



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL
CENTRAL DE ESTÁGIOS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ORIENTADOR: CARLOS DE OLIVEIRA GALVÃO

ORIENTADO: PEDRO EMANUEL BARBOSA FERREIRA

MATRÍCULA: 020821092

CAMPINA GRANDE, PARAÍBA

JULHO de 2010.

PEDRO EMANUEL BARBOSA FERREIRA

Obras de infra-estrutura na comunidade São Januário e construção do Canal da
Ramadinha

Andrade Galvão Engenharia

Endereço: Rua Sebastião Calito – Campina Grande - Paraíba

Relatório de Estágio Supervisionado
Obrigatório ao curso de graduação em
Engenharia Civil - Universidade Federal de
Campina Grande.

Orientação acadêmica do Professor Dr.
Carlos de Oliveira Galvão.

Pedro Emanuel Barbosa Ferreira

Pedro Emanuel Barbosa Ferreira
Estagiário

Carlos Galvão

Carlos de Oliveira Galvão
Orientador Acadêmico

Olavo dos Anjos Rocha Filho

Olavo dos Anjos Rocha Filho
CREA/RPN 020264845-1
Engenheiro de Produção da Andrade Galvão Engenharia



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

Sumé - PB

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, razão de minha existência, por iluminar meus caminhos e me guiar por minhas batalhas e sempre conceder que meus projetos sejam realizados. Pois dEle há de vir todas as coisas. Porque a Ele pertencem o reino, poder e glória para todos sempre, Amém.

Agradeço aos meus pais, Irenaldo Ferreira de Melo e Mariluce Barbosa Ferreira, por terem me concebido a oportunidade de estudar e o apoio e carinho que sempre me deram na realização dos meus sonhos. Agradeço também a Fabíola de Souza Silva, presente de Deus para minha vida, pelo amor e compreensão que tem me dado. Agradeço ao restante dos meus familiares e amigos, não menos importantes, pois todos sem exceção são responsáveis por minha realização acadêmica e sei que nunca me abandonaram nessa caminhada.

Agradeço ao Professor Dr. Carlos de Oliveira Galvão pelos ensinamentos enquanto docente, exemplo de profissional e de caráter ao qual eu levarei como guia por toda minha vida. Aos demais professores e funcionários da UFCG pela dedicação aos alunos durante toda a nossa carreira acadêmica.

Agradeço ao Engenheiro Sr. Glaydston Pereira Leone, Líder de obras da Andrade Galvão Engenharia pelo exemplo de competência e honestidade e ao Sr. Olavo dos Anjos, Engenheiro de produção, peça principal e transmissora de conhecimentos importantíssimos durante o período de estágio.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	01
INTRODUÇÃO	02
OBJETIVOS	03
CARACTERIZAÇÃO DO ESTÁGIO	04
CONCEITUAÇÃO SOBRE INFRA-ESTRUTURA	04
SÍNTESE HISTÓRICA DA INFRA-ESTRUTURA URBANA	07
CLASSIFICAÇÃO	12
Classificação segundo os subsistemas técnicos setoriais	13
Classificação segundo o local dos elementos que compõem os subsistemas	25
DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	28
Controle de equipamentos e movimentação de material	28
Gerenciamento da produção	28
Drenagem urbana	29
Canal de drenagem pluvial	31
Esgotamento sanitário	31
Ligações Domiciliares	32
Pavimentação de ruas em paralelo	33
Muros de alvenaria de pedra	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
BIBLIOGRAFIA	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de sargeta.

Figura 2. Desenho esquemático de uma boca de lobo.

Figura 3. Poço de visita típico.

Figura 4. Desenho esquemático de captação direta ou tomada simples.

Figura 5. Esquema de uma estação de tratamento de água.

