

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

JOSIAS ESMERO DA SILVA JÚNIOR

CAMPINA GRANDE

2009

Josias Esmero da Silva Júnior

Relatório de Estágio Supervisionado

Campina Grande

2009



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

Josias Esmero da Silva Júnior

Relatório de Estágio Supervisionado

Relatório apresentado à  
disciplina Estágio  
Supervisionado da Unidade  
Acadêmica de Engenharia  
Civil da Universidade  
Federal de Campina  
Grande.

Supervisor: Professor José Gomes da Silva

Orientador: Eng<sup>o</sup> Olavo dos Anjos Rocha Filho

Campina Grande

2009

Josias Esmero da Silva Júnior

Relatório de Estágio Supervisionado

Relatório entregue em 24 de Julho de 2009.



---

José Gomes da Silva

Supervisor

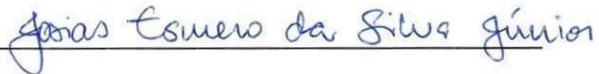


---

Eng. Civil Olavo dos Anjos  
CREA 4.520/D-AL  
RN 020264845-1

Olavo dos Anjos Rocha Filho

Orientador



---

Josias Esmero da Silva Júnior

Estagiário

Campina Grande

2009

## Lista de Figuras

Figura 01: Tubos de concreto para a drenagem	26
Figura 02: Assentamento de tubos de concreto de drenagem	26
Figura 03: Colocação de tubos de concreto	27
Figura 04: Escavação de vala para a drenagem	27
Figura 05: Vista frontal do tubo de drenagem	28
Figura 06: Mapa para delimitação das redes de contribuição	28
Figura 07: Encontro dos tubos de drenagem no poço de visita	29
Figura 08: Alinhamento do tubo de drenagem	29
Figura 09: Construção do poço de visita	30
Figura 10: Dados de projeto	30
Figura 11: Redes coletoras	31
Figura 12: Estabilização do fundo do canal	32
Figura 13: Alinhamento da manta geotêxtil	33
Figura 14: Colchão de brita no fundo do canal	33
Figura 15: Detalhe das formas da mísula do canal	34
Figura 16: Detalhe da ferragem do canal	34
Figura 17: Detalhe da junta de dilatação	35
Figura 18: Ferragem do dissipador de energia	35
Figura 19: Esquema de ligação interdomiliar	37
Figura 20: Escavação e assentamento de tubos de esgoto	37
Figura 21: Ligação de água	38
Figura 22: Serviços de pavimentação	39
Figura 23: Pavimento pronto	39

## Sumário

Apresentação	04
Relatório descritivo	
1.0 Introdução	05
2.0 Objetivos e finalidades	06
3.0 Desenvolvimento	
3.1 Conceituação das atividades	07
3.2 Breve histórico sobre infra-estrutura urbana	09
3.3 Classificação	12
3.3.1 Classificação segundo os subsistemas técnicos setoriais	12
3.3.2 Classificação segundo a localização dos elementos que compõem os subsistemas	21
3.4 Descrição das Atividades	23
3.4.1 Sistemas de controle	24
3.4.2 Produtividade	24
3.4.3 Sistemas de drenagem	25
3.4.4 Construção de canal	31
3.4.5 Esgotamento sanitário	36
3.4.6 Abastecimento de água	38
3.4.7 Pavimentação de ruas	38
4.0 Considerações finais	40
Bibliografia	41

## **Apresentação**

Este relatório tem o interesse de mostrar todas as atividades compreendidas no âmbito da disciplina Estágio supervisionado. Descrevendo em detalhes os serviços observados e realizados. O material aqui apresentado é o resultado de observações pessoais e estudos feitos pelo autor, com intuito de divulgar esses conhecimentos, objetivando auxiliar o profissional envolvido nos projetos físicos de obras de drenagem, abastecimento e esgotamento sanitário.

Para atingir este objetivo, na obra, há a necessidade que se estabeleçam estudos técnico-econômicos sob todos os aspectos da engenharia civil, para determinação das resoluções a serem adotadas dentro do projeto.

## Relatório descritivo

### 1.0 Introdução

O termo "Construção Civil", na maioria das vezes, refere-se a obras de *Edificações* (construção de edifícios residenciais e comerciais, reformas, etc.), embora também englobe, de acordo com o Diagnóstico Nacional da Indústria, a *Construção Pesada* (construções de túneis, ferrovias, barragens, etc.) e a *Montagem Industrial* (montagem de estruturas mecânicas, elétricas, etc.), ou seja, a Construção Civil é a ciência que estuda as disposições e métodos seguidos na realização de uma obra arquitetônica sólida, útil e econômica.

Segundo o (IBGE, 1989) a Indústria da Construção é um dos importantes setores da economia de nosso país, em função, principalmente, de empregar um grande contingente de mão-de-obra, tanto direta como indireta (6,2% mão-de-obra nacional). Suas peculiaridades, que a diferenciam dos demais setores industriais, refletem uma estrutura complexa e dinâmica, onde as condições de trabalho ainda são as ideais.

Dentre as mencionadas peculiaridades do setor em questão, salienta-se a descentralização das atividades produtivas, uma vez que o produto gerado, normalmente único, é feito sob encomenda e realizado no próprio local de seu consumo. Como uma das principais conseqüências se tem à necessidade da elaboração de projetos diferenciados. A atividade produtiva do setor em questão é desenvolvida nos canteiros de obras, longe da sede administrativa das empresas.

## 2.0 Objetivos e finalidades

O relatório aqui apresentado tem por objetivo descrever as diversas atividades desenvolvidas durante o período de estágio como também desenvolver senso crítico para que se tenha condição de analisar as técnicas utilizadas para execução de obras de construção civil, para compreensão dos materiais empregados e utilização racional dos serviços dos operários, entre outros.

As atividades desenvolvidas pelo estagiário na construção de obras de urbanização e saneamento englobam um processo de aprendizagem, no qual as atividades no decorrer deste, dizem respeito à verificação de:

- Plantas e Projetos;
- Quadro de Ferragens;
- Montagem e colocação de armadura de canal de drenagem pluvial;
- Montagem e colocação das malhas de ferro e fôrmas;
- Questões de prumo e esquadro;
- Movimentos de terra (corte e aterro);
- Profundidade, inclinação e alinhamento de tubulações;

Este estágio supervisionado tem por finalidades:

- Aplicação da teoria adquirida no curso, até o momento, na prática;
- Aquisição de novos conhecimentos gerais e termos técnicos utilizados no cotidiano da construção civil;
- Desenvolver a capacidade de analisar e solucionar possíveis problemas que possam vir a surgir no decorrer das atividades;
- Desenvolvimento do relacionamento com as pessoas envolvidas no trabalho.

### 3.0 Desenvolvimento

#### 3.1 Conceituação das atividades

A evolução das cidades corresponde a modificações quantitativas e qualitativas na gama de atividades urbanas e, conseqüentemente, surge a necessidade de adaptação tanto dos espaços necessários a essas atividades, como da acessibilidade desses espaços, e da própria infra-estrutura que a eles serve.

O crescimento físico da cidade, resultante do seu crescimento econômico e demográfico, se traduz numa expansão da área urbana através de loteamentos, conjuntos habitacionais, indústrias, diversos equipamentos urbanos, e/ou em adensamento, que se processa nas áreas já urbanizadas e construídas, muitas vezes resultando em renovações urbanas, quando construções existentes são substituídas por outras, mais adequadas às novas atividades pretendidas, em locais dos quais são expulsas as atividades anteriores. Assim, a localização das atividades urbanas procura levar em consideração:

a) A necessidade efetiva de espaços adaptados a essas atividades. Para tanto, podem ser aproveitados espaços vagos em edificações existentes, criados espaços através de reformas ou da construção de edificações novas em terrenos vazios em áreas obtidas pela destruição ou remoção das edificações existentes;

b) A acessibilidade desses espaços, ou seja, a facilidade de deslocamento de pessoas ou cargas entre eles e outros locais de interesse na cidade e na região. Isto é de fundamental importância, pois uma atividade não se desenvolve isolada na cidade: ela se interrelaciona com uma série de outras atividades, e sem essas ligações ela não consegue subsistir. Para tanto, as vias devem apresentar uma capacidade disponível para os veículos utilizados em função da nova atividade. No caso de transporte público (coletivo), as linhas devem possuir uma capacidade ociosa ou permitir o seu reforço nos períodos necessários. No caso de transporte por automóvel particular, há necessidade também de espaços para o estacionamento dos veículos junto às origens e destinos das viagens;

c) Similarmente, os subsistemas de infra-estrutura (como se verá mais adiante), tanto na rede de distribuição, como ainda nos equipamentos de produção ou tratamento, devem apresentar possibilidades de utilização de capacidade ociosa ou de sua ampliação,

de forma a evitar sobrecargas que impeçam a manutenção dos padrões de atendimento previstos;

d) No caso de áreas residenciais, devem ser consideradas também as necessidades quanto a equipamentos sociais urbanos: creches, clubes sociais, centros de ações sociais, centro médico, hospitais, centros culturais, escolas, entre outros.

