

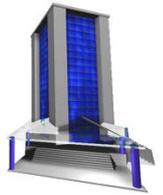


Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Engenharia

Departamento de Engenharia de Materiais e Construção

Curso de Especialização em Construção Civil



Monografia

SANEAMENTO BÁSICO

**UMA VISÃO GERAL COM ÊNFASE NOS ELEMENTOS PARA CONSTRUÇÃO,
OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO.**

Autor: Marconi Lovisi Prado

Orientador: Prof. Dr. Aldo Giuntini de Magalhães

Janeiro/2014

Marconi Lovisi Prado

SANEAMENTO BÁSICO

**UMA VISÃO GERAL COM ÊNFASE NOS ELEMENTOS PARA CONSTRUÇÃO,
OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO.**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em
Construção civil da Escola de Engenharia da UFMG

Ênfase: Gestão e Tecnologia na Construção Civil

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Minas Gerais pela iniciativa de implantação das especializações *latu sensu* em seu quadro de cursos ofertados, pois, muito contribui para o crescimento profissional daqueles que estão inseridos ou, pretendem inserir no mercado de trabalho.

Um agradecimento especial ao quadro de docentes do departamento de engenharia de materiais e construções (DEMC/UFMG), que não pouparam esforços, a fim de nos atualizar como profissionais, passando informações preciosas de cunho técnico e ao mesmo tempo, contribuindo de forma memorável para nossa evolução como ser humano.

Aproveito também, a oportunidade para agradecer ao quadro de docentes do departamento de engenharia sanitária e ambiental (DESA/UFMG), onde me especializei em saneamento ambiental.

Agradeço ao professor Dr. Aldo Giuntini de Magalhães pela orientação decisiva e encorajadora, para que eu realizasse este trabalho.

Obrigado a toda minha família, sempre me incentivando e apoiando nas empreitadas que invento ao longo da minha vida.

Ao meu co-orientador, irmão e futuro Doutor Rafael Lovisi Prado, obrigado por mostrar na prática que tudo é possível, basta gostar e querer.

Este trabalho é dedicado a minha mãe Léa, minha esposa Sheila, minha filha Marina, e ao meu pai Antônio Olinto Prado, eterna fonte de inspiração.

RESUMO

O saneamento é uma ciência essencialmente profilática. Como tal, previne, ou deveria prevenir o surgimento dos problemas, e não se colocar a correr atrás de seus efeitos. Por se tratar de uma questão de saúde pública, é de suma importância que se conheça a amplitude deste tema. É com este intuito que nos propusemos a desenvolver este trabalho, abordando de uma forma geral as várias facetas inclusas neste contexto, fazendo uma revisão literária das referências bibliográficas utilizadas no decorrer da vida acadêmica, juntamente com a experiência profissional. Detalhes construtivos, operacionais, manutenções e materiais utilizados nos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário ganham maior atenção neste trabalho, pelo fato de ser objeto de vasta vivência profissional, e relevante importância no processo de conservação e aplicação de novas tecnologias, não obstante, os sistemas de drenagens pluviais, os resíduos sólidos, estão inseridos de forma clara e objetiva neste trabalho, por entendermos que o somatório de todas estas facetas amplia a visão, ainda que equivocada por muitos, da verdadeira grandeza e importância do saneamento na qualidade de vida do ser humano.

Palavras-chave: Água, esgoto, drenagem pluvial, resíduos sólidos.

ABSTRACT

Sanitation is an essentially prophylactic science. As such, prevents, or should prevent the emergence of problems and not put chasing their effects. Because it is a public health issue, it is of the utmost importance to meet the breadth of this theme. It is with this aim that we set out to develop this research, addressing in general the various facets included in this context, doing copy-editing of the bibliographical references used during the academic life, along with the professional experience. Details of construction, operational, maintenance and materials used in water supply systems and sanitation earn greater attention in this work, by the fact that vast professional experience, object and relevant importance in the process of conservation and application of new technologies, however, the storm water drainage systems, solid waste and vector control, are inserted in a clear and objective in this research, we understand that the sum of all these facets extend the vision, albeit misguided by many, the true breadth and importance of sanitation in the quality of life of human beings.

Keywords: water, sewage, rainwater drainage, solid waste.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE QUADROS.....	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	13
1. Introdução.....	14
2. Objetivo.....	15
3. Revisão bibliográfica.....	15
3.1 Sistemas de Abastecimento de água.....	15
3.1.1 Unidades de um sistema de abastecimento de água.....	16
3.1.2 A importância dos sistemas de abastecimento de água.....	17
3.1.3 Quantidade de água.....	18
3.1.4 Uso da água.....	18
3.1.5 Sistemas de distribuição de água.....	19
3.1.6 Qualidade da água.....	28
3.1.7 Unidades do sistema de abastecimento de água potável.....	31
3.1.8 Tratamento da água (ETA).....	38
3.2 Sistemas de esgotamento sanitário.....	40
3.2.1 Soluções de esgotamento sanitário.....	45
3.2.2 Classificação dos sistemas de esgotamento sanitário.....	46
3.2.3 Dimensionamento das redes coletoras de esgoto.....	46
3.2.4 Tratamento dos esgotos (ETE).....	48
3.3 Manutenções e crescimento vegetativo.....	49
3.3.1 Manutenções em sistemas de abastecimento de água.....	50
3.3.2 Crescimento vegetativo em sistemas de abastecimento de água.....	52
3.3.3 Manutenções em sistemas de esgotamento sanitário.....	62
3.3.4 Crescimento vegetativo em sistemas de esgotamento sanitário.....	72
3.4 Pré-moldados e conexões para saneamento.....	86
3.5 Métodos não destrutivos.....	109
3.6 Águas pluviais (Drenagem urbana e controle da erosão).....	112
3.7 Resíduos sólidos.....	119
4. Considerações Finais.....	124
5. Referências Bibliográficas.....	125

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Reservatório de montante e jusante (Fonte: BARROS, 1995).....	20
Figura 2a: Reservatório enterrado (Fonte: BARROS, 1995).....	21
Figura 2b: Reservatório semi-enterrado (Fonte: BARROS, 1995).....	21
Figura 2c: Reservatório apoiado (Fonte: BARROS, 1995).....	21
Figura 2d: Reservatório elevado (Fonte: BAROS, 1995).....	21
Figura 3: Rede de distribuição de água (Fonte: BARROS, 1995).....	22
Figura 4: Ligação de água convencional (Fonte: BARROS, 1995).....	25
Figura 5: Modelos de hidrômetros (Fonte: HADDAD, 1997).....	25
Figura 6: Sistema de distribuição de água, direta (Fonte: BARROS, 1995).....	26
Figura 7: Sistema de distribuição de água, indireta (Fonte: BARROS, 1995).....	27
Figura 8: Sistema de distribuição de água, misto (Fonte: BARROS, 1995).....	27
Figura 9: Limpeza de uma caixa d'água (Fonte: BARROS, 1995).....	28
Figura 10: Partes constituintes de um sistema de abastecimento de água (Fonte: HADDAD, 1997).....	31
Figura 11: Mananciais superficiais, subterrâneos e água de chuva (Fonte: BARROS, 1995).....	32
Figura 12: Captação de água (Fonte: HADDAD, 1997).....	33
Figura 13: Distribuição de água no globo terrestre (Fonte: BARROS, 1995).....	33
Figura 14: Soluções para tomada d'água em manancial de superfície (Fonte: BARROS, 1995).....	34
Figura 15: Partes componentes de uma captação (Fonte: HADDAD, 1997).....	35
Figura 16: Poço raso (Fonte: BARROS, 1995).....	36
Figura 17: Tipo de aquíferos e poços (Fonte: HADDAD, 1997).....	36
Figura 18: Estação elevatória de água (Fonte: BARROS, 1995).....	38
Figura 19: Elevatória com poço de sucção (Fonte: HELLER, 2010).....	38
Figura 20: Esquema em corte de uma ETA (Fonte: HELLER, 2010).....	40
Figura 21: Componentes da rede coletora de esgoto (Fonte: CRESPO, 1997)...	42
Figura 22: Coletores de rua, coletores tronco, interceptores e emissários (Fonte: CRESPO, 1997).....	42
Figura 23: Partes constituintes do sistema convencional de esgotamento sanitário (Fonte: BARROS, 1995).....	44
Figura 24: Planta construtiva de um sistema de esgotamento sanitário (Fonte: CRESPO: 1997).....	47

Figuras 25a, 25b, 25c, 25d: Processo de escavação para a execução de manutenção em redes e ramais prediais de água (Fonte: Acervo próprio).....	51
Figuras 26a, 26b, 26c, 26d: Escavação mecânica de vala, com a utilização de valetadeira (Fonte: Acervo próprio).....	56
Figuras 27a, 27b, 27c, 27d: Sondagem de rede (Fonte: Acervo próprio)	56
Figuras 28a, 28b, 28c, 28d: Sondagem e localização de rede existente (Fonte: Acervo próprio).....	57
Figuras 29a, 29b, 29c, 29d: Instalação do colar de tomada (Fonte: acervo próprio).....	57
Figuras 30a, 30b, 30c, 30d: Corte no pavimento (Fonte: Acervo próprio).....	58
Figuras 31a, 31b 31c, 31d: Escavação manual da travessia (Fonte: Acervo próprio).....	58
Figuras 32a, 32b, 32c, 32d: Peças para montagem de cavalete (Fonte: Acervo próprio.....	59
Figuras 33a, 33b, 33c, 33d: Montagem de cavalete, e interligação ao ramal predial (Fonte: Acervo próprio).....	59
Figuras 34a, 34b, 34c, 34d: Passagem do ramal predial pela travessia (Fonte: Acervo próprio).....	60
Figuras 35a, 35b, 35c, 35d: Compactação da travessia e do local do cavalete (Fonte: Acervo próprio).....	60
Figuras 36a, 36b, 36c, 36d: Processo construtivo, em concreto armado, de um reservatório de água (Fonte: Acervo próprio).....	61
Figuras 37a, 37b: Reservatório de água, construído em concreto armado (Fonte: Acervo próprio)	61
Figuras 38a, 38b: Construção de rede de água em passeio cimentado (Fonte: Acervo próprio)	62
Figuras 39a, 39b, 39c: Limpeza em poço de visita (Fonte: Acervo próprio).....	64
Figuras 40a, 40b, 40c, 40d: Manutenção em redes coletoras de esgoto (Fonte: Acervo próprio).....	65
Figuras 41a, 41b, 41c, 41d: Escavação mecânica, para manutenção em rede de esgoto (Fonte: Acervo próprio).....	66
Figuras 42a, 42b, 42c 42d: Escavação mecânica, para manutenção em rede de esgoto (Fonte: Acervo próprio).....	67

Figuras 43a, 43b, 43c, 43d: Manutenção em rede coletora de esgoto (Fonte: Acervo próprio).....	68
Figuras 44a, 44b, 44c, 44d: Instalação de PL (Poço luminar) (Fonte: Acervo próprio).....	68
Figuras 45a, 45b, 45c, 45d: Rompimento de rede coletora de esgoto (Fonte: Acervo próprio).....	69
Figuras 46a, 46b, 46c, 46d: Escavação com a utilização de retroescavadeira (Fonte: Acervo próprio).....	69
Figuras 47a, 47b, 47c, 47d: Recomposição asfáltica do pavimento (Fonte: Acervo próprio).....	70
Figuras 48a, 48b, 48c, 48d: Fratura do pavimento asfáltico após rompimento de rede coletora de esgoto (Fonte: Acervo próprio).....	70
Figuras 49a, 49b: Execução de base em bica corrida (Fonte: Acervo próprio)....	71
Figuras 50a, 50b, 50c: Manutenção em poço luminar (Fonte: Acervo próprio)....	71
Figuras 51a, 51b, 51c: Manutenção em poço de visita, com a utilização de caminhão hidrojato (Fonte: Acervo próprio).....	72
Figuras 52a, 52b 52c: Corte em pavimento asfáltico, e abertura de valas (Fonte: Acervo próprio).....	75
Figuras 53a, 53b, 53c, 53d: Construção de PV (Fonte: Acervo próprio).....	75
Figuras 54a, 54b 54c 54d: Construção de rede coletora de esgoto (Fonte: Acervo próprio).....	76
Figuras 55a, 55b, 55c, 55d: Construção de rede coletora de esgoto (Fonte: Acervo próprio).....	76
Figuras 56a, 56b, 56c, 56d: Construção de rede coletora de esgoto (Fonte: Acervo próprio).....	77
Figuras 57a, 57b: Fundo de poço luminar, e anel de concreto pré-moldado (Fonte: Artefácil).....	77
Figuras 58a, 58b, 58c, 58d: Peças e conexões para ligações prediais de esgoto (Fonte: Acervo próprio).....	78
Figuras 59a, 59b, 59c, 59d: Escavação de vala para a execução de ligação predial de esgoto(Fonte: Acervo próprio).....	78
Figuras 60a, 60b 60c, 60d: Montagem de ramal predial de esgoto (Fonte: Acervo próprio).....	79

Figuras 61a, 61b, 61c 61d: Processo construtivo para a ligação predial de esgoto (Fonte: Acervo próprio).....	79
Figuras 62a, 62b, 62c, 62d: Perfuração da rede de esgoto existente, para posterior ligação predial (Fonte: Acervo próprio).....	80
Figuras 63a, 63b, 63c, 63d: Interligação das conexões na rede de esgoto existente (Fonte: Acervo próprio).....	80
Figuras 64a, 64b, 64c, 64d: Detalhe da montagem de um poço luminar (Fonte: Acervo próprio).....	81
Figuras 65a, 65b, 65c, 65d: Montagem completa de um poço luminar (Fonte: Acervo próprio).....	81
Figuras 66a, 66b: Escoramento de valas (Fonte: Acervo próprio).....	82
Figuras 67a, 67b, 67c: Escoramento de valas (Fonte: Acervo próprio).....	82
Figuras 68a, 68b: Construção de reator (Fonte: Acervo próprio).....	83
Figuras 69a, 69b, 69c, 69d: Construção de reator e leito de secagem (Fonte: Acervo próprio).....	83
Figuras 70a, 70b, 70c, 70d: Escoramento de formas (Fonte: Acervo próprio)....	84
Figuras 71a, 71b: Detalhamento da armação do reator anaeróbio (Fonte: Acervo próprio).....	84
Figuras 72a, 72b: Processo construtivo do reator (Fonte: Acervo próprio).....	85
Figuras 73a, 73b: Escoramento blindado: (Fonte: Acervo próprio).....	85
Figura 74: Tampão de concreto armado. (Fonte: Artefácil).....	86
Figura 75: Padrão antigo para assentamento de selim. (Fonte: Artefácil).....	87
Figura 76: Novo padrão de assentamento de selim (Fonte: Artefácil).....	87
Figura 77: Fundo de poço luminar (Fonte: Artefácil).....	88
Figura 78: Fundo de poço luminar (Fonte: Artefácil).	88
Figura 79: Fundo de poço luminar completo (Fonte: Artefácil).....	89
Figura 80: Tarugo para tamponamento de esgoto (Fonte: Artefácil).....	89
Figura 81: Tarugo instalado no fundo do poço luminar (Fonte: Artefácil).....	89
Figuras 82a, 82b, 82c, 82d: Construção de poço luminar (Fonte: Artefácil).....	90
Figuras 83a, 83b, 83c, 83d: Instalação de tampão de concreto em poço luminar (Fonte: Artefácil).....	90
Figuras 84a, 84b, 84c, 84d: Poço de inspeção e ligação (Fonte: Artefácil).....	91
Figura 85: Complemento para ligações de esgoto (Fonte: Artefácil).....	91
Figura 86: Complemento, sela e fundo de poço luminar (Fonte: Artefácil).....	92

Figura 87: Detalhe da montagem de um poço luminar (Fonte: Artefácil).....	92
Figura 88: Caixa de passagem com junta elástica (Fonte: Artefácil).....	93
Figura 89: Caixa de gordura fora dos padrões (Fonte: Artefácil).....	93
Figura 90: Detalhamento de poço de visita DN 600/DN1000 (Fonte: Artefácil)....	94
Figura 91: Anéis de concreto para poço de visita (Fonte: Artefácil).....	94
Figura 92: Anéis para arranque de poço de visita (Fonte: Artefácil).....	95
Figura 93: Anéis de redução para poço de visita (Fonte: Artefácil).....	95
Figura 94: Poço de visita DN/1000, com anéis de arranque e redução (Fonte: Artefácil).....	96
Figuras 95a, 95b, 95c, 95d, 95e, 95f: Construção de poço de visita (Fonte: Artefácil).....	96
Figura 96: Detalhe de poço de visita (Fonte: Artefácil).....	97
Figura 97: Anel com encaixe para aro de ferro fundido (Fonte: Artefácil).....	97
Figura 98: Aro engastado em anel de concreto (Fonte: Artefácil).....	98
Figura 99: Detalhe dos anéis de concreto e aros em ferro fundido (Fonte: Artefácil).....	98
Figuras 100a, 100b, 100c, 100d: Tubulação flexível na entrada do poço de visita (Fonte: Artefácil).....	99
Figuras 101a, 101b: Fundo de poço de visita (Fonte: Artefácil).....	99
Figura 102: Fundo de poço de visita (Fonte: Artefácil).....	100
Figura 103: Fundo de poço seco (Fonte: Artefácil).....	100
Figuras 104a, 104b, 104c, 104d: Utilização de mastiche no assentamento de anéis de concreto (Fonte: Artefácil).....	101
Figura 105: Reservatório em anéis de concreto (Fonte: Artefácil).....	101
Figura 106: Anéis de concreto, utilizados na construção de fossa séptica e poço absorvente (Fonte: Artefácil).....	102
Figura 107: Conexões utilizadas para adaptar material cerâmico ao PVC (Fonte: Artefácil).....	102
Figura 108: Conexões para adaptar tubos PVC à manilha Cerâmica (Fonte: Artefácil).....	103
Figura 109: Utilização de adaptadores PVC/Cerâmica (Fonte: Artefácil).....	103
Figura 110: Aplicação do adaptador correção (Fonte: Artefácil).....	104
Figura 111: Adaptadores correções instalados no tubo PVC (Fonte: Acervo próprio).....	104

Figura112: Substituição de manilha cerâmica por tubos de PVC (Fonte: Acervo próprio).....	105
Figuras 113a, 113b, 113c: Interligação do tubo de PVC à manilha cerâmica (Fonte: Artefácil).....	105
Figura 114: Situação para a construção de um PV (Fonte: Artefácil).....	106
Figura 115: Substituição do poço de visita por curva de raio longo (Fonte: Artefácil).	106
Figura 116: Implantação de curva de raio longo (Fonte: Acervo próprio).....	107
Figura 117: Aplicabilidade do adaptador correção (Fonte: Acervo próprio).....	107
Figura 118: Detalhe da curva de raio longo (Fonte: Acervo próprio).....	108
Figuras 119a, 119b: Bloqueadores de poço de visita (Fonte: Artefácil).....	108
Figuras 119c, 119d: Bloqueadores de tampão (Fonte: Artefácil).....	108
Figura 120: Passagem da sonda com alargador (Fonte: Tecgas).....	110
Figura 121: Furo piloto (Fonte: Tecgas).....	111
Figura 122: Pré-alargamento (Fonte: Tecgas).....	111
Figura 123: Detalhe do alargador (Fonte: Tecgas).....	111
Figura 124: Alargamento e inserção de tubo (Fonte: Tecgas).....	112
Figura 125: Elementos construtivos de micro drenagem urbana (Fonte: BARROS,1995).....	117
Figura 126: Planta de um sistema de micro drenagem urbana (Fonte: BARROS, 1995).....	117
Figura 127: Sistema de micro drenagem (Fonte: BARROS, 1995).....	118
Figura 128: Detalhe de um aterro sanitário (Fonte: BARROS, 1995).....	121
Figura 129: Processo de compostagem (Fonte: BARROS, 1995).....	122
Figura 130: Esquema de reciclagem do lixo (Fonte: BARROS, 1995).....	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipo de tubulações mais usadas nas redes de distribuição de água (Fonte: BARROS, 1995).....	24
Quadro 2: Padrões de potabilidade: aspectos organolépticos (Fonte: BARROS, 1995).....	29
Quadro 3: Padrões de potabilidade: componentes inorgânicos (Fonte: BARROS, 1995).....	29

Quadro 4: Padrões de potabilidade: componentes orgânicos (Fonte: BARROS, 1995).	30
Quadro 5: Padrões de potabilidade: características bacteriológicas (Fonte: BARROS, 1995).....	30
Quadro 6: Comparação entre os diversos tipos de mananciais (Fonte: BARROS, 1995).....	32
Quadro 7: Tipo de materiais para adutoras (Fonte: BARROS, 1995).....	37

LISTA DE ABREVIATURAS ESÍMBOLOS

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE
ETA – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
mg – MILIGRAMAS
m – METROS
PVC – POLICLORETO DE VINILA
μ - MICROM
ETE – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO
PV – POÇO DE VISITA
MSO – MANUAL DE SERVIÇOS E OBRAS
COPASA / MG – COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS
PL – POÇO LUMINAR
DER – DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM
DENIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA TERRESTRE
SUDECAP – SUPERINTENDENCIA DE DESENVOLVIMENTO DA CAPITAL
ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS
JEI – JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA
DN – DIÂMETRO NOMINAL
F_cK – RESISTENCIA CARACTERISTICA DO CONCRETO À COMPRESSÃO
Mpa – MEGA PASCAL
MND – MÉTODO NÃO DESTRUTIVO
IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
NBR – NORMA BRASILEIRA
PNSB – PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde – OMS – saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos danosos sobre seu bem estar físico, psíquico e social. A própria OMS define saúde como o estado de completo bem estar destas três instâncias citadas, e não apenas como a ausência de doenças. Tais definições, e outras formuladas visando conceituar “saneamento”, deixam claro que este constitui um conjunto de ações sobre o meio ambiente físico, portanto de controle ambiental, cujo objetivo é proteger a saúde do homem.

Segundo Heller et. al Barros (1995) na contemporaneidade, a oferta de saneamento relaciona sistemas constituídos por uma infraestrutura física (obras e equipamentos) a uma estrutura educacional, legal e institucional, que contempla os seguintes serviços:

- Abastecimento de água às populações, com qualidade compatível com a proteção de sua saúde e em quantidade suficiente para a garantia de condições básicas de conforto;
- Coleta, tratamento e disposição ambientalmente adequada e sanitariamente segura dos esgotos sanitários, nestes incluídos os rejeitos provenientes das atividades doméstica, comercial e de serviços, industrial e pública;
- Coleta, tratamento e disposição ambientalmente adequada e sanitariamente segura dos resíduos sólidos rejeitados pelas mesmas atividades;
- Coleta de águas pluviais e controle de empoçamentos e inundações;
- Controle de vetores de doenças transmissíveis (insetos, roedores, moluscos)

De maneira geral, tendo em vista o exposto, espera-se que esta pesquisa desenvolva a consciência da importância de se ampliar o conhecimento sobre as práticas de saneamento básico. Isto implica, entre outros, na ênfase em processos preventivos que possam, além de promover a saúde social, minimizar os gastos públicos para este fim.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é apresentar as questões inseridas no contexto do saneamento básico, discorrendo sobre conceitos fundamentais para que se compreenda a relevância e a amplitude deste tema, por envolver vidas humanas em escala coletiva, requerendo assim, um tipo de formação que ultrapasse as fronteiras do tecnicismo. O próprio conceito de saneamento básico, erroneamente identificado pela estratégia da ditadura militar aos serviços de água e esgoto, agrega, mesmo hoje, no máximo a limpeza pública. Nesse sentido, pouca coisa mudou.

O saneamento engloba vários esforços na preservação do ambiente, entre os quais, os sistemas de abastecimento de água, os sistemas de esgotos sanitários, de limpeza pública, de drenagem pluvial, o controle de vetores das doenças de insalubridade do meio, o controle da poluição industrial, da poluição sonora e da poluição atmosférica. Ao longo desta monografia, iremos abordar com maior ênfase os sistemas de abastecimento de água e os sistemas de esgotamento sanitários sem, entretanto, perder de vista o fato de que o saneamento é um todo, configurando uma ação de saúde pública. Em vista disso, não há como desconhecer as interfaces dos sistemas abastecedores e de esgotamento sanitário com as demais facetas do saneamento e, sobretudo, o componente social da questão que torna o ser humano a razão central de nossos esforços.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Sistemas de Abastecimento de Água

Um sistema de abastecimento de água é uma providência coletiva para o fornecimento de água a uma comunidade. Configura-se pela remoção de água da natureza, apropriação de sua qualidade, transporte até as regiões habitadas e distribuição à população em quantidade compatível com suas demandas.

Um sistema de abastecimento de água pode ser elaborado para atender a pequenos povoados ou a grandes metrópoles, diversificando-se nas características e no porte de suas instalações.

De acordo com Heller e Casseb, tal sistema representa o “conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos” (apud BARROS, 1995, p.63).

Sabemos que a água constitui elemento primordial à vida vegetal e animal. O ser humano necessita de água de qualidade adequada e em volume suficiente para suprir suas necessidades, para preservação de sua saúde e para assegurar o desenvolvimento econômico.

Segundo Heller (apud BARROS, 1995) a solução coletiva para o abastecimento de água é importante por diversos aspectos, tais como maior facilidade na proteção do manancial que abastece a população; maior objetividade na supervisão e manutenção das unidades instaladas; administração mais precisa da qualidade da água consumida e ganho na economia de recursos humanos e financeiros.

3.1.1 Unidades de um Sistema de Abastecimento de Água

Um sistema de abastecimento de água é dotado de variadas unidades, entre as quais podemos destacar: **o manancial**, isto é, a fonte de onde se extrai a água; **a captação**, constituída por equipamentos e instalações utilizados para a retirada de água do manancial; **a adução**, que consiste no deslocamento da água do manancial ou da água tratada; **o tratamento**, que é a melhoria da qualidade da água, em seus aspetos físico, químico, bacteriológico e organoléptico (que se refere às características da água que são percebidas pelos sentidos, como gosto e cheiro) com o objetivo de torná-la própria para o consumo. É realizado na chamada ETA (estação de tratamento de água); **a reservação**, ou seja, o armazenamento da água para atender a diversas finalidades, como a oscilação de consumo e a preservação da pressão mínima na rede de distribuição; **rede de distribuição**, encaminhamento da água para as edificações e pontos de consumo em geral, através de tubulações instaladas em vias públicas; **estações**

elevatórias ou de recalque: instalações de bombeamento com a função de transportar a água a lugares mais distantes ou elevados para aumentar a vazão de linhas adutoras.

3.1.2 A importância dos sistemas de abastecimento de água

Levando em conta a leitura do *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios* (1995), a relevância dos sistemas de abastecimento de água pode ser percebida em seus aspectos sanitário/sociais e econômicos. Quanto aos primeiros, destaca-se:

- Melhoria da saúde e das condições de vida de uma comunidade;
- Diminuição da mortalidade em geral, principalmente da infantil;
- Aumento da esperança de vida da população;
- Diminuição da incidência de doenças relacionadas com a água;
- Implantação de hábitos de higiene na população;
- Facilidade na implantação e melhoria da limpeza pública;
- Facilidade na implantação de melhoria dos sistemas de esgotos sanitários;
- Possibilidade de proporcionar conforto e bem-estar;
- Melhoria das condições de segurança.

