficiência da retroescavadeira. O emprego de quadros com “barriga” deve ser revisto, em vista da segurança dos colaboradores. A utilização de escoramento tipo “Box” danificado deve ser abolido. Em relação à norma, esta é demasiada generalista, não prevê soluções plurais aos diversos fatores que interferem no escoramento. Deve ser revista.

Quadro 4 – Comparativo resumido da construção de rede de esgotamento (continuação)

Etapa	Norma Referenciada	Recomendado em Norma	Experiência em Campo	Comentários do Autor
Rebaixamento do lençol freático	- NBR 9814 (1987); - NBR 12266 (1992).	- Quando o lençol freático for atingido, deve-se manter a vala seca; - É permitido o uso de drenos, ponteiros filtrantes, poços profundos ou injetores; - O uso de bombas é necessário, sendo indicados os tipos autoescavante ou submersa.	- Se utilizava o conjunto bomba + coletores + mangotes ponteiros filtrantes; - As ponteiros eram posicionadas com o auxílio de jatos de água pressionados (funcionam bem em solo arenoso); - Toda a água era direcionada a bocas de lobo presentes no local.	O conjunto utilizado, em especial o uso das ponteiros se mostrou bem eficiente em solo arenoso, com a vala sempre seca. A norma cobre diversos métodos que podem ser utilizados e não precisa de mudanças.
Assentamento das tubulações	- NBR 9814 (1987)	- As peças colocadas devem estar em perfeitas condições, sem trincas; - Utilizando-se do método do gabarito, deve-se ter réguas espaçadas em 10 metros; - Pode-se utilizar a visada a olho ou com uso de náilon; - Os objetos utilizados na obtenção do greide do coletor devem ser pintados em cores vivas (evitar erros na visada).	- O método utilizado era o do gabarito, com réguas a cada 10 metros (altura obtida com mangueira de nível); - As réguas estavam pintadas em azul vibrante; - Vaselina utilizada para ajudar na introdução dos tubos; - Para a visada era utilizado o náilon.	Todo o processo se mostrou satisfatório, com a preocupação para sua boa aplicação. O encarregado acompanhava até que a inclinação ficasse dentro do que foi projetado. O assentamento mais utilizado era com a colocação de lastro de brita e laje de berço, já que lençol freático era bem alto. Para a norma, falta destrinchar mais os tipos de assentamento disponíveis e procedimentos para cada caso.

Quadro 4 – Comparativo resumido da construção de rede de esgotamento (continuação)

Etapa	Norma Referenciada	Recomendado em Norma	Experiência em Campo	Comentários do Autor
Construção de Órgãos Acessórios de Limpeza	- NBR 9649 (1986); - NBR 9814 (1987)	- Construção de poços de visita (PV) quando houver mudança de direção, declividade, material e diâmetro, no encontro de dois ou mais coletores e na presença de degraus; - As paredes da câmara podem ser feitas de alvenaria de tijolos, de pedra ou de blocos de concreto, em anéis de concreto pré-fabricado entre outros matérias; - Dimensões mínimas devem ser diâmetro de 80 cm e altura mínima de 2 m. Devem também estar presentes laje de transição e peça redutora de 60 cm de diâmetro e 1 metro de altura.	- Concessionária utiliza somente PV como órgão de limpeza; - As ruas observadas eram curtas em extensão, usualmente se tinha PV no início e fim da via (mudança de direção); - Concessionária utiliza anéis de concreto armado pré-fabricadas, com sua união feita com uso de massa de cimento; - Câmara de trabalho com 1 m de diâmetro. Uso de laje redutora e redução com 60 cm de diâmetro.	O uso de peças pré-fabricadas aumentava a eficiência da construção dos órgãos. Todas as dimensões estão dentro do que é determinado pela ABNT. A norma não precisa ser revista pois esta dá todas as dimensões e agrega vários materiais que podem ser utilizados além de fornecer figura com as dimensões pedidas.
Ligações Prediais	- NBR 9814 (1987);	- Deve possuir pelo menos diâmetro nominal de 100 mm e ter declividade de pelo menos 2 %; - Sempre que possível sua instalação deve ocorrer em conjunto com a instalação da rede principal, para evitar reabertura de vala.	- Construção das ligações somente após o fechamento da vala, com outra equipe designada somente para tal; - Uso de tubulação de 100 mm;	O trabalho feito por outra equipe dias após não trazia grandes empecilhos para a população, uma vez que a posição dos selins era demarcada pelo encarregado com o uso de tinta em spray vermelha, não sendo necessário a abertura de toda a vala.