Portanto, o espaço urbano não se constitui simplesmente pela tradicional combinação de áreas edificadas e áreas livres, interligadas através dos sistemas viários. Outros sistemas são desenvolvidos para melhorar o seu desempenho. Neste texto será tratada a questão dos sistemas de infra-estrutura.

Infra-estrutura urbana pode ser conceituada como um sistema técnico de equipamentos e serviços necessários ao desenvolvimento das funções urbanas, podendo estas funções ser vistas sob os aspectos social, econômico e institucional. Sob o *aspecto social* a infra-estrutura urbana visa promover adequadas condições de moradia, trabalho, saúde, educação, lazer e segurança. No que se refere ao *aspecto econômico*, a infra-estrutura urbana deve propiciar o desenvolvimento das atividades produtivas, isto é, a produção e comercialização de bens e serviços. E sob o *aspecto institucional*, entende-se que a infra-estrutura urbana deva propiciar os meios necessários ao desenvolvimento das atividades político-administrativas, entre os quais se inclui a gerência da própria cidade.

Em algumas cidades (pólos industriais e comerciais, sedes administrativas, capitais, entre outras) a demanda por infra-estrutura urbana cresce significativamente. Nestes locais, deve-se prever este acréscimo de demanda regional. A infra-estrutura urbana nem sempre se restringe aos limites da cidade, devendo estar interligada a sistemas maiores. Exemplos disto são alguns sistemas de abastecimento de água, como o da Grande São Paulo, que envolve toda uma região do Estado; os sistemas de transporte metropolitano; os sistemas de produção e distribuição de energia elétrica, que são nacionais; e os sistemas de telecomunicações, que são internacionais.

Na realidade, o sistema de infra-estrutura urbana é composto de subsistemas, e cada um deles tem como objetivo final a prestação de um serviço, o que é fácil de perceber quando se nota que qualquer tipo de infra-estrutura requer, em maior ou menor grau, algum tipo de operação e alguma relação com o usuário, o que caracteriza a prestação de um serviço. Por outro lado, ainda que o objetivo dos subsistemas de infra-estrutura seja a prestação de serviços, sempre há a necessidade de investimentos em bens ou equipamentos, que podem ser edifícios, máquinas, redes de tubulações ou galerias, túneis, e vias de acesso, entre outros. Um subsistema de abastecimento de água de uma cidade,

por exemplo, possui uma dimensão física, constituída por equipamentos de captação, reservatórios, estações de tratamento e rede de distribuição. Por outro lado, esse mesmo subsistema também expressa a prestação de um serviço, que é constituído de atividades de operação e manutenção, medição de consumo e cobrança de tarifas, controle da qualidade da água e atendimento ao público, entre outros.

### **3.2 Breve histórico sobre infra-estrutura urbana**

A existência das redes de infra-estrutura nas cidades é tão antiga como as mesmas, uma vez que forma parte indissolúvel delas. Obviamente, a primeira rede a aparecer é a rede viária, onde se percebe a evolução do perfil dos calçamentos desde as antigas vias romanas até o surgimento do automóvel quando se produz a maior evolução dos tipos de pavimentos. A seguir, aparecem as redes sanitárias, das quais existem excelentes exemplos em Jerusalém e Roma antiga e, finalmente, as redes energéticas, em fins do século XIX (MASCARÓ, 1987).

Em matéria de redes sanitárias, exemplo interessante de ser analisado é Roma, que contava com um excelente sistema de abastecimento de água (existente também na maioria das cidades do Império). A água, que traziam desde longe, era conduzida para grandes depósitos que, de um lado, serviam para armazenamento e, de outro, para depuração (ainda que parcial) por decantação, razão pela qual esses grandes depósitos devem ser vistos como um antecedente histórico de nossas atuais plantas potabilizadoras de água (às vezes de desenho menos criterioso que o dos romanos). Na época do apogeu imperial romano, havia mais de 50 km de grandes aquedutos e 350 km de canalizações d'água na cidade de Roma. As canalizações principais, geralmente em alvenaria de pedra, levavam água até depósitos abobadados de alvenaria conhecidos como "castelos de água" que, em número de 250, se espalhavam pela cidade. Desses depósitos saía uma série de tubos de latão, aos quais se soldavam tubulações de chumbo que levavam a água sob pressão (por ação da gravidade) para palácios, fontes, residências, etc. Ou seja, uma verdadeira rede d'água potável que daria inveja a muitas cidades "modernas" de hoje. A água era cobrada do usuário na proporção do diâmetro do tubo que o abastecia. Possuía Roma: 19 aquedutos

que forneciam 1.000.000 m<sup>3</sup>/dia à cidade, esgotos dinâmicos e ruas pavimentadas para atender cerca de 1.000.000 de habitantes (FERRARI, 1991).

Povos de outras latitudes também se preocuparam com este serviço público. Os germanos, por exemplo, utilizaram a madeira (pela sua abundância local) para fazer tubulações de água e abastecer assim suas cidades. A adaptação de cada uma das redes de serviços às disponibilidades locais de materiais e mão-de-obra é uma restrição econômica que hoje nem sempre é levada em consideração. No século XIX, a máquina a vapor passa a permitir o transporte de grandes cargas a grandes distâncias e, assim como se internacionalizou a tecnologia de edificação, se internacionalizou também a tecnologia das redes urbanas. A relativa liberalização das restrições de materiais locais tem seus aspectos positivos, mas apresenta também fortes aspectos negativos: por exemplo, os pavimentos das ruas se internacionalizaram nos seus materiais, desenho e tecnologia, perdendo-se algumas vezes, porém, interessantes e econômicas soluções locais. O asfalto se difunde de Paris, Londres e Nova Iorque, até Rio, Brasília e São Paulo, independentemente de disponibilidades (é um derivado de petróleo) e de climas (a cor escura o leva a absorver o calor do sol), e passa a ser quase a única solução para pavimentos urbanos, pelo "status" de modernidade que confere à maioria das cidades do mundo (MASCARÓ, 1987).

O abastecimento de água trouxe a preocupação pela eliminação dos líquidos residuais, e há indícios que egípcios, babilônios, assírios e fenícios tinham redes de esgoto; mas a primeira rede claramente organizada que se conhece é a de Roma, composta de uma série de ramais que se uniam até formar uma coletora mestra, que, com um desenho relativamente similar ao dos aquedutos levava para longe da cidade as águas servidas. Na Europa aparece a primeira legislação regulamentando os esgotos em Londres, em 1531, posterior à primeira lei sanitária urbana da Inglaterra, de 1338, aprovada por um parlamento reunido em Cambridge (MUMFORD, 1982). Em 1835, na Alemanha (depois da peste da cólera), se constituem comissões para debater, estudar e estabelecer normas para os esgotos das cidades alemãs. As galerias de esgotos de Paris são famosas pelo seu desenho e dimensões. Na Inglaterra aparece, em 1876, a primeira legislação contra a poluição causada por esgotos lançados nos rios e outros corpos d'água.

Nestes três exemplos (esgotos, água potável e pavimentação) as inovações de engenharia conhecidas em cidades e regiões mais antigas foram convertidas em grandes formas coletivas, servindo às massas urbanas. Mas, como freqüentemente acontece nas aplicações da engenharia, os benefícios físicos não se estendem a todos os espaços

urbanos: os grandes esgotos de Roma não eram ligados às privadas acima do primeiro andar (MUMFORD, 1982).

As redes de energia nas cidades são posteriores; a primeira a aparecer foi a de gás. A primeira companhia de distribuição de gás, como serviço público, foi criada na Inglaterra, em 1812, para atender à cidade de Londres. Nos Estados Unidos foram feitas tentativas em Massachusetts, Rhode Island e Filadélfia em 1815. O gás distribuído na época era fabricado a partir da destilação do carvão; o objetivo foi primeiro a iluminação pública e logo a residencial. Por volta de 1840 aparecem os primeiros fogões a gás. Em 1821, em Fredonia (Nova Iorque), foi perfurado o primeiro poço de gás natural, e pouco depois começava sua distribuição na cidade. As tubulações de distribuição de gás inicialmente eram de madeira. O gasoduto que levava o gás para Rochester, Estado de Nova Iorque, era de pinho branco e media 40 km de comprimento, mas os vazamentos eram tão grandes que a linha foi abandonada em poucos anos. Em 1834 foi construída em Nova Jersey a primeira fábrica de tubos de ferro fundido e, em 1891, feita a primeira tubulação em aço, mais eficiente e econômica, para levar gás a Chicago.

No Brasil, o gás foi introduzido inicialmente em São Paulo. Na década de 1860, todas as ruas do bairro da atual Praça da Sé eram iluminadas a noite por duzentos lampiões. A empresa originalmente criada pelo empresário Afonso Milliet foi transferida posteriormente para uma companhia inglesa. Paralelamente à conclusão da ampliação da Casa das Retortas, no ano de 1889, o governo prosseguia estimulando o uso do gás canalizado na província. Em 1897, a Companhia de Gás foi isenta de pagamento de impostos estadual e municipal e a ela foi conferido o poder de desapropriação para fins de utilidade pública. Quatro anos antes, foi baixada uma lei permitindo que os combustores instalados em postes públicos fossem colocados nas paredes das construções particulares sempre que tal medida beneficiasse o trânsito do sistema de transporte, constituída na sua maioria por cavalos e carroças. Para a ocasião, eram medidas de grande alcance que chegaram a provocar sérias polêmicas, especialmente entre os políticos. Em 1936, foram desativados os últimos lampiões de gás em São Paulo. A partir daí o uso do gás ficou restrito à produção de calor. Mesmo assim seu consumo manteve-se em expansão permanente. Por mais de um século (1871/1974) foi utilizado gás de carvão mineral. Em 1972 começou a ser utilizado gás produzido a partir do petróleo, hoje substituído por gás natural, trazido de jazidas através de canalizações.