Já em relação aos segundos, temos:

- Aumento da vida produtiva dos indivíduos economicamente ativos;
- Diminuição dos gastos particulares e públicos com consultas e internações hospitalares;
- Facilidade para instalação de indústrias, onde a água é utilizada como matéria-prima ou meio e operação;
- Incentivo à indústria em localidades com potencialidades para seu desenvolvimento.

3.1.3 – Quantidade de água

Entende-se por consumo médio *per capita* ou quota *per capita* o volume distribuído em um ano, dividido por 365 dias e pela população beneficiada. Quando se pretende projetar a quantidade de água necessária a uma comunidade dada, devem-se levar em conta os diferentes usos da mesma.

Os fatores de destaque que incidem na quantidade de água a ser distribuída por pessoa e por dia, podem ser assim discriminados: o clima; o padrão de vida; os hábitos da população; o sistema hidrômetro ou não; a qualidade da água; o custo do metro cúbico; a pressão na rede; a extensão dos serviços de esgoto; a extensão das áreas pavimentadas; extensão da área ajardinada e a continuidade do serviço.

3.1.4 Usos da água

O volume de água preciso para abastecer uma população é avaliado levando em conta às parcelas componentes da água de uma localidade. De acordo com Heller (apud, BARROS, 1995) a água distribuída para uma cidade pode ser classificada para:

- Uso doméstico
- Uso público
- Uso comercial
- Uso industrial
- Uso especial
- Perdas
- Desperdícios

A partir da classificação acima apresentada pelos autores, podemos delimitar as seguintes especificidades:

a) Uso doméstico: asseio corporal; descarga de bacias sanitárias; cozinha; bebida; lavagem de roupa; rega de jardins e quintais; limpeza geral; lavagem de automóveis; ar condicionado.

- b) Uso público: limpeza de logradouros públicos; irrigação de jardins públicos; fontes e bebedouros; limpeza de redes de esgotos sanitários; limpeza de galerias pluviais; edifícios públicos; piscinas públicas e recreação.
- c) Uso comercial: bares; lojas; restaurantes; postos de serviços de veículos; cinemas, teatros, etc.
- d) Uso industrial: água como matéria prima; água consumida no processo; água utilizada para resfriamento; água necessária para instalações sanitárias, refeitórios.
- e) Uso especial: combate a incêndio; instalações desportivas; ferrovias e metropolitanas; portos e aeroportos; estações rodoviárias.
- f) Perdas: perdas na adução; perdas no tratamento; perdas na rede de distribuição; perdas domiciliares.
- g) Desperdícios: desperdício de água nos pontos de consumo (admitem-se perdas em torno de 20 a 25%)

3.1.5 Sistemas de Distribuição de água

Os sistemas de distribuição são constituídos por dois conjuntos de unidades: *reservatórios e redes de distribuição*. No que diz respeito aos reservatórios de distribuição, permitem armazenar a água para atender às seguintes finalidades: suprir as variações de consumo; responder às demandas de emergência; manter pressão mínima ou constante na rede.

Os reservatórios podem ser dispostos de maneira a atender às horas de consumo mais elevado e, além disso, colaborar para reduzir os custos com a rede de distribuição. Eles promovem a continuidade do abastecimento quando se faz preciso suspendê-lo para manutenção em unidades como captação, adução e estação de tratamento de água. Ademais, podem ser localizados para possibilitar o combate a incêndios, em situações especiais, em locais onde o patrimônio e segurança da população estejam ameaçados.

Os reservatórios podem ser descritos segundo a posição em relação à rede de distribuição, e em relação ao terreno. Quanto à localização, encontramos primeiramente o *reservatório de montante*, situação a montante da rede de

distribuição, para o suprimento normal. Promove uma oscilação considerável da pressão nas extremidades de jusante da rede. Em segundo, temos o *reservatório de jusante*, também nomeado de *reservatório de sobras*, suprido pelo resto do suprimento das horas de menor demanda, abastecendo nas horas de consumo mais elevado. Permite uma menor variação de pressão nas zonas de jusante da rede.

Segue abaixo uma figura ilustrativa detalhando a localização dos reservatórios de montante e jusante dentro do contexto de um sistema convencional de abastecimento de água, desde a captação, até a distribuição:

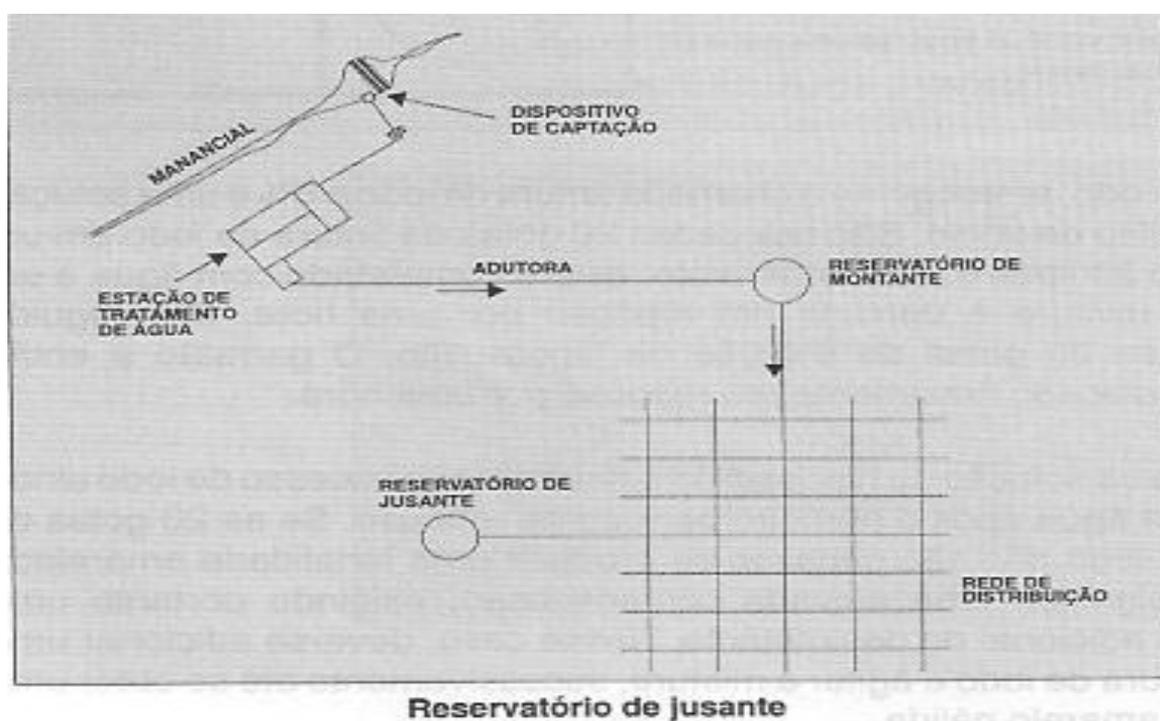
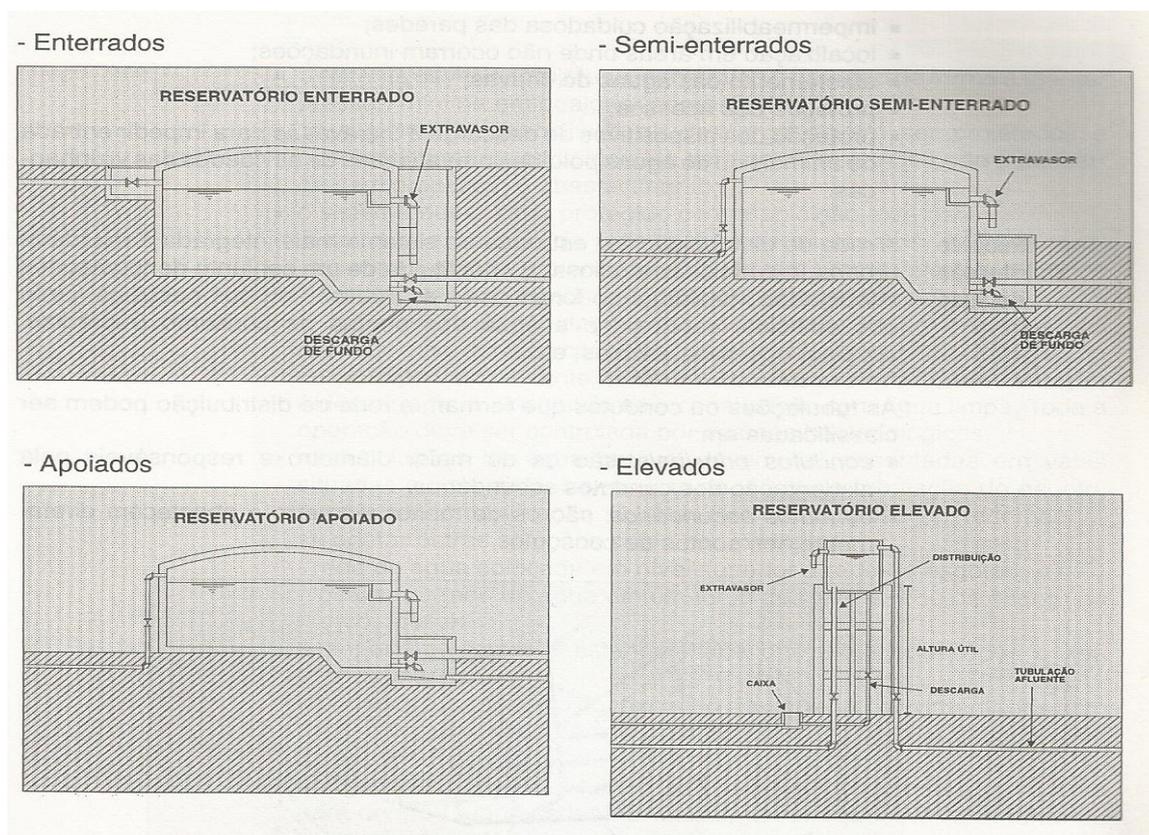


Figura nº 1: Reservatório de montante e jusante. (Fonte: BARROS, 1995, p.104)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 2a, 2b, 2c, 2d, detalham os reservatórios de água, segundo os seus posicionamentos no terreno:



Figuras nº 2a, 2b, 2c, 2d: Reservatórios de água. (Fonte: BARROS, 1995,p.105).

Os reservatórios podem ser edificados em diferentes materiais, tais como alvenaria, concreto, aço, fibra de vidro, madeira. Dentre estes, o mais utilizado no Brasil é o de concreto armado. Entretanto, devemos destacar que é sempre possível procurar uma solução simplificada que responda às diretrizes técnicas e que, concomitantemente, reduza os gastos com a criação de um reservatório. Dependendo de sua localização e arquitetura, os reservatórios podem se tornar marcos referencial da cidade em consonância com a paisagem urbana.

Algumas medidas devem ser aderidas para a *conservação dos reservatórios* e para evitar que eles se transformem num ponto de recontaminação. Dentre elas, ressaltamos a impermeabilização minuciosa das paredes; localização em áreas onde não ocorram inundações; distanciamento das águas pluviais; proteção dos acessos; proteção dos dispositivos de descarga e extravasão para impedir entrada de animais ou de águas poluídas provenientes de atividades das vizinhanças.

Após discorrermos sobre os reservatórios e suas características, passemos às *redes de distribuição de água*. Esta é a parte do sistema mais integrada ao espaço urbano e a mais onerosa. É formada por um conjunto de tubulações interligadas, instaladas em vias públicas ou nos passeios, direcionando a água aos locais de consumo. As tubulações ou condutos que compõem a rede de distribuição podem ser classificados em *condutos principais*, que são os de maior diâmetro e responsáveis pela nutrição dos condutos secundários, e em *condutos secundários*, os de diâmetro menor e que atendem aos locais de consumo. A instalação das tubulações nas valas deve considerar o seu recobrimento com uma camada de terra, de maneira a absorver o impacto de cargas móveis. Na figura abaixo é possível observar detalhadamente a localização dos condutos principais e dos condutos secundários no contexto de um sistema de distribuição de água:

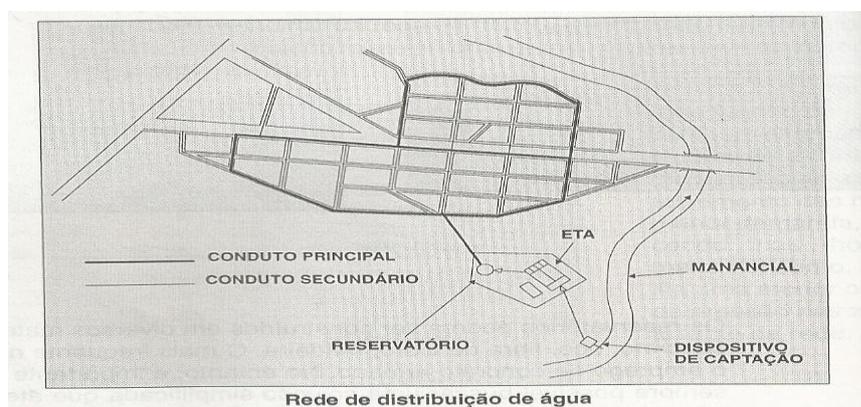


Figura nº 3: Rede de distribuição de água. (Fonte: BARROS,1995,p.106)

No que tange à *qualidade da água* na rede de distribuição, esta deve ser preservada levando em conta algumas medidas. Listemos as principais:

- O sistema deve ser projetado, construído e operado de forma a manter pressão mínima em qualquer ponto da rede;
- Os registros e dispositivos de descarga devem ser projetados e convenientemente posicionados para permitir manutenção e descarga sem prejudicar o abastecimento;
- O sistema deve estar protegido contra poluição externa;
- Durante a execução da rede e durante os reparos, substituições, remanejamentos e prolongamentos, devem ser tomados os cuidados necessários para impedir a ocorrência de contaminação;
- A desinfecção das tubulações, por ocasião do assentamento e dos reparos, deve ser feita com uma solução concentrada de cloro (50 mg de cloro por litro) durante 24 horas. Após esse período, essa solução é descarregada, enchendo-se a canalização com água limpa. Toda a operação deve ser controlada por exames bacteriológicos;
- As tubulações de água potável devem ser assentadas em valas situadas a uma distância mínima de 3,0 m da tubulação de esgoto, para evitar a contaminação. Quando isso não for possível, recomenda-se adotar soluções como, por exemplo:
 - . Rede de água colocada em nível superior à rede de esgoto;
 - . Localizar a rede de água em um terço da rua e a rede de esgoto no terço oposto;
- É importante testar a estanqueidade das tubulações após o seu assentamento;
- Em alguns casos, como por exemplo, arruamentos pavimentados com grande largura, pode ser mais vantajoso e econômico situar a rede de água nas calçadas;
- Em geral as juntas das tubulações não resistem a pressões de fora para dentro (subpressões). Em sistemas em que o fornecimento de água não é contínuo, nas horas em que não houver abastecimento haverá pouca ou nenhuma pressão na rede, podendo até ser negativa. Nessas ocasiões, há perigo de penetração ou sucção de água contaminada para dentro da rede. Assim, as boas condições de operação do sistema, evitando interrupções, diminuem a possibilidade de contaminação da rede (BARROS, 1995).

Com relação aos *materiais utilizados* nas redes de distribuição, os mais empregados são o PVC e o Ferro Fundido. A opção é realizada segundo as exigências do projeto, de acordo com a vazão e a pressão de trabalho, além de um estudo econômico.

No quadro a seguir, detalharemos os tipos de tubulações mais comumente usadas nas redes de distribuição de água:

Diâmetro (mm)	Tipo de tubulação
25, 32	PVC soldado
50, 75, 100	PVC junta elástica
150, 200, 250 e 300	PVC junta elástica ou ferro fundido
acima de 300	ferro fundido

Quadro nº 1: Tipos de tubulações. (Fonte: BARROS, 1995,p.108)

Além das tubulações, a rede é constituída por dispositivos para descargas, ventosas, hidrantes, registros e conexões.

Dentro do sistema de distribuição de água, faz-se importante também destacar as *ligações e instalações prediais*. De um lado, as chamadas ligações prediais consistem no conjunto de dispositivos que conecta a canalização distribuidora da rua e a instalação predial de uma edificação. São formadas pelo *colar de tomada*, *ramal predial* e *hidrômetro*. O colar de tomada apresenta-se como um conjunto de peças montadas anexado à canalização de distribuição da rua, com o objetivo de realizar a conexão do ramal predial à rede pública. Já o ramal predial consiste no trecho de tubulação que liga o dispositivo de tomada ao medidor ou até o início da ligação interna da edificação a ser alimentada. Por último, o hidrômetro, cuja finalidade é medir e apontar a quantidade de água fornecida pela rede distribuidora. É dotado de um mecanismo de relojoaria que registra num mostrador os volumes escoados.

A figura nº 4 detalha os dispositivos utilizados em uma ligação convencional de água:

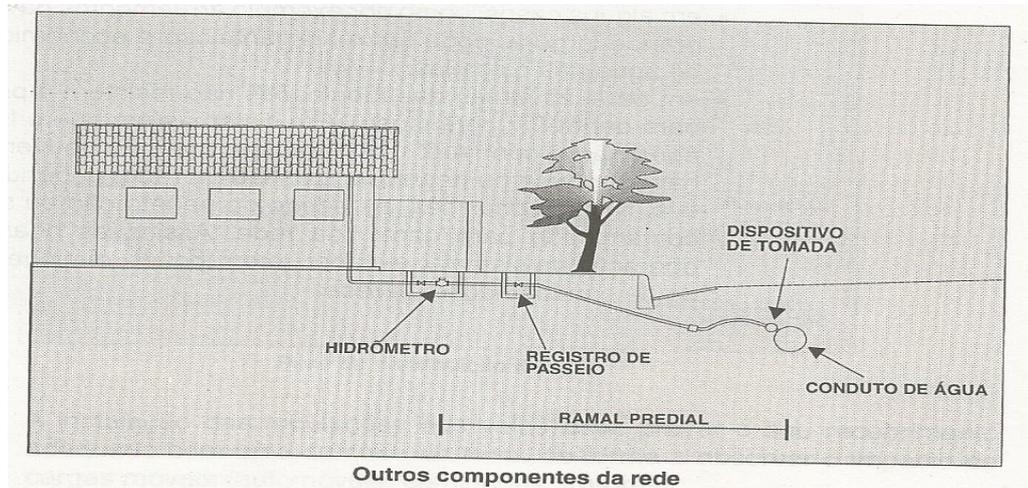


Figura nº 4: Ligação de água convencional. (Fonte: BARROS, 1995, p.108)

Abaixo seguem dois modelos de hidrômetros. Dispositivo este, que tem como finalidade, medir a quantidade de água fornecida pelo sistema de distribuição ao consumidor:

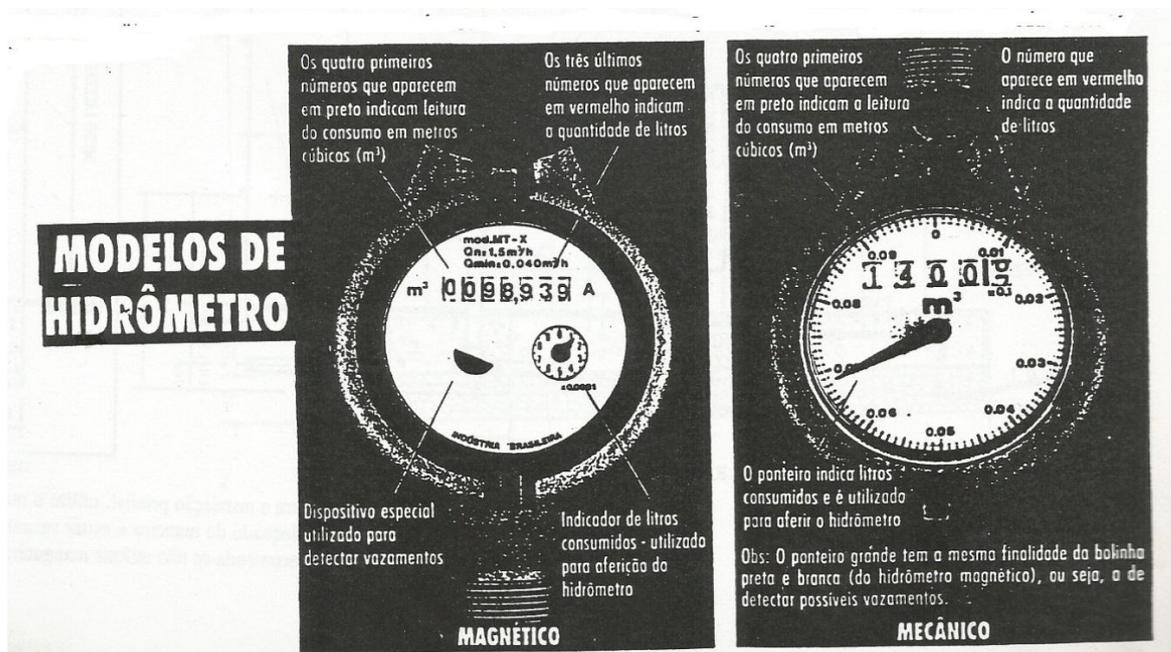


Figura nº 5: Modelo de hidrômetros. (Fonte: HADDAD,1997,p.115)

Por outro lado, as instalações prediais podem ser definidas como o conjunto de canalizações, aparelhos e peças sanitárias, destinados ao fornecimento de água para fins sanitários e higiênicos. Os tipos de instalações prediais mais aplicados no Brasil são o *sistema de distribuição direta, indireta e mista*. No primeiro a instalação predial é abastecida diretamente pela rede de água da via. Já no segundo, a rede de água abastece os reservatórios prediais, e esses abastecem o sistema predial de água. Por fim, o sistema misto, no qual alguns pontos de consumo são abastecidos a partir da rede pública, e os restantes pela caixa d'água.

A seguir, ilustramos os três tipos de sistema de distribuição respectivamente:

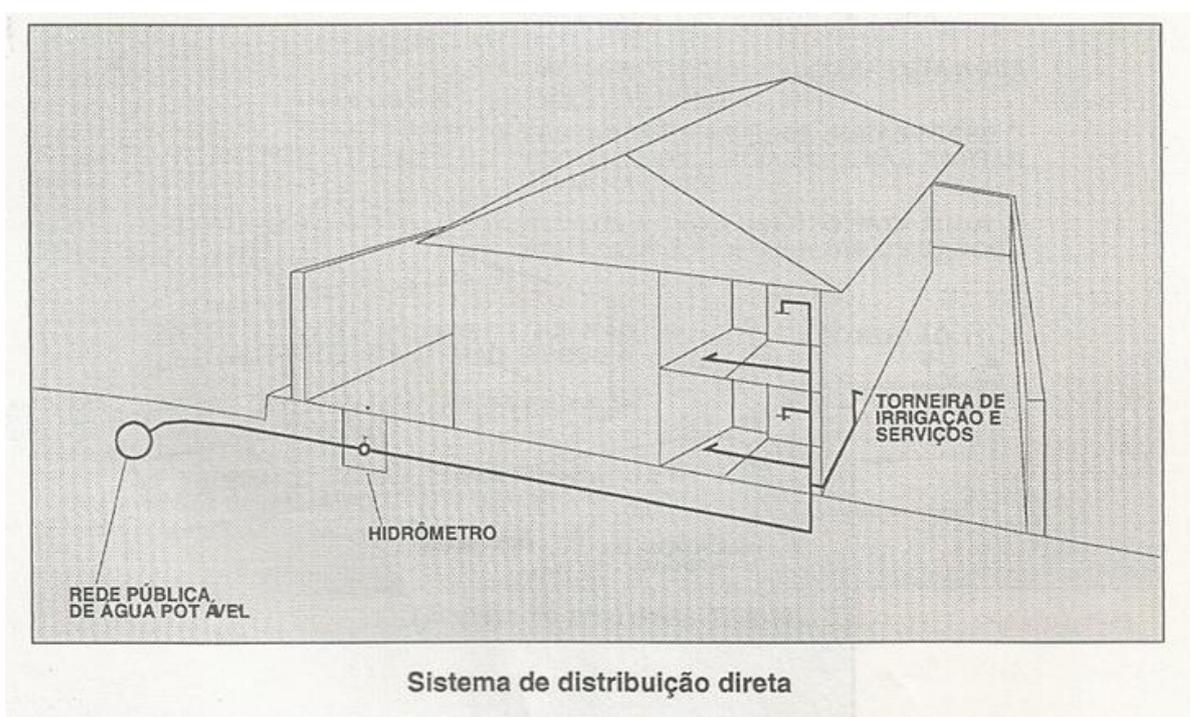


Figura nº 6: Sistema de distribuição direta. (Fonte: BARROS, 1995, p.110)

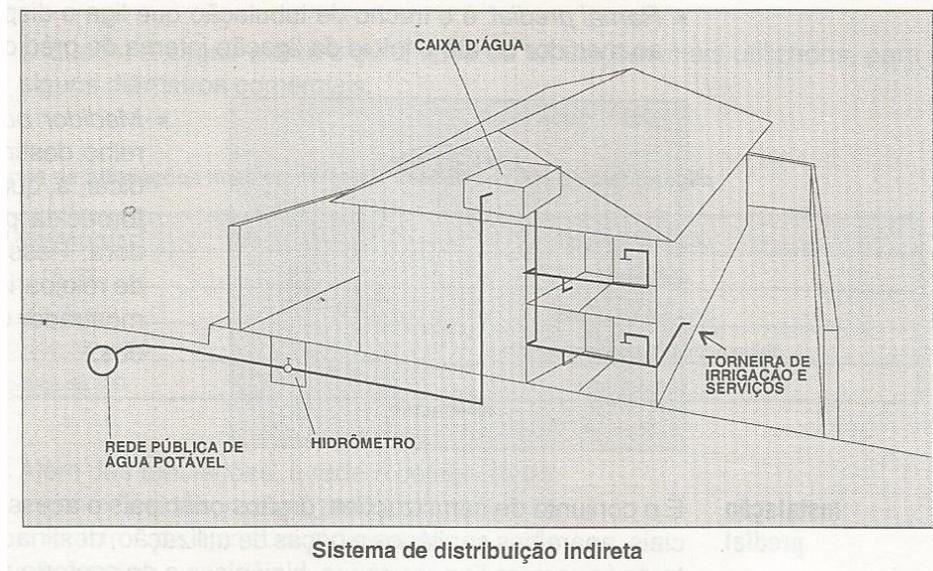


Figura nº 7: Sistema de distribuição indireta. (Fonte: BARROS, 1995, p.110)

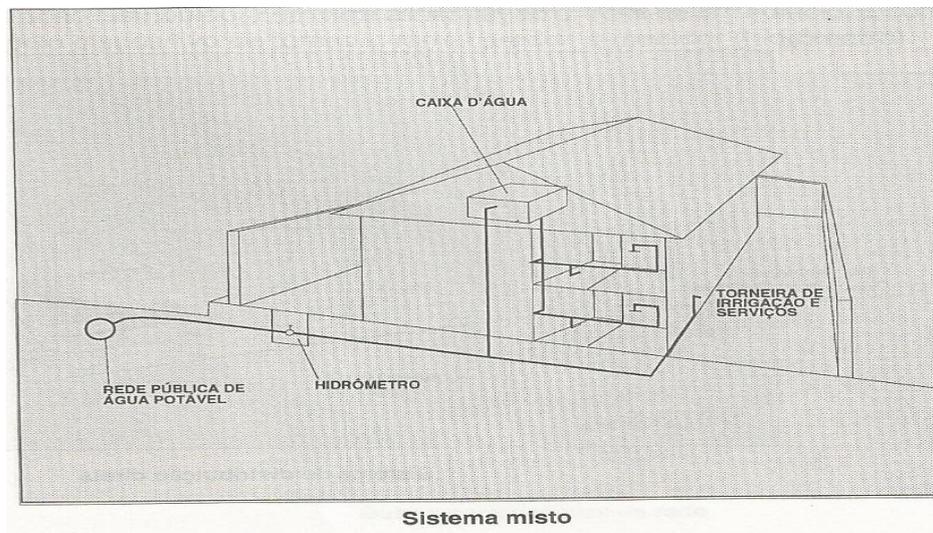


Figura nº 8: Sistema misto. (Fonte: BARROS, 1995, p.110)

As caixas d'água representam, com frequência, focos de contaminação. Sendo assim, a água que passou por todo um processo para tornar-se potável na estação de tratamento de água, pode se tornar imprópria para o consumo. Atitudes pontuais podem ser tomadas para garantir a limpeza e conservação da caixa d'água.

