

Texto Técnico
Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Construção Civil

ISSN 1413-0386

TT/PCC/17

Infra-Estrutura Urbana

Witold Zmitrowicz
Generoso De Angelis Neto

São Paulo - 1997

Texto Técnico
Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Construção Civil

Diretor: Prof. Dr. Célio Taniguchi
Vice-Diretor: Prof. Dr. Eduardo Camilher Damasceno

Chefe do Departamento: Prof. Dr. Vahan Agopyan
Suplente do Chefe do Departamento: Prof. Dr. Paulo Helene

Conselho Editorial
Prof. Dr. Alex Abiko
Prof. Dr. Francisco Cardoso
Prof. Dr. João da Rocha Lima Jr.
Prof. Dr. Orestes Marraccini Gonçalves
Prof. Dr. Paulo Helene
Prof. Dr. Vahan Agopyan

Coordenador Técnico
Prof. Dr. Alex Abiko

O Texto Técnico é uma publicação da Escola Politécnica da USP/Departamento de Engenharia de Construção Civil, destinada a alunos dos cursos de graduação.

Zmitrowicz, Witold

Infra-estrutura urbana / W. Zmitrowicz, G. de Angelis Neto. -- São Paulo : EPUSP, 1997.

36p. -- (Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/17)

1. Planejamento urbano 2. Infra-estrutura urbana I. Angelis Neto, Generoso de II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil III. Título IV. Série

ISSN 1413-0386

CDU 711.4
711.4

Escola Politécnica da USP - Deptº de Engenharia de Construção Civil
Edifício de Engenharia Civil - Av. Prof. Almeida Prado, Travessa 2
Cidade Universitária - CEP 05508-900 - Caixa Postal 61548 - São Paulo - SP
Fax: (011)8185715- Fone: (011) 8185234

Infra-Estrutura Urbana

Sumário

1. Conceituação 1
2. Breve Histórico sobre Infra-Estrutura Urbana 2
3. Classificação 5
 - 3.1 Segundo os Subsistemas Técnicos Setoriais 5
 - 3.2 Segundo a Localização dos Elementos que Compõem os Subsistemas 15
4. Custos dos Subsistemas de Infra-Estrutura Urbana 17
5. Densidades Urbanas e Custos de Infra-Estrutura 21
6. A Teoria dos Limiares e a Infra-Estrutura Urbana 25
7. Referências Bibliográficas 35

1 - CONCEITUAÇÃO

A evolução da cidade 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, *shopping centers*, 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 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 (nos quais podemos incluir aqui os subsistemas viários), 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.

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 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 estendiam 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 Massachusets, 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, constituído 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 (1872/1974) 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 - 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,

3.1 - 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: consiste nas vias urbanas,
- b) Subsistema de Drenagem Pluvial,
- c) Subsistema de Abastecimento de Água,
- d) Subsistema de Esgotos Sanitários,
- e) Subsistema Energético; Subsistema de Comunicações.

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,

- 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; e
- 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, os espaços destinados ao subsistema viário deverão também 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 envolve 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 neste 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 tráfego 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 em detrimento aos pedestres, 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):

- 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, tem-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 pistas 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:

- *Meios-Fios ou 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 Visitas*: 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, 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 destinado 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 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 destacam-se: 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 freqüentemente empregados nas tubulações que compõem este subsistema são o ferro fundido, o P.V.C. (e, ainda, o cimento-amianto). Eles são utilizados em função das qualidades mínimas necessárias ao funcionamento das redes (pressão 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 Esgoto Sanitário:* Uma vez utilizada, a água distribuída à população se deteriora, tomando-se repulsiva aos sentidos, imprestável mesmo a usos secundários, e nociva, em consequência 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 funcionam 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 Esgotos Sanitários:* 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 P.V.C. (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 Fluxíveis:* 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. A 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.

Para melhor compreender as redes e equipamentos necessários a cada -tipo de energia neste subsistema, será feita a seguinte subdivisão:

e.)Energia Elétrica: A generalização do uso da energia elétrica no fim do século XIX, entre outros fatores, fez com que as cidades mudassem de tamanho, morfologia e função. Uma das maiores inovações produzidas foi a verticalização das cidades, ao permitir o transporte vertical de pessoas e cargas e a elevação de água para andares superiores, possibilitando a existência de banheiros nos edifícios altos.

- *Fornecimento de, Energia Elétrica:* para esse fim, é necessário um conjunto de elementos interligados com a função de captar energia primária, convertê-la em elétrica, transportá-la até os centros consumidores e distribuí-la neles, onde é consumida por usuários residenciais, industriais, serviços públicos, entre outros (Mascaró, 1987).
- *Sistemas de Geração:* acham-se em franca evolução e podem ser agrupados, de uma maneira geral, em sistemas convencionais (hidrelétricas, a vapor, motores diesel, term nucleares), sistemas não-convencionais (solares, eólicas, geotérmicas) e sistemas em desenvolvimento (pilhas de combustível, termoiônicas).
- *Sistemas de Transmissão:* geralmente divididos em duas partes, transmissão através da zona rural e transmissão dentro do espaço urbano, sendo esta última conhecida como subtransmissão. Apresentam-se, na maioria dos casos, interligados regional e mesmo nacionalmente entre si e entre os sistemas de geração de energia, possibilitando, assim, o aumento da confiabilidade de abastecimento em situações anormais ou de emergência. A transmissão de energia tem vários níveis, que se diferenciam pelas tensões e quantidades de energia que cada um dos seus elementos básicos transporta. Estes elementos podem ser genericamente chamados de eletrodutos ou cabos, formados por-linhas aéreas, subterrâneas ou submarinas. Os sistemas de transmissão são responsáveis por cerca de 80% das interrupções acidentais no fornecimento da energia elétrica, sendo assim a parte do fornecimento de energia mais vulnerável.
- *Sistemas de Distribuição:* - são- compostos, basicamente, pelas redes de distribuição e pelo sistema de posteamento, como se verá a seguir.
- *Rede de Distribuição:* tem duas partes fundamentais, como as demais redes de distribuição nas cidades (água, gás), uma rede primária e uma rede secundária, que alimenta realmente os usuários e que é alimentada pela primeira. Pode ser

aérea ou subterrânea, dependendo principalmente da densidade populacional da região a ser atendida. A rede aérea, mais comum e mais econômica, utilizada no Brasil (geralmente composta por três- ou quatro. fios paralelos na vertical) possui o inconveniente de causar conflitos com a arborização urbana (curtos-circuitos por ocasião, de ventos ou tempestades) além da falta de estética. Problemas também poderão -ocorrer quando da utilização da rede subterrânea, pois poderá haver conflito- entre as- raízes das, árvores e a. rede. A falta de estética das linhas aéreas desagradam a -todas, e aos urbanistas de forma especial. Passar à subterrânea, representa um importante aumento de custo que nem todas as cidades podem suportar, pelo que os modernos cabos -suspensos pré-unidos ou compactos, representam uma alternativa interessante. O custo dessas linhas é levemente superior ao das redes, convencionais, mas é-mais baixo que o das subterrâneas, representando, assim, um possível estágio intermediário.

Posteação: a posteação normalmente utilizada para sustentação da rede aérea é de concreto tubular, ou de madeiras, em, pregando-se, em geral, postes de 9,0 m de comprimento para redes secundárias e de 110 m para as primárias, além dos elementos para iluminação, pública; A alternativa de suportar as redes aéreas nas edificações foi usada em algumas cidades brasileiras no passado, aproveitando-se de alguns edifícios já construídos, Porém, tinha inconvenientes quando a edificação era demolida ou remodelada, já que essa situação exigia soluções temporárias, nem sempre simples ou baratas, para manter a rede em. funcionamento,

Ligações Prediais: consiste no conjunto de dispositivos que têm por finalidade estabelecer comunicação, entre a- rede de distribuição- e a instalação elétrica dos prédios, sendo geralmente constituída de entrada da instalação consumidora (entre o poste e o medidor de consumo) e o ramal de serviço.

e.2) Energia a Gás Combustível: O gás canalizado foi utilizado inicialmente para iluminação, passando a seguir a ser usado para produção de calor, tanto para uso residencial como para usos comercial e industrial. Apesar da grande importância atribuída ao gás canalizado em outros-países, sua participação no Brasil é inexpressiva dentro do contexto energético, alcançando menos de 1% da energia utilizada (Mascaró, 1987). Tal participação, entretanto, tende a aumentar consideravelmente com o aproveitamento do gás das recentes descobertas de gás natural, além da construção, do gasoduto Brasil-Bolívia.