Em fins do século XIX aparecem as redes de energia elétrica, primeiro para iluminar o centro das cidades (entrando em colisão com a rede de gás) e logo depois para

substituir os cavalos que puxavam os bondes. A partir de sua introdução, a rede de eletricidade experimentou um grande desenvolvimento. São estas duas redes (eletricidade e gás) que permitem que as cidades mudem de função e passem de centros administrativos ou de intercâmbio a centros de produção. São as duas redes do período industrial (MASCARÓ, 1987).

Talvez nos próximos anos, com o advento da era de informática, as redes telefônicas e de televisão por cabo se tornem as mais importantes. Como fiel reflexo de nossas estruturas culturais e produtivas, as redes vêm acompanhando as mudanças, razão pela qual uma cuidadosa programação sobre sua implantação e possibilidade de expansão (ou extinção) deve ser feita quando se planeja a organização do espaço e do solo urbano.

### 3.3 Classificação

O sistema de infra-estrutura urbana pode ser classificado, para sua melhor compreensão, de várias maneiras: subsistemas técnicos setoriais e posição dos elementos (redes) que compõem os subsistemas, entre outros.

#### 3.3.1 Classificação segundo os subsistemas técnicos setoriais

A engenharia urbana é a arte de conceber, realizar e gerenciar sistemas técnicos. O termo *sistema técnico* tem dois significados: o primeiro enquanto rede suporte, isto é, uma dimensão física, e o segundo enquanto rede de serviços. Nesta ótica, portanto, procura-se integrar, no conceito de sistema técnico, sua função dentro do meio urbano, o serviço prestado à população e seus equipamentos e rede física.

Esta conceituação facilita a identificação dos subsistemas urbanos, a partir dos subsistemas técnicos setoriais. A classificação a seguir reflete a visão de como a cidade funciona e todos os subsistemas técnicos a seguir relacionados são denominados, no seu conjunto, de sistemas de infra-estrutura urbana:

a) Subsistema Viário: Segundo (PUPPI, 1988), o subsistema viário urbano deve se amoldar à configuração topográfica a ser delineada tendo-se em vista:

- os deslocamentos fáceis e rápidos, obtidos com percursos os mais diretos possíveis, entre os locais de habitação e os de trabalho e de recreação, e com comunicações imediatas do centro com os bairros e destes entre si;
- o propiciamento das melhores condições técnicas e econômicas para a implantação dos equipamentos necessários aos outros subsistemas de infra-estrutura urbana;
- a constituição racional dos quarteirões, praças e logradouros públicos;
- a conjugação sem conflitos ou interferências anti-funcionais da circulação interna com a do subsistema viário regional e interurbano;
- a limitação da superfície viária e seu desenvolvimento restrito ao mínimo realmente necessário, em ordem a se prevenir trechos supérfluos e se evitarem cruzamentos arteriais excessivos ou muito próximos.

Além disso, as vias, que constituem o subsistema viário, deverão conter as redes e equipamentos de infra-estrutura que compõem seus demais subsistemas, em menor ou maior escala. O subsistema viário é composto de uma ou mais redes de circulação, de acordo com o tipo de espaço urbano (para receber veículos automotores, bicicletas, pedestres, entre outros). Complementa este subsistema o subsistema de drenagem de águas pluviais (que será visto mais adiante), que assegura ao viário o seu uso sob quaisquer condições climáticas.

De todos os subsistemas de infra-estrutura urbana, o viário é o mais delicado, merecendo estudos cuidadosos porque (MASCARO, 1987):

- é o mais caro dos subsistemas, já que normalmente abrange mais de 50% do custo total de urbanização;
- ocupa uma parcela importante do solo urbano (entre 20 e 25%);
- uma vez implantado, é o subsistema que mais dificuldade apresenta para aumentar sua capacidade pelo solo que ocupa, pelos custos que envolvem e pelas dificuldades operativas que cria sua alteração;
- é o subsistema que está mais vinculado aos usuários (os outros sistemas conduzem fluídos, e este, pessoas).

Pode-se encontrar nesse subsistema vias de diversas dimensões e padrões, em função do volume, velocidade e intensidade do tráfego, sentido do fluxo (que pode ser unidirecional ou bidirecional) e das interferências que pode ter o tráfego, tais como cruzamentos, estacionamentos e garagens, entre outros. Em função desses fatores, as vias podem ser classificadas da seguinte forma:

- *vias locais* apresentam utilização mista, isto é, são utilizadas tanto por veículos como por pedestres, sendo que os veículos são, predominantemente, os dos próprios moradores da rua;
- *vias coletoras* ligam vias locais de setores ou bairros com as vias arteriais e servem também ao tráfego de veículos de transporte coletivo;
- *vias arteriais* são, em geral, denominadas avenidas, interligam áreas distantes; podem possuir volume e velocidade de tráfegos elevados e suas pistas são unidirecionais;
- *vias expressas* são de alta velocidade, unidirecionais, não possuem cruzamentos e podem ter também mais de duas pistas de rolamento e acostamento, não sendo indicadas para tráfego de pedestres.

O perfil de via atual privilegia os veículos automotores e desconsidera o pedestre, embora deva ser previsto, em algumas destas vias, o tráfego de veículos e pedestres. Assim, as vias urbanas atuais constituem-se, basicamente, de duas partes diferenciadas pelas funções que desempenham (Mascaró, 1987):

- o leito carroçável, destinado ao trânsito de veículos e ao escoamento das águas pluviais através do conjunto meio-fio x sarjeta e boca-de-lobo, e deste para a galeria de esgoto pluvial;
- os passeios adjacentes ou não ao leito carroçável, destinados ao trânsito de pedestres e limitados fisicamente pelo conjunto meio-fio x sarjeta.

Além dessas tipologias, têm-se as *ciclovias*, que são vias destinadas ao trânsito de bicicletas. Têm a função de proteger o trânsito destes veículos ao mesmo tempo em que os removem das vias de maior movimento de automóveis. Possuem a limitação dos fatores topográficos e da falta de espaço físico em áreas já urbanizadas.

Devido ao grande desembolso necessário para a implantação das vias que compõem este subsistema, a manutenção das mesmas carece de um capítulo à parte. A manutenção pode ser considerada de duas formas:

- *Manutenção preventiva* compõe-se de métodos e processos, geralmente de custos relativamente baixos, que visa permitir o bom funcionamento da via durante sua vida útil para a qual fora projetada. Pinturas periódicas das faixas, verificação e troca de placas de sinalização danificadas, pequenos reparos nas pistas e limpeza da faixa de domínio fazem parte desta forma de manutenção.
- *Manutenção corretiva* é necessária quando a via apresenta-se danificada por agentes de tráfego (automóveis, ônibus, caminhões) ou por agentes naturais (inundações,

escorregamentos de aterros) que impeçam ou dificultem o trânsito normal na mesma. As patologias mais comuns são: buracos na pista, destruição das proteções laterais, deslocamento e deterioração dos pavimentos, entre outros.

b) Subsistema de drenagem pluvial: Este subsistema tem como função promover o adequado escoamento das massas líquidas provenientes das chuvas que caem nas áreas urbanas, assegurando o trânsito público e a proteção das edificações, bem como evitando os efeitos danosos das inundações.

Nas cidades medievais, onde o tráfego maior era de pedestres, as águas pluviais escoavam por sobre o pavimento das vias, geralmente em sua parte central. Com o passar do tempo e o aumento das cidades, além do advento dos veículos automotores, este processo de drenagem foi substituído pelo uso de galerias pluviais subterrâneas, onde as medidas e as formas dessas galerias respondiam à dupla função de escoar os esgotos (parte inferior das galerias) e as águas pluviais (seção plena durante as chuvas), além da previsão de uma área para circulação de pessoas, permitindo realizar tarefas de inspeção e limpeza, na época de estiagem. Este processo combinado de escoamento de águas pluviais e de esgotos, chamado de Sistema Unificado, está sendo abandonado em todo o mundo, em função da dificuldade e impedimento para o tratamento dos esgotos além de favorecer o surgimento de vetores e doenças infecto-contagiosas. (MASCARO, 1987).

O subsistema de drenagem de águas pluviais constitui-se, atualmente, de duas partes (MASCARÓ, 1987):

- ruas pavimentadas, incluindo as guias e sarjetas;
- redes de tubulações e seus sistemas de captação.

Assim, tem-se:

- *Meio fios e guias*: são elementos utilizados entre o passeio e o leito carroçável, dispostos paralelamente ao eixo da rua, construídos geralmente de pedra ou concreto pré-moldado e que formam um conjunto com as sarjetas. É recomendável que possuam uma altura aproximada de 15 cm em relação ao nível superior da sarjeta. Uma altura maior dificultaria a abertura das portas dos automóveis, e uma altura menor diminuiria a capacidade de conduzir as águas nas vias.