Apresentaremos a seguir uma figura ilustrativa contendo instruções, para a limpeza de uma caixa d'água:

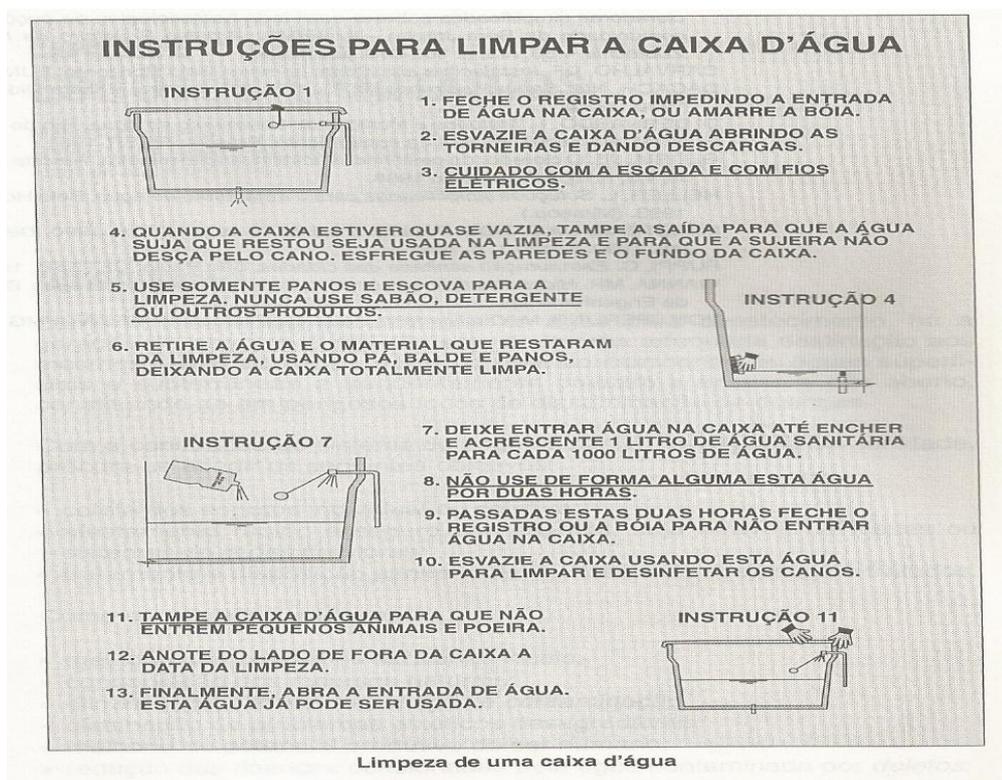


Figura nº 9: Limpeza de caixa d'água. (Fonte: BARROS, 1995,p.111)

3.1.6 - Qualidade da água

A água presente na natureza possui uma gama de impurezas, que definem suas características físicas, químicas e biológicas, e podem torná-la não adequada para o consumo. Para ser considerada potável, ou seja, com qualidade própria ao consumo humano, a água deve atender a padrões de qualidade delimitados por legislação. Para tanto, há necessidade de tratamento prévio da mesma, sobretudo para os consumos domésticos e industriais.

As principais impurezas da água estão ligadas às características físicas, químicas e biológicas. Quanto às físicas, estão ligadas principalmente à presença de sólidos. No que tange às químicas, podem se apresentar como matéria orgânica e

inorgânica. Já as biológicas, são seres presentes na água pertencentes aos reinos animal, vegetal e os protistas.

Dentre os requisitos de qualidade da água para o consumo doméstico podemos destacar a isenção de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde; a adequação para serviços domésticos; redução de agressividade e dureza; apresentar-se insípida, inodora e incolor.

No Brasil, os padrões de potabilidade são definidos pelo Ministério da saúde, na Portaria nº 36/90. Segundo esta, padrões de potabilidade são o “conjunto de valores máximos permissíveis, das características das águas destinadas ao consumo humano” (BARROS, 1995). Vejamos abaixo, nos quadros nº 2, 3, 4,5 respectivamente, os valores máximos permissíveis para os aspectos organolépticos, inorgânicos, orgânicos e bacteriológicos:

Padrões de potabilidade - valores máximos permissíveis para aspectos organolépticos		
Características	Unidade	Valor máximo permissível
<i>Características Organolépticas (percebidas pelos sentidos humanos)</i>		
- Cor aparente	uH	5
- Odor	-	Não objetável
- Sabor	-	Não objetável
- Turbidez	uT	1
<i>Componentes que afetam a qualidade organoléptica</i>		
- Alumínio	mg/l	0,2
- Cloretos	mg/l	250
- Cobre	mg/l	1,0
- Dureza total	mg/l CaCO ₃	500
- Ferro total	mg/l	0,3
- Manganês	mg/l	0,1
- Sólidos totais dissolvidos	mg/l	1000

Quadro nº 2: Padrões de potabilidade, aspectos organolépticos. (Fonte: BARROS, 1995, P.70)

Padrões de potabilidade - valores máximos permissíveis de componentes inorgânicos		
Características	Unidade	Valor máximo permissível
<i>Componentes inorgânicos que afetam a saúde</i>		
- Arsênio (As)	mg/l	0,05
- Cádmio (Cd)	mg/l	0,005
- Chumbo (Pb)	mg/l	0,05
- Cianetos (CN)	mg/l	0,1
- Cromo (Cr)	mg/l	0,05
- Mercúrio (Hg)	mg/l	0,001
- Nitratos	mg/l	10
- Prata (Ag)	mg/l	0,05

Quadro nº 3: Padrões de potabilidade, componentes inorgânicos. (Fonte: BARROS, 1995, p.70)

Padrões de potabilidade - valores máximos permissíveis de componentes orgânicos

Características	Unidade	Valor máximo permissível
<i>Componentes orgânicos que afetam a saúde</i>		
- Aldrin e Dieldrin	µg/l	0,03
- Benzeno	µg/l	10
- Benzo[a]pireno	µg/l	0,01
- Clordano (total de isômeros)	µg/l	0,3
- DDT	µg/l	1
- Lindano	µg/l	3

Quadro nº 4: Padrões de potabilidade, componentes orgânicos.

(Fonte: BARROS,1995,p.70)

Padrões de potabilidade - valores máximos permissíveis para características bacteriológicas

Características	Unidade	Valor máximo permissível
<i>Bacteriológicas</i>		
- Coliformes fecais	org/100 ml	ausentes
- Coliformes totais	org/100 ml	diversas combinações (consultar o padrão)

Quadro nº 5: Padrões de potabilidade, características bacteriológicas.

(Fonte: BARROS, 1995, p.70)

3.1.7 Unidades do sistema de abastecimento de água (detalhamento)

Segue abaixo, na figura nº 10, o detalhamento das partes constituintes de um sistema de abastecimento de água, bem como sua respectiva legenda:

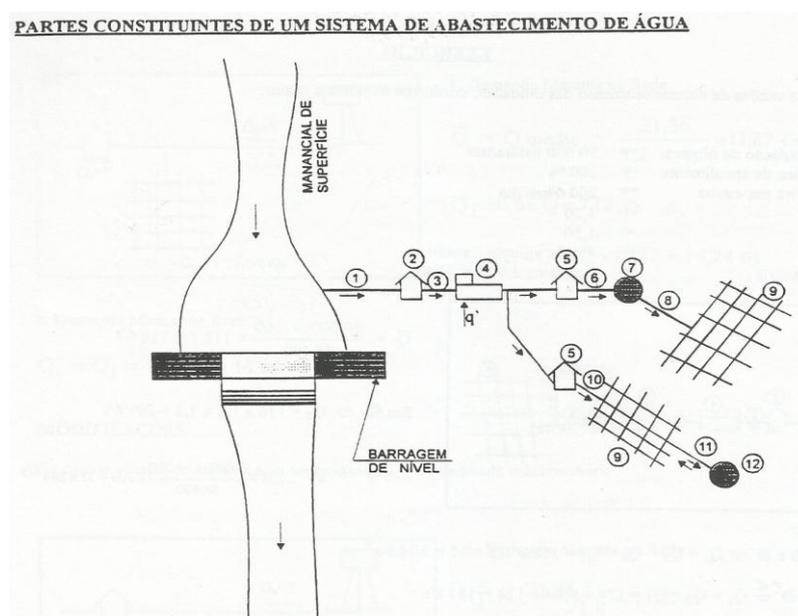


Figura nº 10: Partes constituintes de um sistema de abastecimento de água.

(Fonte: HADDAD, 1997, p.14)

Legenda:

- 1 – adutora de água bruta
- 2 – estação elevatória de água bruta
- 3 – adutora de água bruta
- 4 – estação de tratamento de água
- 5 – estação elevatória de água tratada
- 6 – adutora de água tratada
- 7 – reservatório de distribuição (montante)
- 8 – adutora de água tratada
- 9 – rede de distribuição
- 10 – adutora de água tratada
- 11 – adutora de água tratada
- 12 – reservatório de distribuição (jusante)

Compondo o sistema de abastecimento de água encontramos, primeiramente, os *mananciais*, que podem ser divididos em três grupos, ilustrados a seguir, pela figura nº 11:

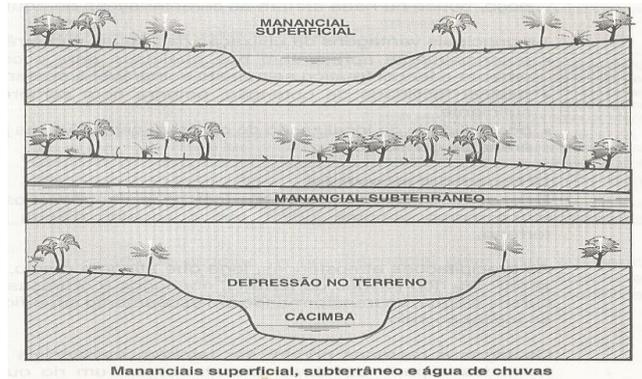


Figura nº 11: Mananciais superficiais, subterrâneos e água de chuva. (Fonte: BARROS, 1995, p.73)

Como apresentado na ilustração, os três grupos de mananciais são denominados *manancial superficial*, constituído pelos cursos d'água como córregos, ribeirões, rios, lagos, represas; *manancial subterrâneo*, aquele cuja água vem do subsolo, podendo aflorar à superfície (nascentes, minas), águas provenientes de lençóis freáticos ou confinados; e *águas de chuva*, que podem ser utilizadas como manancial abastecedor, sendo armazenada em cacimbas.

O quadro a seguir, faz uma comparação entre os diversos tipos de mananciais:

Comparação entre os diversos tipos de mananciais			
Manancial	Quantidade de Água		Qualidade da Água
Superficial	Depende de fatores como: - área da bacia de contribuição - relevo da bacia - condições da superfície do solo - constituição geológica do subsolo - clima - existência de obras de controle e utilização da água a montante do local de captação		Depende de fatores como - grau de ocupação da bacia de contribuição - prática de atividades potencialmente poluidoras na área da bacia - existência de pontos de lançamento de esgotos a montante.
Subterrâneo	Freático	- Geralmente capaz de atender a uma família ou a um pequeno grupo de famílias	- Água sofre filtração natural pelas camadas do solo. - Grande exposição à contaminação por organismos patogênicos, devido principalmente à proximidade de fossas, falta de higiene no manuseio ou entrada de água de chuva.
	Confinado	- Pode atender a cidades de pequeno, médio ou grande porte, dependendo das características geológicas do subsolo, entre outros fatores.	- Pouca exposição à contaminação por atividades humanas, podendo haver presença de substâncias químicas nocivas ao homem.
Água de chuva	Depende da pluviosidade do local.		- Por não possuir sais dissolvidos é insípida e pouco digestiva - Pode sofrer contaminação nos telhados por partículas ou por fezes de pequenos animais

Quadro nº 6: Comparação entre os tipos de mananciais. (Fonte: BARROS, 1995, p.75)

Na figura nº12, é apresentado um esquema de captação de água meteórica ou atmosférica.

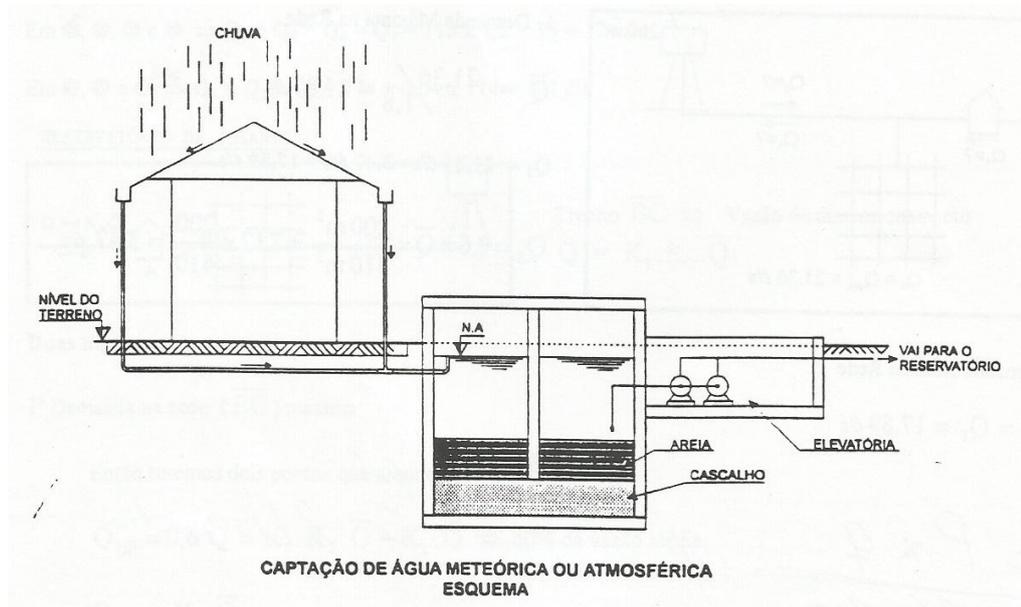


Figura nº 12: Captação de água meteórica ou atmosférica. (Fonte: HADDAD,1997,p.17)

Tendo em vista que a parcela de água disponível no planeta para consumo humano é muito pequena, como mostra a distribuição traçada na figura nº13 torna-se imprescindível a preservação dos mananciais. A terra possui $1,36 \times 10^{18}$ m³, distribuídos da seguinte forma:

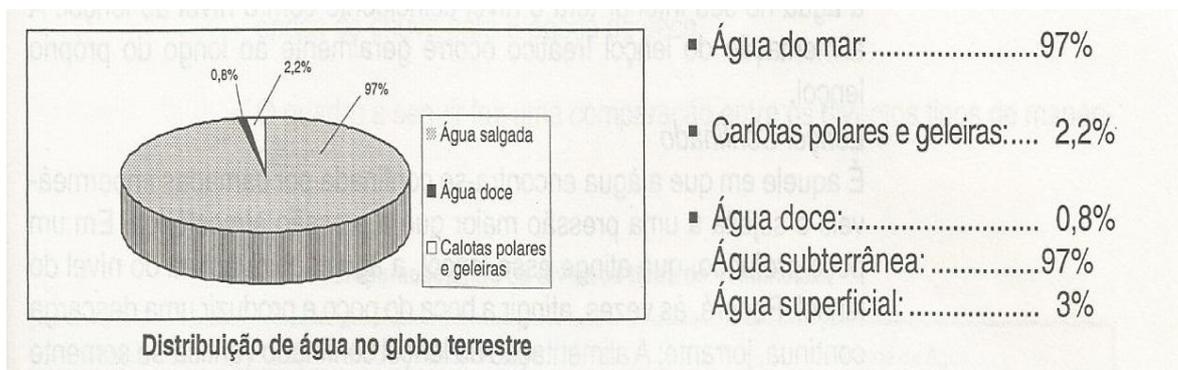


Figura nº 13: Distribuição de água no globo terrestre. (Fonte: BARROS, 1995, p.73)

No plano das unidades de abastecimento de água encontramos o processo de *captação*. Esta é a primeira unidade do sistema de abastecimento. Intitula-se *captação* o conjunto de estruturas e dispositivos construídos junto ao manancial, com a finalidade de efetuar a tomada de suas águas. É composta, geralmente, por barragens ou vertedouros; tomada d'água; dispositivos para controlar a entrada de água; canais, tubulações e poços de sucção seguidos de uma casa de bombas. A criação de uma unidade de captação deve levar em conta que não são admissíveis interrupções em seu funcionamento. Além disso, a concepção e a escolha do local de captação da água devem considerar aspectos como medidas de proteção contra inundação, promover a qualidade da água a ser captada e, sempre que possível, optar pela tomada de águas superficiais.

Na figura nº14, é mostrada uma situação para tomada d'água em mananciais de superfície:

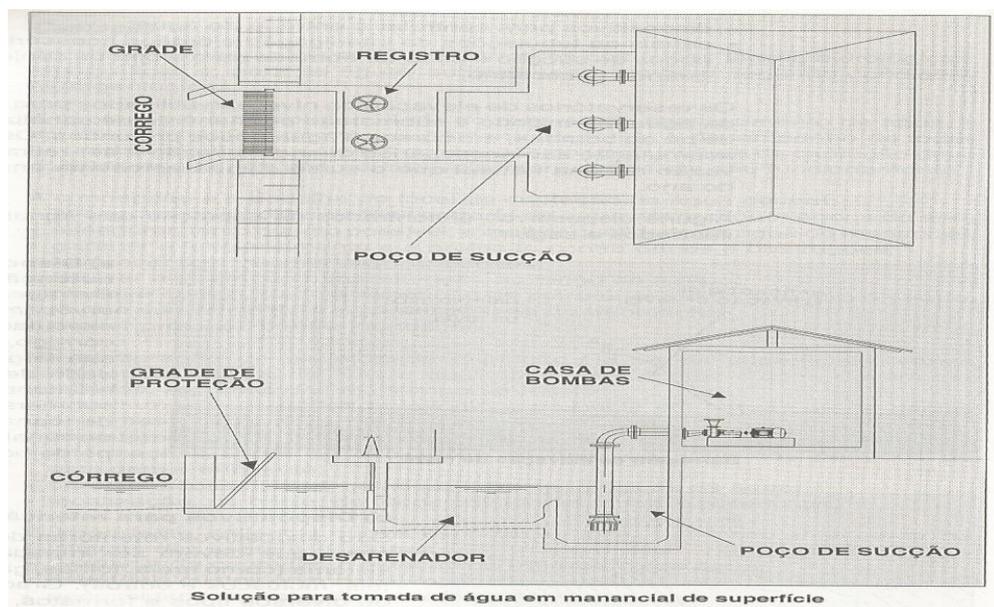


Figura nº 14: Solução para tomada d'água em manancial de superfície.

(Fonte: BARROS, 1995, p.78)

Partes componentes de uma captação:

Na figura nº15, é possível observar detalhadamente os componentes de uma captação:

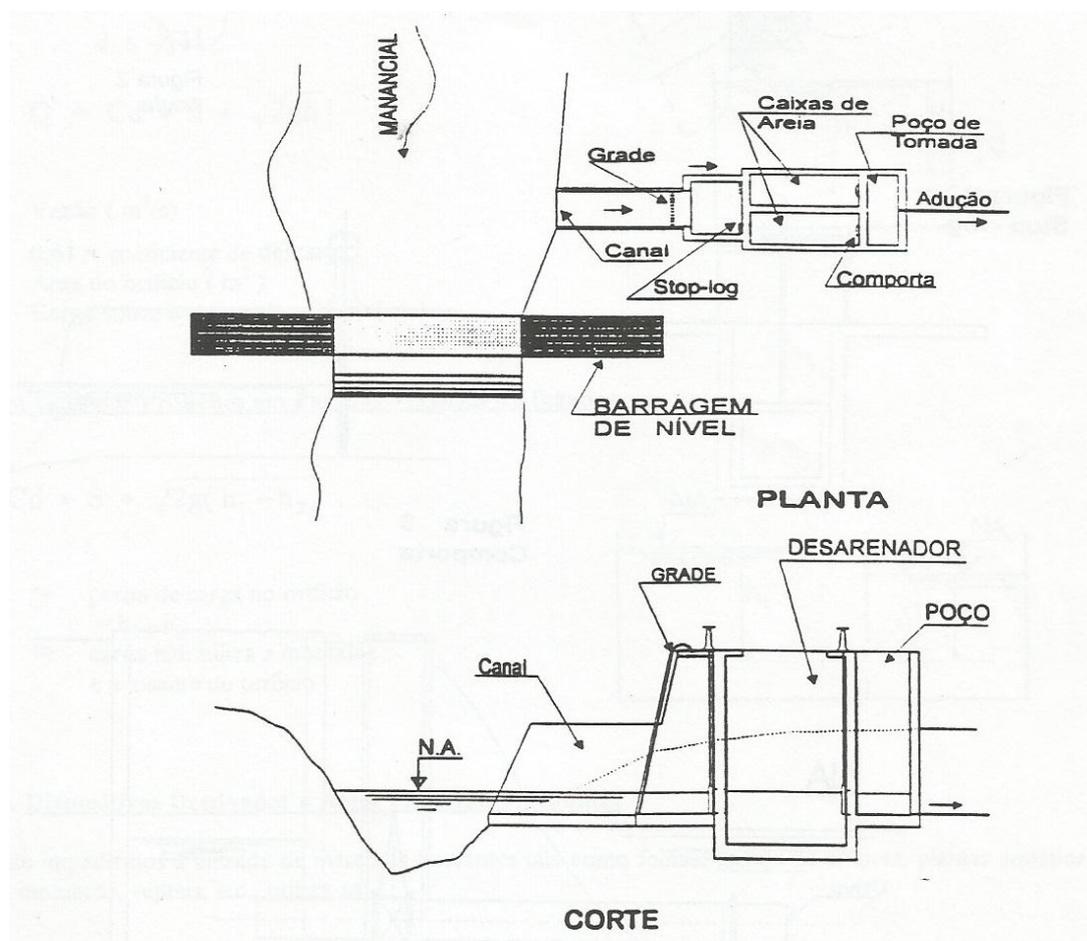


Figura nº 15: Partes componentes de uma captação. (Fonte: HADDAD, 1997, p.22)

Tipos de aquíferos e poços:

Nas figuras nº16 e nº17, são detalhados os tipos de aquíferos e poços.

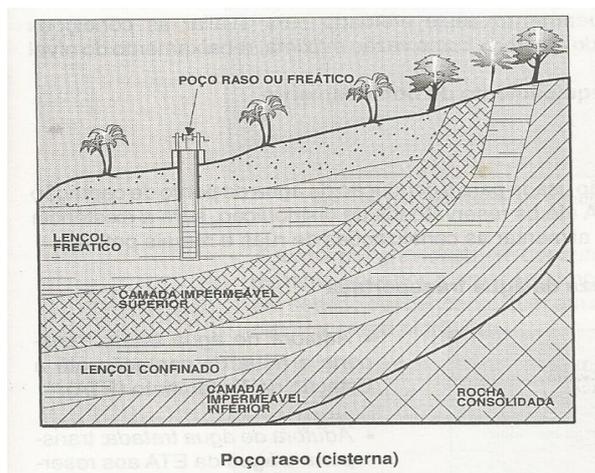


Figura nº16: Poço raso.

(Fonte: BARROS, 1995, p.81)

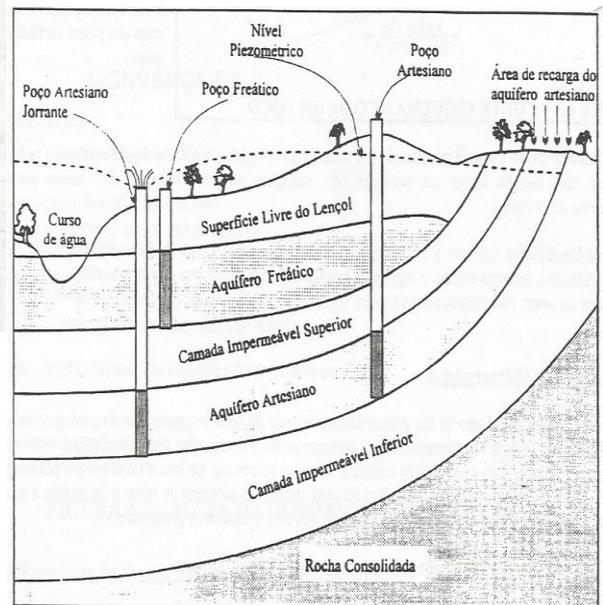


Figura nº 17: Tipo de aquíferos e poços. (Fonte: HADDAD, 1997, p.32)

Dando prosseguimento à apresentação das unidades de abastecimento, focalizemos agora a *adução*, isto é, a tubulação usada para a condução da água do ponto de captação até a ETA (estação de tratamento de água), e da ETA, até os reservatórios de distribuição. Os materiais mais utilizados nas adutoras são o PVC, ferro fundido, aço, concreto e polietileno, cujas características encontram-se explicitadas, respectivamente, no quadro abaixo. Devemos tomar precauções específicas para protegê-las, pois são unidades de importância vital nos sistemas de abastecimento de água. Sendo assim, medidas como evitar rampas fortes, terrenos alagadiços e observar o traçado, a fim de facilitar o acesso à construção, bem como a manutenção. Alguns tipos de materiais utilizados nas obras para a execução de adutoras, e suas características, são colocados no quadro 7.