APRESENTAÇÃO

O presente relatório visa atender a uma exigência da componente curricular Estágio Supervisionado, buscando-se relatar as atividades desenvolvidas pelo aluno Pedro Emanuel Barbosa Ferreira, matriculado no curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande – Campus I, sob matrícula de número 20821092, cujo contou com a orientação do professor Dr. Carlos de Oliveira Galvão.

O estágio foi realizado na empresa Andrade Galvão Engenharia, no período de 05 de fevereiro de 2010 a 05 de julho de 2010, compreendendo uma carga horária de vinte horas semanais, totalizando 400 horas, onde obtive os cuidados do Sr. Glaydston Pereira Leone, Engenheiro Civil e líder de obra, e a supervisão Sr. Olavo dos Anjos, Engenheiro de Produção da Andrade Galvão Engenharia.

Os resultados aqui apresentados foram baseados em observações pessoais e estudos feitos pelo autor com o interesse de divulgar os conhecimentos adquiridos durante o período do estágio.

INTRODUÇÃO

É notória a importância da construção civil na geração de empregos na economia brasileira. O número de pessoas ocupadas diretamente nas atividades do Macrosetor da Construção é de 5.424 milhões de trabalhadores, o que representa cerca de 9% do total do pessoal ocupado na economia. Se somarmos a geração de empregos diretos e indiretos o montante chega a 6.560 milhões de trabalhadores. E acrescentando-se ainda os empregos derivados dos efeitos induzidos, os Macrosetor da Construção geram ao todo 9.089 milhões de postos de trabalho, para cada milhão de reais aplicado na produção do setor, 29 novos postos de trabalho são gerados diretamente. E para cada 100 empregos diretos são criados 21 novos empregos indiretos e 47 novos empregos induzidos.

Em média, a construção civil participa com 6% do total dos salários pagos na economia e com 12,47% dos rendimentos dos trabalhadores autônomos, o que pode dar uma idéia do seu poder de geração e distribuição de renda.

A indústria brasileira, com certeza, foi o setor mais prejudicado, principalmente pela falta de crédito, mas que graças à ação firme do governo que procurou aliviar a tensão abrindo crédito a determinados setores da indústria, promovendo isenção e redução de impostos, criando incentivos para o fortalecimento do mercado interno, fazendo com que a Economia social Brasileira criasse fôlego, conseguindo segurar, sem grandes traumas, principalmente o setor de emprego que é fundamental para o funcionamento da economia, o que em alguns casos, houve crescimento das taxas de empregos.

A competitividade das empresas do setor da construção civil depende de uma implantação eficiente de seus sistemas de planejamento e de controle da produção. As empresas têm consciência da importância desses sistemas, mas por não existir uma cultura para utilização de conceitos da área de organização da produção constata-se um baixo nível de qualidade dos sistemas de gerenciamento da produção. (TITO, 2006).

Por outro lado, o papel do administrador da produção se faz presente em desenvolver projetos e fazer o planejamento para controlar a produtividade ou eficiência operacional de uma empresa, conjugando os recursos humanos e materiais disponíveis, visando ao aumento da produção com o menor custo possível. Essa atuação é verificada ao se desenvolver métodos de otimização do trabalho, procedimentos para programação e controle de produção, programas de controle da qualidade e modelos de simulação para problemas administrativos complexos. (TITO, 2006).

OBJETIVOS

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;
- Montagem e colocação das fôrmas;
- Prumagem e esquadreamento;
- 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.

DESENVOLVIMENTO

CARACTERIZAÇÃO DO ESTÁGIO

A empresa Andrade Galvão Engenharia situa-se na Rua Sebastião Calito em Campina Grande no estado da Paraíba e encontra-se realizando obras de infraestrutura e urbanização na comunidade São Januário e construção do canal da ramadinha.

CONCEITUAÇÃO SOBRE INFRA-ESTRUTURA

Construção civil é o termo que engloba a confecção de obras como casas, edifícios, pontes, barragens, fundações de máquinas, estradas, aeroportos e outras infra-estruturas, onde participam arquitetos e engenheiros civis em colaboração com técnicos de outras disciplinas.