- *Sarjetas*: são faixas do leito carroçável, situadas junto ao meio-fio, executadas geralmente em concreto moldado *in loco* ou pré-moldadas. Formam, com o meio-fio, canais triangulares cuja finalidade é receber e dirigir as águas pluviais para o sistema de captação.

- *Sarjetões*: são calhas geralmente construídas do mesmo material das sarjetas e com forma de “V”, situadas nos cruzamentos de vias e que dirigem o fluxo de águas perpendiculares. Um dos pontos críticos desse sistema ocorre nos cruzamentos de ruas, onde as águas, dentro do possível, não devem atrapalhar o tráfego.
- *Bocas de lobo*: são caixas de captação das águas colocadas ao longo das sarjetas, com a finalidade de captar as águas pluviais em escoamento superficial e conduzi-las ao interior das galerias. Normalmente, são localizadas nos cruzamentos das vias a montante da faixa de pedestres, ou em pontos intermediários, quando a capacidade do conjunto meio-fio x sarjeta fica esgotado.
- *Galerias*: são canalizações destinadas a receber as águas pluviais captadas na superfície e encaminhá-las ao seu destino final. São localizadas em valas executadas geralmente no eixo das ruas, com recobrimento mínimo de 1,0 m. São, em geral, pré-moldadas em concreto, com diâmetros variando entre 400 e 1500 mm.
- *Poços de visita*: são elementos do subsistema de drenagem de águas pluviais que possibilitam o acesso às canalizações, para limpeza e inspeção. São necessários quando há mudança de direção ou declividade na galeria, nas junções de galerias, na extremidade de montante, ou quando há mudança de diâmetro das galerias. As paredes são executadas, geralmente, em tijolos ou concreto, o fundo em concreto e a tampa em ferro fundido.
- *Bacias de estocagem*: são reservatórios superficiais ou subterrâneos que, ao acumular o excesso de água proveniente de chuvas fortes, permitem o seu escoamento pelas galerias ou canais existentes, em fluxos compatíveis com as suas capacidades, evitando extravasamentos sobre os leitos viários nos fundos de vale.

O traçado da rede de canalizações que compõem este subsistema é função das características topográficas e do subsistema viário da área a ser drenada. O dimensionamento da rede (canalizações, guias e sarjetas) assim como dos equipamentos de infra-estrutura necessários ao funcionamento desse subsistema depende:

- do ciclo hidrológico local: quanto mais chuva, maior é o subsistema;
- da topografia: quanto maiores os declives, mais rápido se dão os escoamentos;
- da área e da forma da bacia: quanto maior a área, mais água é captada;
- da cobertura e impermeabilização da bacia: quanto menos água for absorvida pelo terreno, mais deve ser esgotada;
- do traçado da rede: interferências com as redes de outros subsistemas.

c) Subsistema de abastecimento de água: O provimento de toda a população de água aprazível aos sentidos e sanitariamente pura, bastante para todos os usos, é a finalidade de um subsistema de abastecimento de água. A qualidade e a quantidade da água são, pois, as duas condições primordiais a serem observadas (PUPPI, 1981). Só a água potável, isto é, a que perfaz determinados requisitos físicos, químicos e biológicos, tem garantia higiênica. Entre nós, é a única a ser oferecida à população, para todos os usos, mesmo para aqueles em que águas de qualidade inferior poderiam ser admitidas sem riscos sanitários. A água destinada à bebida e alimentação é a que apresenta maior exigência de qualidade, sendo elevado seu custo de potabilização. Este problema tem sido resolvido, em alguns casos, pelo uso de purificadores domiciliares, solução parcial e elitista do problema. Em outros casos (pouco comum no Brasil), pela construção de duas redes de água, uma potável e outra para rega de jardins, enchimento de piscinas, uso industrial, incêndio, entre outros (MASCARÓ, 1987).

O subsistema de abastecimento de água compõe-se, geralmente, das seguintes partes:

- **Captação:** o processo de captação consiste de um conjunto de estruturas e dispositivos construídos junto a um manancial para a captação de água destinada a esse subsistema.

Os mananciais utilizados para o abastecimento podem ser as águas superficiais ou subterrâneas. No caso das águas superficiais (rios, lagos e córregos) com capacidade adequada, a captação é direta. Naqueles cuja vazão é insuficiente em alguns períodos do ano, torna-se necessário construir reservatórios de acumulação. Os mananciais subterrâneos são mais caros, devendo-se evitar sua utilização indiscriminadamente (MASCARÓ, 1987).

- **Adução:** o processo de adução é constituído pelo conjunto de peças especiais e obras de arte destinadas a ligar as fontes de água bruta (mananciais) às estações de tratamento, e estes aos reservatórios de distribuição. Para o traçado das adutoras levam-se em conta fatores como: topografia, características do solo e facilidades de acesso. De um modo geral, procura-se evitar sua passagem por regiões acidentadas, terrenos rochosos e solos agressivos, como os pântanos, que podem prejudicar a durabilidade de certos tipos de tubulações. Também devem ser evitados trajetos que impliquem em obras complementares custosas ou que envolvam despesas elevadas de operação e manutenção. Os materiais normalmente utilizados em adutoras são concreto, ferro fundido, aço e, em menor escala, cimento amianto (MASCARÓ, 1987). O cimento amianto foi o primeiro material com fibras para a construção civil a ser empregado, permanecendo em uso até hoje, apesar da

possibilidade de apresentar riscos à saúde, quando o amianto é manuseado inadequadamente. (AGOPYAN & DEROLLE, 1988).

- *Recalque*: quando o manancial ou o local mais adequado para a captação estiverem a um nível inferior que não possibilite a adução por gravidade, é preciso o emprego de um equipamento de recalque, constituído por um conjunto de motor, bomba hidráulica e acessórios (PUPPI, 1981). Os sistemas de recalque são muito utilizados atualmente, seja para captar a água de mananciais, seja para reforçar a capacidade das adutoras, ou para recalcar a água a pontos distantes ou elevados, acarretando o encarecimento do subsistema de abastecimento de água (MASCARÓ, 1987). Em cidades de topografia acidentada, é recomendável usar redes divididas em partes independentes, de forma a poder aproveitar a adução por gravidade para partes delas, recalcando-se a água somente onde for necessário.
- *Tratamento*: os recursos hídricos mais indicados para o suprimento de uma cidade, principalmente as águas naturais de superfície, raramente satisfazem todos os requisitos do ponto de vista qualitativo. Entretanto, se não forem potáveis, são potabilizáveis, isto é, podem ter as suas qualidades melhoradas dentro dos padrões higiênicos recomendados mediante um tratamento parcial ou completo, de acordo com a procedência das impurezas e com a intensidade da poluição ou da contaminação. Assim, a necessidade e abrangência dos processos de tratamento recomendáveis são definidas através dos dados relativos à qualidade da água no manancial e sua variação durante o ano (MASCARÓ, 1987). O tratamento da água é dispendioso e deverá compreender apenas os processos imprescindíveis à obtenção da qualidade desejada, a custos mínimos. Estes processos de tratamento podem ser: sedimentação simples, aeração, coagulação, decantação, filtração, desinfecção, alcalinização, fluoretação, amolecimento, remoção de impurezas, entre outros.
- *Distribuição*: é constituída pelos reservatórios, que recolhem a água aduzida e a tratada, e pela rede de tubos que a conduzem para o consumo, ou rede de distribuição. Embora a água possa ser conduzida diretamente da adutora à rede de distribuição, a utilização de *reservatórios* é prática usual e geral. Oferece diversas vantagens, entre as quais se destacam: um melhor e mais seguro provimento para o consumo normal e para as suas variações, o atendimento de consumos de emergência e/ou consumos esporádicos, como o do combate a incêndios; a manutenção de uma pressão suficiente em todos os trechos da rede de distribuição, entre outros (MASCARÓ, 1987). Por outro lado a *rede de distribuição* é a parte propriamente urbana e a mais dispendiosa de todo esse subsistema.

Com os seus ramais instalados ao longo das ruas e logradouros públicos, a interdependência entre a rede hidráulica e a rede viária requer um cuidadoso estudo no planejamento urbanístico. No caso mais geral, que é o de sua instalação em uma cidade ou zona urbana pré-existente, seu traçado está previamente definido, ficando subordinado à configuração das vias públicas, nem sempre favorável a um melhor escoamento. Estas redes são constituídas por uma seqüência de tubulações de diâmetros decrescentes, com início no reservatório de distribuição. Peças de conexão dos trechos ou ramais, válvulas, registros, hidrantes, aparelhos medidores e outros acessórios necessários completam-na.