Alguns tipos de material para adutoras e suas principais características

Material	Observações	Principais Características	
		Positivas	Negativas
PVC		<ul style="list-style-type: none"> - longa durabilidade (se não exposto ao sol) - o mais utilizado em pequenas comunidades (se atender às condições hidráulicas e de pressão) - baixo custo - facilidade de assentamento e conexão 	<ul style="list-style-type: none"> - média e baixa resistência a pressão interna - moderada resistência a cargas externas - baixa resistência a choques
ferro fundido	Para todos os diâmetros é cimentado internamente	<ul style="list-style-type: none"> - elevada resistência a pressões internas - elevada resistência a cargas externas - moderada resistência a choques - longa durabilidade - facilidade de assentamento e conexão 	<ul style="list-style-type: none"> - envelhecimento provoca incrustações (diminuição da vazão de escoamento) - limitação do diâmetro comercial - alto custo - peso elevado
aço	<ul style="list-style-type: none"> - Diâmetros de 50 a 600 mm - junta elástica e cimentado internamente - Diâmetros acima de 600 mm, soldado no local 	<ul style="list-style-type: none"> - elevada resistência a pressões internas - para maiores diâmetros o preço se torna mais competitivo, pois as chapas são soldadas no local da obra. 	<ul style="list-style-type: none"> - baixa resistência à corrosão - baixa resistência a cargas externas - baixa resistência a pressões internas negativas - alto custo para pequenos diâmetros - necessidade de maiores cuidados para tubulações aparentes (pintura anticorrosiva)
concreto armado		<ul style="list-style-type: none"> - resiste a cargas externas elevadas - não resiste a pressões internas - utilizado para adutoras com escoamento em canal ou com baixas pressões (junta elástica) 	<ul style="list-style-type: none"> - grande peso (manuseio difícil e transporte oneroso) - uso limitado devido a não resistir a pressões internas

Nota: a obtenção dos dados desta tabela contou com a contribuição do Engenheiro José Carlos Haddad (COPASA-MG)

Quadro nº7: Tipo de materiais para execução de adutoras. (Fonte: BARROS, 1995, p.85)

No que diz respeito às chamadas *estações elevatórias*, estas, por vezes, tornam-se essenciais na captação, adução, tratamento e rede de distribuição de água, isto quando houver necessidade de conduzir o líquido a cotas mais elevadas, ou para aumentar a capacidade de adução do sistema. São formadas por casa de bomba, bomba e motor de acionamento. Tendo em vista a economia de energia, facilidade de operação, manutenção e segurança, seria desejável que os escoamentos fossem inteiramente por gravidade. Porém, algumas vezes, os locais a serem atendidos estão em pontos altos ou muito afastados das fontes de abastecimento de água, daí infere-se sua importância. As estações elevatórias são mais frequentes nos sistemas de abastecimento de água para captar a água de superfície ou poço; recalcar a água a pontos distantes ou elevados e reforçar a capacidade de adução.

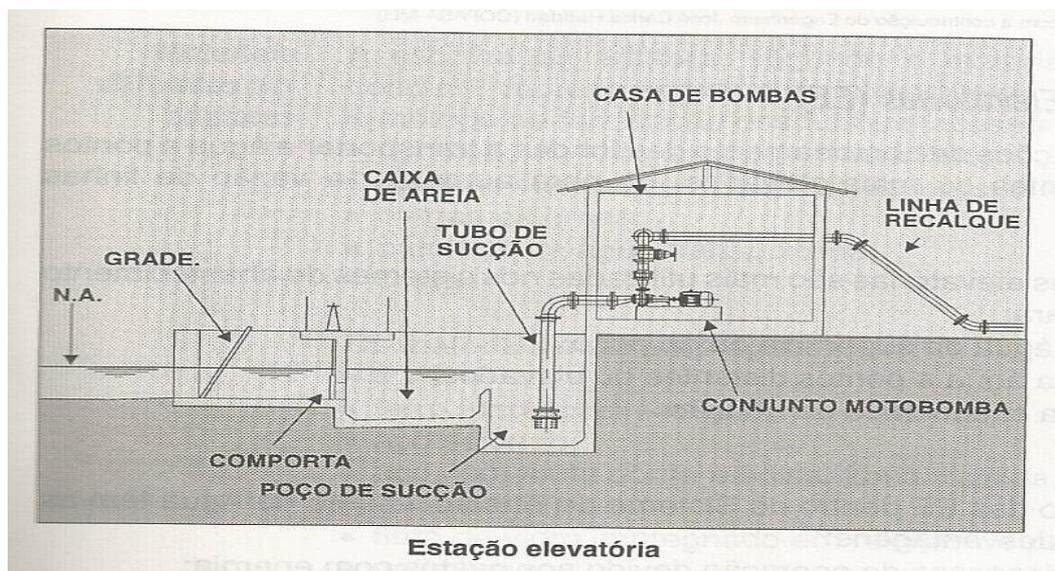


Figura nº 18: Estação elevatória. (Fonte: BARROS, 1995, p.81)

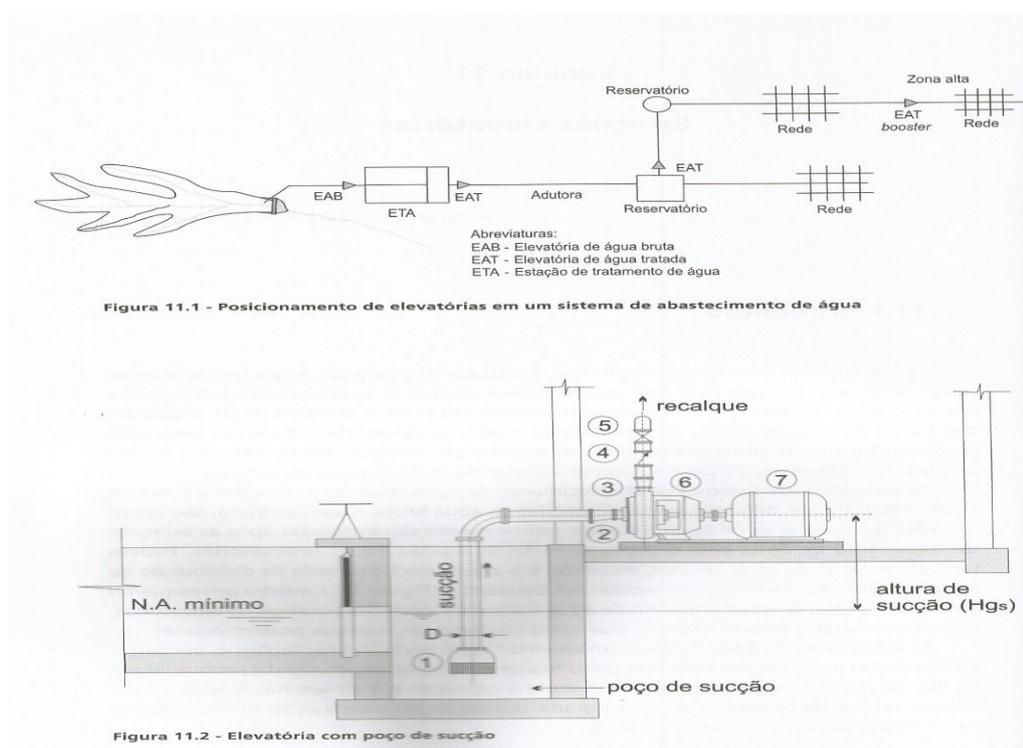


Figura nº 19: Elevatória com poço de sucção. (Fonte: HELLER, 2010, p.484)

3.1.8 Tratamento da água

Tem-se como foco principal nos sistemas de abastecimento de água, tornar disponível água potável aos usuários, de maneira ininterrupta e em quantidade e pressão adequada. Com isso, faz-se necessária a utilização de técnicas de

potabilização, isto é, o tratamento da água bruta (como encontrada na natureza) antes de sua distribuição, para que a água não apresente riscos sanitários à população. Segundo Valter Lúcio de Pádua (HELLER; PÁDUA org., 2010, p.534) os principais processos e operações unitárias de tratamento de água para abastecimento público são:

- Micropeneiramento: Passagem da água por peneiras com malhas de pequena abertura, visando à remoção de material particulado.
- Oxidação/aeração: Oxidar matéria orgânica presente na água, facilitando sua remoção posterior.
- Adsorção: Remover compostos orgânicos e inorgânicos indesejáveis, incluindo os que causam sabor e odor, fazendo a água entrar em contato com uma substância adsorvente (em geral carvão ativado).
- Troca iônica: Destinado a remover contaminantes inorgânicos presentes na água, fazendo-a passar por uma coluna contendo material sintético especial (resina).
- Coagulação: Adição de coagulante, visando desestabilizar impurezas presentes na água e facilitar o aumento do tamanho das mesmas na etapa de floculação.
- Floculação: Agitação da água realizada após a coagulação, com o objetivo de promover o contato entre as impurezas e, assim, aumentar o tamanho das mesmas.
- Decantação: Passagem da água por tanques, no fundo dos quais as impurezas ficam depositadas.
- Flotação: Arraste das impurezas para a superfície de um tanque, por meio da ação de microbolhas.
- Filtração em meio granular: Remoção de material particulado presente na água, fazendo-a passar por um leito contendo meio granular (usualmente areia ou antracito).
- Filtração em membrana: Remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos, incluindo material dissolvido, passando a água por membranas com abertura de filtração inferior a 1 μ m.

- Desinfecção: Processo destinado a reduzir a dureza da água e remover alguns contaminantes inorgânicos.
- Abrandamento: Processo destinado a reduzir a dureza da água e remover alguns contaminantes inorgânicos.
- Fluoretação: Adição de compostos contendo o íon fluoreto, com a finalidade de combater a cárie infantil.
- Estabilização química: Acondicionamento da água, com a finalidade de atenuar efeitos corrosivos ou incrustantes no sistema abastecedor e nas instalações domiciliares.

Estação de tratamento de água convencional:

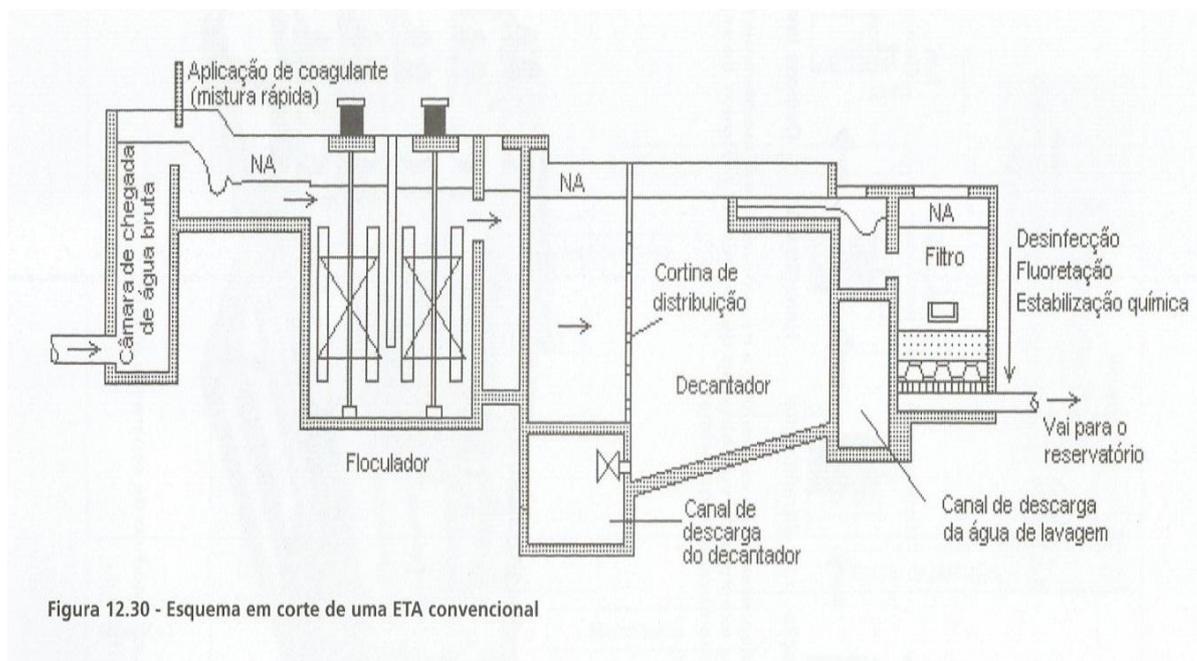


Figura 12.30 - Esquema em corte de uma ETA convencional

Figura nº 20: Esquema em corte de uma ETA convencional.
(Fonte: HELLER, 2010, p.573)

3.2 Sistemas de esgotamento sanitário

Importante componente da infraestrutura urbana, o sistema de esgotos é formado pelo sistema de coleta, pelas estações elevatórias e pelas estações de tratamento. O sistema de coleta, em certa medida, pode ser considerado como uma ciência, tendo em vista a caracterização dos coletores, exercendo sua função de transportar o esgoto dentro dos parâmetros normativos. O lançamento dos coletores em projeto deve atender a todos os usuários, contudo, atentando-se para que não ocorram duplicações de serviço para uma mesma edificação. Igualmente, o posicionamento em elevação dos coletores deve equalizar os custos de escavação e de material. Com isso, as declividades e os diâmetros devem ser alojados com o objetivo de não comprometer o orçamento. Em decorrência da utilização de água para abastecimento, há a geração de esgotos.

Quando não há uma destinação correta aos mesmos, estes acabam poluindo o solo, contaminando as águas superficiais e subterrâneas. Além disso, podem passar a escoar a céu aberto, configurando-se perigosos pontos de disseminação de doenças. Através da construção do sistema de esgotos sanitários numa comunidade, busca-se atingir objetivos tais como a coleta dos esgotos individuais, o afastamento seguro dos esgotos por meio de fossas ou sistemas de redes coletoras e o tratamento e disposição sanitariamente adequada dos esgotos tratados. Em decorrência disso, conquista-se uma melhoria das condições sanitárias locais; a conservação dos recursos naturais; eliminação de focos de poluição, contaminação e de problemas estéticos desagradáveis; redução das doenças ocasionadas pela água contaminada por dejetos; redução dos recursos aplicados no tratamento de doenças e, por fim, diminuição dos gastos no tratamento de água para abastecimento que seriam ocasionados pela poluição dos mananciais. Em geral, os componentes da rede coletora podem agrupar-se nos seguintes elementos: coletores; interceptores; emissários; poços de visita; extravasores; dissipadores de energia; sifões invertidos; travessias.

Componentes da rede coletora de esgoto:

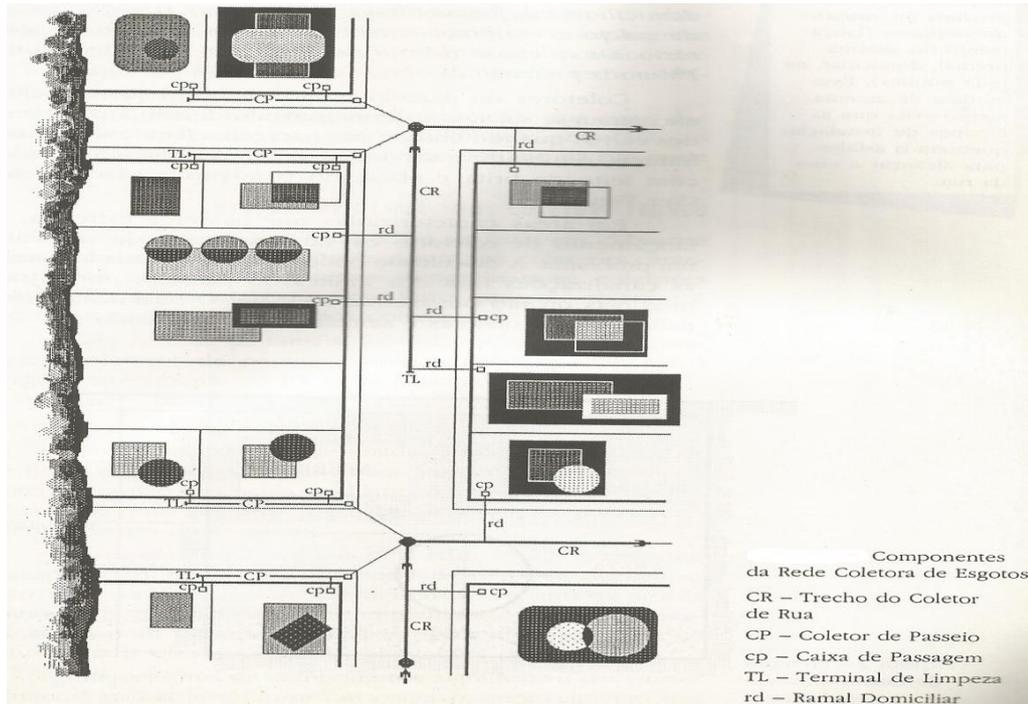


Figura nº 21: Componentes da rede coletora de esgoto.

(Fonte: CRESPO, 1997, p.23)

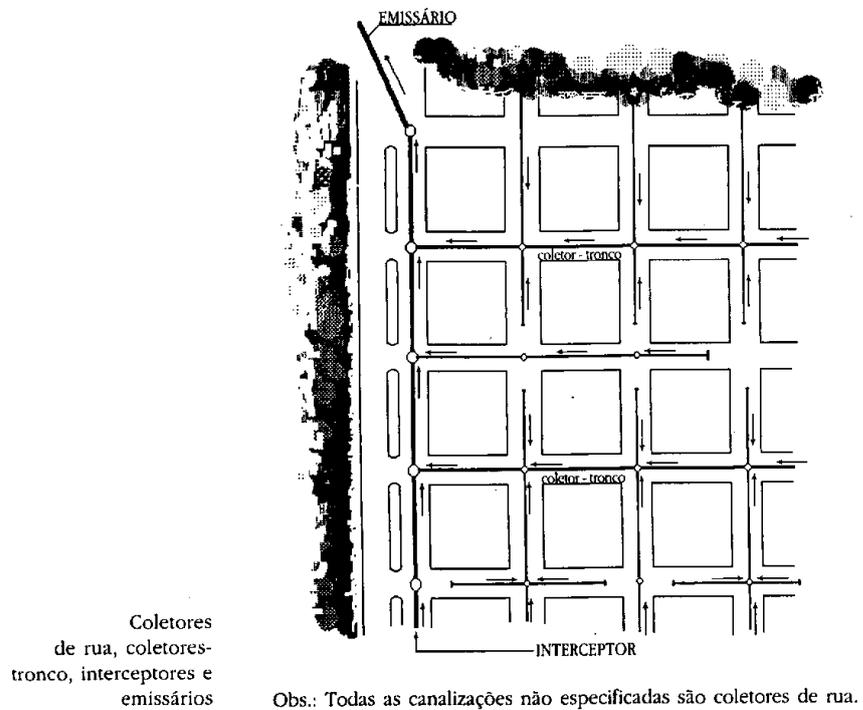


Figura nº 22: Coletores de rua, coletores tronco, interceptores e emissários.

(Fonte: CRESPO, 1997, p.26)

Segundo Sperling, Costa e Castro (apud BARROS, 1995), as *partes construtivas do sistema de esgoto* podem ser assim discriminadas:

- Ramal predial: Os ramais prediais são os ramais domiciliares, que transportam os esgotos para a rede pública da coleta.
- Coletor: Os coletores recebem os esgotos das residências e demais edificações, transportando-os aos coletores-tronco. Por transportarem uma menor vazão, possuem diâmetros proporcionalmente menores que os das demais tubulações.
- Coletor-tronco: Os coletores-tronco recebem as contribuições dos coletores, transportando-os aos interceptores. Os diâmetros são usualmente mais elevados que os dos coletores.
- Interceptor: Os interceptores correm nos fundos de vale, margeando cursos d'água ou canais. Os interceptores são responsáveis pelo transporte dos esgotos gerados na sua sub-bacia, evitando que os mesmos sejam lançados nos corpos d'água. Em função das maiores vazões transportadas, os diâmetros são usualmente maiores que os dos coletores-troco.
- Emissário: Os emissários são similares aos interceptores, com a diferença de que não recebem contribuições ao longo do percurso. A sua função é transportar os esgotos até a estação de tratamento de esgotos.
- Poços de visita: Os poços de visita são estruturas complementares do sistema de esgotamento. A sua finalidade é permitir a inspeção e limpeza da rede. Podem ser adotado nos trechos iniciais da rede, nas mudanças de direção, declividade, diâmetro ou material, nas junções e em trechos longos.
- Elevatória: Quando as profundidades das tubulações tornam-se demasiado elevadas, quer devido à baixa declividade do terreno, quer devido à necessidade de se transpor uma elevação, torna-se necessário bombear os esgotos para um nível mais elevado. A partir desse ponto, os esgotos podem voltar a fluir por gravidade. As unidades que fazem o bombeamento são denominadas elevatórias, e as tubulações que transportam o esgoto bombeado são denominadas linha de recalque.
- Estação de tratamento de esgotos (ETE): A finalidade das estações de tratamento de esgotos é a de remover os poluentes dos esgotos, os quais viriam a causar uma deterioração da qualidade dos corpos d'água. A etapa de tratamento de esgotos tem sido negligenciada em nosso meio, mas deve-se

reforçar que o sistema de esgotamento sanitário só pode ser considerado completo se incluir a etapa de tratamento.

- Disposição final: Após o tratamento, os esgotos podem ser lançados ao corpo d'água receptor ou, eventualmente, aplicados ao solo. Em ambos os casos, há que se levarem em conta os poluentes eventualmente ainda presentes nos esgotos tratados, especialmente os organismos patogênicos e metais pesados. As tubulações que transportam estes esgotos são também denominadas de emissários.

Sistema convencional de esgotamento sanitário:

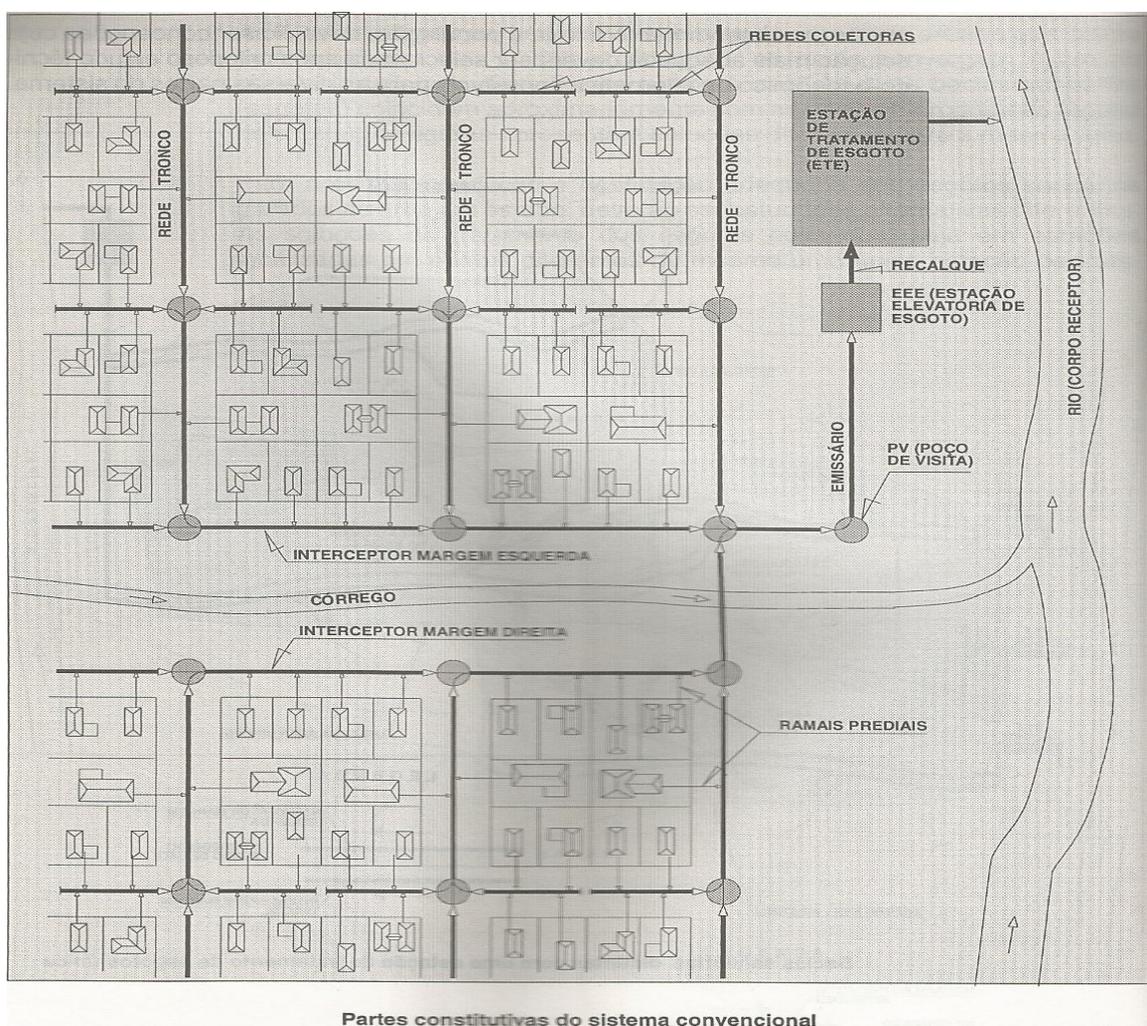


Figura nº 23: Partes constituintes do sistema convencional.

(Fonte: BARROS, 1995, p.130)

Em se tratando de sistema de esgotamento sanitário, podemos caracterizar o mesmo segundo a *quantidade*. Assim, os esgotos que são gerados numa cidade e chegam à estação de tratamento são advindos de três fontes diferentes, quais sejam, esgotos domésticos, águas de infiltração e efluentes industriais. Além disso, encontramos também a caracterização da *qualidade* dos esgotos. Esta diz respeito às mesmas três fontes citadas, contudo, é importante ressaltar que os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água, e apenas 0,1% de sólidos (BARROS, 1995) e, por outro lado, que os industriais podem exercer considerável influência no projeto dos sistemas de esgotos sanitários e na operação das estações de tratamento. Para que o tratamento seja profícuo, torna-se necessária a remoção prévia dos resíduos industriais que possam ocasionar problemas como toxidez, risco à segurança dos trabalhadores e presença de contaminantes.

3.2.1 Soluções de esgotamento sanitário

O fluxo natural dos esgotos é por gravidade, ou seja, os esgotos correm naturalmente dos pontos mais altos para os mais baixos. As águas *residuárias* oriundas das habitações, estabelecimentos comerciais e industriais, instituições e edifícios públicos e hospitais, são conduzidas pelas redes coletoras aos coletores tronco e interceptores. As canalizações coletoras de esgotos sanitários recebem ao longo de seu curso, os coletores prediais (domésticos, comerciais, industriais, etc.). De acordo com Sperling, Costa e Castro,

Cada coletor predial recebe e transporta os seus esgotos, à medida que no interior das habitações os aparelhos sanitários vão lançando os dejetos correspondentes às águas utilizadas para os diversos fins. O escoamento nas canalizações das extremidades é bastante irregular, não só quanto às vazões, como também quanto aos intervalos de tempo de funcionamento ao longo do dia. (In: BARROS, 1995).

Ao passo que os esgotos alcançam condutos de dimensões maiores, o fluxo vai se tornando ininterrupto e regular. Devido ao fato do escoamento dos esgotos se dar por gravidade, as canalizações carecem de uma determinada declividade que possibilite o transporte das águas *residuárias* até o seu ponto final. O escoamento dos esgotos deverá ocorrer sem problemas que impliquem em obstruções das

tubulações ou demais danos que prejudiquem o funcionamento de todas as unidades que constituem o sistema de esgotos sanitários. O projeto hidráulico das canalizações é realizado de maneira que o esgoto não chegue a ocupar todo o espaço interior da tubulação. O líquido atinge somente um dado nível, inferior ao diâmetro interno da tubulação. Isso possibilita que seu escoamento por gravidade não exerça pressão sobre a parede interna do tubo.

3.2.2 - Classificação dos sistemas de esgotos

De acordo com Crespo (1997), os sistemas de esgotos podem ser classificados em *unitário*, *separador*, *estáticos* e *condominiais*. O sistema unitário (em desuso atualmente) é aquele que recolhe, na mesma canalização, os lançamentos dos esgotos sanitários e as contribuições pluviais. Contudo, dizem de uma realidade com a qual cidades mais antigas têm que se haver. A substituição de um sistema unitário por um separador, por exemplo, implica num transtorno significativo. Com relação ao sistema separador, são modelos de atendimento que se caracterizam por ofertar duas redes de canalização: uma exclusivamente para a coleta dos esgotos sanitários; a outra, para recolher as águas de chuva. As redes separadas cumprem, independentemente uma da outra, as regulamentações normativas e as recomendações de projeto. Assim a rede pluvial pode manter diâmetros maiores sem que ocorram inconvenientes sanitários com a transferência de esgoto. Já no sistema estático, em cada residência ou grupo de residências é erigida uma fossa séptica, seguida de um poço absorvente. Assim, o efluente da fossa é infiltrado no terreno. Por último, o sistema condominial deve ser aplicado, unicamente, em urbanizações novas. No interior dos quarteirões e aproveitando uma faixa criada de domínio público, são lançados os coletores de esgoto para atendimento aos domicílios. As caixas de inspeção devem ser facilmente acessíveis, sem violar, no entanto, o interior domiciliar.