Os termos construção civil e engenharia civil são originados de uma época em que só existiam apenas duas classificações para a engenharia sendo elas, civil e militar, cujo conhecimento, por exemplo, de engenharia militar, era destinada apenas aos militares e a engenharia civil destinada aos demais cidadãos. Com o tempo, a

engenharia civil, que englobava todas as áreas, foi se dividindo e hoje conhecemos várias divisões, como por exemplo, a engenharia elétrica, mecânica, materiais, minas, química, naval, etc. Exemplos como engenharia naval, dão origem à construção naval, mas ambas eram agrupadas apenas na grande área da civil.

O Setor da construção civil no Brasil já passou por várias e distintas fases, desde o atrelamento às obras públicas, passando pela abertura ao mercado internacional e chegando hoje ao desenvolvimento de projetos de moradia em parceria com entidades financiadoras e com o apoio de governos.

As projeções para a Construção civil são as melhores possíveis, possibilidades estas reconhecidas até mesmo pela Moody's Investors services, uma das mais importantes agências de análise econômica do mundo.

A evolução das cidades corresponde a modificações quantitativas e qualitativas na gama de atividades urbanas e, conseqüentemente, surge à 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, as localizações das atividades urbanas procuram 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 inter-relaciona 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.

SÍNTESE HISTÓRICA DA INFRA-ESTRUTURA URBANA

O termo infra-estrutura (AO 1990: infra-estrutura), na sua acepção mais lata, pode ser definido como um conjunto de elementos estruturais que enquadram e suportam toda uma estrutura. O termo possui diversas acepções em diferentes

campos, mas o mais comum é o referente aos sistemas viários, de esgotos e de fornecimento de energia de uma cidade ou região.

Estes elementos, no seu todo, podem ser designados de infra-estruturas civis, infra-estruturas municipais ou obras públicas, se bem que possam ser desenvolvidas e geridas tanto pela iniciativa privada como por empresas públicas. Noutros campos, infra-estrutura pode designar as tecnologias da informação, canais de comunicação formais ou informais, ferramentas de desenvolvimento de software, redes políticas e sociais ou sistemas de crença partilhada por membros de grupos específicos. Estas acepções gerais trazem subjacente o conceito de que as infra-estruturas constituem um quadro organizacional e uma estrutura de suporte do sistema ou organização em causa, seja uma nação, uma cidade ou uma corporação.

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 m³/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 Filadelfia 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.

A atividade econômica, em conjunto com a evolução social, ocasiona um aumento nas migrações, que gera um crescimento populacional localizado e, conseqüentemente, uma escassez de habitações. Para suprir a necessidade de habitações, há um aumento na área urbana, geralmente com falta de infra-estrutura devido à falta de recursos para a administração da cidade. Neste contexto surgem as

favelas, os cortiços e casas precárias da periferia; sendo, normalmente, constituídas por uma ou mais edificações construídas em lote urbano cujo acesso e uso comum dos espaços não edificados e instalações sanitárias, circulação e infra-estrutura, no geral, são precários. Isto pode ocasionar a poluição da água devido às condições precárias de saneamento, culminando em doenças. (ABIKO, 1995 e

ZMITROWICZ, 2002).

Sendo assim, a infra-estrutura urbana tem como objetivo final a prestação de um serviço, pois, por ser um sistema técnico, requer algum tipo de operação e algum tipo de relação com o usuário.

O sistema de infra-estrutura urbana é composto de subsistemas que refletem como a cidade irá funcionar. Para o perfeito funcionamento da cidade são necessários investimentos em bens ou equipamentos que devem apresentar possibilidades de utilização da capacidade não utilizada ou de sua ampliação, de forma a evitar sobrecargas que impeçam os padrões de atendimento previstos.