Os materiais mais freqüentemente empregados nas tubulações que compõem este subsistema são o ferro fundido, o PVC (e, ainda, o cimento-amianto). Eles são utilizados em função das qualidades mínimas necessárias ao funcionamento das redes (pressões interna e externa, qualidade da água transportada principalmente antes do tratamento, entre outras), acarretando, assim, menores custos de instalação e operação. Outro aspecto importante para se obter economia na execução e manutenção das redes é a profundidade de colocação das tubulações. Recomenda-se que estas tubulações não sejam colocadas em grandes profundidades, já que as de esgotos devem estar sempre abaixo da rede de distribuição de água, por razões de segurança e higiene (PUPPI, 1981).

d) Subsistema de esgotamento sanitário: Uma vez utilizada, a água distribuída à população se deteriora, tornando-se repulsiva aos sentidos, imprestável mesmo a usos secundários, e nocivos, em conseqüência da poluição e da contaminação. O seu imediato afastamento e um destino tal que não venha a comprometer a salubridade ambiental são providências que não podem ser postergadas (PUPPI, 1981).

Este subsistema constitui-se no complemento necessário do subsistema de abastecimento de água. Porém, as divergências são flagrantes e profundas, considerando que funciona em sentido inverso, iniciando um onde o outro termina. A cada trecho da rede de distribuição de água deve corresponder o da rede coletora de água servida, ambas com exercício em marcha. Os fluxos, contudo, são opostos e de características diversas: o de água potável sob pressão, em conduto forçado e com vazão decrescente; o de esgoto, sob pressão atmosférica, em conduto livre e com vazão crescente.

O subsistema de esgotos sanitários compreende, geralmente, a rede de canalizações e órgãos acessórios, órgãos complementares e dispositivos de tratamento dos esgotos, antes de seu lançamento no destino final. Assim, tem-se:

- *Redes de esgoto sanitário*: são formadas por canalizações de diversos diâmetros e funções, entre as quais se destacam por ordem crescente de vazão e de seqüência de

escoamento: ligações prediais, coletores secundários, coletores primários, coletores tronco, interceptores e emissários. Canalizações especiais, por vezes, podem ser necessárias, como os sifões invertidos e outras. A escolha dos materiais utilizados nas tubulações das redes deve levar em consideração as condições locais (solo), as facilidades de obtenção e disponibilidade dos tubos, e os custos dos mesmos. Normalmente, são utilizados tubos de seção circular, cujos materiais mais comuns são: cerâmica, concreto simples ou armado, cimento-amianto, ferro-fundido e PVC (MASCARÓ, 1987).

- *Ligações prediais*: são constituídas pelo conjunto de elementos que têm por finalidade estabelecer a comunicação entre a instalação predial de esgotos de um edifício e o sistema público correspondente.
- *Poços de visita*: destinam-se à concordância, inspeção, limpeza e desobstrução dos trechos dos coletores; para isso devem ser instalados nas extremidades das canalizações, nas mudanças de direção, de diâmetro e de declividade, nas intersecções e a cada 100 m, aproximadamente, nos trechos longos.
- *Tanques flexíveis*: ou de descarga automática periódica, servem para a lavagem dos coletores em trechos de pequena declividade e onde haja a possibilidade de depósitos e riscos de obstruções. Estão cada vez mais em desuso por possibilitarem a contaminação da rede de água potável e por razões de ordem econômica.
- *Estações elevatórias*: são indispensáveis em cidades ou áreas com pequena declividade e onde for necessário bombear os esgotos até locais distantes. A construção destas estações só se justifica quando não é possível o esgotamento por gravidade. Estas estações têm custo inicial elevado e exigem despesas de operação e manutenção permanentes.
- *Estações de tratamento*: são instalações destinadas a eliminar os elementos poluidores, permitindo que as águas residuárias sejam lançadas nos corpos receptores finais em condições adequadas. O tratamento das águas residuárias exige, para cada tipo de esgoto (doméstico, industrial, entre outros), um processo específico, devendo ser realizado na medida das necessidades e de maneira a assegurar um grau de depuração compatível com os corpos d'água receptores. Estas estações são geralmente concebidas de modo a possibilitar a sua execução em etapas, não somente em termos de vazão, mas também em função do tratamento. Assim, os processos mais comuns para tratamentos de esgotos são: gradeamento, desarenação, flutuação, sedimentação, coagulação, irrigação, filtração, desinfecção, desodorização, digestão, entre outros.

e) Subsistema energético: É constituído fundamentalmente por dois tipos de energias: a elétrica e a de gás. São as duas formas de energia que mais se usam nas áreas urbanas no mundo, por serem de fácil manipulação, limpas e relativamente econômicas. A utilização destas duas fontes de energia vem aumentando desde o começo deste século, tendo se acentuado este crescimento a partir de 1973, com a crise do petróleo. Em nível mundial, nas malhas urbanas, a energia elétrica destina-se à iluminação de locais e movimentação de motores, e a energia do gás à produção de calor (como cozinhar, esquentar água, aquecer ambientes) (MASCARÓ, 1987).

Com relação às redes que compõem este subsistema, a elétrica pode ser aérea ou subterrânea, sendo esta última solução a mais cara. Nas áreas urbanas de baixa densidade e nas de pouco poder aquisitivo, a rede elétrica aérea é a solução obrigatória pelo seu menor custo, embora produza poluição visual e apresente menor segurança que a subterrânea. A rede de gás é sempre subterrânea e apresenta estruturas, materiais e diâmetros das tubulações similares aos da rede de água. Devido à sua periculosidade, sua localização é a mais isolada possível em relação às demais redes subterrâneas e às edificações.

f) Subsistemas de comunicações: Este subsistema é, sem dúvida, o que mais se desenvolve atualmente, a uma velocidade muito grande. Depois do acelerado processo de “encurtamento” de distâncias via aumento da velocidade de transporte (melhoria das vias e mais potência dos veículos), chega a vez de “diminuir” o mundo, melhorando drasticamente a comunicação. Compreende a rede telefônica e a rede de televisão a cabo. As conexões são feitas por condutores metálicos, e, mais recentemente, de fibras óticas, cabos terrestres ou submarinos e satélites. As redes de infra-estrutura que compõe este subsistema (cabeamento e fios) seguem especificações similares aos do sistema energético; os satélites fazem parte da engenharia aeroespacial.

### **3.3.2 Classificação segundo a localização dos elementos que compõem os subsistemas**

A classificação aqui apresentada leva em consideração, basicamente, a localização das redes que compõem os diversos subsistemas de infra-estrutura urbana. Estas redes, para constituir um sistema harmônico, devem ser concebidas como tal, ou seja, como um conjunto de elementos articulados entre si e com o espaço urbano que as contenha.

Mas a desarticulação entre empresas de serviços públicos é grande e se traduz em uma séria desordem do subsolo urbano e efeitos estéticos e urbanísticos desagradáveis, acarretando maiores custos de implantação e operação, dificultando as necessárias renovações e ampliações próprias de cada rede. Esta desarticulação ocorre principalmente devido à falta de um cadastro geral que contenha as localizações, precisas, de todas as redes e seus equipamentos complementares. Este cadastro geral seria “alimentado” periodicamente por cada concessionária de serviços públicos, de forma a mantê-lo sempre atualizado. Uma das maneiras de se evitar problemas é localizar as redes a diferentes níveis e em diferentes faixas, segundo suas características. Os níveis usados para localizar as redes, e que dão origem à classificação por localização das mesmas, são os seguintes (MASCARÓ, 1987):

a) Nível aéreo: Neste nível, são localizadas, normalmente, as redes de distribuição de energia elétrica, telefonia e TV a cabo. Há casos (e em muitos países essa é a norma) em que essas redes são subterrâneas. A localização subterrânea traz muitas vantagens, pois evita a exposição das redes aéreas às intempéries (ventos fortes e raios), a interferência com árvores, com veículos e até mesmo com pessoas. A escolha das posições relativas dessas redes, de suas alturas em relação à copa das árvores e à direção dos ventos dominantes, merece considerações específicas para reduzir ao mínimo a interferência entre elas e seus problemas correlatos.

Com relação às redes de energia elétrica, para diminuir sua interferência com as árvores, pode-se lançar mão da *rede compacta*, em que o distanciamento entre os fios que a compõem é menor, agrupados segundo os vértices de um losango. Este tipo de rede já é muito utilizado em algumas cidades brasileiras, e os resultados obtidos (custos de implantação x interferências) têm sido muito bons.

b) Nível da superfície do terreno: Aqui são encontrados os pavimentos do subsistema viário, as calçadas para pedestres e as ciclovias (entre outras formas de vias de tráfegos), além das redes superficiais que compõem o subsistema de drenagem pluvial (meios-fios, sarjetas, bocas-de-lobo, canais). É necessário ressaltar que este nível pode ser considerado o mais importante, pois a pavimentação é o mais caro dos elementos de redes que compõem os subsistemas de infra-estrutura urbana, representando cerca de 50% do custo total do conjunto e ocupando uma parcela importante do solo urbano. Os subsistemas viários e de drenagem das águas pluviais, uma vez implantados, são os que mais dificuldades apresentam para sua ampliação ou modificação, devido aos custos e às interferências que acarretam no meio urbano, pelo que suas boas ou más condições são

imediatamente percebidas. Este nível não interfere com os demais mas sofre influência do nível subterrâneo, já que as reparações e ampliações das redes localizadas no subsolo são executadas com a quase inevitável destruição dos pavimentos (seja nas calçadas para pedestres ou nas vias para veículos).

c) Nível subterrâneo: Neste nível localizam-se as redes profundas do subsistema de drenagem pluvial, de água, de esgoto, de gás canalizado e, eventualmente, energia elétrica e comunicações, assim como de parte do subsistema viário (metrô), além das passagens subterrâneas para pedestres. É o nível mais difícil de ser organizado devido às possibilidades de congestionamento e interferências recíprocas entre os diversos subsistemas (ou suas partes) nele localizados. Além disso, a organização deste espaço exige articulação institucional, já que cada um dos subsistemas que compõe a infraestrutura urbana é, em geral, gerido por diferentes órgãos, de distintas instâncias do governo, que nem sempre atuam de forma coordenada.

