



## PCC 3350 – Planejamento Urbano e Regional

### Gestão da infraestrutura urbana

Prof. Dr. Luiz Reynaldo de Azevedo Cardoso  
Prof. Dra. Karin Regina de Casas Castro Marins  
Prof. Dr. Alex Abiko

2022

### Referências bibliográficas

ZMITROWICZ, W. NETO, G. **Infra-Estrutura Urbana**. Texto Técnico. PCC-POLI-USP. São Paulo, 1997.

## Tópicos principais

- ✘ Conceitos gerais
- ✘ Infraestrutura urbana
- ✘ Investimentos e custos
- ✘ Considerações finais

## Tópicos principais

- ✘ Conceitos gerais
- ✘ Infraestrutura urbana
- ✘ Investimentos e custos
- ✘ Considerações finais

## Conceitos gerais

- × **Infraestrutura urbana:** rede física
- × **Serviço público urbano:** operação, tarifação e manutenção da rede
- × **Equipamento urbano:** instalações pontuais, tais como sedes educacionais, de assistência à saúde, de segurança pública, etc.

Sistemas e subsistemas técnicos

ABIKO, A. *Serviços Públicos Urbanos*. TT/PCC/10, São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1995

## Sistemas e subsistemas técnicos

- × Os sistemas técnicos são concebidos, executados e gerenciados como atividades da engenharia urbana.
- × Abrangem as redes nas dimensões físicas (infraestrutura) e também operacional (serviços):
  - + Subsistema Viário;
  - + Subsistema de Drenagem Pluvial;
  - + Subsistema de Abastecimento de Água;
  - + Subsistema de Esgotos Sanitários;
  - + Subsistema Energético;
  - + Subsistema de Comunicações.

ABIKO, A. *Serviços Públicos Urbanos*. TT/PCC/10, São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1995

## Sistemas de infraestrutura

- × **Redes de serviços:** malha de tubulações, cabos, ou pavimentos que se distribuem pela cidade, viabilizando os serviços. Traçados urbanos influenciam fortemente seus custos,
- × **Ligações domiciliares:** ramais que ligam as redes de serviços às instalações prediais. Seus custos vinculam-se com a tipologia adotada para as redes e pela tipologia de edifícios
- × **Equipamentos complementares:** partes individualizadas dos sistemas, tais como: adução e reservação (abastecimento de água), emissários e estações de tratamento (esgotos), etc.

ZMITROWICZ, W., NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC POLI-USP. São Paulo, 1997.

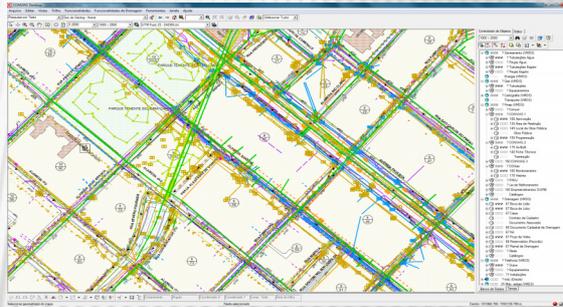
## Localização dos componentes dos subsistemas

- × As redes precisam ser posicionadas de forma articulada e constituindo um conjunto organizado no espaço urbano.
- × É necessária a articulação entre empresas de serviços públicos para minimizar custos de implantação, operação, manutenção e ampliação.
- × Há deficiências de cadastro geral e atualização de redes e seus equipamentos complementares.
- × Articulação governo/ iniciativa privada (serviços privatizados)

ZMITROWICZ, W., NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC POLI-USP. São Paulo, 1997.