Saneamento Básico é um serviço público que compreende os sistemas de abastecimento d'água, de esgotos sanitários, de drenagem de águas pluviais e de coleta de lixo. Estes são os serviços essenciais que, se regularmente bem executados, elevarão o nível de saúde da população beneficiada, gerando maior expectativa de vida e conseqüentemente, maior produtividade.

Os sistemas de drenagem são classificados de acordo com suas dimensões, em sistemas de microdrenagem, também denominados de sistemas iniciais de drenagem, e de macrodrenagem.

A microdrenagem inclui a coleta e afastamento das águas superficiais ou subterrâneas através de pequenas e médias galerias, fazendo ainda parte do sistema todos os componentes do projeto para que tal ocorra.

A macrodrenagem inclui, além da microdrenagem, as galerias de grande porte ($D > 1,5m$) e os corpos receptores tais como canais e rios canalizados.

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.

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:** é composto de uma ou mais redes de circulação, de acordo com o tipo de espaço urbano, sendo complementado pelo subsistema de drenagem de águas pluviais, que assegura o uso sob quaisquer condições climáticas.

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 (Mascaró, 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 fora 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. (Mascaró, 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 de acordo com a figura abaixo.



Figura 1. Modelo de sarjeta.

- *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(ver figura abaixo).

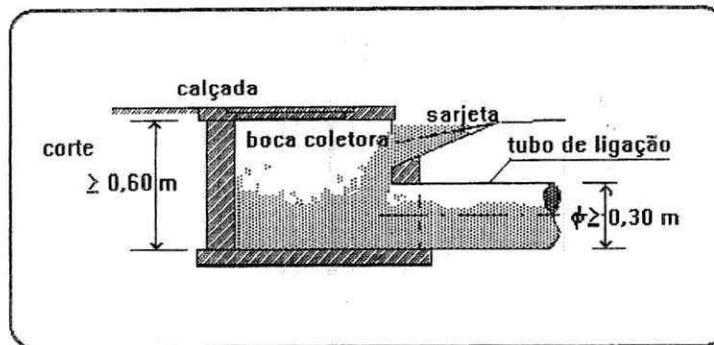


Figura 2. Desenho esquemático de uma boca de lobo.

- *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 de acordo com a figura abaixo.

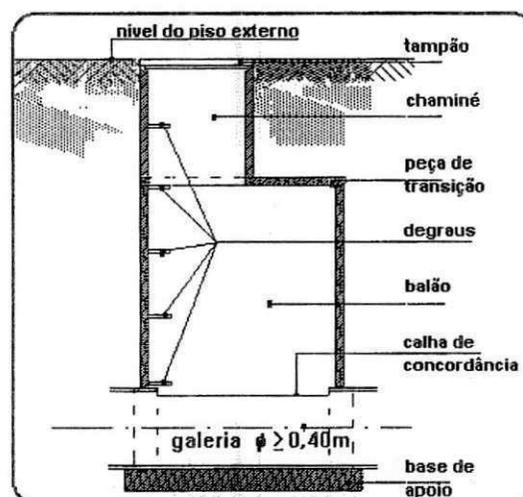


Figura 3. Poço de visita típico.

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 –ver figura abaixo- (Mascaró, 1987).

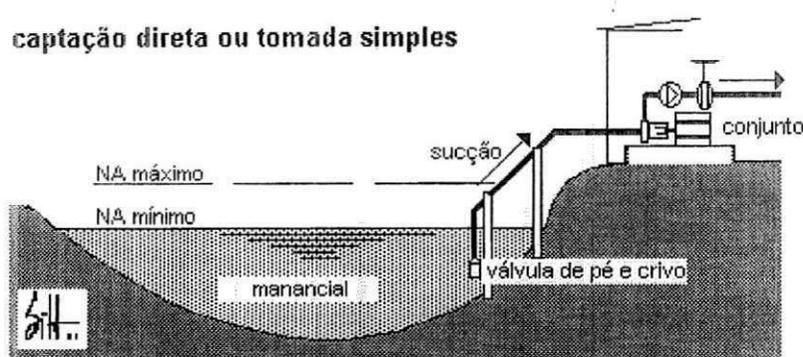


Figura 4. Desenho esquemático de captação direta ou tomada simples.