Quadro 4 – Comparativo resumido da construção de rede de esgotamento (continuação)

Etapa	Norma Referenciada	Recomendado em Norma	Experiência em Campo	Comentários do Autor
Ensaio de Estanqueidade	- NBR 9814 (1987)	- Com o envolvimento lateral feito e sem ter reenchido a vala, é necessário que testes sejam feitos para verificação das juntas; - É recomendado o uso de ensaio hidrostático, em que com o sistema fechado, se enche de água e se verifica se há perdas.	- Não foram verificados testes nas vias acompanhadas, nem na rede, muito menos nos PVs.	A concessionária relatou que testes de estanqueidade não são feitos, pois a rede é construída com PVC, material que a empresa possui ampla experiência, não sendo necessário. Nos PVs, são feitos testes, mas somente no final da construção da rede, no momento de sua limpeza, não sendo acompanhado pelo autor.
Reaterro e compactação da vala	- NBR 9814 (1987); - NBR 12266 (1992).	- O primeiro processo é o envolvimento lateral, com pequena camada de solo que deve ser apiloado à mão; - Acima da tubulação deve ter camada de 30 cm levemente apiloada, finalizado com camada de 20 cm compactada (NBR 9814). Já a NBR 12266 diz que 50 cm acima dos tubos devem estar compactada manualmente, com o resto da camada compactada mecanicamente.	- O solo é colocado por completo no final da construção da rede com a utilização da retroescavadeira; - Não há o apiloamento das camadas de solo; - Há o uso de água para que houvesse o adensamento do mesmo.	A concessionária informou que para o tipo de solo (arenoso) presente, o uso de apiloamento e compactação não dão bons resultados. O uso de água e do equipamento Sapinho dão resultados adequados de acordo com a experiência da empresa.
Repavimentação	- NBR 12266 (1992)	- A repavimentação deve ter características apropriadas para se obter a condição de compactação e tipo de acabamento pedidos pelas normas municipais; - Para pavimentos revestidos as condições anteriores encontradas na via.	Por escolha da empresa executora, as obras de repavimentação seriam feitas em várias vias ao mesmo tempo, não sendo acompanhadas pelo autor.	Essa demora causou desconforto na população que vivia no local, que então começou a cobrar a concessionária, que consequentemente passou a cobrar a empresa executora.

Fonte: O autor, Ministério do Trabalho (1978), ABNT (1986), ABNT (1987), ABNT (1988), ABNT (1992).

6. CONCLUSÃO

O acompanhamento da construção da rede de esgoto mostrou como sua execução pode ser simples e complicada ao mesmo tempo. Simples pelo fato de que é uma obra repetitiva, com passos e processos bem conhecidos pelas construtoras. Porém, além de ser uma obra que cobre uma área grande, possui a dificuldade de se tratar de uma obra enterrada, trazendo muitas incertezas em sua concepção, com muitas das decisões feitas somente após a abertura da vala.

Olhando o processo por certo tempo para depois compará-lo às normas da ABNT e à literatura especializada, foi notado que a maioria das etapas estavam adequadas. A locação se deu sem problemas, com o uso de níveis óticos e miras, os quais dão uma boa precisão. A sinalização vista em campo estava dentro do que é recomendado, graças aos esforços da SMTT e da concessionária local. O rompimento da pavimentação está adequado, com o uso da serra Clipper, a qual oferece ganhos em relação ao rompedor pneumático. O rebaixo do lençol freático ocorreu com o uso de ponteiros filtrantes, mangotes e bombas de sucção/recalque, conjunto que se mostrou o mais adequado para solo arenoso. O assentamento dos tubos e a conferência das cotas foram vistos como satisfatórios, com a devida aplicação do método do gabarito.

A montagem do poço de visita também foi vista como aceitável, sendo feita através do posicionamento das manilhas e sua união com o uso de massa de cimento, com dimensões das peças dentro do que é recomendado em norma. As ligações prediais são produzidas após a saída da equipe de assentamento, com a ajuda das marcas no chão, sem maiores problemas.

Havia também etapas que foram vistas como problemáticas e foram objeto do questionário feito ao responsável pela fiscalização, funcionário da concessionária local. Na locação foi percebido que as tubulações estavam dispostas de maneira inadequada, sem a devida proteção dos intemperes e em contato direto com o solo, problema admitido pelo fiscal. Na escavação foi notado que o maquinário é posto para trabalhar em profundidades além daquelas expostas pela literatura e, para tal, é necessário que sejam feitas manobras um tanto arriscadas aos que trabalham próximo, fato explanado pelo fiscal como prática feita devido à sua viabilidade com a segurança garantida pelo conjunto de escoramento.

O escoramento é feito em quantidade e material não cobertos pelas normas (metálico), episódio elucidado como melhor solução para profundidades maiores que

três metros, para que se possam condições de se trabalhar com a retroescavadeira. Não foram acompanhados ensaios de estanqueidade, tanto na tubulação quanto nos PVs, ocorrência aclarada como norma da empresa, pois se trata do uso de PVC, o qual garante que não haverá vazamentos, devido à experiência da empresa com seu uso. Nos PVs, a estanqueidade é verificada depois do término da rede, com o uso de jatos de água pressionados. No reaterro não foram percebidos as práticas normatizadas, pois estas não são adequadas ao solo do local (arenoso), assim como explicado, com a aplicação de adensamento através da água.