## Localização dos componentes dos subsistemas

- × A partir de 2009, foi desenvolvido o Geoinfra, disponibilizado para os agentes em 2019, um cadastro digital georreferenciado das redes e equipamentos instalados no Municípios de São Paulo,



SÃO PAULO, SIURB, 2018 apud CLEMENTINO, 2020

## Infra-estrutura: caracterização geral

- × Caráter sistêmico: partes e componentes interrelacionados
  - + Setorialmente
    - × **Água**: distribuição depende da reservação e do tratamento, que depende da captação; exige conexão a um sistema
  - + Intersetorialmente
    - × Abastecimento de água resulta na produção de **esgotos** que precisam ser afastados e tratados
    - × **Pavimentação** resulta no aumento de área impermeável a ser **drenada**

## Infraestrutura: caracterização geral

- × Características gerais: princípio de funcionamento
  - + Não dependem da gravidade: energia, comunicações
  - + Parcialmente dependente da gravidade: água
  - + Totalmente dependentes da gravidade: esgoto, drenagem
  - + Implicações com topografia

## Localização dos componentes dos subsistemas

- × **Nível aéreo:** 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.
- × **Nível superficial:** pavimentos do subsistema viário, calçadas para pedestres, ciclovias, drenagem pluvial. Sofre influência da manutenção das redes subterrâneas.
- × **Nível subterrâneo:** redes de drenagem pluvial, de abastecimento de água, de coleta de esgotos, de gás canalizado e, eventualmente, energia elétrica e comunicações, parte do sistema de circulação e transporte (metrô), além das passagens subterrâneas para pedestres. Necessita de compatibilização de localização e cotas.

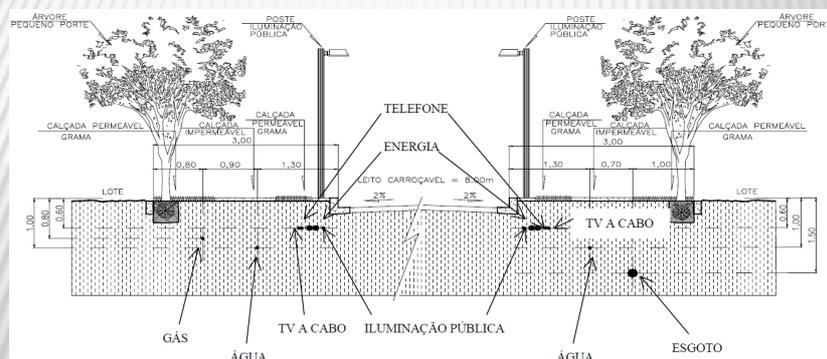
ZMITROWICZ, W, NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC POLI-USP. São Paulo, 1997.