- *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. Veja na figura abaixo um desenho ilustrativo mostrando as fases do tratamento da água.

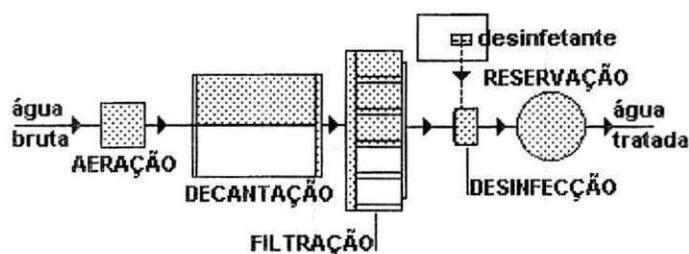


Figura 5. Esquema de uma estação de tratamento de água.

- *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).

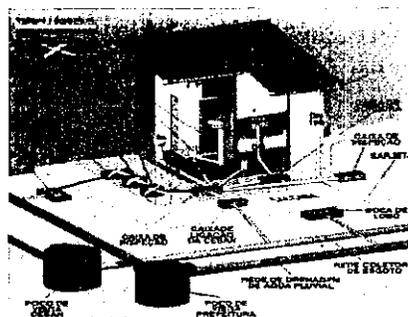
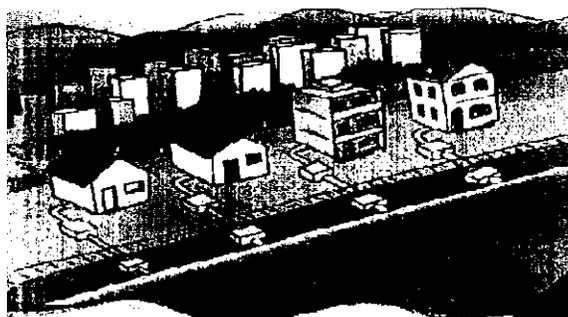
d) Subsistema de esgotamento sanitário: Uma vez utilizada, a água distribuída à população se deteriora, tornando-se repulsiva aos sentidos, imprestável mesmo a usos secundários, e nocivos, em consequência da poluição e da contaminação. O seu

imediate 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. Exemplo abaixo meramente ilustrativo.



- *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.
- *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 (cabearno e fios) seguem especificações similares aos do sistema energético; os satélites fazem parte da engenharia aeroespacial.

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.

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 e levantamento de quantitativos de forma geral.

Controle de Equipamentos e movimentação de material

No que se refere aos sistemas de controle, foi feito o acompanhamento diário dos equipamentos pesados. A Empresa Andrade Galvão contava em seu quadro com equipamentos próprios e alugados. Esse controle serviu para acrescentar ao aprendizado informações práticas importantes que não são recebidas durante o período escolar, foi possível entender como funciona o controle horário de cada uma das máquinas e, junto ao seu custo diário e o acompanhamento de B.D.E, boletim de equipamentos, poderia seqüencialmente obter cálculos orçamentários acerca dos serviços realizados e posteriormente planejar os gastos e serviços necessários.

Devido às necessidades, foi necessário fazer o transporte de matérias de jazidas distintas para área onde estavam sendo realizadas as obras. O acompanhamento e controle quantitativo transportado e/ou movimentado serviram para a empresa custear seus serviços e controlar a produção de material, que pode ser usado na terraplanagem e pavimentação das ruas.

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.

Gerenciamento da produção

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 deste segmento industrial há muito tempo, e a cada dia ganha mais notoriedade em vista que o cuidado ambiental se

torna prioridade no controle e na execução das obras. 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.