O fornecimento de energia a partir do gás combustível é bastante -parecida, na morfologia, com a de energia elétrica, sendo, composto basicamente por uma usina de produção ou jazidas de gás -natural, com os -respectivos sistemas de extração; instalações de armazenamento, compressoras, odorizadoras, misturadoras e filtradoras, estações reguladoras de pressão e rede de distribuição. As características dos elementos componentes do fornecimento- de energia a gás combustível, dependem do tipo de gás a ser distribuído e do tipo de usuário.

f) Subsistema de Comunicações: Este subsistema é 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 de fibras óticas, cabos terrestres ou submarinos e satélites. As redes de infra-estrutura que compõem este subsistema (cabearamento e fios), seguem especificações similares aos -do sistema energético; os satélites fazem parte da engenharia aeroespacial.

A substituição dos deslocamentos humanos pela transferência de arquivos -digitais levou à criação do- termo superestrada da informação, ou *Superinfovia* Por ela, caso sejam superados problemas de padronização e sejam investidos os bilhões de dólares necessários à sua implantação, trafegarão vídeos, músicas, serviços de diversos tipos e mensagens.

A Era da Informação - expressão cunhada para caracterizar o aumento da importância dos meios de comunicação - deve muito -ao computador, à indústria de programas e aos satélites de comunicação (Toni, 1995).

Uma das maiores batalhas na guerra global das telecomunicações vem sendo travada no Brasil, o maior mercado da América Latina. O país tem 150 milhões -de habitantes e apenas 11 milhões de linhas telefônicas- (dados- de 1995). A guerra entre as sete grandes fabricantes mundiais AT&T, Ericson, Alcatel, Siemens, NEC, Motorola e Northern Telecom - começou aproximadamente em 1992, e mesmo assim já provocou redução de 50% no preço dos telefones.

É preciso instalar 10 milhões de linhas no país, e o sistema de transmissão de dados precisa ser duplicado, o que exige investimentos de cerca de US\$ 20 bilhões. Há um mercado inexplorado para TV a cabo, estimado em 6 milhões de usuários, mas o maior negócio em implantação é o de telefones celulares. Há 450 mil pessoas à espera de sua linha só na cidade de São Paulo. O governo, dá os primeiros passos para quebrar o monopólio estatal nas telecomunicações, aceitando projetos de aumento da rede, por meio de sociedades entre empresas privadas e estatais, ou de repasses deste setor para a iniciativa privada (Lobato, 1995).

Nos anos 60, o Departamento de Defesa dos EUA apoiou uma pesquisa sobre comunicações e redes que poderiam sobreviver a uma destruição parcial, em caso de guerra nuclear. O protocolo da Internet foi desenvolvido para isso. Capaz de conectar todos os tipos de computadores, foi adaptada para redes de pesquisas acadêmicas durante os anos 70. A Internet é a "mãe" das redes de computadores. Há aproximadamente 4 milhões, de servidores interconectados. Estes servidores fazem parte de redes em universidades, de computadores do governo e computadores comerciais, além de milhões de pessoas. A Internet é uma vasta estrutura de informações com espaço ilimitado. Está presente em várias comunidades. Os dados estão separados fisicamente no espaço, mas reunidos pela rede (Ó Marcaigh, 1995).

3.2) Classificação segundo a Localização dos Elementos que Compõem os Subsistemas

A classificação apresentada a seguir 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 as 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-complementare. 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 viário 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 infra-estrutura 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.

4 - CUSTOS DOS SUBSISTEMAS DE INFRA-ESTRUTURA URBANA

Os subsistemas que compõem a parte física da infra-estrutura urbana compreendem os seguintes elementos básicos, conforme visto em itens anteriores

a) Redes de Serviços, compostas pela malha de tubulações, cabos, ou pavimentos que se distribuem pela cidade, viabilizando os serviços. Os traçados urbanos e outros aspectos morfológicos das cidades influenciam fortemente em seus custos, em razão do que os custos destes elementos dependem em grande parte dos urbanistas.

b) Ligações Domiciliares, que são, ramais que ligam as redes de serviços às instalações prediais. Seus custos vinculam-se intimamente com a tipologia adotada para as redes pelas empresas de serviços, e pela tipologia de edifícios escolhidos pelos usuários

c) **Equipamentos Complementares**, que são partes individualizadas e importantes aos diferentes subsistemas. No abastecimento de água, a adução, a potabilização e a reservação nos de esgoto, os emissários e as plantas depuradoras. No subsistema de gás encanado, as fábricas de gás artificial ou os poços de gás natural, os gasodutos e a rede de armazenagem. No subsistema de abastecimento de energia elétrica e iluminação pública, as centrais, termo ou hidroelétricas, suas redes de transmissão e as estações para média tensão.

O custo de implantação destes elementos depende pouco das decisões dos urbanistas, a não ser quando trabalham na criação de uma cidade, pois então passam a exercer influência com a escolha de localizações que afetam os custos de transmissão, adução, emissão, entre outros, além da forma dos lotes.

A Tabela 01 indica para cada subsistema a participação percentual de cada uma das redes, ligações e equipamentos complementares no custo de cada um, baseado em dados americanos. Nela observa-se que as decisões de desenho urbano afetam totalmente as duas primeiras redes e, de forma parcial e variável, as restantes.

TABELA 01 - Participação média em porcentagem das diferentes partes nos custos totais dos subsistemas urbanos (%)

SUBSISTEMA	REDE	LIGAÇÕES DOMICILIARES	EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES	TOTAL
Pavimento	100,0	-	-	100
Drenagens pluviais	100,0	-	-	100
Abastecimento de água	15,5	25,5	59,0	100
Esgoto sanitário	39,0	3,0	58,0	100
Abastecimento de gás encanado	19,0	12,0	69,0	100
Abastecimento de energia elétrica	20,5	15,0	64,5	100
Iluminação pública	26,5	-	73,5	100

Fonte: Mascaró, 1987

Na Tabela 02 vê-se a participação de cada uma das redes no custo total de implantação das redes de infra-estrutura urbana, nota-se nela que só a pavimentação e drenagem têm uma participação entre 55 a 60% do custo total das redes, as do subsistema sanitário, aproximadamente 20%, e as redes do subsistema energético, os 20% restantes. Ou seja, o sistema viário é o responsável por mais da metade do custo do sistema total.

TABELA 02 - Participação de cada rede nos custos totais de cada sistema de abastecimento

REDE	PARTICIPAÇÃO DE CADA REDE NO CUSTO TOTAL DAS REDES (%)	
	ÁREAS DE BAIXA DENSIDADE	ÁREAS DE ALTA DENSIDADE
Pavimento	41,38	44,35
Drenagens pluviais	14,38	15,65
Abastecimento de água	3,93	3,50
Esgoto sanitário	17,10	19,73
Abastecimento de gás encanado	9,09	8,79
Abastecimento de energia elétrica	13,16	6,81
Iluminação pública	0,96	1,17

Fonte: Mascaró, 1987

Na Tabela 03 tem-se os custos médios comparativos das diversas redes de infra-estrutura urbana em função das densidades habitacionais (por unidade habitacional e por hectare).

TABELA 03 - Custo médio das redes urbanas em função da densidade, em dólares (1977)

REDE	CUSTO POR HABITAÇÃO				CUSTO POR HECTARE			
	Densidade: Habitantes/ha				Densidade: Habitantes/ha			
	15	30	60	120	75	150	300	600
Pavimento	1.099	571	305	159	16.494	17.131	18.327	19.124
Drenagens pluviais	388	207	106	54	5.976	6.215	6.375	6.534
Abastecimento de água	87	47	29	19	1.307	1.436	1.753	2.367
Esgoto sanitário	488	247	126	63	7.331	7.410	7.570	7.649
Abastecimento de gás encanado	217	121	66	39	3.267	3.641	3.995	4.701
Abastecimento de energia elétrica	168	125	97	63	2.534	3.769	5.823	7.665
TOTAL	2.447	1.318	729	397	36.909	39.602	43.843	48.040

Fonte: Mascaró, 1987

A Tabela 04 mostra os custos por usuário para cada rede e para cada elemento em dois níveis de densidade, como se vê a seguir.