3.2.3 Dimensionamento das redes de esgoto

Como afirma (Crespo, 1997) o dimensionamento das redes de esgoto requer o cumprimento das seguintes tarefas: plano de escoamento (lançamento dos

coletores e numeração dos poços de visita); preenchimento das planilhas (comprimento dos trechos; cotas do terreno; cotas do PV a montante; cálculo das vazões; declividade de projeto; cotas do PV a jusante; diâmetro de projeto e vazão a seção plena) e plantas construtivas.

Planta construtiva:

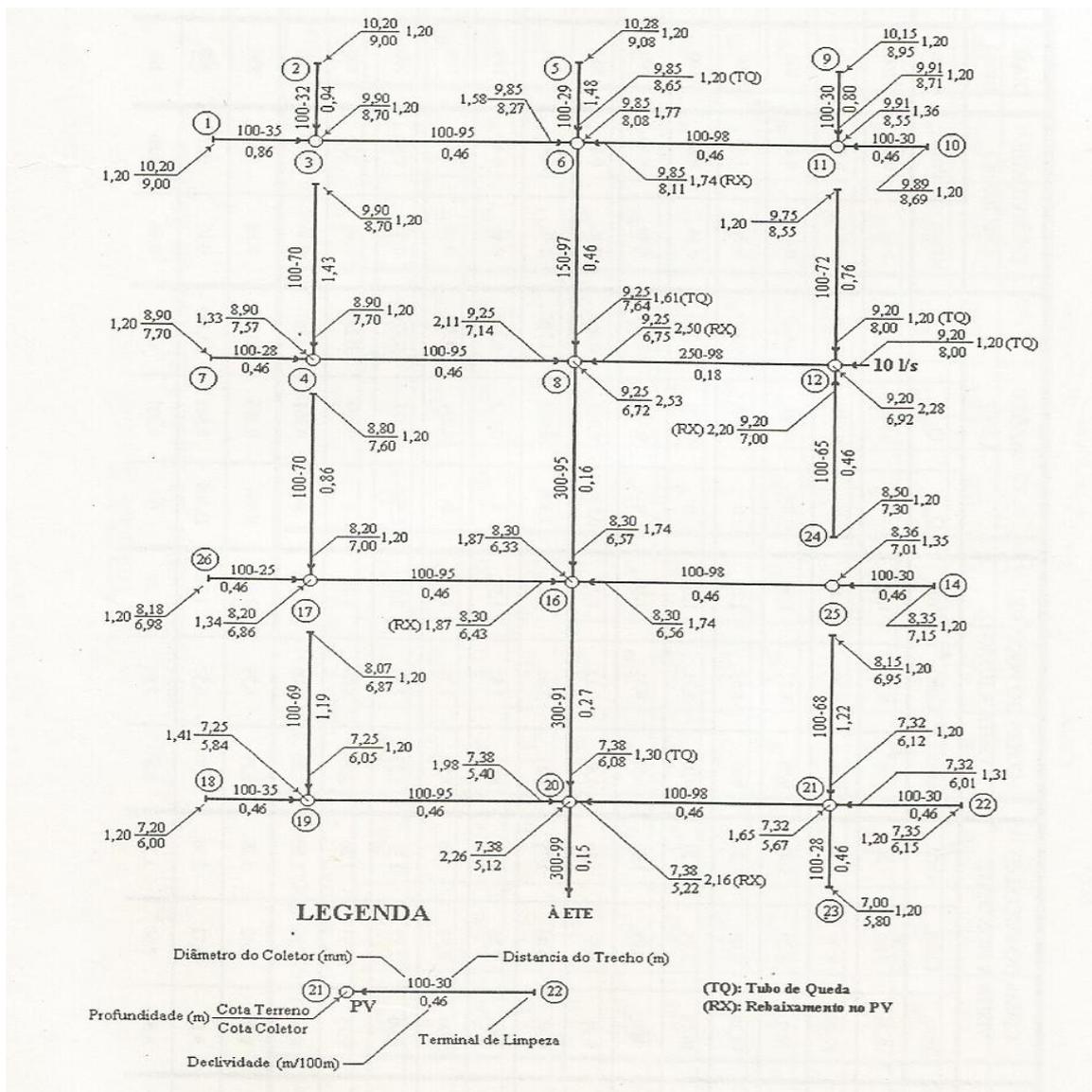


Figura nº 24: Planta construtiva, sistema de esgotamento sanitário.

(Fonte: CRESPO, 1997, p.99)

3.2.4 Tratamento dos esgotos

Primeiramente, antes de dar início a concepção e ao dimensionamento do sistema de tratamento de esgotos sanitários, faz-se importante que se caracterize com precisão os aspectos a seguir: objetivos do tratamento, nível do tratamento e estudos de impacto ambiental no corpo receptor. Os objetivos que se almejam com a implantação de uma estação de tratamento de esgotos sanitários referem-se à remoção dos poluentes contidos nas águas residuárias. Numa dada localidade, as águas residuárias poderão ser representadas por esgotos domésticos e, também, por esgotos industriais. Sendo assim, segundo os apontamentos de Sperling, Costa e Castro (apud, BARROS, 1995) espera-se alcançar objetivos tais como: remoção de matéria orgânica, sólidos em suspensão e organismos causadores de doenças; matéria orgânica, sólidos em suspensão, nitrogênio e fósforo, compostos tóxicos e compostos não biodegradáveis.

No que tange à legislação ambiental em vigor, a qualidade dos esgotos tratados que se deve alcançar por meio do tratamento deve estar de acordo com os parâmetros estabelecidos. Para a apreensão de tal legislação, é preciso conhecer alguns conceitos como: classificação dos corpos d'água, padrão de lançamento e padrão do corpo receptor.

Com relação aos *níveis de tratamento dos esgotos*, deve-se ressaltar que o grau de remoção dos poluentes no tratamento, de maneira a adequar o lançamento a uma qualidade esperada ou ao padrão de qualidade estabelecido, está ligado aos conceitos de nível e eficácia do tratamento. Com frequência, consideram-se os seguintes níveis para o tratamento dos esgotos domésticos: preliminar, primário, secundário e terciário.

Levando em conta as definições traçadas Sperling, Costa e Castro:

O *tratamento preliminar* objetiva apenas a remoção dos sólidos grosseiros, enquanto o *tratamento primário* visa à remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Em ambos predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes. Já

no *tratamento secundário*, no qual predominam mecanismos biológicos, o objetivo é principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente nutrientes (nitrogênio e fósforo). O *tratamento terciário* objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário. O tratamento terciário é ainda bastante raro no Brasil. (apud BARROS, 1995, p.143).

3.3 Manutenções e crescimento vegetativo

De acordo com MSO 08 e MSO 09 (Manual de serviços e obras de *crescimento vegetativo e manutenção em sistemas de abastecimento de água* com diâmetro menor que 200 mm e o Manual de serviços e obras de *crescimento vegetativo e manutenção em redes coletoras e interceptoras de esgoto* com diâmetro menor que 400 mm), estabelecido pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA/MG), o objetivo de se tratar deste tema é estabelecer diretrizes e procedimentos necessários à execução das obras e serviços operacionais em sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário correspondente a:

a) *Sistema de abastecimento de água:*

- Crescimento vegetativo: Construção de redes; ligações de água; estruturas complementares, entre outros;
- Manutenção: Em redes distribuidoras; em caixas de manobra; ramais prediais; padrões de água, entre outros;
- Equipamentos e serviços complementares.

b) *Sistemas de esgotamento sanitário:*

- Crescimento vegetativo: Construção de redes de esgoto e estruturas complementares;
- Construção de ramal predial;
- Construção de (PL) poço luminar, construção de (PV) poço de visita.
- Vistoria de instalação predial;
- Instalação predial (ramal interno)
- Manutenção: Manutenção em redes coletoras;
- Manutenção em ramais prediais;

- Manutenção em poços de visita;
- Manutenção em (PL) poço luminar
- Desentupimento imediato, utilizando arame ou caminhão hidrojato.

3.3.1 Manutenção em sistemas de abastecimento de água

Os serviços e obras de manutenção de redes de água são aqueles necessários à inspeção e correção de defeitos e danos que ocorrem em sistemas de abastecimento de água e visam o restabelecimento das condições originais de funcionamento do mesmo. Os procedimentos básicos para a execução dos serviços são: planejamento, programação do suprimento de materiais e equipes necessárias aos serviços de manutenção. Na execução das obras e serviços propriamente ditos, devem-se observar os procedimentos operacionais, construtivos, segurança; qualidade, limpeza e prestação de informação ao cliente. Vejamos abaixo as etapas as etapas construtivas para execução das manutenções:

- Escavação:** as valas serão escavadas, alinhadas paralelamente à direção da tubulação a ser reparada, com profundidade suficiente para a execução dos serviços.
- Reaproveitamento do material escavado:** o material retirado, passível de reaproveitamento, deverá ser armazenado em caçamba ou caixas modulares, após a escavação.
- Drenagem e esgotamento de valas:** quando necessário, deverá ser providenciado o perfeito esgotamento da vala, sempre por meio de bombas, de forma a possibilitar condições para execução dos serviços.
- Reaterro de valas:** em serviços de manutenção, o reaterro deve ser executado utilizando-se, preferencialmente, material importado, uma vez que, usualmente, o material encontra-se saturado. Antes de se iniciar a execução do reaterro, deverá ser observada a perfeita estanqueidade do reparo efetuado, bem como a proteção inicial da tubulação, feita manualmente até a geratriz superior da tubulação.
- Reparo em tubulações:** os serviços hidráulicos deverão ser executados, preferencialmente, com as redes sem funcionamento, devendo, as mesmas, ser

colocadas fora de carga. Pode-se executar o reparo com a rede em carga, dependendo da extensão e gravidade do dano a ser reparado. Cuidados especiais deverão ser observados para impedir o carreamento de materiais estranhos para o interior da tubulação. Ao se efetuar a manutenção, deverá ser assegurada a devida estabilidade estrutural do sistema. Os serviços de reparos nas tubulações das redes de água só podem ter início após a execução do escoramento adequado ao tipo de terreno e à profundidade da vala. Em interferências em caixas com utilização de concreto e alvenaria, as chapas metálicas deverão ser mantidas por um período mínimo que garanta a cura do concreto. Cuidados especiais deverão ser observados para a preservação da integridade da unidade reparada contra danos causados pelo tráfego de veículos, transtornos aos usuários e à população em geral. Da esquerda para direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 25a, 25b, 25c e 25d, detalham a sequencia operacional(escavação), para a execução de manutenção em redes e ramais prediais:



MANUTENÇÃO EM REDE E RAMAL PREDIAL

2

Figuras nº 25a, 25b, 25c, 25d: Sequencia operacional para manutenção em redes e ramais prediais de água. (Fonte: acervo próprio)

3.3.2 Crescimento vegetativo em sistemas de abastecimento de água

Os serviços e obras de crescimento vegetativo a serem executados em sistemas de abastecimento de água, já descritos anteriormente, são basicamente as construções de redes de água, as construções de ramais prediais, e a construção de caixas para manobras de registro. Para efetuar os procedimentos básicos de execução dos serviços, faz-se necessário que se obtenha, junto às concessionárias ou órgãos responsáveis pelo sistema, os cadastros das redes existentes, croquis, projetos executivos, e especificações técnicas (quando necessário).

É preciso que se faça um planejamento e uma programação do suprimento de materiais e mão-de-obra necessária à execução das redes de água, ramais prediais, obras de arte, obras complementares, recomposições dos revestimentos, pisos e pavimentos em geral. É importante que se faça uma vistoria da instalação predial, para verificação das prescrições estabelecidas nas normas e instruções vigentes, dos órgãos ou concessionárias responsáveis pelo sistema. Pesquisas em cadastros existentes e execução de sondagens no terreno para a localização de redes de água e de interferências existentes na infraestrutura dos logradouros é de suma importância para o bom andamento dos serviços. Vejamos abaixo os procedimentos básicos para execução das obras de crescimento vegetativo:

a) **Locação de redes:** A locação das redes é feita de acordo com os croquis e projetos. É admitida alguma flexibilidade na escolha definitiva de posição, face à existência de obstáculos não previstos, bem como a natureza do subsolo que servirá de apoio à obra. É necessário providenciar sondagens de reconhecimento, visando a definir o melhor caminhamento para as redes a serem implantadas.

b) **Demolições:** Antes de qualquer obra em rua pavimentada ou em passeio, é importante que se tome conhecimento prévio dos serviços a serem executados, de modo a providenciar o que for necessário à sua conclusão. As marcações das demolições para a execução das ligações prediais deverá ser feita observando-se

os projetos ou croquis das redes existentes de água. A largura de demolição do pavimento será:

- Asfalto: Largura da vala + 10 cm, sendo 5 cm para cada lado;
- Poliédrico: Largura da vala + 30 cm, sendo 15 cm para cada lado;
- Passeios cimentados: Largura da vala.

A abertura do pavimento deve ser efetuada manualmente ou através de equipamentos, conforme a natureza de pavimento, se for asfalto ou concreto, deve-se utilizar equipamentos mecânicos, dando preferência a serra clipper ou martelotes, se for passeios cimentados ou revestidos, deve ser utilizado uma serra adequada para acertar a abertura do local.

c) **Escavação:** A escavação da vala deve ser iniciada, somente após o levantamento das possíveis interferências existentes no terreno. As valas deverão ser escavadas conforme croqui ou projetos existentes. Para a execução da rede de água, as valas deverão ser escavadas alinhadas, perpendiculares ou em diagonal às testadas dos imóveis, e o fundo da mesma deverá ser devidamente acertado. A largura da vala deve ser mantida constante, em toda sua extensão, de modo a obter-se uma superfície uniforme em projeção horizontal, a qual deve ser compatível com a largura do compactador a ser utilizado. No caso de escavação mecânica, essa, deve aproximar-se do greide da geratriz inferior da tubulação, sendo o nivelamento do fundo da vala feito manualmente. Para a escavação em terrenos rochosos que necessitem do uso de explosivos, serão necessários projetos especiais. A escavação sob ferrovias, rodovias ou em faixa de domínio de concessionárias de serviço público ou privado, deverão ser executadas, atendendo as exigências e formalidades dos órgãos e empresas competentes.

d) **Materiais oriundos das escavações das valas:** Para evitar o acúmulo de material e facilitar o tráfego de veículos e pedestres, as atividades de escavação, assentamento de tubulação e reaterro, devem ser subsequentes. O material resultante da escavação, que não puder ser reaproveitado, deverá ser removido para local indicado pela Prefeitura Municipal. O material de reaproveitamento deve ser depositado, provisoriamente, de um só lado da vala, sempre que possível. O material resultante da escavação deve ser depositado a uma distância mínima da borda da vala correspondente à metade da profundidade da vala,

limitada a um valor mínimo de 0,60m. O material proveniente das escavações pode ser classificado segundo sua natureza:

- Material de primeira categoria: Terra vegetal, argila;
- Material de segunda categoria: Blocos de rocha, matacoes;
- Material de terceira categoria: Granitos, blocos de rochas.

O equipamento para escavação, terraplenagem ou outra metodologia a ser utilizada, será definida de acordo com a natureza do material a ser escavado.

e) **Drenagem e esgotamento de valas:** Se a escavação atingir o lençol d'água, fato que pode criar obstáculos à perfeita execução da obra, deve ser executado um dreno de brita 2 ou 3, com dimensões mínimas de 60x20cm, ou utilizado manilha furada ou porosa, com juntas secas, em diâmetros e linhas dimensionadas conforme vazão a ser drenada, também envolvidas pela brita. Devem ser abertas valetas laterais para o lançamento das águas drenadas em pontos adequados para recebê-las, ou executadas cavas de sucção para serem utilizadas para o esgotamento das vazões drenadas. Quando a drenagem for feita por meio de bombas, a água retirada deve ser encaminhada para a galeria de águas pluviais ou para a vala mais próxima, através de condutos apropriados, para evitar o alagamento das áreas vizinhas ao local de trabalho.

f) **Escoramento:** Toda vala com profundidade igual ou superior a 1,25m deve ser obrigatoriamente escorada (Norma Técnica T.014/ COPASA/MG). O processo de retirada de escoramento deve ser gradativo, à medida que for sendo executado o reaterro da vala.

g) **Assentamento da tubulação:** Para o assentamento do ramal predial, o nivelamento do fundo da vala deverá estar retilíneo, sem depressões ou saliências, será assentado de forma que o eixo da tubulação fique retilíneo.

h) **Reaterro de valas:** As valas devem ser reaterradas na cronologia de execução dos serviços, utilizando-se material granular ou similar. As valas não devem ficar abertas, caso fiquem, deverá permanecer devidamente sinalizadas. Ao iniciar a execução do reaterro, deve ser executada a proteção inicial da tubulação, feita 20 cm acima da geratriz superior da tubulação. Na execução do reaterro deve ser utilizado, preferencialmente, o próprio material da escavação, havendo necessidade o material deverá ser substituído. Nas etapas do reaterro é necessário empregar a compactação manual em camadas sucessíveis de no máximo 10 cm, até completar 20 cm acima da geratriz superior da tubulação.

A partir da segunda camada, pode-se executar a compactação mecânica adequada. Devem ser executados todos os ensaios e controles tecnológicos previstos em normas.

i) Recomposição de pavimentos: pistas e passeios:

- Pistas: a recomposição da base será, sempre que possível idêntica à da base original (espessura e tipo de material), entretanto, respeitando espessura mínima de 20 cm. A base deve ficar nivelada e abaixo do revestimento primitivo o suficiente para permitir o perfeito acabamento quando da recomposição do revestimento. São utilizados para a recomposição das bases materiais como minério de ferro, brita graduada e bica corrida. A etapa de imprimação e pintura de ligação deve ser executada após o acabamento da base, de acordo com o código de Postura do Município e demais Órgãos Estaduais (DER ou outros) e Federais (DNIT ou outros). A recomposição do pavimento asfáltico deve ser executada após a pintura de ligação, seguindo as mesmas bases e diretrizes dos Órgãos acima citados no processo de pintura e imprimação. É recomendável que se utilize os processos descritos no MANUAL PRÁTICO DE OPERAÇÕES TAPA BURACOS DA SUDECAP (Superintendência para o desenvolvimento da capital), da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte /MG.

- Passeios: a recomposição de passeios será, sempre que possível idêntica a original (espessura e tipo de material). Geralmente as recomposições mais executadas são: Pavimentos poliédricos, pavimentos em paralelepípedos, pré-moldados de concreto, calçadas portuguesas, cimentados, pisos cerâmicos, ladrilhos hidráulicos e pedras ornamentais. Para as recomposições citadas acima, deve ser observadas as normas vigentes da ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICA), referente a cada tipo de acabamento a ser assentado. Após a conclusão das obras deverá ser feita a devida limpeza dos detritos e entulhos provenientes dos serviços, seja através de varrição, ou através de jato d'água, se necessário. A remoção se fará para locais devidamente aprovados pela fiscalização.

A seguir, será apresentada, uma sequencia de figuras, que detalham etapas inerentes ao crescimento vegetativo de água. Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 26a, 26b, 26c, 26d, detalham a

execução de rede de água, com a utilização de maquinário específico (valetadeira), para escavação mecânica:



CONSTRUÇÃO DE REDE DE ÁGUA POTÁVEL
UTILIZANDO VALETADEIRA

2

Figuras nº 26a, 26b, 26c, 26d: Escavação mecânica de vala, com a utilização de valetadeira. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 27a, 27b, 27c, 27d, detalham a sequência, para a sondagem da rede existente:



SINALIZAÇÃO, CORTE E SONDAÇÃO DA REDE
EXISTENTE PARA LIGAÇÃO NOVA DE ÁGUA

3

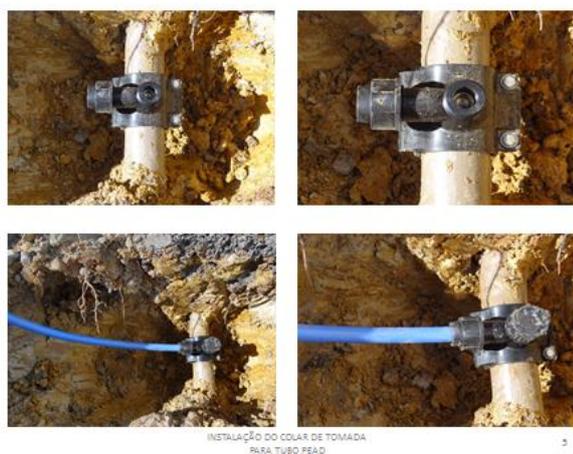
Figuras nº 27a, 27b, 27c, 27d: Sequência para sondagem de rede existente. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 28a, 28b, 28c, 28d, detalham a sondagem e a localização da rede existente:



Figuras nº28a, 28b, 28c, 28d: Sondagem e localização da rede existente.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 29a, 29b, 29c, 29d, detalham a instalação do colar de tomada (dispositivo para conectar o ramal na rede):



Figuras nº 29a, 29b, 29c, 29d: Instalação do colar de tomada.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 30a, 30b, 30c, 30d, detalham o corte no pavimento asfáltico, com a utilização da serra clipper (equipamento para corte de pavimentos rígidos e flexíveis):



Figuras nº 30a, 30b, 30c, 30d: Corte no pavimento asfáltico.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 31a, 31b, 31c, 31d, detalham a escavação manual da travessia, para posterior passagem do ramal predial de água:



Figuras nº 31a, 31b, 31c, 31d: Escavação manual da travessia.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 32a, 32b, 32c 32d, detalham as peças e a sequencia de montagem de um cavalete, para posterior conexão ao ramal predial de água:



CONEXÕES PARA MONTAGEM DO
CAVALETE

8

Figuras nº 32a, 32b, 32c, 32d: Peças e montagem de cavalete.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 33a 33b, 33c, 33d, detalham as peças de montagem do cavalete e a conexão com o ramal predial:



MONTAGEM DO CAVALETE E
INTERLIGAÇÃO DO TUBO PEAD

9

Figura nº 33a, 33b, 33c, 33d: Montagem do cavalete e conexão ao ramal predial.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 34a, 34b, 34c, 34d, detalham a passagem do ramal pela travessia:



Figuras nº 34a, 34b, 34c, 34d: Passagem do ramal pela travessia. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 35a, 35b, 35c, 35d, detalham a compactação da travessia e do local do cavalete:



Figuras nº 35a, 35b, 35c, 35d: Compactação da vala. (Fonte: Acervo próprio)

Construção de reservatório:

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 36a, 36b, 36c, 36d, detalham o processo construtivo de um reservatório de água:



Figuras nº 36^a, 36b, 36c, 36d: Construção de reservatório de água em concreto armado.(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, respectivamente as figuras nº 37a, 37b, detalham um reservatório de água já concretado, e com a tubulação de extravasão:



Figuras nº 37a, 37b: Reservatório de água em concreto armado.
(Fonte: acervo próprio)

Construção de rede: Água potável

Da esquerda para a direita, respectivamente as figuras 38a, 38b, detalham a construção de rede de água potável em passeio de concreto:



Figuras nº 38a, 38b: Construção de rede de água potável, em passeio de concreto. (Fonte: Acervo próprio)

3.3.3 Manutenção em sistemas de esgotamento sanitário

Os serviços e obras para manutenção em sistemas de esgotamento sanitário têm como objetivo, estabelecer diretrizes e procedimentos necessários à execução das obras e serviços operacionais em redes coletoras e interceptoras de esgoto sanitário. Serviços e obras de manutenção de esgoto são aqueles necessários à inspeção e correção de defeitos e danos que ocorrem em um sistema coletor de esgotos sanitários, e visam o restabelecimento das condições originais de funcionamento do mesmo. Compreendem, entre outros:

- Manutenção em redes coletoras;
- Manutenção em ramais prediais;
- Manutenção em poços de visita;
- Manutenção em PL (Poço Luminar)
- Desentupimento imediato

Dentre os procedimentos básicos para execução dos serviços, estão o planejamento e programação do suprimento de materiais e equipes necessárias aos serviços de manutenção de redes e ligações, e a execução das obras e serviços propriamente ditos, observando-se os procedimentos operacionais, construtivos, segurança, qualidade, limpeza e prestação de informação ao cliente. Vejamos abaixo os procedimentos básicos para execução das obras de manutenção em sistemas de esgotamento sanitário:

- a) **Escavação:** As valas deverão ser escavadas, alinhadas paralelamente à direção da tubulação a ser reparada, com profundidade suficiente para a execução dos serviços.
- b) **Reaproveitamento do material:** O material retirado, passível de reaproveitamento, deve ser armazenado em caçambas ou caixas modulares, imediatamente após a escavação. Os materiais oriundos das escavações das valas, contaminados com esgoto e com umidade excessiva, deverão ser removidos, imediatamente para locais regulamentados pela Prefeitura Municipal.
- c) **Drenagem e esgotamento de valas:** Quando necessário, deverá ser providenciado o perfeito esgotamento das valas, sempre por meio de bombas, de forma a possibilitar condições para execução dos serviços.
- d) **Reaterro de valas:** Na execução do reaterro, em serviços de manutenção, é utilizado preferencialmente material importado, uma vez que, usualmente, o material oriundo das escavações encontra-se saturado ou contaminado pelo esgoto. Antes de se iniciar a execução do reaterro, deverá ser observada a perfeita estanqueidade do reparo efetuado, bem como a proteção inicial da tubulação, feita manualmente até a geratriz superior da tubulação.
- e) **Reparo em tubulações:** Os serviços hidráulicos deverão ser executados, preferencialmente, com a rede fora de carga. É possível reparar a rede em carga, em alguns casos, dependendo da pequena extensão e ou da pouca gravidade do dano a ser reparado. A interrupção do fluxo do esgoto deverá ser feita com a utilização de bloqueadores infláveis. Deverão ser tomadas as devidas providencias para o afastamento do esgoto, evitando-se o refluxo para o interior dos imóveis. Ao se efetuar a manutenção, deverá ser assegurada a devida estabilidade estrutural do sistema coletor. Os serviços de reparo nas tubulações

das redes coletoras e ligações prediais só poderão ter início após a execução do escoramento adequado.

f) **Manutenção de poços de visita:** Os serviços de manutenção de poços de visita compreendem, desde a recuperação da parte danificada da estrutura até a execução de um novo PV (poço de visita). A reconstrução de PV, para sua recuperação, é feita, normalmente, em decorrência de danos no pescoço (ou chaminé), no balão ou fundo do PV. As substituições da tampa e do aro de ferro fundido também fazem parte dos serviços de manutenção em PV.

g) **Limpeza por hidro jateamento e vácuo aspiração:** Consiste na limpeza das redes coletoras de esgoto e poços de visita, por ação hidrodinâmica, visando restabelecer as condições técnicas de funcionamento a que se destinam, (caminhões hidrojetos).