Com este método a empresa cria seu banco de dados próprio, contendo a produtividade de cada serviço realizado na obra, seja na execução de um traço de argamassa, concreto, no rejunte de tubos de drenagem ou mesmo no assentamento desses tubos, facilitando seu controle e orientando de forma precisa a elaboração da planilha de custos.

Drenagem Urbana

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.

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.

Além disso, 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.

O serviço realizado tomou por base, mapas, cadastros, dados relativos ao curso de água receptor, dados da área a ser urbanizada e do projeto. Constantes levantamentos topográficos eram realizados a fim de se manter o mais coerente possível as projeções apresentadas no escritório e as medições apresentadas em campo. Com isso, era possível realizar o movimento de terra necessários na escavação de vala, como também a correção da inclinação descrita em projeto para levar a água de chuva ao seu destino. E a correta orientação dos elementos da micro-drenagem.

Canal de drenagem pluvial

O processo de drenagem pluvial é constituído pelo conjunto de peças destinadas a ligar as fontes que contribuem para seu volume às estações de tratamento, e, por conseguinte estas ao destino adequado.

Para o projeto de canais, deve-se levar em conta no seu traçado fatores como: topografia, características do solo e facilidades de acesso. Em geral, procura-se evitar cruzar regiões acidentadas, terrenos rochosos e solos agressivos. Também devem ser evitados trajetos que resultem 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.

Houve a verificação detalhada das etapas construtivas iniciando pela limpeza e mudança do curso do córrego, seguida pela 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.

Durante uma das etapas fui responsável por calcular o volume de concreto que seria necessário para preencher o trecho do canal. De modo, bem simples foi quantificado o volume como sendo a área da seção do canal multiplicado pela extensão do trecho diminuindo-se o volume das armaduras. O concreto estrutural apresentava f_{ck} 30 MPa no fundo e paredes do canal. Era necessário um controle corrente quanto ao volume e o f_{ck} do concreto que seria recebido, fabricado por uma empresa contratada, durante o recebimento do concreto era realizado o ensaio de *slump* para atestar o produto pedido.

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 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.

Ligações domiciliares

Sob o ponto de vista sanitário, o sistema de ligações domiciliares de esgoto causa uma reforma expressiva na qualidade de vida dos habitantes, diminuindo o risco de contração de doenças comuns adquiridas quando em contato com setores contaminados.

A verificação das ligações domiciliares para a área urbanística em questão tinha acompanhamento rigoroso, quanto à disposição dos elementos, a inclinação das tubulações, todas de modo que atendessem as especificações de projeto.

Após a locação dos blocos de moradia que seriam realizados por outra empresa contratada pela prefeitura. Todos os blocos, de acordo com o projeto eram finalizados ao apresentar a etapa de ligações domiciliares concluída, que consistiam na colocação de poços de visita de 1200 mm para cada quadra e caixas de 60 mm para cada residência, assim os blocos estavam aptos para encaminhar seus rejeitos às redes de coleta implantada.

Pavimentação de ruas em paralelos

Após a colocação da drenagem de águas pluviais e esgotamento sanitário eram necessários reestruturar as vias que foram abertas ou realizar a terraplanagem para receber o calçamento nas vias onde não existiam. Esta recomposição deve obedecer a critérios de projeto, como inclinação e compactação definidas.

Durante o processo de pavimentação em paralelos das vias, era necessário acompanhar com a ajuda do topógrafo se as guias de terraplanagem estavam de

acordo com o projeto, o nível das ruas eram elevados ou rebaixados até apresentar uma concordância suave.

O lançamento, ou assentamento dos paralelepípedos nas vias foi realizado por uma empresa terceirizada, a empreiteira GONDIM. Deste modo, havia um controle da qualidade do serviço, tais checagens eram realizadas diariamente de modo a manter um controle sobre o consumo de matérias e o andamento do serviço, a fim de apresentar um resultado satisfatório para a entrega do serviço.