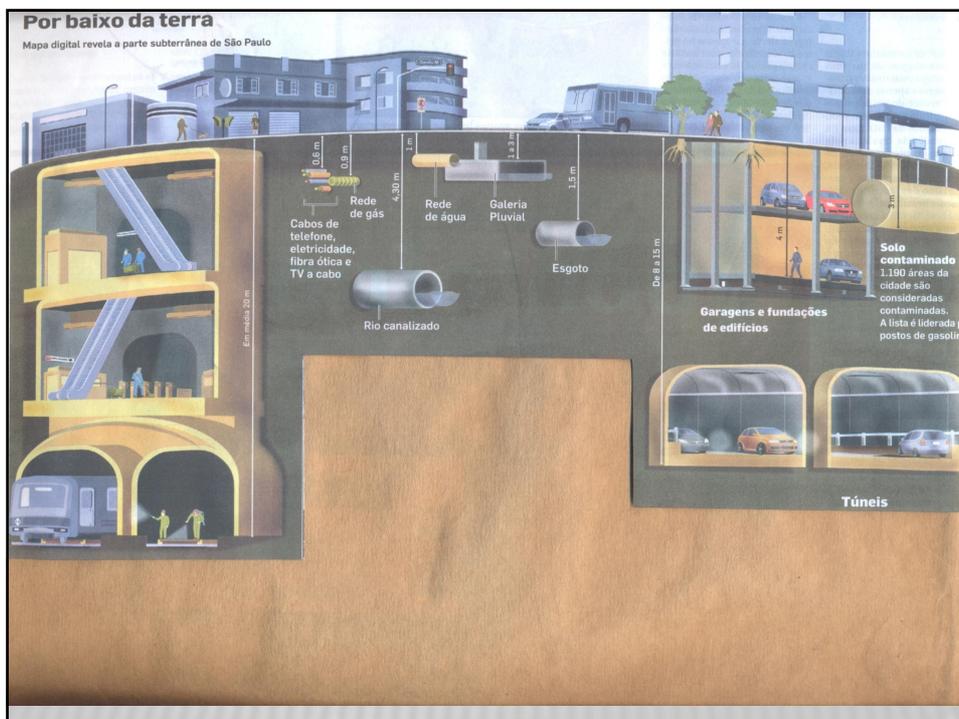
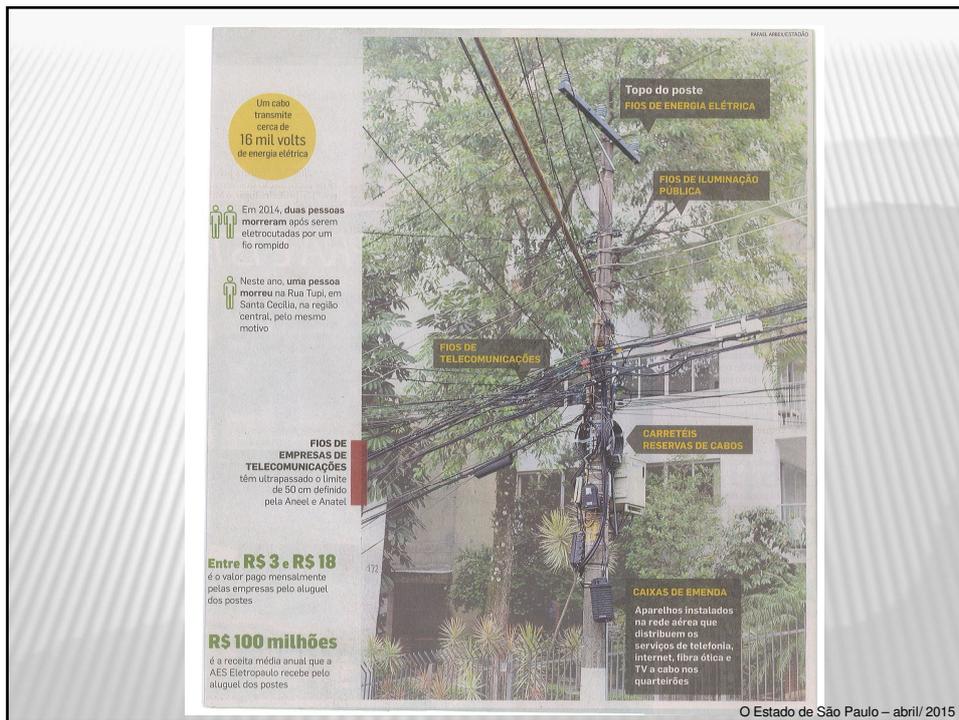
## Cabeamento enterrado no município de São Paulo

- × Lei 14.023 de 08/07/2005, regulamentado pelo Decreto 47.817 de 26/10/2006 obriga concessionárias, empresas estatais e operadoras de serviço a enterrarem o cabeamento de rede elétrica, telefonia, TV e afins instalado no município;
- × Art. 2º...deverão tornar subterrâneo o cabeamento aéreo existente na extensão de até 250km/ano
- × Dificuldades
  - + Custo => aumento da tarifa
  - + Organização: cadastro/interferências
  - + Operação

<https://www.terra.com.br/noticias/dino/os-desafios-da-implantacao-da-rede-eletrica-subterranea-no-brasil,d029b6f6c413662367a28a1d0f2a7a188mtt7gg2.html>

## Localização dos componentes dos subsistemas





## Infra-estrutura: caracterização geral

### × Evolução histórica:

- + Sistema viário (o mais antigo)
- + Sistema sanitário: Antiguidade (Roma/Jerusalém), sistematiza-se após revolução industrial (Séc. XVIII)
- + Sistemas energéticos: Séc. XIX
- + Sistemas de comunicações: Séc. XX, XXI, tendência de aumento para o futuro