TABELA 04 – Custos por usuário em dólares (1977) a nível urbano para as cidades de porte médio

REDES	CUSTO PELA REDE		LIGAÇÕES		EQUIP. COMPLEMENT.		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Pavimento	305	1.100	-	-	-	-	305	1.100
Drenagens pluviais	106	388	-	-	-	-	106	388
Abastecimento de água	29	87	29	176	191		249	454
Esgoto sanitário	126	489	6	46	380		512	915
Abastecimento de gás encanado	67	218	27	156	450		544	824
Abastecimento de energia elétrica	97	169	37	170	400		534	739
Iluminação pública	7	29	-	-	20	80	27	109
TOTAL	737	2.480	99	548	1.441	1.501	2.277	4.529

Fonte: Mascaró, 1987

A densidade (1) corresponde a 60 famílias por ha (densidade bruta), que é uma densidade confortável em centros urbanos, e a densidade- (2) a 15 famílias por ha, densidade média bruta comum em cidades brasileiras.

Na última coluna tem-se os- totais:

- uma família em 60 habitações/ha custa US\$ 2.277;
- uma família em 15 habitações/ha custa US\$ 4.529.

Como a última densidade é a média urbana bruta brasileira, pode-se dizer que cada-família com serviços de infra-estrutura completos custa 4.500 dólares, ou seja, quase 1.000 dólares/pessoa urbanizada.

No Brasil, a população urbana aumenta na ordem de 2 milhões de pessoas/ano, ou seja, seriam, necessários 2 bilhões de dólares por ano para que o déficit de infra-estrutura urbana não aumentasse. Obviamente o país não dispõe desta vultosa quantia e assim o

déficit e a qualidade urbana de vida, se dependerem dos governos, não podem, senão, cair permanentemente de nível.

5- DENSIDADE URBANAS E CUSTOS DE INFRA-ESTRUTURA

Densidade urbana é um tema que permanece altamente polêmico, embora muito se tenha escrito sobre ele. Talvez pela imagem de alto padrão de vida que muitas cidades americanas transmitem ao observador, formou-se a idéia de que alta qualidade de vida só se consegue com densidade populacional baixa. Dispor de sol, ventilação, privacidade, etc. só seria possível em habitações individuais, e Kevin Lynch, famoso urbanista americano, dá inclusive uma tabela de perda da qualidade de vida com aumento da densidade, como se vê na tabela 05.

TABELA 05 - Relação entre densidades e aparecimento de problemas na urbanização

DENSIDADE LÍQUIDA	APARECIMENTO DO PROBLEMA
30 famílias por hectare ou mais	Aparecem problemas com ruídos e perda de intimidade
100 famílias por hectares ou mais	Perde-se o sentido de intimidade nos espaços verdes
200 famílias por hectare ou mais	Aparecem dificuldades para arranjar espaço para estacionamento e recreio
450 famílias por hectare ou mais	O espaço público congestionar-se totalmente

Fonte: Mascaró, 1987

Certamente o abuso da densidade, associada a desenhos urbanos e habitacionais incorretos, leva a qualidade de vida muito baixas. Curiosamente a cidade de mais alta densidade ocupacional do mundo é uma cidade americana : Nova Iorque, e para muitos, ela não é desagradável, nem a sua qualidade de vida é baixa (Mascaró, 1987). Pode-se pensar que o problema da densidade e qualidade de vida é complexo, e sobre ele não se pode estabelecer nenhum julgamento definitivo sem antes analisar a adequação (ou não) da tipologia de edificação e urbanização à cultura local.

Pode-se afirmar que as densidades baixas e altas não são boas nem más por si nós; o inconveniente é haver densidades inadequadas aos tipos de edificações implantadas. Assim, um conjunto habitacional com moradias individuais (adequadas a baixas densidades) quando implantadas com uma densidade alta, apresenta como resultado um espaço urbano desagradável e uma qualidade de vida obviamente baixa. Se fossem colocados blocos de apartamentos (tipologia para altas densidades) em densidades baixas,

a qualidade de vida não, seria, necessariamente alta, pois, poderia haver dificuldades de se manter os espaços vazios entre os blocos, resultando em áreas urbanas pouco agradáveis.

A qualidade do espaço urbano se prende a um, conjunto complexo de fatores, ligados, não apenas à tipologia da construção como ao meio, ambiente interno e externo, apoiados em equipamentos sociais e urbanos próximos, e nas redes de infra-estrutura e serviços correspondentes. E deve estar dentro das, possibilidades de desempenho da população, nas suas condições econômicas, e culturais específicas.

O outro problema levantado contra a qualidade de vida em densidades altas é a perda de privacidade e a existência de conflitos decorrentes de gostos- e costumes de vida variados, desenvolvidos pelos habitantes dos, blocos habitacionais. Mas com desenhos técnicos adequados podem ser atingidos padrões altos, de qualidade dos espaços, inclusive em termos de privacidade, embora isso possa resultar em custos elevados. Nestas condições, a análise de custo do espaço urbano e suas variações em função das densidades têm uma particular importância, sendo um parâmetro ponderável para condicionar decisões alternativas.

Este problema foi levantado por vários estudiosos do tema. Entre os mais importantes deles podem ser citados Le Corbusier, na justificativa da "Unidade Habitacional de Nantes" e Walter Gropius, em, seus estudos de custos em relação à altura de construção dos edifícios na ilha de Manhattan, em Nova Iorque.

Na Figura 01 pode-se ver que o custo do hectare urbanizado depende pouco da capacidade das redes. O custo de urbanização de um hectare para uma ocupação de 75 pessoas/ha é de aproximadamente 37.000 dólares e, -para uma ocupação de 600 pessoas/ha, de 48.000 dólares. Assim, quando a ocupação aumenta em 800%, o custo de urbanização cresce só 30%.

Como consequência disto, a incidência de custo de urbanização por cada família servida diminui drasticamente, como mostra a Figura 02, na medida em que a densidade de ocupação aumenta. Nela vê-se que o custo das redes de infra-estrutura é de 2.500 dólares/família quando a densidade é da ordem de 75 habitantes/ha (densidade global da maioria das cidades médias brasileiras); no outro extremo, quando a densidade atinge valores de 600 habitantes/ha, o custo de urbanização desce para apenas 400 dólares/família (ou seja, a sexta parte do anterior).

Observe-se, contudo, que outros fatores há, como a flexibilidade e a adaptabilidade dos espaços construídos, bem como a adequação dos dispêndios à situação financeira das pessoas, que podem ser importantes na escolha da solução a ser adotada.