Nesse nível devem ser equacionadas também as interferências técnicas entre os diversos subsistemas, como o de água e o de esgoto (possibilidade de contaminação da rede de água pelo vazamento de esgotos) e os de energia elétrica e gás canalizado (explosões ocasionadas por faíscas da rede elétrica na presença de vazamentos nas tubulações de gás). Ficam evidentes os benefícios sócio-econômicos resultantes de uma boa organização dos três níveis de localização dos subsistemas que compõem a infraestrutura urbana, por exemplo, por meio da fixação de faixas, horizontais e verticais, aéreas e subterrâneas, nas quais se localizaria cada uma destas redes, compatibilizadas com a presença da arborização urbana.

### **3.4 Descrição das Atividades**

As ações realizadas no âmbito do estágio compreenderam serviços de sistemas de controle, apropriações, acompanhamento de serviços de drenagem, esgotamento sanitário, abastecimento, pavimentação e levantamento de quantitativos.

### 3.4.1 Sistemas de controle

No que se refere aos sistemas de controle podemos constatar preços de equipamentos e transportes e locações dos mesmos, através de fichas, que resumem o quantitativo transportado e/ou movimentado, o horário específico de ocorrência, bem como o material envolvido. Tal procedimento é de fundamental importância para a vida das indústrias da construção civil, pois é nestes sistemas que se fundamentam toda a manutenção de fornecedores e insumos necessários a continuação da obra.

### 3.4.2 Produtividade

A verificação da produtividade se torna cada vez mais freqüente nas construtoras devido aos prazos de conclusão da obra, bem como o combate aos desperdícios de insumos e material humano. A preocupação quanto ao uso excessivo de materiais e componentes faz parte dos debates quanto a este segmento industrial há muito tempo. O real conhecimento da situação vigente e a proposta de caminhos para a melhora do desempenho do setor e ao eventual desperdício existente tornam-se uma necessidade atual de acirramento da competição entre as empresas e de crescentes exigências por parte dos consumidores seja público ou privado.

Parte fundamental da obra as apropriações (verificação da produtividade) tem se mostrado cada vez mais interessantes para o gerenciamento do projeto como um todo e caminha no sentido de levantar informações consistentes e subsidiar saídas para melhoria contínua da produtividade. Tendo por base experiências de alguns dos líderes que fazem parte do atual grupo de trabalho elaborou-se uma metodologia para a coleta e avaliação de informações sobre o consumo de materiais, componentes em obra e índices de produtividade a qual passou e continua passando por um intenso aperfeiçoamento.

### 3.4.3 Sistemas de drenagem

O caminho percorrido pela água da chuva sobre uma superfície pode ser topograficamente bem definido, ou não. Após a implantação de uma cidade, o percurso caótico das enxurradas passa a ser determinado pelo traçado das ruas e acaba se comportando, tanto quantitativa como qualitativamente, de maneira bem diferente de seu comportamento original. Devido a tais situações se faz necessário os serviços de drenagem que é o termo empregado na designação das instalações destinadas a escoar o excesso de água sejam em rodovias, na zona rural ou na malha urbana, sendo que a drenagem desta última é assunto do nosso relatório. A drenagem urbana não se restringe aos aspectos puramente técnicos impostos pelos limites restritos à engenharia, pois compreende o conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem à atenuação dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundações aos quais a sociedade está sujeita. De uma maneira geral, as águas decorrentes da chuva (coletadas nas vias públicas por meio de bocas-de-lobo e descarregadas em condutos subterrâneos) são lançadas em cursos d'água naturais, no oceano, em lagos ou, no caso de solos bastante permeáveis, esparramadas sobre o terreno por onde infiltram no subsolo. Parece desnecessário dizer que a escolha do destino da água pluvial deve ser feita segundo critérios éticos e econômicos, após análise cuidadosa e criteriosa das opções existentes.

De qualquer maneira, é recomendável que o sistema de drenagem seja tal que o percurso da água entre sua origem e seu destino seja o mínimo possível. Além disso, é conveniente que esta água seja escoada por gravidade. Porém, se não houver possibilidade, pode-se projetar estações de bombeamento para esta finalidade. Nos serviços acompanhados se verificava, através de mapas, cadastros, dados relativos ao curso de água receptor, dados da área a ser urbanizada e do projeto, a execução dos levantamentos topográficos e sua fiel aplicação quando do movimento de terra na escavação de vala e correção da inclinação descrita em projeto que levavam ao correto destino para a água de chuva, bem como a correta orientação dos elementos da micro-drenagem.