Entre os problemas de campo observados que devem ser corrigidos nos trechos futuros está a melhora das condições de armazenamento para que não se tenham deformações que diminuam a confiabilidade da rede. Outra questão a ser melhorada é a do escoramento, com a atenção maior da empresa em utilizar quadros sem grandes deformações, para que se evite acidentes. Práticas como o uso do escoramento tipo “Box” que estava deformado devem ser abolidas por completo, pois antes de tudo tem que se preservar o bem-estar dos colaboradores.

A empresa executora, a luz de tudo que foi visto, executa a rede de acordo com o que é pedido porém possui problemas de planejamento. O andamento sofria, em muitas ocasiões, com a falta de material em campo, ou com o encontro de interferências. É recomendado, então, que a mesma tenha um melhor manejo com as necessidades das frentes de serviço, com um planejamento futuro feito de maneira adequada e com o devido estudo das interferências, para evitar perdas em geral.

Para as autoridades que ficam responsáveis pelas normas que regem todo o processo, é altamente recomendado que a norma atual seja atualizada, com a adição de novas tecnologias e processos. Além disso a norma pode se tornar mais específica, suprimindo as necessidades para cada tipo de situação encontrada, seja a profundidade, a altura do lençol freático ou a profundidade de assentamento.

O estudo da construção de rede e suas singularidades ainda pode ser sugerido em outro local, mesmo nesta cidade. O local terá suas características próprias como o tipo de solo, altura do lençol freático e topografia, podendo surgir soluções que diferem destas apresentadas no presente trabalho. O olhar da construção em outra empresa pode também ser interessante, pois podem surgir métodos e tecnologias distintos das apresentadas.

7. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário - NBR 9649**. Rio de Janeiro. 1986. Disponível em: < <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.649-Projeto-de-Redes-de-Esgoto.pdf>>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Execução de rede coletora de esgoto sanitário - NBR 9814**. Rio de Janeiro. 1987. Disponível em: < <https://edoc.site/nbr-09814-nb-37-execucao-de-rede-coletora-de-esgoto-sanitario-pdf-free.html>>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto e assentamento de tubulações de PVC rígido para sistemas de esgoto sanitário - NBR 7367**. Rio de Janeiro. 1988. Disponível em: < https://docgo.net/viewdoc.html?utm_source=nbr-07367-1988-projeto-e-assentamento-de-tubulacoes-de-pvc-pdf>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana - NBR 12266**. Rio de Janeiro. 1992. Disponível em: < <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=forums&srcid=MDA4MjMzNzEyNzk0MDYyNDU0NTYBMTcwMzQ5Nzg4NjEyNTc2MDUzOTIBNmJiTnRhVmVFUUFKATAuMQEBdjI&authuser=0>>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.

ALMEIDA, J. F. de. **A Bíblia Sagrada**. 2. ed. Barueri, São Paulo: Sociedade Bíblica do Brasil, 1999.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro - Lei Nº 9.503**. 23 set. 1997. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503.htm>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento Básico: Fonte de Saúde e Bem-Estar**. 2ª Edição ed. São Paulo: Moderna, 2003.

DANTAS, F. von A. et al. **Uma análise da situação do saneamento no Brasil**. FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão, v. 15, p. 272–284, dez. 2012. Disponível em: < <http://periodicos.unifacef.com.br/index.php/facefpesquisa/article/viewFile/549/513>>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. 3ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde (Funasa), 2004.

LENS, P. N. L. (ed.). **Decentralised sanitation and reuse: concepts, systems and implementation**. London: IWA Publ, 2001.

LOFRANO, G.; BROWN, J. **Wastewater Management through the Ages: A History of Mankind**. Science of The Total Environment, v. 408, n. 22, p. 5254–5264, out. 2010.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - SNIS 2016**. p. 218, fev. 2018. Disponível em: < http://etes-sustentaveis.org/wp-content/uploads/2018/03/Diagnostico_AE2016.pdf>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Portaria Nº 3214**. 8 jun. 1978. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nrs.htm>>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.

MOTTA, R. S. da. **Questões regulatórias do setor de saneamento no Brasil**. IPEA- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, p. 30, 2004. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5825/1/NT_n05_Questoes-regulatorias-setor-saneamento_Dimac_2004-jan.pdf>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.

NOZAKI, V. T. de. **Análise do setor de saneamento básico no Brasil**. Universidade de São Paulo - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, p. 110, 2007. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjNllaC0P_fAhVGE7kGHUYNAaUQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F96%2F96131%2Fde-25072007-152652%2Fpublico%2FVictorToyojideNozaki.pdf&usg=AOvVaw0vE_Ns8xcdKB_Vd73BLUYQ>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.

NUVOLARI, A. et al. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 2011.

OLIVEIRA, G.; SCAZUFCA, P.; PIRES, R. C. **Ranking do Saneamento 2018**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, abr. 2018. Disponível em <<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2018/realatorio-completo.pdf>>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.

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

TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011.

TUROLLA, F. A. **Política de Saneamento Básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas**. IPEA-Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, p. 29, 2002.

WOLF, P. **History of Wastewater**. PennWell Magazines, World of Water 2000: the past, present and future. p. 172, 1999. Disponível em: <<https://www.ircwash.org/sites/default/files/820-99WO-15732.pdf>>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.