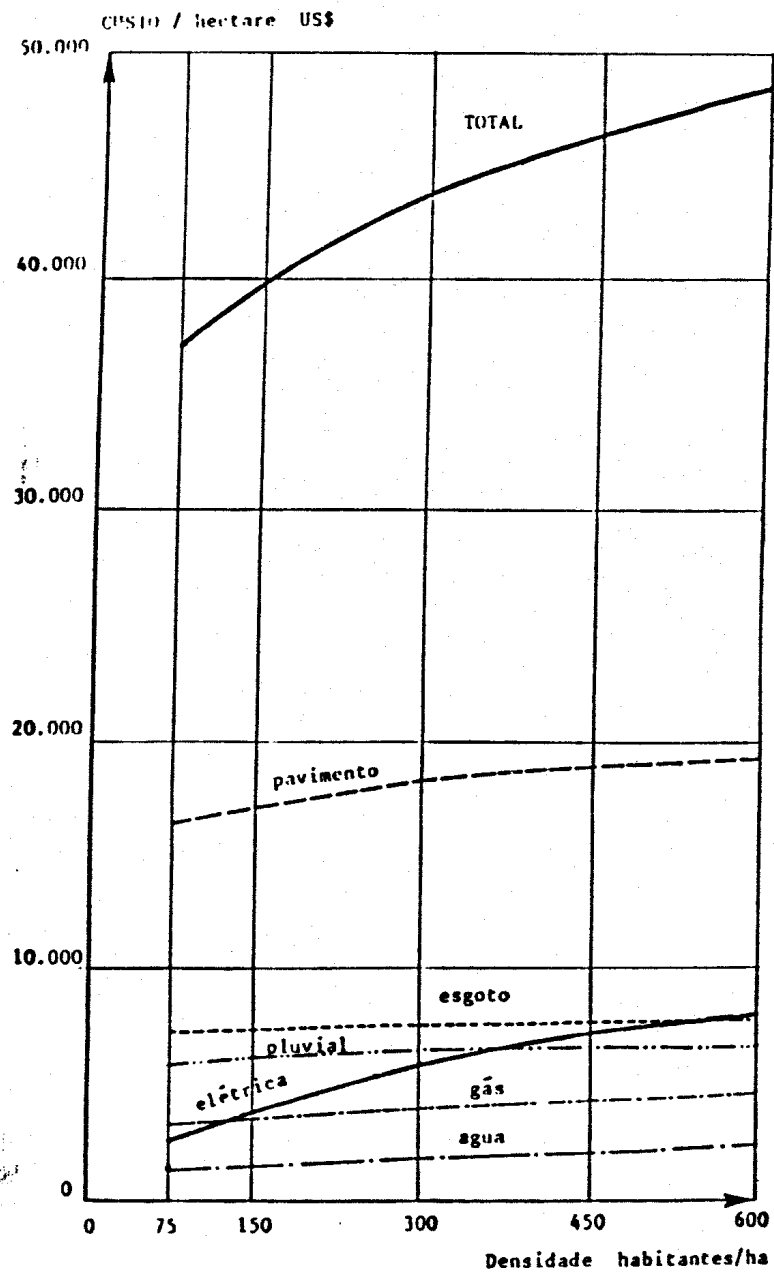


FIGURA 01 - Custo por hectare em dólares (janeiro/1977) dos serviços urbanos em relação à densidade (Mascaró, 1987).

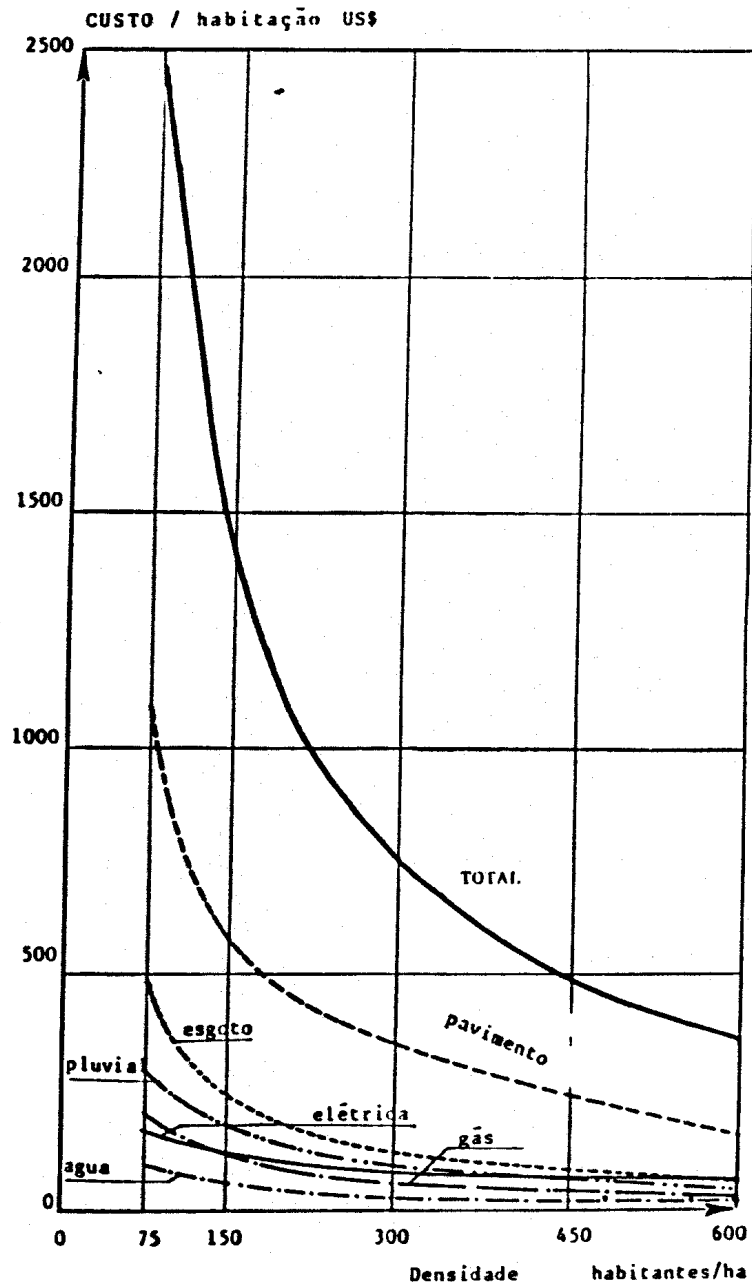


FIGURA 02 - Custo por família em dólares (janeiro/1977) dos serviços urbanos em relação à densidade (Mascaró, 1987).

6 - A TEORIA DOS LIMIARES E A INFRA-ESTRUTURA URBANA

Foi Boleslaw Malisz que, a partir de 1963, desenvolveu a metodologia dos limiares, cuja simplicidade e clareza constituem atributos que, apesar do seu pouco desenvolvimento teórico e prático, continuam recomendando a sua utilização nas análises ligadas à administração pública. Na época ela foi considerada uma inovação, pois:

- a) representava não apenas uma tradução do planejamento urbano em termos de espaços quantificados e territorialmente localizados, mas também um método racional de tomada de decisões;
- b) na administração pública, acenou com a possibilidade de municipalização dos custos de expansão urbana através do melhor aproveitamento dos recursos existentes na região;
- c) a clareza da apresentação gráfica preconizada por essa análise contribui para facilitar a comparação entre diversas opções diferentes do poder público.

A flexibilidade da metodologia permite a introdução de aspectos mais complexos dos fenômenos estudados sem prejuízo da compreensão global dos problemas.

A concentração de usos é, em princípio, limitada pelo ponto de saturação das redes viárias e de infra-estrutura, cuja expansão encontra diversos obstáculos, pressupondo a necessidade de novas obras, desde simples ampliações de redes até a implantação de novos equipamentos estruturais, por vezes de grande vulto.

O limiar de expansão, ou seja, o limite cuja transposição obriga a criação de novos subsistemas de infra-estrutura, ou reforma substancial do subsistema anterior, indica a concentração máxima em áreas onde não se pretende efetuar grandes investimentos em equipamentos novos. Para clarear esta definição, consideremos uma situação hipotética em que uma área urbana se expande num crescimento contínuo, construindo-se as habitações seguidamente uma à outra e prolongando-se, correspondentemente, as redes de infra-estrutura que passam a servi-las. Embora estes aumentos se processem de forma pontual (uma edificação por vez), por simplificação pode-se considerar os gráficos que as relacionam com o tempo como sendo lineares (Figura 03).

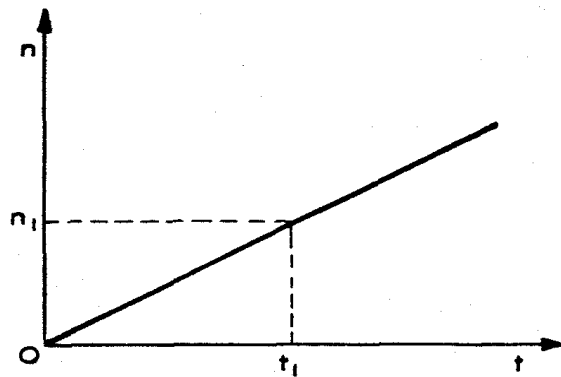


FIGURA 03 - Número de unidades habitacionais X tempo

Tal gráfico pode representar no tempo tanto o número de unidades habitacionais como os custos (dispêndios) correspondentes. Assim, o número de unidades habitacionais e o custo total seriam considerados funções do tempo (Figura 04). Pode-se também correlacionar,

em gráficos, o custo total com o número de unidades habitacionais (Figura 05), embora o custo não seja, na realidade, função do número de unidades habitacionais implantadas.