Muros de alvenaria de pedra

No caso de muro de pedras arrumadas manualmente, a resistência do muro resulta unicamente do embricamento dos blocos de pedras. Este muro apresenta como vantagens a simplicidade de construção e a dispensa de dispositivos de drenagem, pois o material do muro é drenante. Outra vantagem é o custo reduzido, especialmente quando os blocos de pedras são disponíveis no local. No entanto, a estabilidade interna do muro requer que os blocos tenham dimensões aproximadamente regulares, o que causa um valor menor do atrito entre as pedras.

Muros de pedra sem argamassa devem ser recomendados unicamente para a contenção de taludes com alturas de até 2m. A base do muro deve ter largura mínima de 0,5 a 1,0m e deve ser apoiada em uma cota inferior à da superfície do terreno, de modo a reduzir o risco de ruptura por deslizamento no contato muro-fundação.

Quanto a taludes de maior altura (cerca de uns 3m), deve-se empregar argamassa de cimento e areia para preencher os vazios dos blocos de pedras. Neste caso, podem ser utilizados blocos de dimensões variadas. A argamassa provoca uma maior rigidez no muro, porém elimina a sua capacidade drenante. É necessário então implementar os dispositivos usuais de drenagem de muros impermeáveis, tais como dreno de areia ou geossintético no tardo e tubos barbacãs para alívio de poropressões na estrutura de contenção.

Os muros de alvenaria construídos variavam em suas dimensões, em comum apresentavam uma fundação variando entre 60 cm a 80 cm de profundidade, e 90cm a 1,20m de largura. O topo apresentava entre 25 cm e 40 cm, e o arrasto com dimensões

entre 2,00m e 2,90m. O acompanhamento da construção do muro de alvenaria de pedra foi realizado com o propósito de buscar entender as disposições construtivas na prática, apresentar um controle dos materiais que foram utilizados e montar um gabarito para composição de custos em etapas futuras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o relatado anteriormente, 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 metuculoso deverá prevalecer frente à rapidez executiva.

Havia uma correta disposição dos materiais e equipamentos no canteiro de obras, a fim de evitar grandes deslocamentos por parte dos operários, melhorando a eficiência na realização dos trabalhos. Também foi observado o uso das proteções adequadas na execução da obra. Durante o transcorrer do estágio cuidados com a proteção dos operários, dotados de equipamentos individuais como botas, capacetes, luvas, óculos, protetores auriculares, protetores faciais, que foram distribuídos de acordo com o tipo do serviço que deveria ser executado, e mostrado as exigências atuais sobre a segurança no trabalho, apesar de muitos deles nem sempre seguirem as regras, exigindo uma fiscalização constante, deixando sim um pouco a desejar nessa questão.

BIBLIOGRAFIA

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).



ANDRADE GALVÃO

BOLETIM DIÁRIO DO EQUIPAMENTO

B.D.E.

CÓDIGO		EQUIPAMENTO:		OBRA	DATA	
HORÁRIO		DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	HORAS			
INÍCIO	TÉRMINO		TRAB.	DISP.	MANUT.	CHUVA
		MODELO				
RESUMO	HORÍMETRO	VELOCIMÉTRO	TOTAIS			
FIM DO PERÍODO			OBSERVAÇÕES			
INÍCIO DO PERÍODO						
TRABALHADAS						
OPERADOR		APONTADOR		ENGº PRODUÇÃO		



ANDRADE GALVÃO

BOLETIM DIÁRIO DO EQUIPAMENTO

B.D.E.

CÓDIGO		EQUIPAMENTO:		OBRA	DATA	
HORÁRIO		DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	HORAS			
INÍCIO	TÉRMINO		TRAB.	DISP.	MANUT.	CHUVA
		MODELO				
RESUMO	HORÍMETRO	VELOCIMÉTRO	TOTAIS			
FIM DO PERÍODO			OBSERVAÇÕES			
INÍCIO DO PERÍODO						
TRABALHADAS						
OPERADOR		APONTADOR		ENGº PRODUÇÃO		