## Tópicos principais

- × Conceitos gerais
- × Infraestrutura urbana
- × Investimentos e custos
- × Considerações finais

## Subsistema viário

- × Composto de uma ou mais redes de circulação, para receber veículos automotores, bicicletas, pedestres, entre outros.
- × É o subsistema de maior contato direto com os usuários, complementado pelo subsistema de drenagem de águas pluviais.
- × É o mais caro - normalmente abrange cerca de 50% do custo total de urbanização.
- × Ocupa uma parcela importante do solo urbano (20 a 25%).
- × Uma vez implantado, é o subsistema que mais dificuldade apresenta para aumentar sua capacidade.
- × Classificação em vias para pedestres, locais, coletoras, arteriais e expressas.

ZMITROWICZ, W. NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC POLI-USP. São Paulo, 1997.

## Exemplos de tipologias viárias



## Sistemas de infra-estrutura: componentes

- × Sistema viário: aspectos importantes
  - + Hierarquização das vias
  - + Desenho urbano (traçado)
  - + Tecnologia – pavimento => interfaces, custos: flexíveis, semi-flexíveis, rígidos

## Subsistema de drenagem pluvial

- × 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.
- × Particularidades:
  - + O escoamento das águas das tormentas sempre ocorrerá, independente de existir ou não sistema de drenagem adequado.
  - + a sua solicitação não é permanente, contrastando com outros melhoramentos públicos que são essencialmente de uso contínuo.

## Classificação do subsistema de drenagem

- × SISTEMA INICIAL DE DRENAGEM OU DE MICRO-DRENAGEM OU COLETOR DE ÁGUAS PLUVIAIS: composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e, também, canais de pequenas dimensões, dimensionados para vazões de 2 a 10 anos de período de retorno.
- × SISTEMA DE MACRODRENAGEM: constituído por canais de maiores dimensões, projetados para vazões de 25 a 100 anos de período de retorno.

RAMOS, C.; BARROS, M.; PALOS, J. Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo. São Paulo: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, 1999.

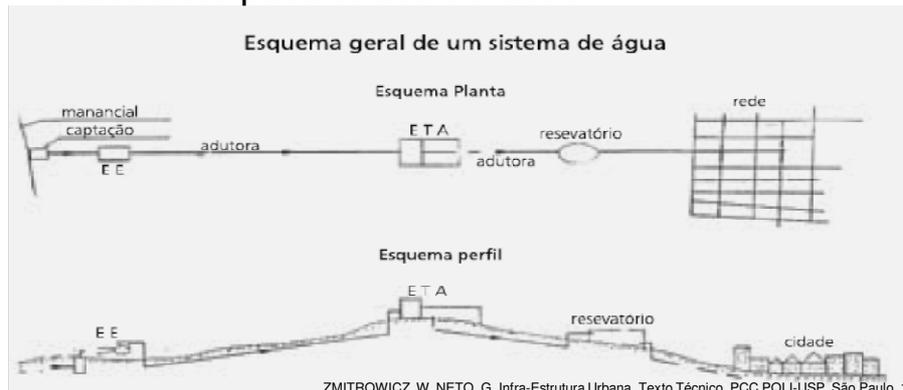
## Subsistema de drenagem pluvial

- × O traçado da rede de drenagem é função:
  - + Das características topográficas
  - + Do subsistema viário da área
- × O dimensionamento da infraestrutura depende:
  - + Do ciclo hidrológico local
  - + Da topografia
  - + Da área e da forma da bacia
  - + Da cobertura e da impermeabilização da bacia
  - + Do traçado da rede e de sua interferência com outros sistemas

ZMITROWICZ, W.; NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC/POLLUSP. São Paulo, 1997.