Segundo Kozlowski (apud Ronca & Zmitrowicz, 1988), o custo unitário de uma unidade habitacional "n1" é o valor da primeira derivada da curva de custos totais de implantação no ponto n1, ou seja, $h'(n1)$. A Figura 06 ilustra o valor do custo unitário para o exemplo da figura anterior. No caso, trata-se de um valor constante ($c1'$).

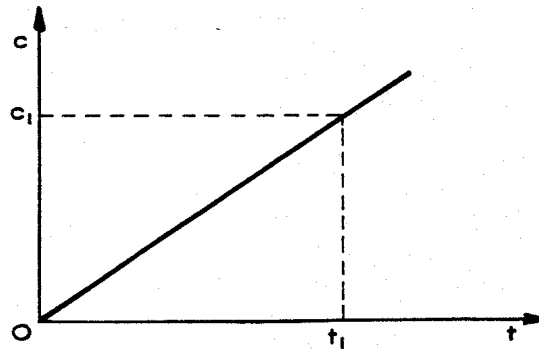


FIGURA 04 - Custo X tempo

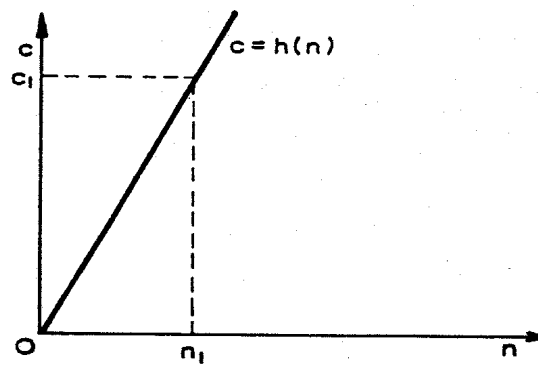


FIGURA 05 - Custo X número de unidades habitacionais

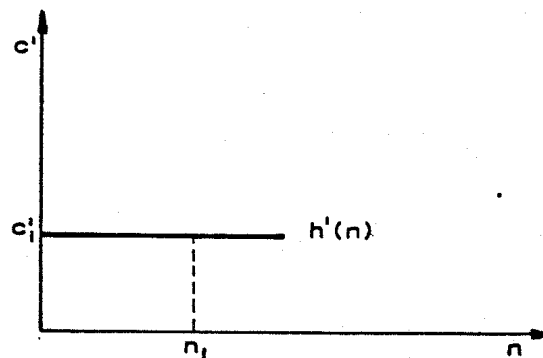


FIGURA 06 - Função custo unitário de uma unidade habitacional

Entretanto, o valor total despendido para a construção de uma nova unidade pode, em determinado momento, superar o valor despendido na construção da unidade anterior. Alguns exemplos ilustram esta afirmação.

- custo unitário pode variar, tomando-se mais elevado em virtude de serem as novas habitações implantadas em terrenos menos propícios à construção, conforme a Figura 07.

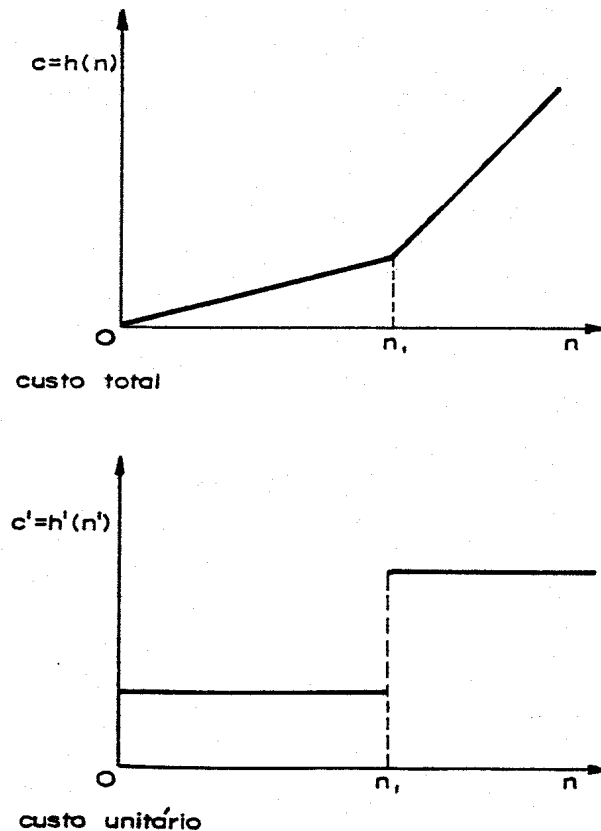


FIGURA 07 - Custo total e custo unitário - variações em função da edificação

- mantendo-se o custo unitário, o custo total decorrente da implantação de uma nova unidade poderá aumentar em função da necessidade de novos equipamentos (novos reservatórios, adutoras, etc.), para permitir a manutenção de um padrão mínimo de serviços, Figura 08.

Segundo Kozlowski (apud Ronca & Zmitrowicz, 1988), o conceito de limiar de um território A no período de tempo 0 a t é a quantidade n_1 de unidades habitacionais implantadas, tal que não haja possibilidade de implantar uma unidade seguinte, $n_1 + 1$, por um custo igual ao custo unitário anterior.

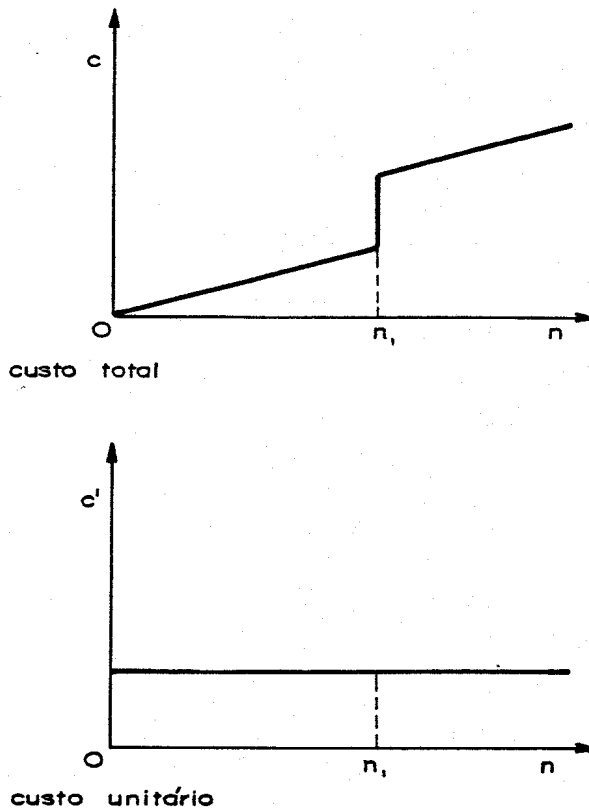


FIGURA 08 - Custo total e custo unitário - variações em função dos equipamentos

É importante observar que, na citada definição, não é feita a comparação entre dois custos unitários, e sim, entre o custo unitário de n_l e o custo de implantação da unidade $n_l + 1$.

O custo de transposição de um limiar n_l é a somatória $St + gt$, onde:

$St \rightarrow$ custo adicional não relacionado com o custo unitário e necessário à implantação da unidade habitacional seguinte:

$$St = \lim_{n \rightarrow n_l^+} h(n) - \lim_{n \rightarrow n_l^-} h(n)$$

- $gt \rightarrow$ parte adicional do novo custo unitário (acrescido em relação ao custo unitário anterior) necessário à implantação da unidade habitacional seguinte:

$$gt = h'(n+1) - h'(n)$$

A Figura 09 ilustra estas considerações.