Figura 01: Tubos de concreto para a drenagem



Figura 02: Assentamento de tubos de concreto de drenagem



Figura 03: Colocação de tubos de concreto

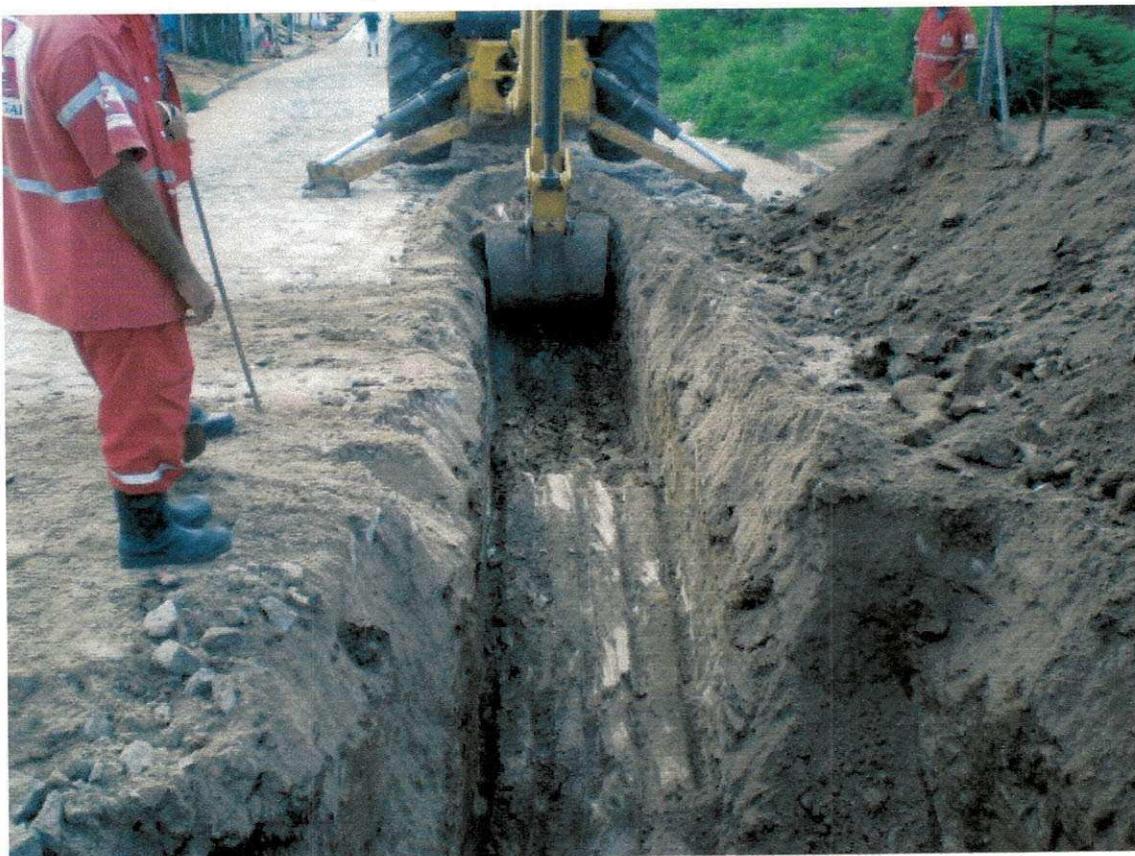


Figura 04: Escavação de vala para a drenagem



Figura 05: Vista frontal do tubo de drenagem

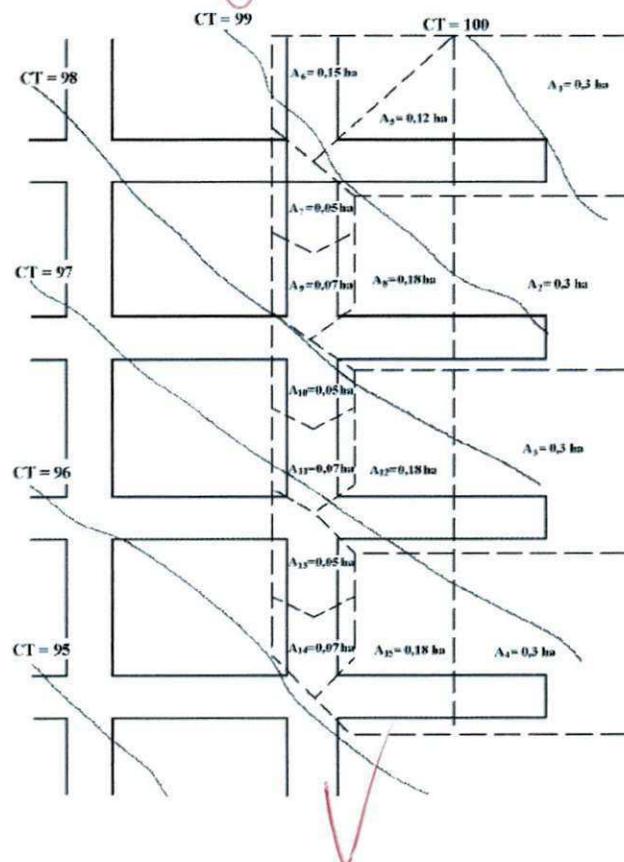


Figura 06: Mapa para delimitação das redes de contribuição



Figura 07: Encontro dos tubos de drenagem no poço de visita



Figura 08: Alinhamento do tubo de drenagem



Figura 09: Construção do poço de visita

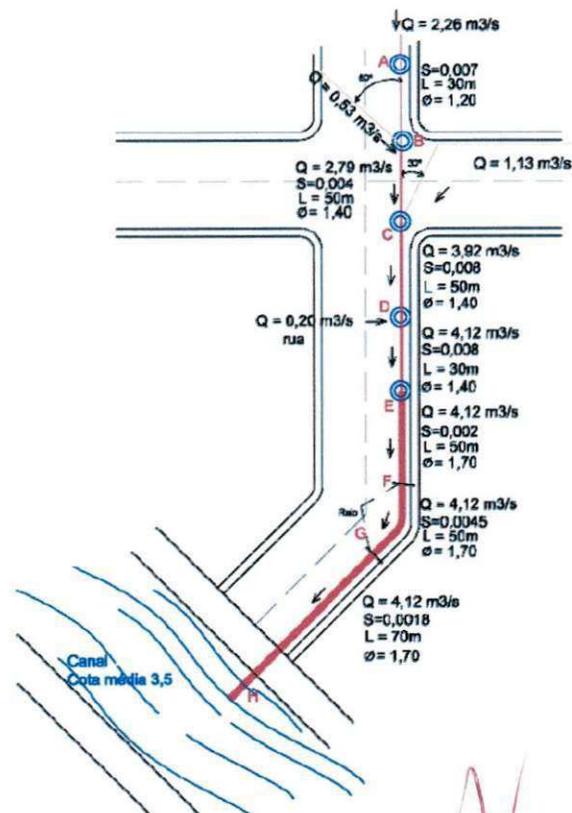


Figura 10: Dados de projeto

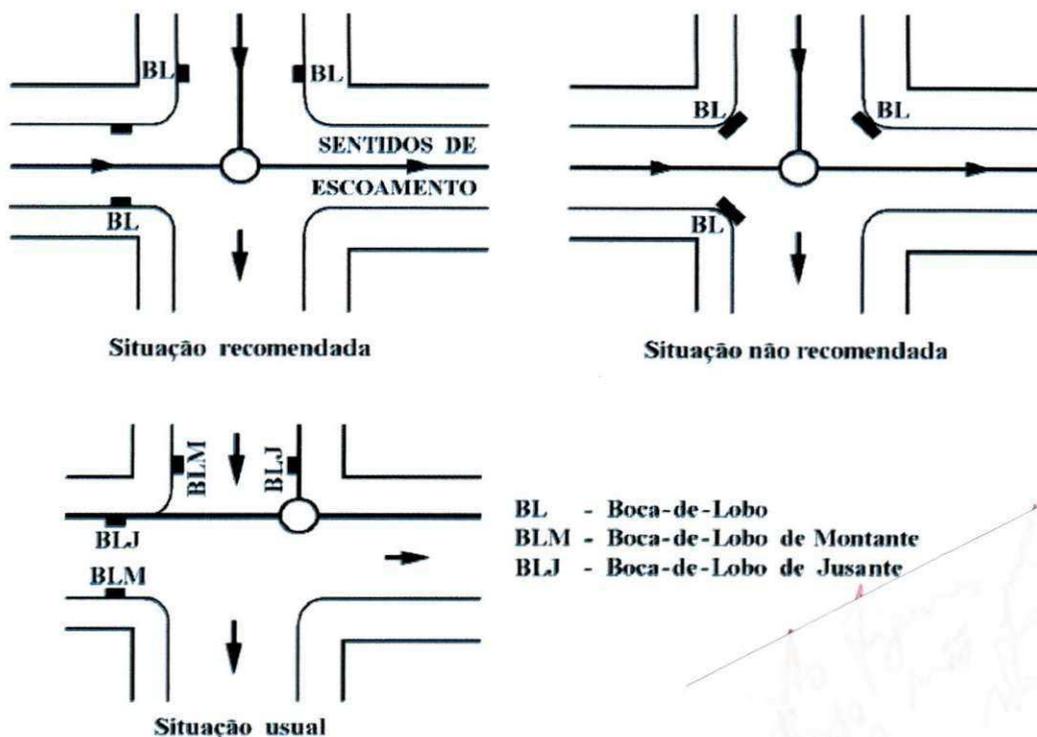


Figura 11: Redes coletoras

### 3.4.4 Construção de canal

O processo de drenagem pluvial é constituído pelo conjunto de peças especiais e obras de arte destinadas a ligar as fontes contribuintes às estações de tratamento, e estes ao destino adequado. Para o traçado dos canais levam-se em conta fatores como: topografia, características do solo e facilidades de acesso. De um modo geral, procura-se evitar sua passagem por regiões acidentadas, terrenos rochosos e solos agressivos, como os pântanos, que podem prejudicar a durabilidade. Também devem ser evitados trajetos que impliquem em obras complementares custosas ou que envolvam despesas elevadas de operação e manutenção. Os materiais normalmente utilizados em canais são concreto, juntas de dilatação, manta geotêxtil, colchão de brita e colchão de pó de pedra (Mascaró, 1987). Verificamos com detalhes as etapas construtivas compreendendo a limpeza da área e estabilização do terreno com utilização de pedras rachão e aplicação da manta geotêxtil, de um colchão de pó de pedra com espessura variando entre 15 e 20 cm, logo depois aplicação de um colchão de brita com altura de 10 cm e colocação de concreto magro com

$f_{ck}$  15 MPa para a regularização do fundo do canal ficando pronto para recebimento do concreto estrutural com  $f_{ck}$  30 MPa do fundo e paredes do canal.



Figura 12: Estabilização do fundo do canal



Figura 13: Alinhamento da manta geotêxtil



Figura 14: Colchão de brita no fundo do canal



Figura 15: Detalhe das formas da mísula do canal



Figura 16: Detalhe da ferragem do canal



Figura 17: Detalhe da junta de dilatação



Figura 18: Ferragem do dissipador de energia

*Handwritten notes in Portuguese:*  
As barras são...  
ligadas...  
com...  
...

### 3.4.5 Esgotamento sanitário

As condições que prevaleciam nas áreas a serem urbanizadas produziam situações complexas, de baixo padrão construtivo e sanitário e uso inadequado do solo caracterizado pela inexistência de alinhamento das ruas e faixas de servidão entre as casas. Essas condições tornavam as áreas urbanísticas dependentes de tecnologia apropriadas à topografia de terrenos com alta declividade, impondo uma resposta voltada para sua estabilidade e com garantia de que os dispositivos de coleta e transporte dos esgotos (Figura bb) fossem resistentes às situações de uso e as elevadas velocidades de fluxo. As intervenções realizadas em saneamento básico nas áreas urbanísticas foram antecedidas por um planejamento inicial que consideraram bacias e microbacias de esgotamento como unidades de coleta independentes, de forma a permitir que sua implantação se fizesse de forma parcial e por etapas.

A drenagem de águas pluviais, assim como os serviços de coleta de lixo constituíram também intervenções consideradas quando da estruturação do sistema de esgotamento sanitário, pois juntos possibilitam o saneamento integrado e a melhoria da habitabilidade. A estruturação dos sistemas de esgotamento compreendeu, também, além da rede de coleta destinação final dos esgotos, as soluções internas individuais de cada domicílio, fazendo com que cada uma das unidades seja provida de instalações sanitárias mínimas, elevando o padrão de higiene dos moradores e permitindo sua ligação, de forma adequada, ao sistema implantado.



Figura 19: Esquema de ligação interdomiliar



Figura 20: Escavação e assentamento de tubos de esgoto

### 3.4.6 Abastecimento de água

Quando a densidade demográfica em uma comunidade aumenta, a solução mais econômica e definitiva é a implantação de um sistema público de abastecimento de água. Sob o ponto de vista sanitário, a solução coletiva é a mais indicada, por ser mais eficiente no controle dos mananciais, e da qualidade da água distribuída à população. Quando da verificação do sistema de abastecimento para a área urbanística em questão pudemos acompanhar as ligações domiciliares realizadas. Tais ligações eram realizadas de acordo com as especificações de projeto cobrindo toda área que também era atendida pela drenagem e pelo esgotamento sanitário.