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 39a, 39b, 39c, detalham o processo manual de limpeza em PV (Poço de visita):



MANUTENÇÃO E LIMPEZA DE PV

Figuras nº 39a, 39b, 39c: Limpeza manual em poço de visita.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 40a, 40b, 40c, 40d, detalham o processo de manutenção em redes coletoras de esgoto:



MANUTENÇÃO EM REDES COLETORAS
DE ESGOTO

Figuras nº 40a, 40b, 40c, 40d: Manutenção em redes coletoras de esgoto.

(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 41a, 41b, 41c, 41d, detalham a escavação para a localização da rede coletora de esgoto rompida.



MANUTENÇÃO EM REDES COLETORAS
DE ESGOTO

Figuras nº 41a, 41b, 41c, 41d: Escavação mecânica para manutenção em rede coletora de esgoto. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 42a, 42b, 42c, 42d, detalham a escavação mecânica de vala, para manutenção em rede coletora de esgoto:



MANUTENÇÃO DE REDES COLETORAS
DE ESGOTO

Figuras nº 42a, 42b, 42c, 42d: Escavação mecânica de vala.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 43a, 43b, 43c, 43d, detalham a manutenção, em rede coletora de esgoto, com a utilização de tubo PVC ocre diâmetro 100mm.



MANUTENÇÃO EM REDES COLETORAS DE ESGOTO

Figuras nº 43a, 43b, 43c, 43d: Manutenção em rede coletora de esgoto.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 44a, 44b, 44c, 44d, detalham a instalação do PL (Poço luminal), após a conclusão da manutenção na rede coletora de esgoto:



MANUTENÇÃO EM REDE E LIGAÇÃO PRECÍAL DE ESGOTO

Figuras nº 44a, 44b, 44c, 44d: Instalação de PL (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 45a, 45b, 45c, 45d, detalham a sondagem e a localização de uma rede coletora de esgoto rompida:



Figuras nº 45a, 45b, 45c, 45d: Rede coletora de esgoto rompida.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, respectivamente as figuras nº 46a, 46b, detalham a sondagem de rede coletora de esgoto, com a utilização de retroescavadeira:



Figuras nº 46a, 46b: Sondagem com utilização de retroescavadeira.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 47a, 47b, 47c, 47d, detalham a preparação da base e a recomposição asfáltica do pavimento, após o término da manutenção na rede coletora de esgoto:



REGULARIZAÇÃO DA BASE E
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Figuras nº 47a, 47b, 47c, 47d: Recomposição asfáltica do pavimento.

(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 48a, 48b, 48c, 48d, detalham a fratura do pavimento asfáltico, após o rompimento de uma rede coletora de esgoto:



MANUTENÇÃO EM REDES COLETORAS
DE ESGOTO

Figuras nº 48a, 48b, 48c, 48d: Fratura do pavimento asfáltico.

(Fonte: Acervo próprio)

Do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 49a, 49b, detalham a base em bica corrida, para posterior aplicação de asfalto:



REATERRO DE VALA E EXECUÇÃO DE BASE

Figuras nº 49a, 49b: Base em bica corrida. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 50a, 50b, 50c, detalham a manutenção em um PL (Poço luminar):



MANUTENÇÃO EM PL (POÇO LUMINAR)

Figuras nº 50a, 50b, 50c: Manutenção em PL (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 51a, 51b, 51c, detalham a manutenção em PV (Poço de visita), com a utilização de caminhão hidrojato:



Figuras nº 51a, 51b, 51c: Manutenção em PV. (Fonte: Acervo próprio)

3.3.4 Crescimento vegetativo em sistemas de esgotamento sanitário

Dentre os procedimentos básicos para a execução dos serviços de crescimento vegetativo em sistemas de esgotamento sanitário, está a obtenção do cadastro das redes existentes, dos croquis, projetos executivos, especificações técnicas, aquisição dos materiais, planejamento e programação dos suprimentos de material e mão-de-obra necessária à execução das ligações prediais, redes coletoras, obras de arte, obras complementares, recomposições dos revestimentos, pisos e pavimentos. São obras do crescimento vegetativo: construção de redes de esgoto e estruturas complementares; construção de ramal predial; construção de PL (poço luminar); assentamento de selim e serviços complementares; vistoria de instalações prediais; instalação predial (ramal interno). Abaixo os procedimentos básicos para execução das obras:

a) **Locação de redes:** A locação é feita de acordo com croquis e projetos, sendo, normalmente, o terço médio da rua, o mais favorável para atendimento aos lotes. Deverá ser observado, quando da locação da rede, se a mesma não interfere em outras redes, tais como: telefonia fixa e móvel, empresas de eletricidade, empresas de gás, prefeituras municipais e outras existentes. Deverão ser providenciadas sondagens de reconhecimento, visando à definição do melhor caminho para as redes a serem implantadas.

b) **Demolição:** Antes de qualquer obra em rua pavimentada ou em passeio, deve-se tomar conhecimento prévio dos serviços, de modo a providenciar o que for necessário à sua conclusão. Na marcação das demolições é importante observar o posicionamento do ramal predial, que deverá possuir alinhamento perpendicular à rede coletora. A abertura do pavimento deve ser efetuada manualmente ou através de equipamentos, conforme a natureza do pavimento. Quando asfalto ou concreto, utiliza-se equipamentos mecânicos, preferencialmente a serra Clipper ou martetele.

c) **Escavação:** As escavações de valas devem ser iniciadas, somente após o levantamento das possíveis interferências existentes no terreno. As valas devem ser escavadas segundo alinhamento e cotas indicadas no croqui ou projeto. Para a execução de rede coletora, as valas deverão ser escavadas alinhadas entre os poços de visita. A largura da vala deve ser mantida constante, em toda sua extensão, de modo a obter-se uma superfície uniforme em projeção horizontal, a qual deve ser compatível com a largura do compactador a ser utilizado. O fundo das valas deverá ser nivelado segundo as declividades estabelecidas na nota de serviço, acertando e apiloando, quando necessário, de modo a receber as tubulações sem esforços pontuais ou apoios localizados. No caso de escavação mecânica, essa, deve aproximar-se do greide da geratriz inferior da tubulação, sendo o nivelamento do fundo da vala feito manualmente. O material resultante da escavação deve ser depositado a uma distância mínima da borda da vala correspondente à metade da profundidade da vala, limitada a um valor mínimo de 0,60m.

d) **Drenagem e esgotamento de valas:** Se a escavação atingir o lençol d'água, fato que pode criar obstáculos à perfeita execução da obra, deve ser executado um dreno de brita 2 ou 3, com dimensões mínimas de 60x20cm, ou utilizando

manilha furada ou porosa, com juntas secas, em diâmetro e linhas dimensionadas conforme vazão a ser drenada, também envolvidas pela brita.

e) **Escoramento:** Toda vala com profundidade igual ou superior a 1,25m, deve ser obrigatoriamente escorada. Caso ocorra necessidade de escoramento especial em função do tipo de terreno ou profundidade excessiva, deve ser realizado o cálculo e o dimensionamento do escoramento.

f) **Assentamento da tubulação:** As tubulações deverão apoiar-se inteiramente sobre o fundo das valas, previamente preparados, sem depressões ou saliências. Ao serem assentados, os tubos e peças deverão estar perfeitamente limpos internamente. Sempre que for interrompido o trabalho, o ultimo tubo assentado deverá ser tampado, a fim de evitar a entrada de elementos estranhos. Os serviços de assentamento da tubulação deverão ser iniciados após a execução do escoramento adequado ao tipo de terreno e à profundidade da vala.

g) **Reaterro de valas:** As valas devem ser reaterradas, na cronologia de execução dos serviços, utilizando-se material granular ou outro material. O reaterro deve ser iniciado logo que possível, com o cuidado necessário para não haver deslocamento da tubulação nem esforços adicionais. Antes de se iniciar a execução do reaterro, deve ser executada a proteção inicial da tubulação, feita até 20 cm acima da geratriz superior da tubulação. Na execução do reaterro deve ser utilizado, preferencialmente, o próprio material da escavação.

h) **Recomposições:** As recomposições de pistas e passeios, sempre que possível, deverão ser feitas idêntica às originais (espessura e tipo de material). Após a conclusão da obra, deverá ser promovida a devida limpeza dos detritos e entulhos provenientes dos serviços, seja através de varrição, ou através de jato de água, se necessário. A remoção será feita para locais devidamente aprovados pela Prefeitura Municipal, ou órgão responsável pelo mesmo.

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 52a, 52b, 52c, detalham o corte no pavimento asfáltico, para a abertura de vala.



MANUTENÇÃO EM REDES COLETORAS DE ESGOTO

Figuras nº 52a, 52b, 52c: Corte em pavimento asfáltico. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 53a, 53b, 53c,53d, detalham a construção de um PV. (Poço de visita):



CONSTRUÇÃO DE PV (POÇO DE VISITA)

Figuras nº 53a, 53b,53c,53d: Construção de PV (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 54a, 54b, 54c, detalham a construção de uma rede coletora de esgoto:



CONSTRUÇÃO DE REDES DE ESGOTO

Figuras nº 54a, 54b, 54c: Construção de rede coletora de esgoto.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 55a, 55b, 55c, detalham a construção de uma rede coletora de esgoto:



CONSTRUÇÃO DE REDES DE ESGOTO

Figuras nº 55a, 55b, 55c: Construção de rede coletora de esgoto.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 56a, 56b, 56c, 56d, detalham a construção de uma rede coletora de esgoto:



Figuras nº 56a, 56b, 56c, 56d: Construção de rede coletora de esgoto.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, respectivamente as figuras nº 57a, 57b, detalham peças premoldadas de concreto, utilizadas em obras de esgotamento sanitário:
Fundo de PL e anel para construção de PV.



FUNDO DE PL (POÇO LUMINAR) E
CONSTRUÇÃO DE PV (POÇO DE VISITA)

Figuras nº 57a, 57b: Peças premoldadas de concreto. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 58a, 58b, 58c, 58d, detalham as peças e conexões utilizadas em uma ligação convencional de esgoto:



Figuras nº 58a, 58b, 58c, 58d: Peças e conexões para ligação de esgoto.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 59a, 59b, 59c, 59d, detalham a escavação de vala, para a execução da ligação predial de esgotamento sanitário:



Figuras nº 59a, 59b, 59c, 59d: Escavação de vala para ligação predial de esgoto.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 60a, 60b, 60c, 60d, detalham a montagem do ramal predial de esgoto sanitário:



Figuras nº 60a, 60b, 60c, 60d: Montagem de ramal predial de esgoto. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 61a, 61b, 61c, 61d, detalham a continuidade do processo construtivo para a ligação predial de esgoto:



Figuras nº 61a, 61b, 61c, 61d: Processo construtivo para ligação predial de esgoto. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 62a, 62b, 62c, 62d, detalham a perfuração na rede existente, em manilha cerâmica para a conexão do ramal predial de esgoto:



Figuras nº 62a, 62b, 62c, 62d: Perfuração da rede existente.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 63a, 63b, 63c, 63d, detalham a conexão das peças na rede existente, para posterior ligação do ramal predial:



Figuras nº 63a, 63b, 63c, 63d: Interligação das peças, na rede existente.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 64a, 64b, 64c, 64d, detalham a montagem de um PL (Poço luminar).



Figuras nº 64a, 64b, 64c, 64d: Montagem de um PL (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 65a, 65b, 65c, 65d, detalham um PL (Poço luminar), com a tampa em ferro fundido:



Figuras nº 65a, 65b, 65c: Montagem completa do PL. (Fonte: Acervo próprio)

Utilização de escoramento metálico:

Da esquerda para a direita, respectivamente, as figuras nº 66a, 66b detalham o processo de escoramento de valas com a utilização de pranchas metálicas:



Figuras nº 66a, 66b: Escoramento de valas. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 67a, 67b, 67c, detalham o processo de escoramento de valas, com a utilização de pranchas metálicas e estroncas de madeira (Eucalípto):



Figuras nº 67a, 67b, 67c: Escoramento de valas. (Fonte: Acervo próprio)

Do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 68a, 68b, dealham a construção de um reator anaeróbio de fluxo ascendente, destinado ao tratamento de esgotos:



Figuras nº 68a, 68b: Construção de reator. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 69a, 69b,69c,69d, detalham a construção de um reator anaeróbio de fluxo ascendente, e leito de secagem:



Figuras nº 69a, 69b, 69c, 69d: Construção de reator e leito de secagem. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 70a, 70b, 70c, 70d, detalham o processo de escoramento das formas, para posterior concretagem das paredes do reator:



Figuras nº 70a, 70b, 70c,70d: Escoramento de formas. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, respectivamente as figuras nº 71a, 71b, detalham o posicionamento das ferragens nas paredes do reator:



Figuras nº 71a, 71b: Detalhamento de ferragens. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, respectivamente as figuras nº 72a, 72b, detalham a concretagem da laje do fundo do reator anaeróbio de fluxo ascendente:



Figuras nº 72a, 72b: Processo de concretagem. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente, com exceção da figura nº73a, as figuras nº 73b e 73c, detalham um escoramento de vala com a utilização de escoras blindadas:



Figuras nº 73b, 73c: Utilização de escoramento blindado. (Fonte: Acervo próprio)

3.4 Pré- Moldados e conexões para saneamento

Os artefatos especiais em concreto pré-moldado oferecem soluções tecnológicas para a construção civil, especialmente na área de saneamento. Proporcionam agilidade no cronograma de obras, facilidade operacionais, racionalização de mão de obra e sustentabilidade ambiental. São produtos que minimizam os impactos ambientais, uma vez que trata os efluentes e reduz os poluentes a níveis aceitáveis pelas regulamentações ambientais vigentes.

A seguir serão apresentadas figuras ilustrativas referentes aos pré-moldados e conexões para saneamento (material de divulgação da empresa mineira ARTEFÁCIL):

TAMPÃO DE CONCRETO ARMADO

Resistência 10 ton.

Custo 1/3 do FºFº.

Coíbe o roubo.



Figura nº 74: Tampão de concreto armado. (Fonte: Artefácil)



Figura nº 75: Padrão antigo de assentamento do selim. (Fonte: Artefácil)

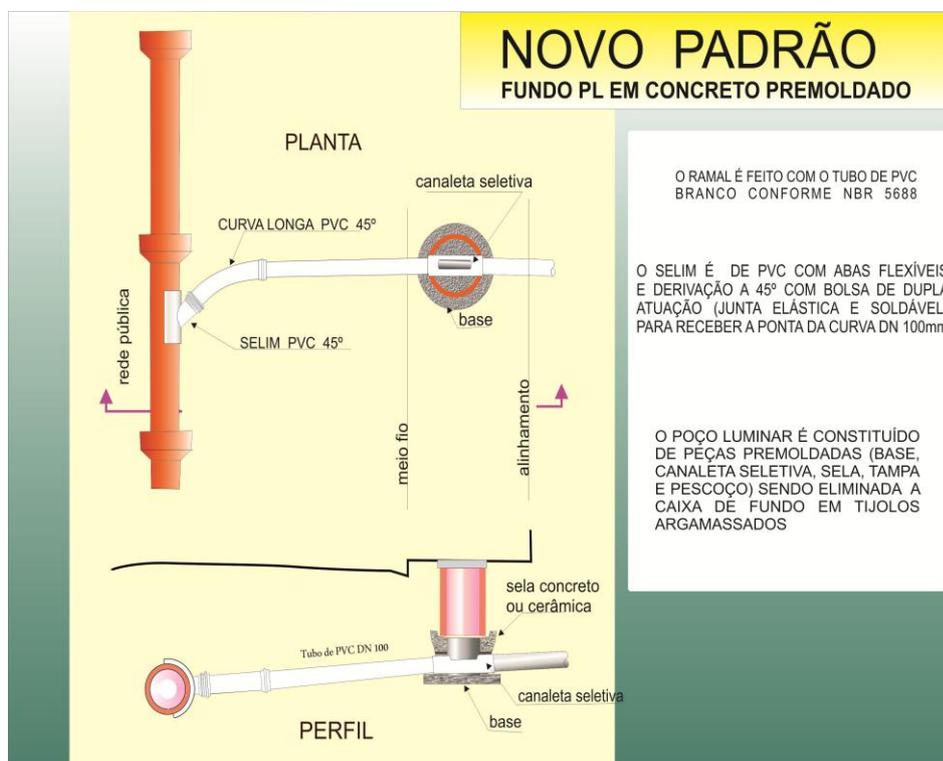
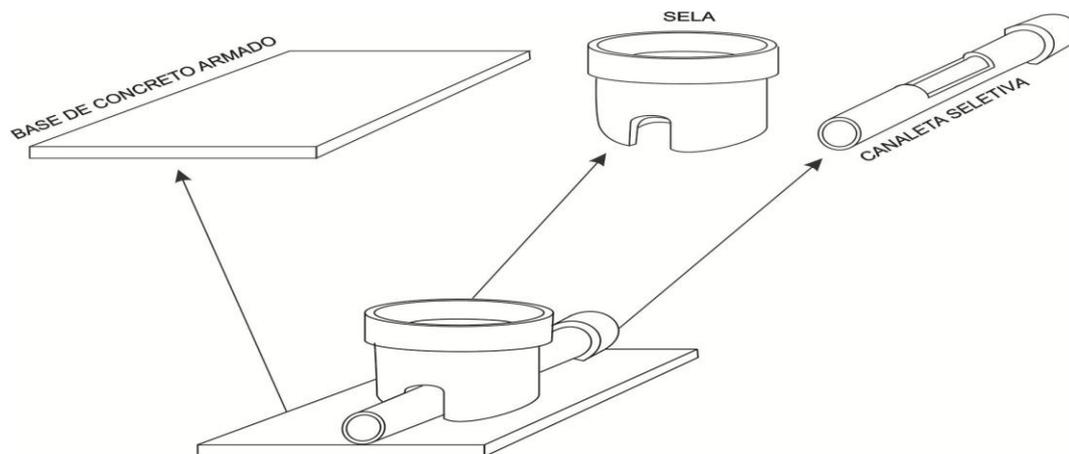


Figura nº 76: Novo padrão para assentamento do selim. (Fonte: Artefácil)



FUNDO DE PL PREMOLDADO

Figura nº 77: Fundo de PL (Poço luminar) em laje pré-moldada. (Fonte: Artefácil)

FUNDO DE PL COMPLETO

Canaleta DN 100mm - Junta Elástica Toroidal (JEI)
 Fuste DN 200mm - Junta Elástica Integrada (JEI)



A CANALETA É UMA LUVA DE CORRER COM ABERTURA SELETIVA.
 O PESCOÇO DO PL É EM TUBO DE PVC COLETOR ESGOTO DN 200

Figura nº 78: Fundo de PL (Poço luminar), completo. (Fonte: Artefácil)

FUNDO DE PL COMPLETO
JE je
com indução para aumentar a canaleta



Figura nº 79: Fundo de PL (Poço luminar), completo. (Fonte: Artefácil)

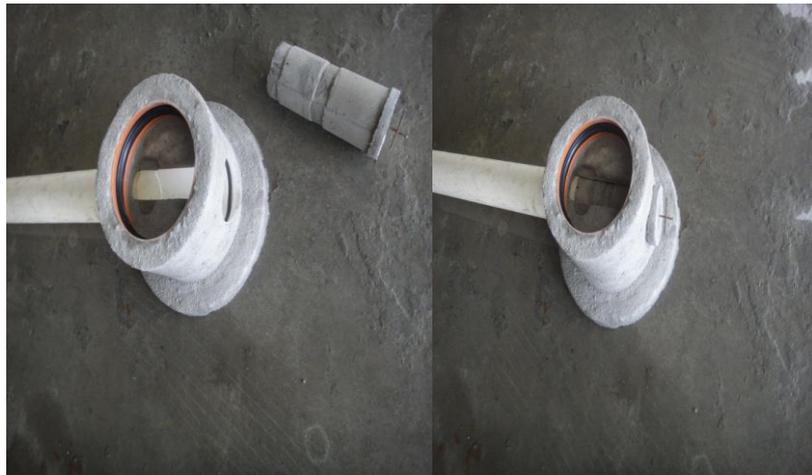


Figura nº 80: Tarugo para tamponamento de esgoto. (Fonte: Artefácil)



Figura nº 81: Tarugo instalado no fundo do PL (Fonte: Artefácil)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 82a, 82b, 82c, 82d, detalham a construção de um PL, com a utilização do fundo premoldado:



Figuras nº 82a, 82b, 82c, 82d: PL com fundo pré-moldado (Fonte: Artefácil)

Da esquerda para a direita, respectivamente as figuras nº 83a, 83b, detalham a instalação do tampão de concreto para poço luminar:

TAMPÃO DE CONCRETO PARA POÇO LUMINAR

TAMPA DO PL T5 F.P. SUBSTITUÍDA POR TAMPA DE CONCRETO
CÓDIGO SAP :2500.2762



AV. DOM JOÃO VI



RUA CURITIBA



Figuras nº 83a, 83b: Instalação de tampão de concreto em PL. (Fonte: Artefácil)

Da esquerda para a direita, respectivamente as figuras nº 84a, 84b, detalham o poço de inspeção e ligações de esgoto predial:

O “PIL”- Poço de Inspeção e Ligações



ESTA PEÇA SUBSTITUI O POÇO LUMINAR, O POÇO DE VISITA E O SELIM, SIMULTANEAMENTE. TRAZ VANTAGENS TÉCNICAS ECONÔMICAS E OPERACIONAIS.



Figuras nº 84a, 84b: Poço de inspeção e ligações. (Fonte: Artefácil)

COMPLEMENTO PARA AS LIGAÇÕES



FIGURA 3

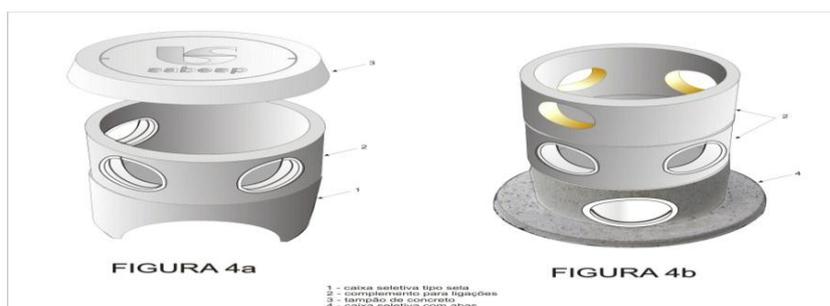


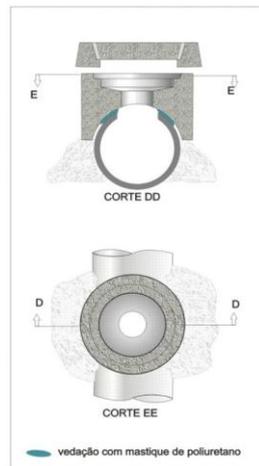
FIGURA 4a

FIGURA 4b

1 - caixa seletiva tipo sela
2 - complemento para ligações
3 - ligação de concreto
4 - caixa seletiva com abas



Figura nº 85: Complemento para ligações de esgoto. (Fonte: Artefácil)



- VANTAGENS:**
- 1- Por ser seletiva, retém dentro da mesma os objetos sólidos que poderiam causar danos e entupimento nas rede, sem interrupção do fluxo.
 - 2- Permite a ligação de diversos ramais em um mesmo ponto, diminuindo, assim, o número de furações na rede, tornando-a menos vulnerável.
 - 3- Facilita as ações de limpeza e desobstrução das redes coletoras e dos ramais prediais
 - 4- Reduz significamente o custo das obras, pois o preço da sela e do complemento é menor que o do selim.
 - 5- Permite a colocação da ligação em funcionamento, imediatamente após a sua construção.

Figura nº 86: Complemento, sela e fundo de PL (Fonte: Artefácil)



Figura nº 87: Detalhe da montagem de um PL (Fonte: Artefácil)

CAIXAS COM JUNTA ELÁSTICA



Figura nº 88: Caixas de passagem, com junta elástica. (Fonte: Artefácil)

CAIXAS DE GORDURA FORA DOS PADRÕES E NORMAS DA COPASA E DA ABNT



Figura nº 89: Caixas de gordura fora dos padrões. (Fonte: Artefácil)

ANÉIS DE CONCRETO PLENO DE ALTO DESEMPENHO COM BOLSA INTERNA E DEGRAUS - Fck = 35 Mpa

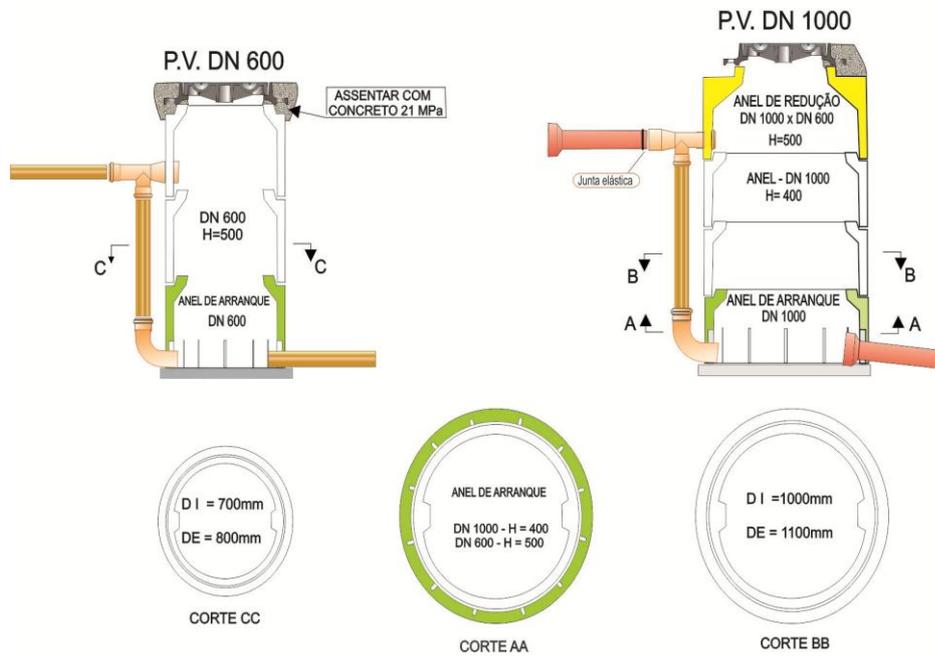


Figura nº 90: Detalhamento de PV, DN 600 / DN 1000 (Fonte: Artefácil)

ANÉIS DE CONCRETO PLENO DE ALTO DESEMPENHO COM BOLSA INTERNA E DEGRAUS - Fck = 35 Mpa



Figura nº 91: Anéis de concreto para PV (Fonte: Artefácil)

ANÉIS DE CONCRETO PLENO DE ALTO DESEMPENHO
COM BOLSA INTERNA E DEGRAUS - Fck = 35 Mpa

ANEL DE ARRANQUE



Figura nº 92: Anéis para arranque de PV (Fonte: Artefácil)

ANÉIS DE CONCRETO PLENO DE ALTO DESEMPENHO
COM BOLSA INTERNA E DEGRAUS - Fck = 35 Mpa

ANEL DE REDUÇÃO



Figura nº 93: Anéis de redução, para PV. (Fonte: Artefácil)

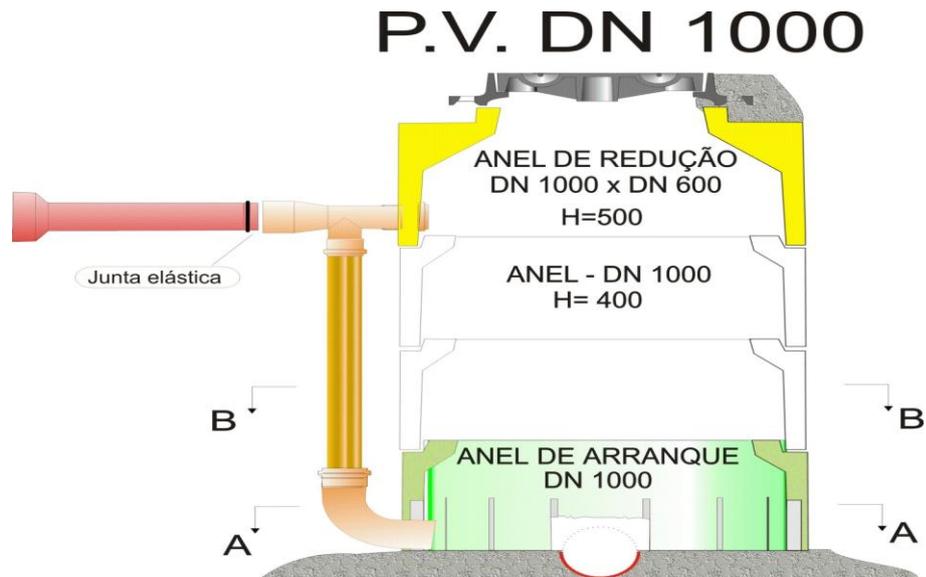


Figura nº 94: PV / DN1000, com anéis de arranque e redução. (Fonte: Artefácil)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 95a, 95b, 95c, 95d, 95e, 95f, detalham a montagem de um PV, com anéis de bolsa interna e degraus:

MONTAGEM DE PV COM ANÉIS DE BOLSA INTERNA E DEGRAUS



OS ANÉIS DESECEM APRUMADOS, POR GUINCHO OU RETROESCAVADEIRA, COM AUXÍLIO DE UMA ESTRONCA COLOCADA NA BOLSA INTERNA.