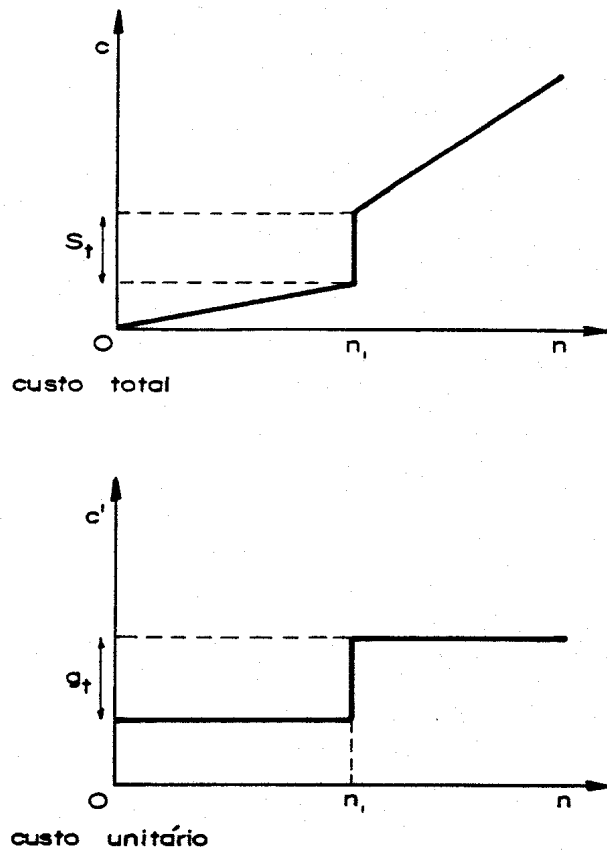


FIGURA 09 - Custo de transposição de um limiar.

Embora tenha sido adotada, como uma das variáveis, o número de unidades habitacionais, ela pode ser substituída pela sua população, pelo número de lotes ou número de prédios, dependendo do que seja mais conveniente em cada caso específico. Estabelecendo-se os devidos padrões de correspondência, pode-se facilmente transformar os gráficos para as unidades adequadas.

O *Custo Médio* facilita a compreensão da eficiência dos serviços urbanos. O custo médio por unidade habitacional, para um período de tempo t_1 a t_2 , é a soma total dos custos nesse período correspondente à implantação do número $(n_2 - n_1)$ de unidades habitacionais, dividida pela quantidade de unidades implantadas Assim:

$$\text{Custo - médio} = \frac{h(n_2) - h(n_1)}{n_2 - n_1}$$

onde:

$$n_1 = f(t_1) \text{ e } n_2 = f(t_2)$$

O custo médio de implantação das primeiras "n" unidades é:

$$\frac{h(n) - h(0)}{n - 0} = \frac{h(n)}{n}$$

pois $h(0) = 0$

A expressão $h(n)/n$, que numericamente corresponde à tangente do ângulo α , conforme Figura 10, é chamada de *função do custo médio de desenvolvimento*, e a sua curva (Figura 11) demonstra a maior ou menor eficiência da utilização dos recursos.

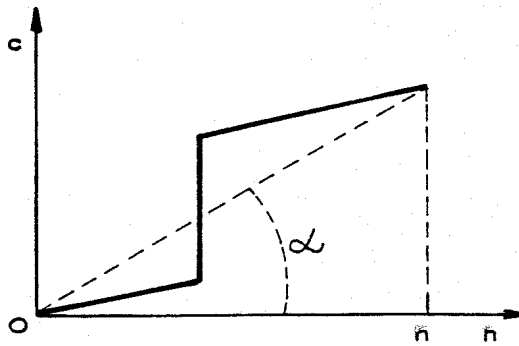
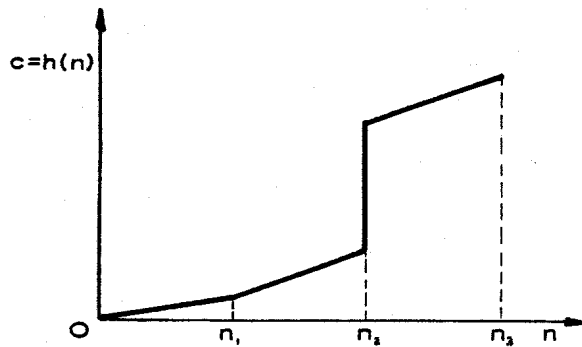
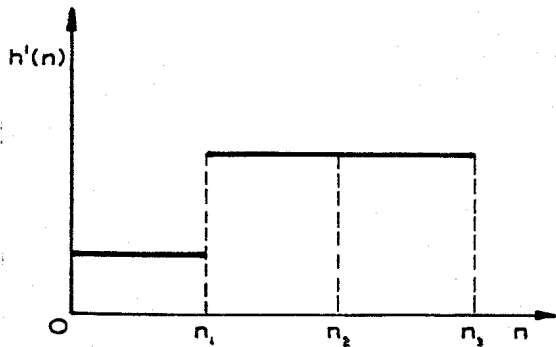


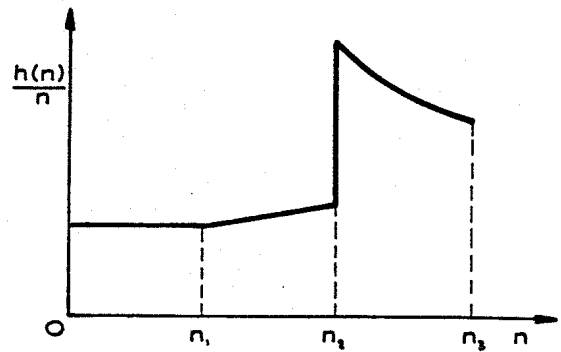
FIGURA 10 - Ângulo α



custo total



custo unitário



custo médio de desenvolvimento

FIGURA 11 - Custo total, custo unitário e custo médio de desenvolvimento

Assim, numa seqüência hipotética de obras de captação de água potável para abastecer a população crescente de uma cidade, ilustrada na Figura 12, toma-se clara a importância de verificação da conveniência das soluções alternativas "Q" e "T" para populações superiores a P, de modo a distribuir, de forma mais adequada, os investimentos no tempo. A Figura 12 ilustra estes exemplos.

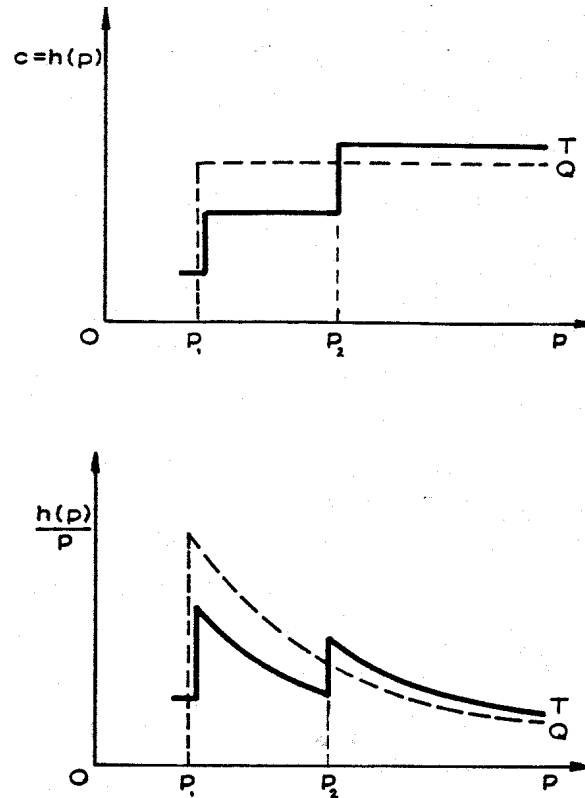


FIGURA 12 - Análise de soluções alternativas de um empreendimento

Normalmente, quando, para enfrentar os dispêndios necessários, se dispõe de fluxos contínuos e constantes de dinheiro, consumidos totalmente pelo custo das unidades habitacionais, a implantação destas teria de sofrer, em determinada época, uma solução de continuidade no tempo, para permitir o direcionamento de verbas para os equipamentos imprescindíveis à implantação das habitações seguintes. A Figura 13 ilustra esta consideração.

Entretanto, dispondo o poder público, ou a empresa, de capital suficiente, os equipamentos correspondentes ao custo que denominaríamos 'fixo', poderiam ser executados antes de se chegar ao limiar imposto pela utilização máxima dos equipamentos existentes anteriormente, evitando, assim, a descontinuidade na implantação das habitações, conforme ilustra a Figura 14.