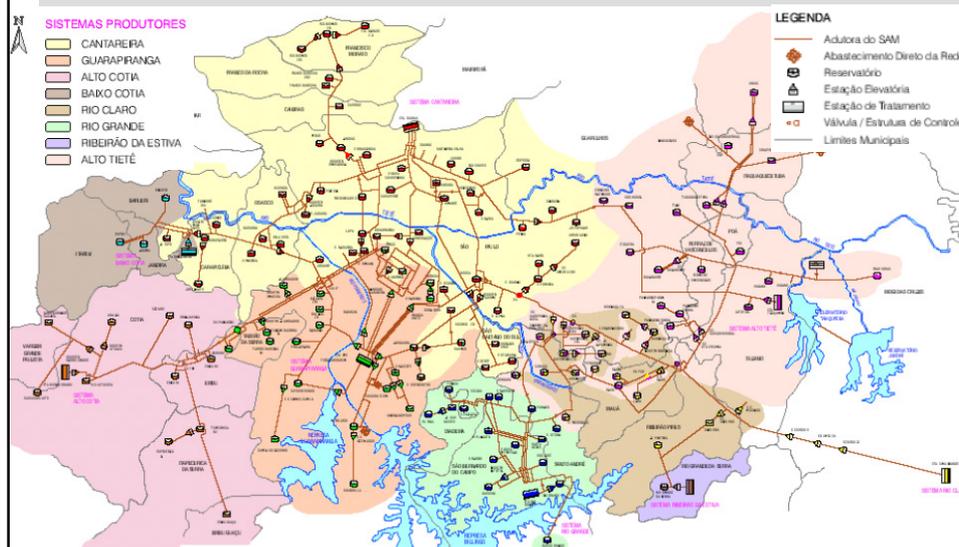
## Subsistema de abastecimento de água

- ✘ Finalidade: provimento de água aprazível aos sentidos e sanitariamente pura, em quantidade suficiente para todos os usos



ZMITROWICZ, W. NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC POLI-USP. São Paulo, 1997.  
SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Saneamento e Energia; FUNDAÇÃO PREFEITO FÁRRIA LIMA- CEPAM. Plano municipal de saneamento passo a passo. São Paulo, 2009.

## Sistemas produtores de água na RMSP



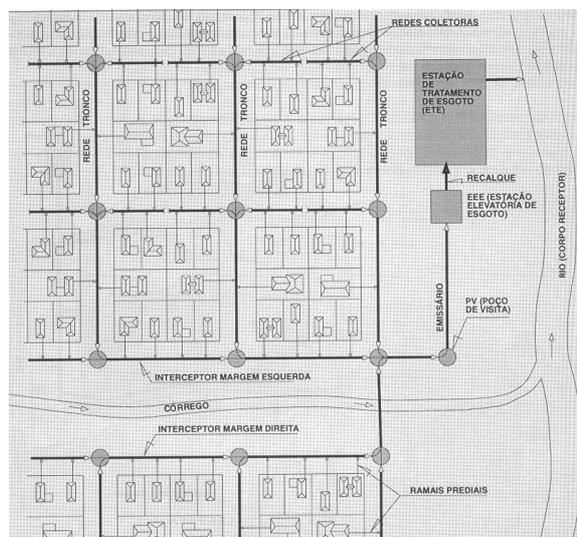
## Subsistema de coleta e tratamento de esgotos

- ✗ Complemento necessário do subsistema de abastecimento de água
- ✗ 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.
- ✗ Tipos de sistema
  - + Unitário – captação e tratamento conjunto de águas residuárias de esgoto e pluviais.
  - + Separador absoluto – captação e tratamento separado dos efluentes de drenagem

ZMITROWICZ, W. NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC POLI-USP. São Paulo, 1997.

## Esquema típico de rede coletora

- ✗ Coletor predial ou ramal predial
- ✗ Rede de esgoto:
  - + Coletor público
  - + Coletor tronco
  - + Interceptor
  - + Emissário
- ✗ Elementos auxiliares da rede coletora
  - + Poços de visita – câmaras de inspeção e manutenção da rede coletora
  - + Estações elevatórias – recalque.