Figuras nº 95a, 95b, 95c, 95d, 95e, 95f: Montagem de PV (Fonte: Artefácil)

“PV” DN 400 mm ARRANQUE FRISADO

Pat. PI 0402789-2

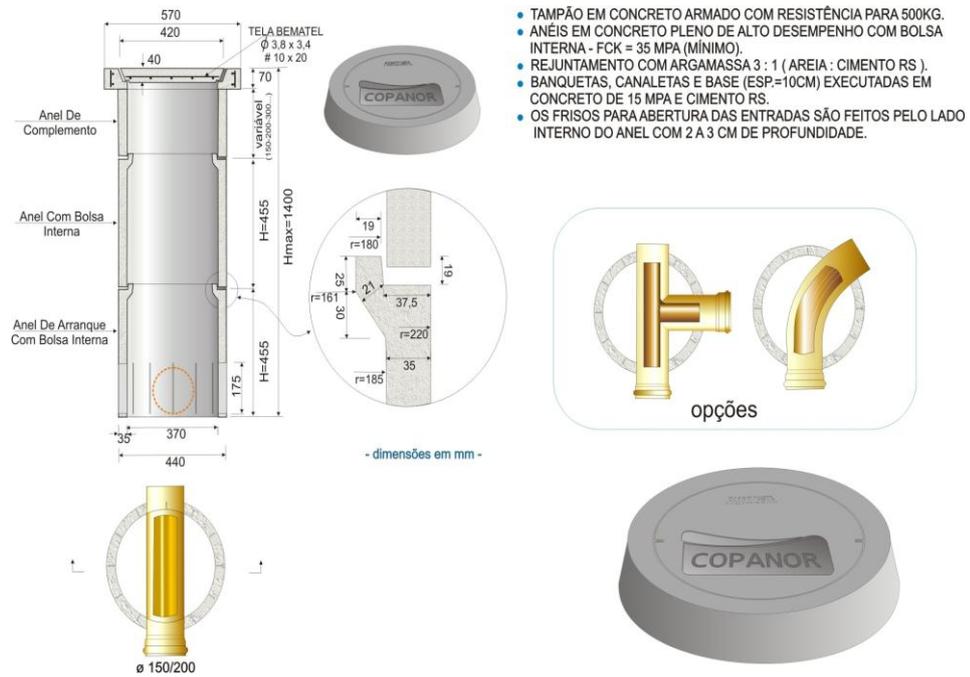


Figura nº 96: Detalhe de PV DN 400 mm (Fonte: Artefácil)

ANEL DE AJUSTE COM ENCAIXE PARA O TAMPÃO DE F°F°



Figura nº 97: Anel com encaixe para aro de ferro fundido (Fonte: Artefácil)

Aro de F°F° engastado no anel de concreto premoldado com rebaixo para o asfalto



Figura nº 98: Aro engastado em anel de concreto. (Fonte: Artefácil)



Figura nº 99: Detalhe dos anéis de concreto e aros em ferro fundido. (Fonte: Artefácil)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 100a, 100b, 100c, 100d, detalham a entrada da tubulação flexível no PV:

**POÇO DE VISITA ESTANQUE E ESTÁVEL
FUNDO DE PV COMPLETO**



Figuras nº 100a, 100b, 100c, 100d: Tubulação flexível, na entrada do PV.
(Fonte: Artefácil)

Da esquerda para a direita, respectivamente, as figuras nº 101a, 101b, detalham o fundo de PV completo nos diâmetros: DN 200 mm e DN 400 mm:



Assentamento de FUNDO PV COMPLETO
-DN 200mm-

Fabricação de FUNDO PV COMPLETO
-DN 400mm-

Figuras nº 101a, 101b: Fundo de PV completo. (Fonte: Artefácil).



FUNDO DE PV COM CANALETAS SELETIVAS
E BOLSAS PARA JUNTA ELÁSTICA

Figura nº 102: Fundo de PV (Fonte: Artefácil)

FUNDO DE POÇO SECO



Figura nº 103: Fundo de poço seco. (Fonte: Artefácil)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 104a, 104b, 104c, 104d, detalham a utilização de mastique de poliuretano autonivelante, no assentamento de anéis de concreto, afim de garantir maior estanqueidade:

JUNTA ELÁSTICA



ESTANQUEIDADE COM MASTIQUE DE POLIURETANO AUTONIVELANTE

Figuras nº 104a, 104b, 104c, 104d: Utilização de mastique no assentamento de anéis de concreto. (Fonte: Artefácil)

RESERVATÓRIO EM CONCRETO - 25m – 60m²



Figura nº 105: Execução de reservatório em anéis de concreto. (Fonte: Artefácil)

FOSSA SÉPTICA E FOSSA ABSORVENTE

DN 1000 e 1200mm

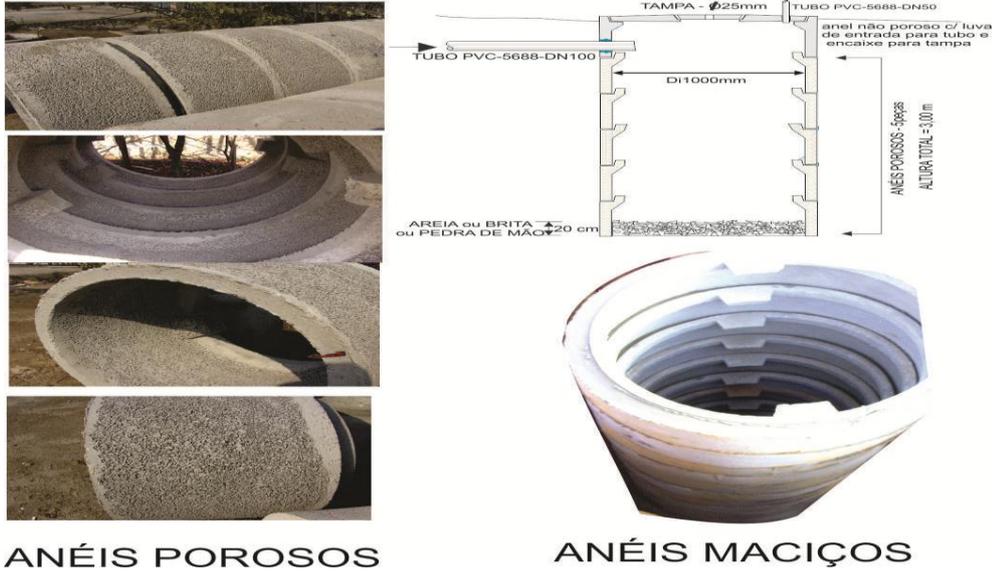


Figura nº 106: Anéis de concreto, utilizados na construção de fossa séptica e poço absorvente. (Fonte: Artefácil)

ADAPTADORES ATUAIS

São feitos com resina e cola e promovem a transposição com junta de argamassa



Figura nº 107: Conexões utilizadas para adaptar material cerâmico ao PVC. (Fonte: Artefácil)

ADAPTADOR CORREDIÇÃO

(PARA UNIÃO COM JUNTA ELÁSTICA DOS TUBOS DE PVC ÀS MANILHAS CERÂMICAS)



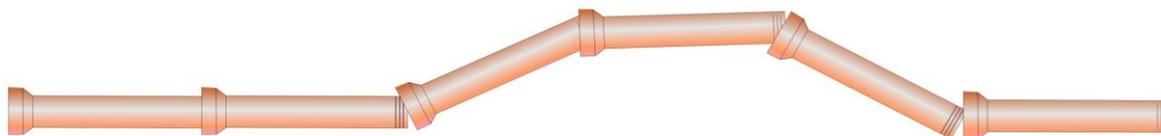
Figura nº 108: Conexões para unir tubos PVC à manilha cerâmica.
(Fonte: Artefácil)

ADAPTADOR CORREDIÇÃO e ADAPTADOR-GUIA DE BORRACHA (OBRAS DE MANUTENÇÃO)

O PROBLEMA: SUBSTITUIR UM TUBO CERÂMICO DANIFICADO



1- PARA SE SUBSTITUIR UM TUBO CERÂMICO QUEBRADO É NECESSÁRIO ABRIR A VALA PARA A RETIRADA DE PELO MENOS TRÊS MANILHAS.



2- ESTE PROCEDIMENTO FICA DIFICULTADO QUANDO SE TRATAR DE MANILHAS COM JUNTA ELÁSTICA. (?).
- LÚVA DE CORRER ?
- VAI COM ARGAMASSA MESMO !

Figura nº 109: Situação para utilizar adaptadores PVC/Cerâmica.
(Fonte: Artefácil)

ADAPTADOR CORREDIÇÃO

SUBSTITUIÇÃO DE UM TRECHO DE MANILHAS CERÂMICAS POR TUBO DE PVC
(OBRAS DE MANUTENÇÃO)

1- CORTA-SE A BOLSA DA MANILHA DE JUSANTE DO TRECHO A SER SUBSTITUÍDO POR PVC.



2- CORTAR O TUBO DE PVC NO COMPRIMENTO IGUAL AO DO TRECHO A SER SUBSTITUÍDO



3- COLOCAR OS ANÉIS DE BORRACHA NAS PONTAS DAS MANILHAS E OS ADAPTADORES NO TUBO DE PVC



4- EMPURRAR OS ADAPTADORES CORREDIÇOS EMBOLSANDO AS PONTAS DAS MANILHAS



Figura nº 110: Substituição de manilha cerâmica por tubo de PVC.
(Fonte: Artefácil)



ADAPTADORES CORREDIÇOS JÁ COLOCADOS NO TUBO DE PVC

Figura nº 111: Adaptadores corredeiros colocados no tubo PVC.
(Fonte: Acervo próprio)



MANUTENÇÃO DE REDE COM SUBSTITUIÇÃO DE
MANILHAS CERÂMICAS POR TUBOS DE PVC

Figura nº 112: Substituição de manilha cerâmica por tubos de PVC.
(Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 113a, 113b, 113c, detalham a montagem da ligação do tubo de PVC com a manilha cerâmica:



MONTAGEM DA LIGAÇÃO
DO TUBO DE PVC COM O
TUBO CERÂMICO

Figuras nº 113a, 113b, 113c: Interligação do tubo de PVC, à manilha cerâmica.
(Fonte: Acervo próprio)



LOCAL ONDE SERIA CONSTRUÍDO O PV

Figura nº 114: Situação para a construção de um PV (Fonte: Acervo próprio)



ELIMINAÇÃO DO PV COM UTILIZAÇÃO DA CURVA DE RAIOS
ALONGADO E DOS ADAPTADORES CORREDIÇOS

Figura nº 115: Substituição do PV, por curva de raio longo (Fonte: Acervo próprio)



POÇO DE VISITA ELIMINADO
PELA CURVA DE RAIÃO LONGADO
EM PVC CORRUGADO
UTILISANDO OS ADAPTADORES CORREDIÇOS

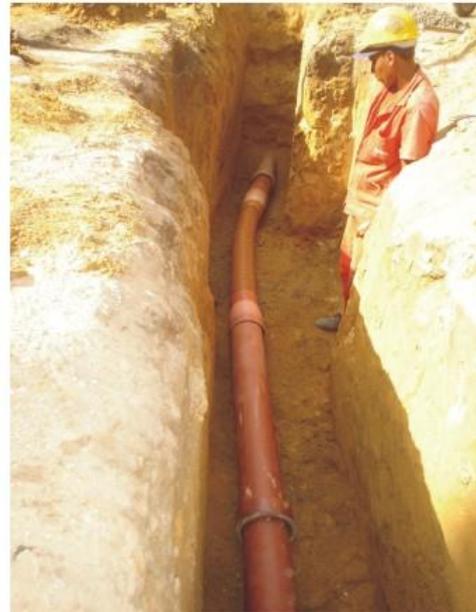


Figura nº 116: Implantação da curva de raio longo. (Fonte: Acervo próprio)



ADAPTADOR CORREDIÇO UNINDO O TUBO CERÂMICO
À CURVA DE RAIÃO LONGADO EM PVC

Figura nº 117: Aplicabilidade do adaptador correção. (Fonte: Acervo próprio)



**CURVA DE RAIO ALONGADO
EM PVC CORRUGADO.**

comprimento = 6,00 m
raio = 7,64 m
deflexão = 45 graus

Figura nº 118: Detalhe da curva de raio longo. (Fonte: Acervo próprio)

Da esquerda para a direita, do alto para baixo, respectivamente as figuras nº 119a, 119b, detalham os bloqueadores de PV (Poço de visita), e as figuras nº 119c, 119 d, detalham os bloqueadores de tampão:

Bloqueador de entrada em P.V.



Tampão com Bloqueador de entrada



Figuras nº 119a, 119b: Bloqueadores de PV. (Fonte: Artefácil)

Figuras nº 119c, 119d: Bloqueadores de Tampão. (Fonte: Artefácil)

3.5 Métodos não destrutivos

O método não destrutivo é a grande alternativa de construção de redes novas de águas, esgoto, efluentes industriais, gás, pois evita os transtornos causados pelas valas abertas. Os custos são equivalentes aos de abertura de valas, com a vantagem de diminuir drasticamente os custos que se adicionam à abertura de valas e que não aparecem nas planilhas (custos sociais, sinalização e tempo). A partir de pesquisa realizada em material explicativo elaborado e fornecido pela empresa *Tecgas Engenharia e Consultoria Ltda.*¹, foram constatadas que os sistemas não destrutivos representam um processo no qual se “lança” dutos sobruas, avenidas, calçadas, rodovias, ferrovias, rios, lagos ou edificações, utilizando técnicas que minimizam ou eliminam a necessidade de escavações, utilizando equipamento de perfuração direcional horizontal (FURO DIRECIONAL HORIZONTAL POR MND), para realização de obras em locais onde os métodos convencionais são praticamente impossíveis, em função dos custos e dos aspectos ambientais. Sua aplicabilidade incide nas redes de água e esgoto, gasodutos e oleodutos, telecomunicações, energia e travessias. As distâncias das perfurações podem atingir até 2100m de comprimento. Os diâmetros podem ser desde 2” até 48” (50mm até 1200mm). O crescimento do mercado e uso da perfuração horizontal direcional vem aumentando a cada ano. Para se ter uma ideia, em 1984 haviam aproximadamente 12 perfuratrizes em todo o mundo, em 1985 mais de 2000, e no ano de 2000 mais de 14000 perfuratrizes. No Brasil já existem mais de 150 máquinas e 50 empresas especializadas. As perfurações horizontais direcionais classificam-se em três categorias:

a) **Pequenas perfuratrizes:** O sistema pode puxar até 10 toneladas que correspondem ao produto instalado, às barras e forças resultantes da perfuração. São usadas em áreas urbanas e para tubulações de pequenos diâmetros. Podem escavar em quaisquer tipos de solos, incluindo rochas, nestes casos com fluidos especiais.

¹ A TECGAS é uma empresa especializada no ramo de construção de dutos. Foi fundada em junho de 1998, visando às necessidades do mercado de obras subterrâneas.

b) **Perfuratrizes médias:** Particularmente ideais para instalações municipais de água, gás e linhas sob pressão, com capacidade de puxada de até 20 toneladas. Pode ser utilizado motor de fundo, ou cabeças de perfuração em rochas realmente duras.

c) **Grandes perfuratrizes:** Envolvem operações de porte em distâncias e diâmetros que podem chegar a 2100m e até 1200 mm No Brasil já foram feitas travessias de 1500m de distancia.

Os fluídos utilizados no processo de perfuração são materiais a base de bentonita, polímeros, e a combinação de ambos. As funções primárias dos fluídos são:

- Manter o furo aberto;
- Estabilizar o furo e evitar o desbarrancamento;
- Manter em suspensão o material escavado reduzindo as forças de atrito;
- Estabilizar formações não consolidadas;
- Lubrificação das hastes de perfuração e parede do furo, para facilitar o deslocamento;
- Controlar a pressão do solo sobre o conjunto de perfuração;
- Resfriar as ferramentas de controle eletrônico e perfuração.

A seguir serão apresentadas figuras ilustrativas detalhando o processo executivo com a metodologia MND (Método não destrutivo):

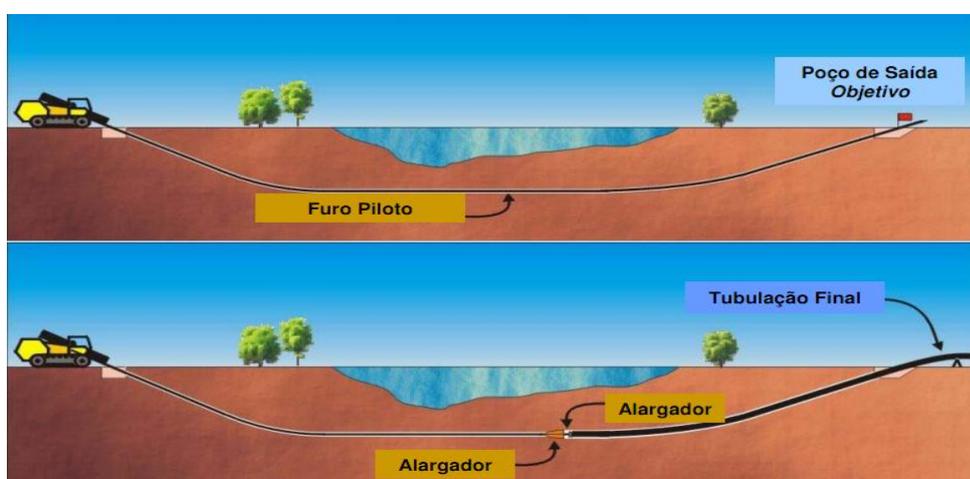


Figura nº 120: Passagem da sonda com alargador. (Fote:Tecgas)



Figura nº 121: Furo piloto. (Fonte: Tecgas)



Figura nº 122: Pré- alargamento. (Fonte: Tecgas)



Figura nº 123: Detalhe do alargador. (Fonte: Tecgas)



Figura nº 124: Alargamento e inserção do tubo. (Fonte: Tecgas)

3.6 Águas pluviais (Drenagem urbana e controle da erosão)

No decorrer da história da humanidade, sempre houve uma aguda relação das cidades com os cursos d'água, sendo estes decisivos no processo de sedentarização das populações. Desde as primeiras aglomerações urbanas verifica-se sua posição preferencialmente junto aos cursos d'água, tendo em vista que a disponibilidade da água propiciava o seu suprimento para consumo e higiene das populações, efetuando ainda a evacuação dos dejetos. A disponibilidade da água constituía ainda um relevante fator de produção para as atividades agrícolas e artesanais, ao mesmo tempo em que favorecia as comunicações e o comércio. No entanto, esta proximidade das cidades e dos cursos d'água desencadeava constantes problemas de excedentes da água, ocasionando, por exemplo, inundações. O risco de inundações periódicas era aceito, em partes, até meados do século XIX, sendo considerado como uma consequência inevitável pela disponibilidade da água junto à cidade. A partir do surgimento dos preceitos higienistas, que preconizavam a canalização e o controle dos cursos d'água urbanos em função das doenças de veiculação hídrica foi alterada.

Segundo Baptista e Nascimento (apud CHAMPS, 2000) um fenômeno mundial significativo observado no século XX, sobretudo em sua segunda metade, é a intensa concentração da população em áreas urbanas. A urbanização desencadeia impactos hidrológicos significativos, tais como a redução dos processos de infiltração, com conseqüente aumento dos volumes escoados superficialmente, e a aceleração do escoamento, que acentua os picos dos hidrogramas. Com efeito, num cenário de urbanização crescente, e, portanto de vazões também crescentes, observa-se a obsolescência gradativa das redes de drenagem, levando às inundações cada vez mais frequentes em áreas urbanas, com as implicações sociais, econômicas e políticas decorrentes.

A drenagem das áreas urbanas vem adquirindo uma função cada vez mais importante no contexto da estrutura de custos de obras de infraestrutura. Uma nova abordagem para tratar a questão da drenagem urbana, de forma equalizada com os princípios de desenvolvimento sustentável faz-se urgente, problematizando tanto os aspectos puramente técnicos, bem como as próprias estruturas jurídicas, organizacionais adotadas hoje em dia. De acordo com Baptista e Nascimento (apud CHAMPS, 2000), do ponto de vista técnico, podem-se discernir diversos pontos de desenvolvimento tecnológico da drenagem urbana, tais como a implantação de um planejamento integrado do sistema de drenagem, com a adoção de medidas não estruturais, a adoção de tecnologias alternativas ou compensatórias objetivando o controle do impacto da urbanização, e a utilização de sistemas de previsão de cheias visando à operação em tempo real do sistema de drenagem.

Levando em conta os apontamentos de (CHAMPS, 2000), os sistemas de drenagem pluviais podem ser classificados em *sistemas unitários* e *separativos*. No primeiro, a condução das águas pluviais e usadas é realizada por meio do mesmo sistema de condutos até a ETE (estação de tratamento de esgotos), ou o lançamento final. O sistema é dotado de uma estrutura hidráulica que permite a descarga do excedente de vazão antes de atingir a ETE. Este dispositivo funciona quando ocorrem eventos pluviais superiores com certa magnitude. Já no segundo, a condução das águas pluviais e usadas é efetuada através de dois

sistemas distintos de condutos até a ETE ou lançamento final. Novas tendências, como o *sistema unitário modificado*, já se tornam realidade, haja vista a necessidade de ampliar os horizontes para as questões ambientais e sustentáveis. Neste sistema as águas de chuva poluídas, ou seja, as águas das vias com tráfego intenso ou setores industriais, são coletadas juntamente com as águas usadas e devidamente tratadas. *Sistemas clássicos e alternativos*, também fazem parte deste universo de recursos disponíveis para objetivar soluções de drenagens. Nos sistemas clássicos, inspirados nos princípios do higienismo, as águas pluviais são captadas e conduzidas a condutos artificiais, preferencialmente subterrâneos, funcionando por gravidade, sendo evacuadas das zonas urbanas e lançadas em corpos d'água rapidamente. Os sistemas clássicos de drenagem são constituídos, essencialmente, de dispositivos de captação das águas superficiais, estruturas de condução das águas captadas, na forma de canais abertos ou condutos enterrados e, eventualmente obras complementares, tais como bueiros e dissipadores de energia. Contudo, as soluções clássicas conduzem a situações irreversíveis que limitam outros usos presentes ou futuros da água em meio urbano.

Dando prosseguimento à investigação dos estudos realizados por Baptista e Nascimento (apud CHAMPS, 2000), constatamos que a partir dos anos 70, outra abordagem para tratar o problema vem sendo desenvolvida, sobretudo na Europa e na América do Norte. Trata-se do conceito de *tecnologias alternativas* ou *compensatórias* de drenagem, que buscam neutralizar os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos, com ganhos para a qualidade de vida e a preservação ambiental. Tais tecnologias são alternativas em relação às soluções clássicas, visto que consideram os impactos da urbanização de forma global, tomando a bacia hidrográfica como base de estudo. Com isso, buscam compensar sistematicamente os efeitos da urbanização, controlando na fonte a produção de excedentes de água decorrentes da impermeabilização, através da infiltração, e evitando a sua transferência rápida para jusante, por meio de estruturas de armazenamento temporário. Com efeito, estas tecnologias permitem a continuidade do desenvolvimento urbano sem gerar custos excessivos para as municipalidades, facilitando a modulação do sistema de drenagem em função do crescimento urbano e permitindo o tratamento combinado das questões de

drenagem pluvial em meio urbano com outras questões urbanísticas. As soluções mais adotadas são as bacias de retenção, também conhecidas por bacias de amortecimento de cheias, que consistem no armazenamento temporário das águas.

Os autores destacam também que novas tendências em implantação de sistemas de drenagem urbana, já adotados, podem ser citadas, como nos casos do *sistema “dual” de drenagem*, já adotados na Austrália e Canadá, utilizando o sistema viário como componente ativo do sistema de drenagem, para períodos de retorno elevados, em complemento à rede de drenagem clássica, que corresponderia a períodos de retorno reduzidos. Também o *sistema progressivo de drenagem*, já adotado na região de Bordeaux, na França, com a adoção de uma combinação de obras de drenagem, incorporando técnicas compensatórias, associando-se a cada estrutura um período de retorno distinto, ocorrendo uma progressiva entrada em funcionamento do sistema quando dos eventos pluviais, e a *reabertura de cursos d’água canalizados*.

Torna-se assim fundamental o controle sobre novos loteamentos, escavações para exploração de jazidas de areia nas várzeas dos cursos d’água e terraplenagens. Planejamento e medidas preventivas devem ser tomados tanto quanto possível, antes que os problemas se tornem cada vez maiores. É extremamente necessário estabelecer um efetivo controle do uso e ocupação do solo, para que seja facilitada a implantação de escoadouros das águas de chuva. O dimensionamento de qualquer sistema de drenagem depende da determinação prévia das vazões de projeto. Estas vazões estão relacionadas ao estudo hidrológico da bacia de drenagem correspondente, envolvendo a obtenção de dados pluviométricos e posterior avaliação das chuvas.

De acordo com Chernicharo e Costa, os parâmetros utilizados na determinação das chuvas podem ser subdivididos em: “*intensidade*, que é quantidade de chuva em um dado intervalo (hora, dia), *duração*, que é o intervalo entre o início e o término de uma chuva, *frequência*, que é o número de vezes que pode ocorrer uma chuva em um dado período, também conhecido por *período de retorno* ou *tempo de recorrência*”. (apud BARROS, 1995, p.169).