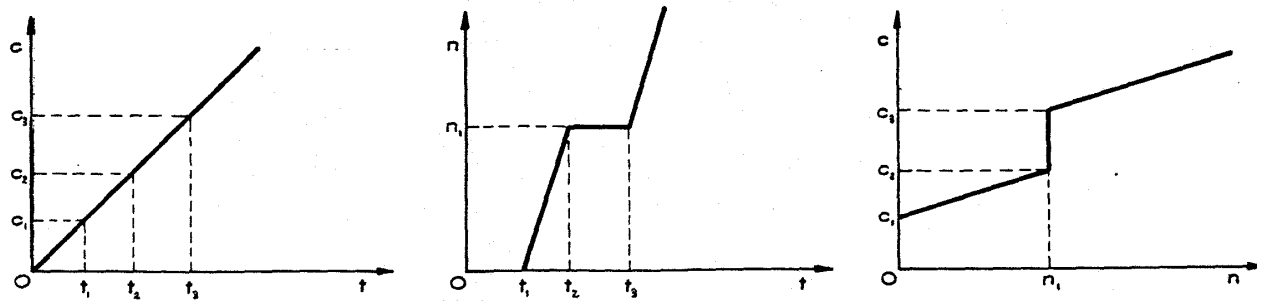


FIGURA 13 - Análise de dispêndios necessários - solução inadequada

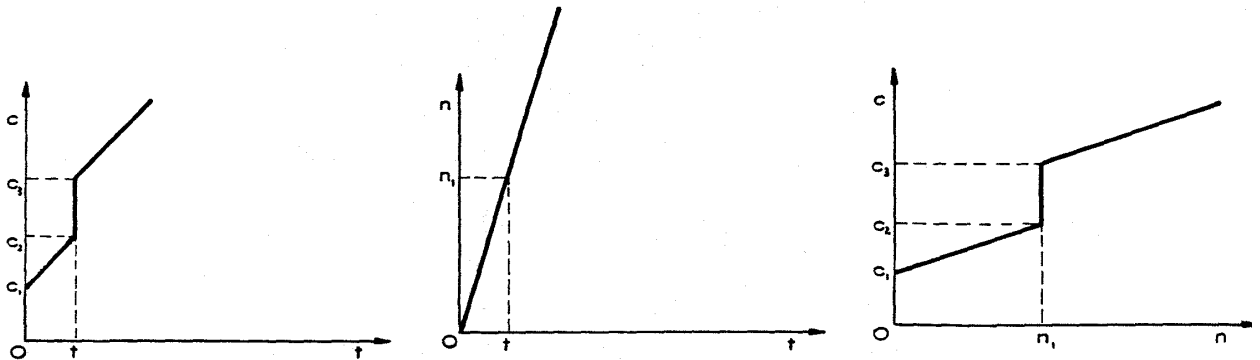


FIGURA 14 - Análise de dispêndios necessários - solução adequada

Portanto, as curvas apresentadas anteriormente (nas Figuras 13 e 14) podem ser decompostas em duas outras, adicionáveis uma à outra, permitindo análise conjugada dos custos "variáveis" (ou seja, que variam com o número de habitações) e dos custos "fixos" (que correspondem, à implantação de equipamentos suficientes para servir a um determinado número de habitações), como ilustra a Figura 15.

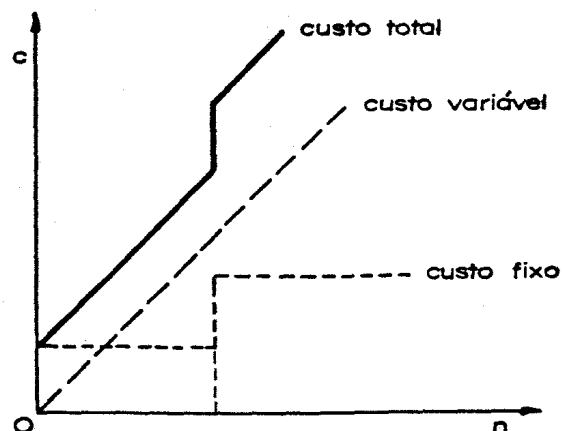


FIGURA 15 - Custo total, custo variável e custo fixo

Os limiares a que estão sujeitas as curvas de custo "*variável*" dependem do padrão mínimo estabelecido previamente para os serviços. A rapidez de execução das obras, ou seja, a inclinação das curvas em relação ao tempo, é limitada, de um lado, pelos recursos financeiros disponíveis e, de outro, pela capacidade técnica (limiar tecnológico).

Os limiares a que estão sujeitas as curvas de custo "fixo" dependem dos horizontes de planejamento e das economias de escala permitidas pela tecnologia.

Foram, aqui, analisados apenas os custos de investimentos, ou melhor, de implantação das casas e equipamentos. Outras curvas podem ser traçadas referentes à manutenção e mesmo à operação dos equipamentos e serviços, representando custos que devem ser sempre levados em consideração, por serem em geral decorrentes do tipo de investimento executado.

As barreiras físicas, legais e administrativas podem ser localizadas cartograficamente, constituindo base para uma divisão territorial em unidades com características relativamente homogêneas que permitem o estabelecimento de hipóteses de aproveitamento de glebas, cuja implantação, em termos de custo correlacionado com o número de habitações e com o tempo, seria representada por gráficos similares aos descritos.

Em caso de empreendimentos públicos, como, por exemplo, conjuntos habitacionais de cunho social, é útil, em primeira instância, classificar os terrenos em três categorias:

- a) terrenos preparados, ou seja, aqueles que não necessitam de grandes investimentos em equipamentos ou infra-estrutura,
- b) terrenos utilizáveis, que poderão ser usados desde que se disponha de verbas para a execução dos equipamentos e infra-estrutura necessárias; e
- c) terrenos inacessíveis, ou acessíveis mediante grandes dispêndios e custos proibitivos.

A *primeira* categoria permite uma avaliação das possibilidades de implantação imediata dos programas.

A *terceira* corresponde a áreas que de forma alguma deveriam ser utilizadas dentro do horizonte de planejamento estabelecido.

A *segunda* categoria é a que irá requerer um planejamento mais minucioso e eventualmente uma subdivisão para avaliação de soluções alternativas, como ilustra a Figura 16. As comparações, podem ser facilitadas pelas curvas de custo médio de desenvolvimento e pelos gráficos de possibilidades de implantação no tempo.

O esgotamento dos recursos naturais (saturação), constitui um limiar de difícil transposição. A ampliação de praias para fins turísticos, o transporte de água potável de bacias distantes, só se justificam em casos excepcionais e requerem maciços investimentos públicos.

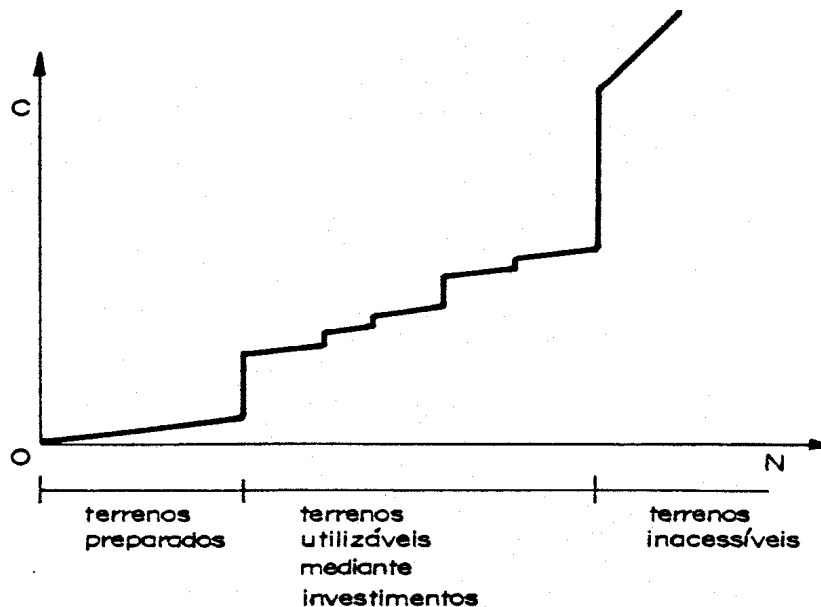


FIGURA 16 - Hipóteses de aproveitamento de glebas

As dificuldades ou barreiras, cuja transposição pode ser traduzida em custo monetário, poderão ser somadas ao longo dos eixos correspondentes. Escolhidos os fatores relevantes para efeito da decisão locacional, os custos somados graficamente serão comparados para metas similares em diversas regiões.