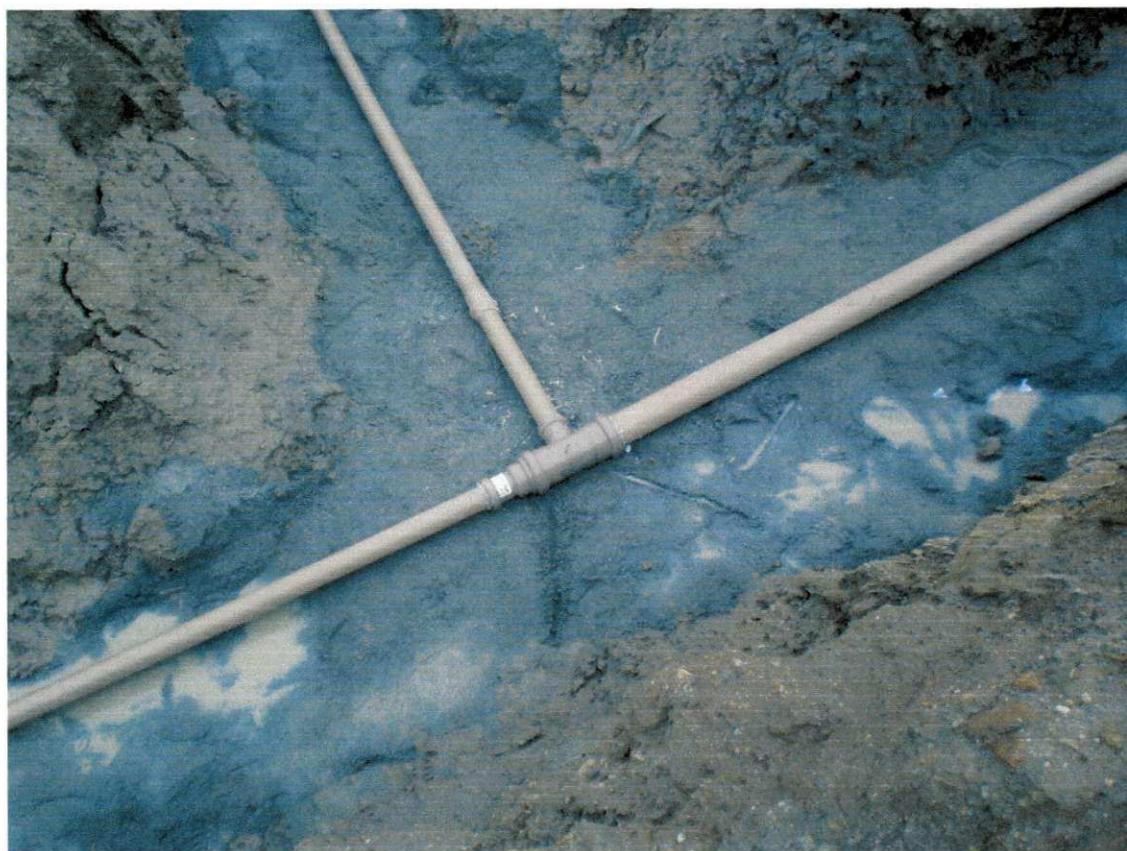


Figura 21: Ligação de água

### 3.4.7 Pavimentação de ruas

Os serviços de recomposição nas vias abertas para a colocação dos sistemas de drenagem, esgotamento sanitário e abastecimento foram realizados obedecendo ao mesmo material do pavimento ora retirado. Tal recomposição obedeceu a critérios de projeto como inclinação e compactação definidas.

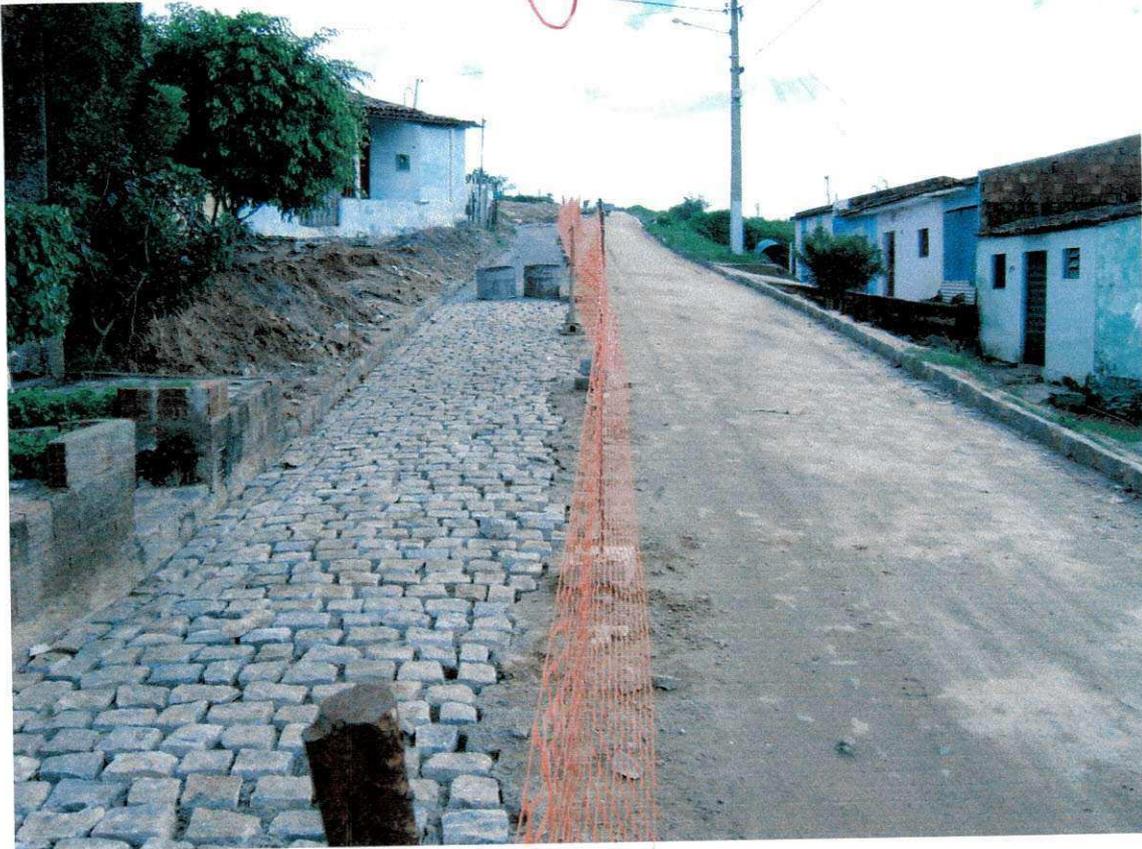


Figura 22: Serviços de pavimentação



Figura 23: Pavimento pronto

#### 4.0 Considerações finais

Conforme aqui comentado, ao longo deste relatório de estágio, procurou-se apresentar um quadro geral a respeito dos serviços de engenharia de infra-estrutura em questão, tanto em seu aspecto original como devida às novas demandas para as quais deverá apresentar níveis de segurança adequados às normas técnicas vigentes. Por tratar-se de dimensionamento associada à construção em si, ressaltamos que os serviços executivos deverão ser realizados por profissionais com formação técnica acurada, onde o trabalho cuidadoso e meticuloso deverá prevalecer frente à rapidez executiva.

Neste sentido, ratificando-se o que está comentado neste documento, apresentamos as nuances de todos os serviços necessários para a execução destes projetos estruturantes, ficando o aspecto correlato de mão de obra atrelado ao tipo de profissional ou empresa a ser contratada, dependendo de variáveis externas a nossa área de atuação.

## Bibliografia

AGOPYAN, V. Estudo dos Materiais de construção civil – Materiais Alternativos. In: Tecnologia de Edificações/Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha. São Paulo, PINI/IPT, 1988.

MASCARÓ, J.L. Manual de loteamentos e urbanizações. Porto Alegre, SAGRA/ D.C. Luzzato, 1994.

PUPPI, I.C. Estruturação sanitária das cidades. Curitiba, UFPR/SP – CETESB, 1891.

FERRARI, C. Curso de planejamento municipal integrado: Urbanismo. 7 ed. São Paulo, Pioneira, 1991.

MUMFORD, L. A cidade na história: Suas origens, desenvolvimento e perspectivas. Trad. Neil R. da Silva, 2 ed. São Paulo, Martins Fontes, 1982.

PORTO, Rodrigo de Melo. Hidráulica Básica. 2 ed. EESC USP. Projeto Reenge. São Carlos – SP

RONCA, J.L.C.; ZMITROWICZ, W. A análise dos limiares em planejamento urbano. São Paulo, EDUSP, 1988 (Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/21).

IMPARATO, I.; ABIKO, A.K. Urbanização, Abastecimento de Água e Saneamento. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL RECUPERAÇÃO DE ÁREAS URBANAS DEGRADADAS, 2., Salvador, 1993. Anais, Brasília, PNUD/MBES, 1994.