Ademais, outro elemento primordial ao dimensionamento do sistema de drenagem é o estudo da bacia contribuinte, ou da bacia de drenagem, que é a área receptora das chuvas que alimentam parte ou todo o sistema de escoamento. Os limites de uma bacia contribuinte são definidos pelos divisores de água ou espigões que separam duas bacias adjacentes. Nesta esteira, faz-se importante destacar a existência das *micro-drenagens*, que pertencem ao sistema de drenagem e são executadas nas vias públicas com o fim de coletar e conduzir as águas pluviais. Este sistema é composto por dispositivos que corresponde à própria via as sarjetas, os meios-fios, as bocas-de-lobo, as caixas de passagem, os poços de visita, as canalizações ou galerias e qualquer outra estrutura projetada com a finalidade de coletar, conduzir ou lançar as águas do escoamento pluvial.

A *erosão do solo urbano*, que está intimamente ligada no contexto das drenagens pluviais, existe na natureza e contribuem para a esculturação dos relevos. Ao se falar dos processos erosivos, torna-se procedente o estudo do sedimento que está intimamente relacionado aos mesmos. A sedimentologia estuda os sedimentos, levando em conta os processos hidroclimatológicos, enfatizando a relação água-sedimento, ou mesmo outros aspectos como aqueles tratados em geologia, agronomia e mecânica dos solos. Segundo Cabral (apud CHAMPS 2000) o fenômeno da erosão consiste no desgaste das rochas e solos, com desagregação, deslocamento ou arrastamento das partículas por ação da água ou outros agentes como o vento. A erosão é o processo inicial da sedimentação com alguns malefícios como: erosão nas cabeceiras dos rios provoca a destruição das nascentes, aumenta o risco de desertificação, promove a remoção da camada fértil do solo, escorregamento de terras, alteração nas condições de escoamento das águas na superfície e calha de rios, desbarrancamentos e outros danos irreversíveis. As erosões podem ser classificadas de duas formas: a geológica e a acelerada. A erosão geológica ou geomorfológica também sendo chamada de natural ou normal. A seguir serão apresentadas, figuras ilustrativas, detalhando sistemas de micro drenagem urbanas:

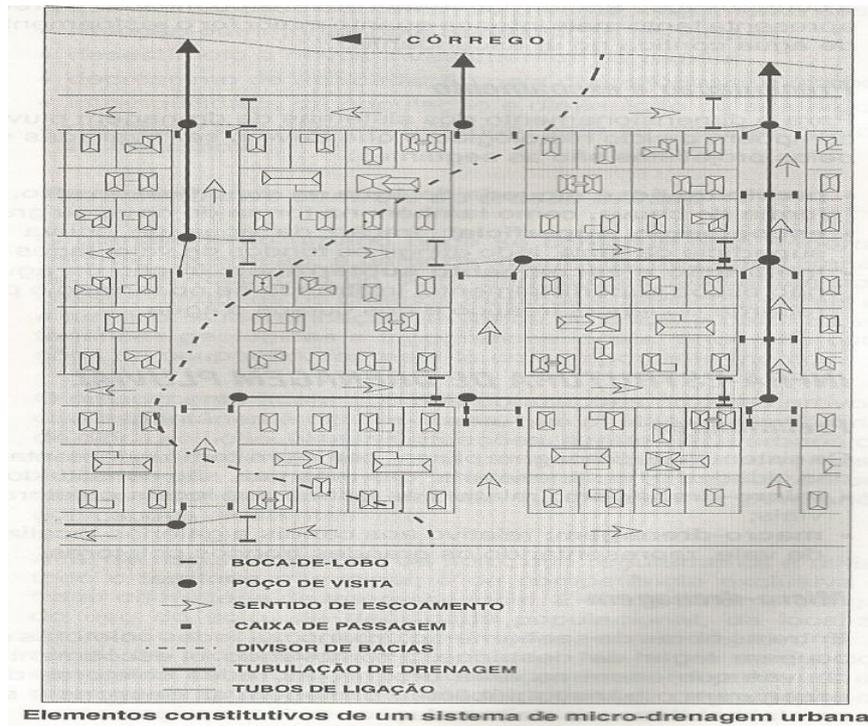


Figura nº 125: Elementos construtivos de micro-drenagem urbana.
 (Fonte: BARROS,1995,p.166)

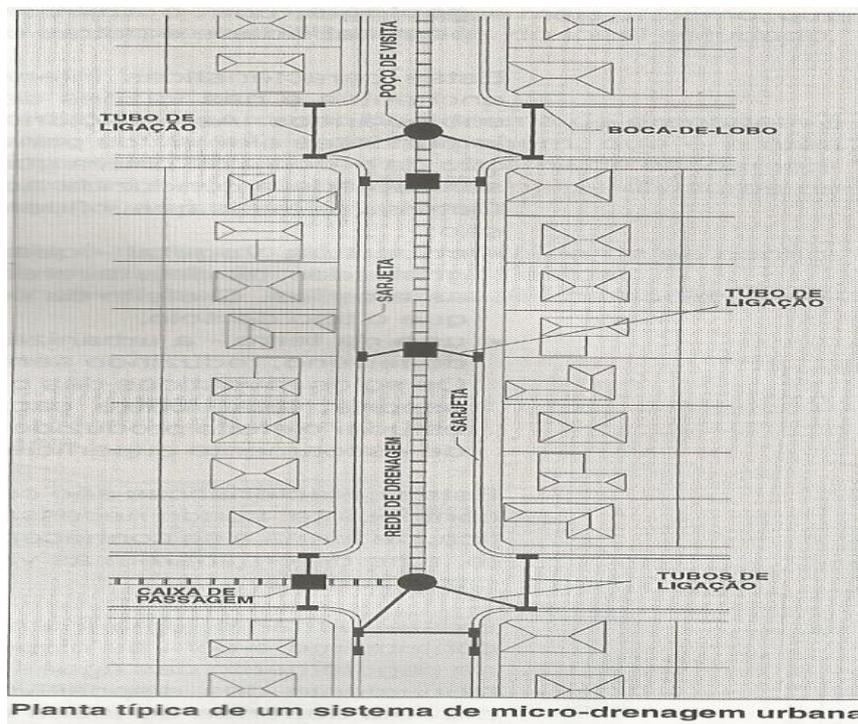


Figura nº 126: Planta de um sistema de micro-drenagem urbana.
 (Fonte: BARROS,1995,p.172)

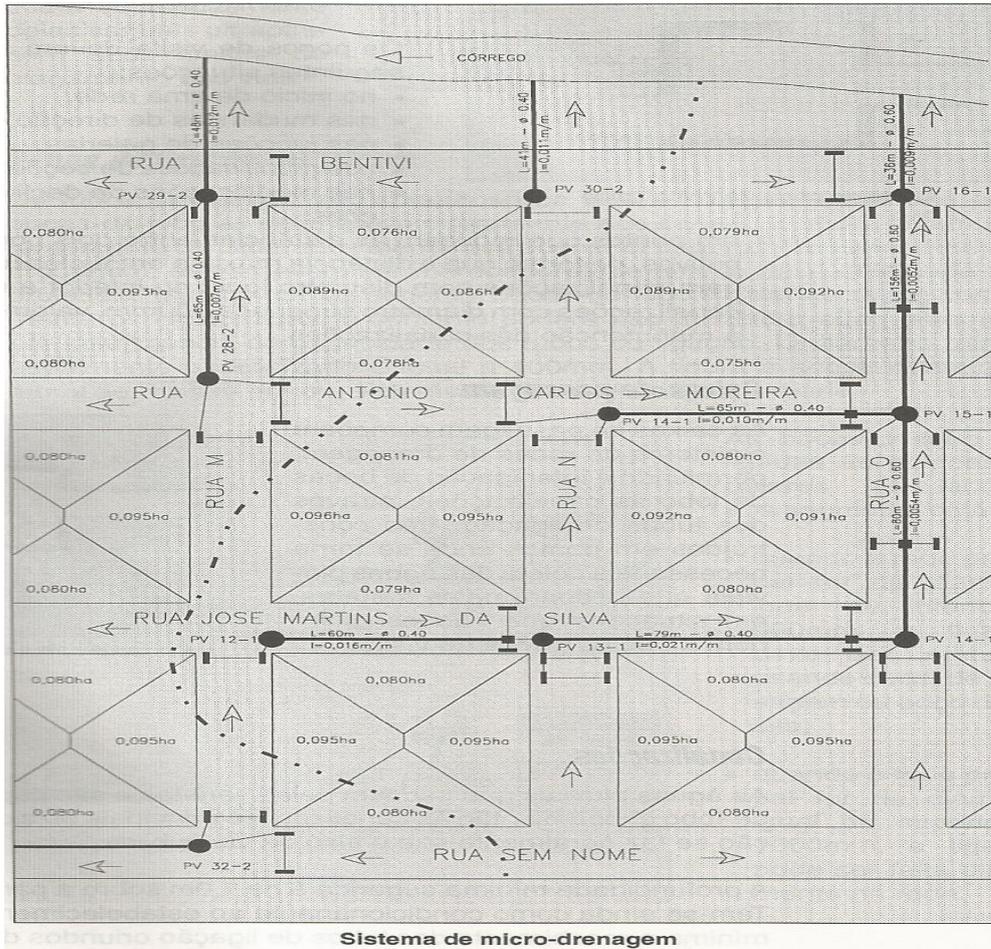


Figura nº 127: Sistema de micro-drenagem. (Fonte: BARROS,1995,p.178)

3.7 Resíduos sólidos

Os resíduos sólidos representam uma das principais preocupações ambientais do mundo contemporâneo. O modelo consumista avança de forma a degradar os recursos naturais, os bens em geral tem uma breve vida útil, transformando-se rapidamente em lixo, cujas quantidades crescentes não se sabe o que fazer. Os resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, são produtos inevitáveis dos processos econômicos e sociais nos quais estamos inseridos. As sociedades convertem insumos em bens, em serviços e em alguns subprodutos que precisamos

eliminar. Do ponto de vista sanitário e ambiental, a adoção de soluções inadequadas para o problema do lixo faz com que seus efeitos indesejáveis se agravem. Os riscos de contaminação do solo, do ar, da água, a proliferação de vetores, de doenças e a catação, tornam-se eminentes diante de tal cenário (BARROS, 1995). Com a aglomeração de habitantes nas cidades e o crescimento da produção individual de lixo, os locais de tratamento e destinação final requerem cuidados específicos, de forma a não tornar irreversíveis os danos ambientais. A existência de locais onde são descarregados os resíduos sem quaisquer cuidados (lixões), representa uma grave ameaça à saúde pública e ao meio ambiente.

No âmbito econômico, a produção demasiada de lixo e a disposição final sem critérios, representam um desperdício de materiais e de energia. Em condições apropriadas, estes materiais poderiam ser reutilizados, reduzindo com isso o consumo dos recursos naturais, a necessidade de tratar, armazenar, eliminar os dejetos e as ameaças para o meio ambiente e para a saúde. O reaproveitamento destes resíduos, levando em conta as normas sanitárias e sendo economicamente viável, traduz novas oportunidades de trabalho e de renda para milhares de pessoas. Segundo pesquisas realizadas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 75% do lixo produzido no Brasil é lançado em lixões, sem qualquer critério (BARROS, 1995). A solução para esta questão passa pela proposição de políticas provenientes de pesquisas abrangentes, econômica e socialmente viáveis.

Segundo a norma NBR 10.004 (ABNT, 1987), os resíduos sólidos são definidos como “resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. No contexto deste trabalho, a palavra lixo deve ser entendida como todo material sólido resultante das atividades domiciliares, comerciais e públicas das zonas urbanas e não mais utilizável. De acordo com a *NBR 10.004(ABNT, 1987)*, os resíduos sólidos classificam-se em:

- a) **Classe I – Perigosos:** São aqueles que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podem apresentar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente. Tem como características a inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e a patogenicidade.
- b) **Classe II – Não inertes:** São aqueles que não se enquadram nas classes I e III, e que podem ser combustíveis, biodegradáveis ou solúveis em água. Tem como características a combustibilidade, biodegradabilidade e a solubilidade em água.
- c) **Classe III – Inertes:** São aqueles que, ensaiados segundo o teste de solubilização da norma NBR 10.006 (ABNT, 1987) não apresentam qualquer de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, executando-se os padrões de cor, turbidez, sabor e aspecto. Tem como característica a não solubilidade dos constituintes em água (BARROS, 1995).

Para além das acima definidas, existem outras classificações de resíduos sólidos. Um resíduo pode ser enquadrado em mais de uma forma de classificação, sendo que as mais usuais são o *lixo domiciliar*, o *lixo comercial*, o *lixo institucional*, o *lixo público*, o *lixo especial*, o *lixo de unidades de saúde*, o *lixo séptico* ou *resíduos infectantes*, o *lixo industrial* e o *lixo urbano*. As principais características dos resíduos sólidos podem ser relatadas de acordo com a sua composição gravimétrica, seu peso específico, seu teor de umidade, seu grau de compactação, sua produção *per capita*, seu poder calorífico e sua relação carbono/nitrogênio. (BARROS, 1995).

O tratamento e disposição final do lixo necessitam de uma atenção particular, haja vista que os impactos ambientais, sociais e econômicos do lixo são extremamente graves. Locais de disposição descontrolada de lixo (lixões) representam um risco devido aos problemas que podem causar, tais como a atração de vetores (insetos e roedores), a poluição do solo, do ar, da água, o risco de fogo, de deslizamento, de explosões, o espalhamento do lixo pelo vento e animais, e as atividades de catadores. As alternativas mais utilizadas para a disposição final dos resíduos sólidos são o aterro sanitário, a incineração e a compostagem.

Segundo a norma NBR 8419 (ABNT, 1996) **aterro sanitário** é:

uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se for necessário (BARROS org., 1995, p.199).

O aterro sanitário requer cuidados e técnica específica que almejam ao uso futuro da área, incluindo sua seleção, preparo operação e monitoramento. A NBR 8419 (ABNT, 1996) fixa todos os procedimentos necessários a uma correta elaboração do projeto.

A seguir, será apresentada, uma figura ilustrativa detalhando um aterro sanitário:

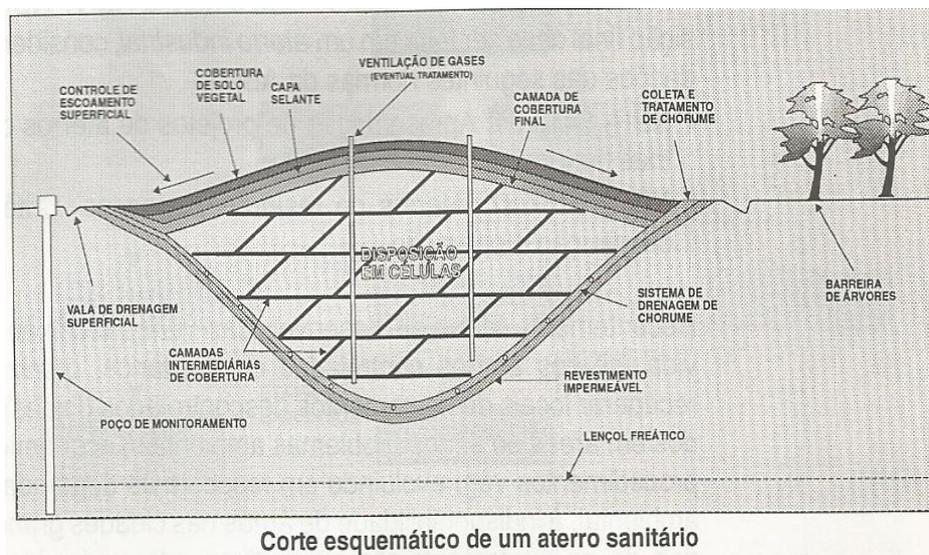


Figura nº 128: Detalhe de um aterro sanitário. (Fonte: BARROS,1995,p.199)

Além do aterro sanitário, outro método de tratamento e disposição sanitariamente adequada dos resíduos sólidos é a **compostagem**, que é a transformação de resíduos orgânicos contidos no lixo, por meio de processos físicos, químicos e biológicos, em material biogênico mais estável e resistente. O resultado último é o “composto”, utilizado como condicionador orgânico dos solos.

A seguir será apresentada, uma figura ilustrativa, detalhando o processo de compostagem:

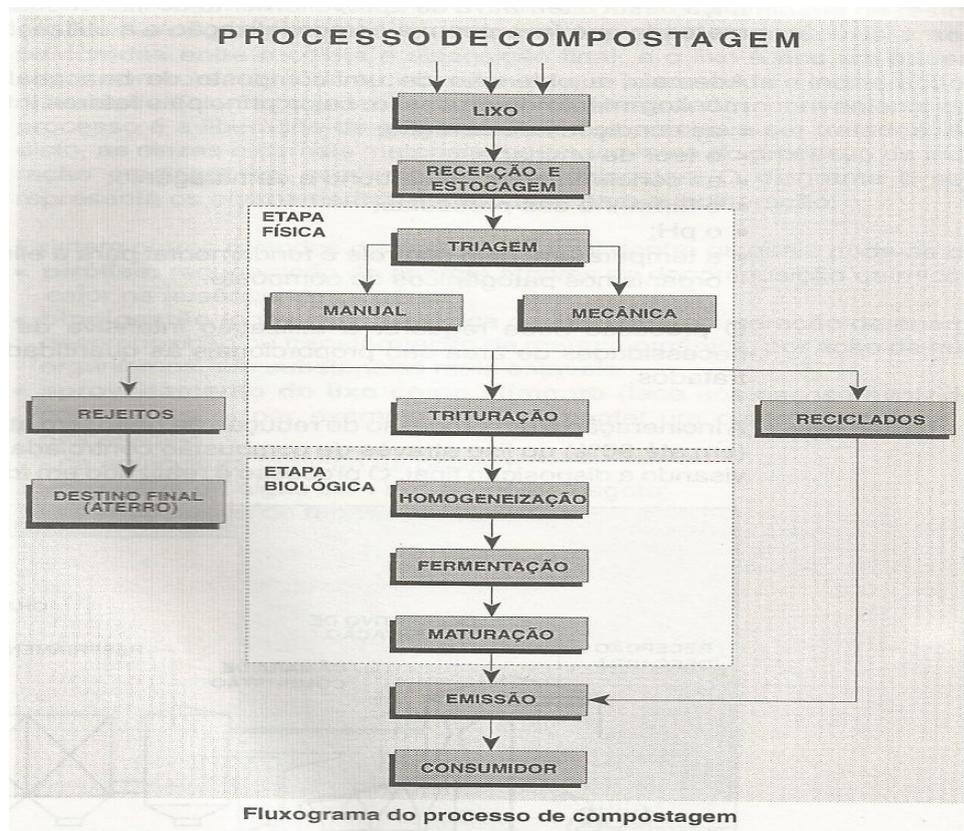


Figura nº 129: Processo de compostagem. (Fonte: BARROS,1995,p.201)

De acordo com (BARROS, 1995) a **incineração** é um processo de redução de peso em até 70%, e de volume em até 90% do lixo através de combustão controlada, de 800 a 1000°C, visando à disposição final (BARROS, 1995).

Já a **reciclagem** dos materiais do lixo é imprescindível na atualidade, visto que não é mais possível desperdiçar e acumular de maneira poluente materiais recuperáveis. A realização da reciclagem representa uma maior preocupação ambiental, já que implica em fazer retornar ao ciclo de produção materiais que foram usados e descartados. São diversas as vantagens de se implantar um programa de reciclagem de lixo, podendo-se ressaltar a diminuição dos custos da coleta, a reutilização de bens que são frequentemente descartados, o aumento da vida útil dos aterros, a diminuição dos custos de produção, a redução do consumo de energia e a criação de novos empregos.

A seguir será apresentada, uma figura ilustrativa, representando uma possibilidade de reciclagem do lixo:

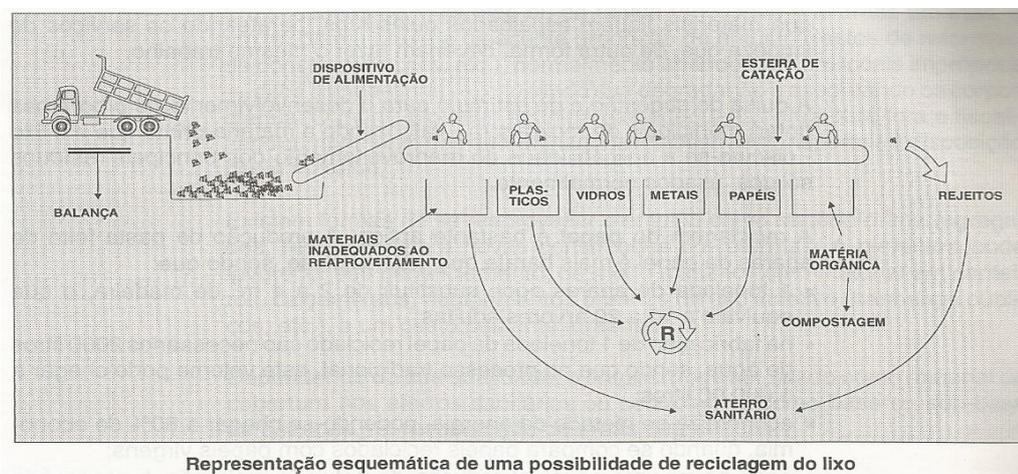


Figura nº 130: Esquema de reciclagem do lixo. (Fonte: BARROS,1995,p.205)

Como um importante processo inserido nesse contexto, destaca-se a **coleta seletiva**, esta que consiste na separação de materiais recicláveis como papéis, vidros, plásticos e metais do restante do lixo, nas suas próprias fontes geradoras. Embora a coleta e o transporte sejam de responsabilidade de quem o produz, a disposição de entulho fica a cargo do serviço de limpeza pública a destinação final sanitariamente adequada deste material. É necessário que os municípios delimitem as áreas adequadas para botafora e fiscalizar o cumprimento das diretrizes relativas ao transporte e à disposição deste material. Com relação aos **resíduos gerados na construção civil**, vale ressaltar que a *Política Nacional de Resíduos Sólidos*, estabelece diretriz e normas para o seu gerenciamento.

Ademais, faz-se importante salientar que um *Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil* deve ser instaurado juntamente com os demais projetos pertencentes à realização de qualquer empreendimento, sendo elaborado por empresas especializadas e acompanhado por profissionais tecnicamente qualificados.

4. Considerações Finais

Em observância a este trabalho, conclui-se que o saneamento básico não é apenas água e esgoto, mas sim uma questão de saúde pública, envolvendo vários fatores do meio físico do homem que exercem, ou podem exercer, efeitos deletérios sobre seu bem-estar físico, mental e social. É pertinente a preocupação com as construções, operações e manutenções de obras relativas ao saneamento básico no Brasil, desde que haja por parte dos órgãos competentes mais transparência e eficácia na destinação e aplicação de verbas para este fim. No Brasil, a situação geral do saneamento, tanto na zona rural, quanto urbana, continua precária para as populações de baixa renda apesar das melhoras realizadas nos últimos anos.

A implantação de obras de saneamento nunca acompanhou o ritmo de crescimento das áreas urbanas. Ainda hoje, centenas de crianças morrem diariamente no país de desidratação, cólera, febre amarela, verminoses intestinais ao ingerir água e alimentos contaminados. São grandes os desafios a serem vencidos para que se possa reverter essa triste realidade, dentre eles podemos ressaltar um bom planejamento, gestão, regulação, recursos e objetivos a serem traçados para as próximas décadas. Tendo em vista esse cenário, torna-se imprescindível a **universalização** do saneamento no Brasil, haja vista a trágica situação do saneamento brasileiro e, em particular, os baixos índices de atendimento e a heterogeneidade da cobertura nas diferentes regiões do país. Somente 44% da população brasileira tem acesso à rede de esgotamento sanitário e 78,6% tem acesso à água tratada. Do total de esgoto gerado, apenas 29,4% é tratado (Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico no Brasil- PNSB- Trata Brasil / 2011).

A universalização do saneamento no Brasil exige ações em duas frentes. A primeira é aumentar o patamar de investimentos, que se encontra em níveis muito baixos. A segunda é aumentar a eficiência do investimento e minimizar custos no incremento das obras. Além dos indicadores ruins já citados, o saneamento convive com a evolução muito lenta se comparado com outros segmentos de

infraestrutura. De acordo com a pesquisa PNSB-Trata Brasil / 2011, no cenário em que são mantidos os atuais patamares de investimento e o nível de produtividade, a universalização do esgoto ocorrerá apenas em 2060, e da água em 2039. A universalização dos serviços de saneamento constitui, portanto, uma tarefa de longo prazo. Sua aceleração não depende apenas de maior esforço de investimento, mas também de um aumento de produtividade deste último, permitindo que mais pessoas sejam atendidas com cada real investido. Os principais fatores que possibilitam o aumento da eficiência dos investimentos estão basicamente inseridos na melhora do planejamento, redução de incertezas nas obras, aplicação de metodologias de gestão de projetos que propiciem a redução do tempo de execução dos empreendimentos, ensejando o adiantamento de receitas e melhorando a rentabilidade dos projetos, melhores dimensionamento das obras, investimento em manutenção com foco em redução de perdas e o uso de tecnologias baratas. Como uma questão essencialmente de saúde pública, o acesso aos serviços de saneamento básico deve ser tratado como um direito do cidadão, fundamental para a melhoria de sua qualidade de vida.

5 – Referências Bibliográficas:

BAPTISTA, Márcio. *Hidráulica Aplicada aos sistemas de drenagem urbana*. Apostila empregada no curso de especialização em engenharia sanitária e ambiental da UFMG, 2000.

BARROS, Raphael T. de Vasconcelos, org. *Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios*. Volume 2. Belo Horizonte, DESA-UFMG, 1995.

CHAMPS, José Roberto B; CABRAL, José Roberto; BAPTISTA, Marcio B. *Padrões de elementos de infraestrutura urbana para drenagem pluvial*. Apostila empregada na disciplina Drenagem urbana e controle de erosão do curso de especialização em engenharia sanitária e ambiental da UFMG, 2000.

CRESPO, Patrício Gallegos. *Sistemas de Esgotos*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1997.

CRESPO, Patrício Gallegos. *Estações elevatórias de esgotos*. Apostila empregada na disciplina Tratamento de esgotos do curso de especialização em engenharia sanitária e ambiental da UFMG, 2000.

ENNES, Ysnard Machado. *Saneamento: ação de saúde pública*. Coletânea de artigos empregados na disciplina saúde pública do curso de especialização em engenharia sanitária e ambiental da UFMG, 1999.

HADDAD, José Carlos. *Sistemas de abastecimento de água*. Apostila empregada na disciplina sistemas de abastecimento de água do curso de especialização em engenharia sanitária e ambiental da UFMG, 1997.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de, orgs. *Abastecimento de água para consumo humano*. Volume 1. Belo Horizonte, Ed. UFMG, 2010.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de, orgs. *Abastecimento de água para consumo humano*. Volume 2. Belo Horizonte, Ed. UFMG, 2010.

MAIA, Evelize Oliveira. *Efeitos do transporte de esgoto sanitário e águas pluviais em tubulações de concreto*. Monografia apresentada ao curso de especialização em construção civil da Escola de Engenharia da UFMG, 2012.

MARQUES, Terezinha Nascimento Vitor. *Tratamento de águas de abastecimento*. Apostila empregada no curso de especialização em engenharia sanitária e ambiental da UFMG, 2000.

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2005.

MSO 08 - Manual de serviços e obras de *crescimento vegetativo e manutenção em sistemas de abastecimento de água com diâmetro menor que 200 mm* estabelecido pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA/MG).

MSO 09 - Manual de serviços e obras de *crescimento vegetativo e manutenção em redes coletoras e interceptoras de esgoto com diâmetro menor que 400 mm* estabelecido pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA/MG).