Traçando as "curvas de *custos de desenvolvimento*" ou seja, aquelas que inter-relacionam o número de unidades habitacionais com os seus custos, para diversos "vetores" alternativos de desenvolvimento do território, temos a possibilidade de compará-las com facilidade, escolhendo o mais adequado (ou os mais adequados) dentro de um determinado horizonte de planejamento, como ilustra a Figura 17.

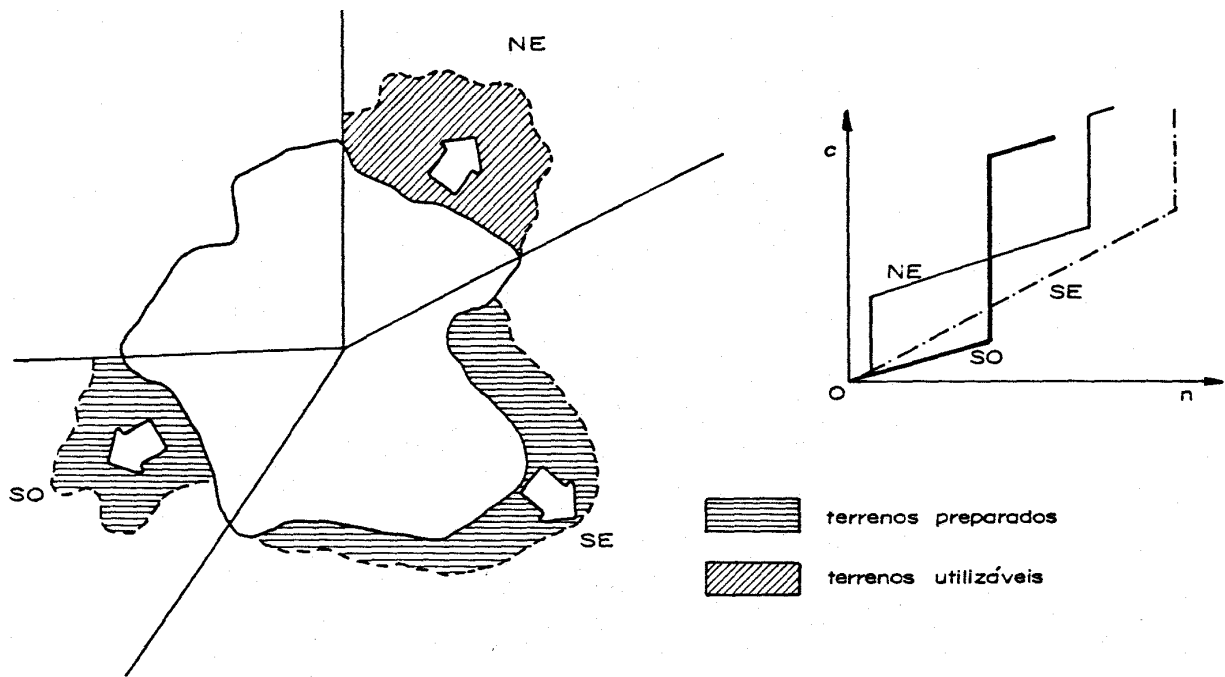


FIGURA 17- Curvas dos custos de desenvolvimento

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOPYAN, V.; DEROLLE, A. **Materiais de Construção Reforçados com Fibras: Uso do Papel Imprensa.** In: Tecnologia de Edificações/Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha. São Paulo, PINI/IPT, 1988.

FERRARI, C. **Curso de Planejamento Municipal Integrado: Urbanismo.** 7.ed. São Paulo, Pioneira, 1991.

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.

LOBATO, E. Brasil atrai Empresas de Comunicações. **Folha de São Paulo.** São Paulo, 13 abr. 1995. Especial- A Era da Informação.

MASCARO, J.L. Manual de Loteamentos e Urbanizações. Porto Alegre, SAGRA/ D.C. Luzzatto, 1994.

_. **Desenho Urbano e Custos de Urbanização.** Brasília, MHU/SAM, 1987.

MUMFORD, L. A Cidade na História: Suas Origens, Desenvolvimento e Perspectivas. Trad. Neil R. da Silva, 2ª ed. São Paulo, Martins Fontes, 1982.

Ó **MARCAIGH, F. Tudo o que Você Queria Saber sobre a Internet. Folha de São Paulo.** São Paulo, 13 abr. 1995. Especial-. A Era da Informação.

PUPPI, I.C. Estruturação Sanitária das Cidades. Curitiba, Universidade Federal do Paraná/São Paulo, CETESB, 1981.

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).

SILVA, R.T. A Defasagem entre os Instrumentos das Políticas Setoriais e os das Políticas Urbanas e Regionais. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL RECUPERAÇÃO DE ÁREAS URBANAS DEGRADADAS, 2., Salvador, 1993. Anais. Brasília, PNUD/MBES, 1994.

TONI, G. Informação Elimina Distâncias. Folha de São Paulo, São Paulo, 13.abr. 1995. Especial: A Era da Informação.

TEXTOS TÉCNICOS PUBLICADOS

TT/PCC/01 - Subsídios para a Avaliação do Custo de Mão-de-Obra na Construção Civil - UBIRACIESPINELLI LEMES DE SOUZA, SÍLVIO BURRATINO MELHADO

TT/PCC/02 - A Qualidade na Construção Civil e o Projeto de Edifícios - SÍLVIO BURRATINO MELHADO, MARCO ANTONIO F. VIOLANTI

TT/PCC/03 - Parâmetros Utilizados nos Projetos de Alvenaria Estrutural - LUIZ SÉRGIO FRANCO

TT/PCC/04 - Produção de Estruturas de Concreto Armado de Edifícios - MÉRCIA M. S. BOTTURA DE BARROS, SÍLVIO BURRATINO MELHADO

TT/PCC/05 - Tecnologia de Produção de Revestimentos de Piso - MÉRCIA M. S. BOTTURA DE BARROS, ELEANA PATTA FLAIN, FERNANDO HENRIQUE SABBATINI

TT/PCC/06 - Análise de Investimentos: Princípios e Técnicas para Empreendimentos do Setor da Construção Civil - JOÃO DA ROCHA LIMA JÚNIOR

TT/PCC-07 - Qualidade dos Sistemas Hidráulicos Prediais - MARINA SANGOI DE OLIVEIRA ILHA

TT/PCC/08 - Sistemas Prediais de Água Fria - MARINA SANGOI DE OLIVEIRA ILHA, ORESTES MARRACCINI GONÇALVES

TT/PCC/09 - Sistemas Prediais de Água Quente - MARINA SANGOI DE OLIVEIRA ILHA, ORESTES MARRACCINI GONÇALVES, YUKIO KAVASSAKI

TT/PCC/10 - Serviços Públicos Urbanos - ALEX KENYA ABIKO

TT/PCC/11 - Fundamentos de Planejamento Financeiro para o Setor da Construção Civil – JOÃO DA ROCHA LIMA JR.

TT/PCC/12 - Introdução à Gestão Habitacional - ALEX KENYA ABIKO

TT/PCC/13 - Tecnologia de Produção de Contrapisos Internos para Edifícios - MERCIA M. S. BOTTURA BARROS, FERNANDO HENRIQUE SABBATINI

TT/PCC/14 - Edifícios Habitacionais de Estruturas Metálicas no Brasil - ALEX KENYA ABIKO, ROSA MARIA MESSAROS.

TT/PCC/15 - Qualidade na Construção Civil: Fundamentos - LUCIANA LEONE MACIEL, SILVIO BURRATINO MELHADO.

TT/PCC/16 - Urbanismo: História e Desenvolvimento - ALEX KENYA ABIKO, MARCO ANTONIO PLÁCIDO DE ALMEIDA, MÁRIO ANTÔNIO FERREIRA BARREIROS

TT/PCC/17 - Infra-Estrutura Urbana- WITOLD ZMITROWICZ. GENEROSO DE ANGELIS N.

Escola Politécnica da USP - Deptº de Engenharia de Construção Civil
Edifício de Engenharia Civil - Av. Prof. Almeida Prado, Travessa 2
Cidade Universitária - CEP 05508-900 - São Paulo - SP - Brasil
Fax: (011)8185715- Fone: (011) 8185452 - E-mail: secretaria@pcc.usp.br