BARROS, R. T. de V. et alii (1995). Borelli. Aulas da FAU AUT192 – ESTRUTURA FUNCIONAL. Redes de esgoto.

## (Coleta e tratamento de lixo)

- × Pontos de coleta ao longo do sistema viário
- × Pontos intermediários
  - + Estações de transbordo
  - + Centros de triagem
- × Destinos finais
  - + Aterros sanitários
  - + Usinas de compostagem
  - + Reciclagem
  - + Usinas incineradoras



Fonte: Informe GEO Cidade de São Paulo, 2004

## Subsistema energético

- × Atualmente: energia elétrica e gás.
- × A energia elétrica destina-se basicamente a iluminação artificial e equipamentos.
- × O gás destina-se principalmente à produção de calor

ZMITROWICZ, W, NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC POLI-USP. São Paulo, 1997.

## Subsistema elétrico

### × Rede de distribuição:

- + Rede primária e uma rede secundária, que alimenta os usuários e que é alimentada pela 1ª
- + Aérea ou subterrânea
- + Posteação: postes de concreto tubular ou de madeira

### × Ligações prediais: estabelecem a comunicação entre a rede de distribuição e a instalação elétrica dos prédios



ZMITROWICZ, W., NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC POLI-USP. São Paulo, 1997.

## Distribuição de gás

- × Inicialmente usado para iluminação, depois para a produção de calor, para uso residencial, comercial e industrial.
- × O gás canalizado no Brasil corresponde a apenas 7% da energia utilizada.
- × Infraestrutura: 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.



GASODUTOS DE TRANSPORTE



ZMITROWICZ, W., NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC POLI-USP. São Paulo, 1997.

## Subsistema de comunicações

- × Telefonia (cabos, centrais).
- × Serviços por cabo (TV, Internet): central, rede de fibra óptica e/ou cabos coaxiais e amplificadores de banda larga.
- × Fibra óptica: fios de vidro opticamente puro, tão finos quanto um fio de cabelo, que transmitem informação digital ao longo de grandes distâncias.
- × Redes sem fio (rádios, telefones celulares, assistentes pessoais digitais).

## Tópicos principais

- × Conceitos gerais
- × Infraestrutura urbana
- × Investimentos e custos
- × Considerações finais

## Densidade e infraestrutura

- × Custos de implantação (investimentos).
  - + custos variáveis: variam com o número de habitações.
  - + custos fixos: correspondem à implantação de equipamentos suficientes para servir a um determinado número de habitações.
  
- × Custos de manutenção e operação.

ZMITROWICZ, W., NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC POLI-USP. São Paulo, 1997.

### Infra-estrutura: composição dos custos (redes)

Rede	Incidência nos custos (%)
Água	4,1
Esgoto	20,2
Drenagem	16,5
Pavimentação	47,1
Energia elétrica e iluminação	12,1
Total	100

Importância do desenho do sistema viário  
=> define a extensão, a área e a hierarquização do mesmo

## Custos dos sistemas de infraestrutura

Elemento	Participação média dos diferentes componentes nos custos totais dos subsistemas urbanos (%)		
	REDE	LIGAÇÕES DOMICILIARES	EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES
Pavimento	100,0	-	-
Drenagem	100,0	-	-
Esgoto sanitário	15,5	25,5	59,0
Abastecimento de água	39,0	3,0	58,0
Gás encanado	19,0	12,0	69,0
Energia elétrica	20,5	15,0	64,5
Iluminação pública	26,5	-	73,5

Fonte: (1) Mascaró, 1987. In ZMITROWICZ, W. NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC POLI-USP. São Paulo, 1997.

## Infra-estrutura: fatores de custos por habitação

Rede	Tipo de traçado da rede	Tamanho da gleba	Forma da gleba	Densidade da gleba	Declividade da gleba
Água	A	B	C	A	(-)
Esgoto	A	C	(-)	A	B
Drenagem	(-)	A	B	A	B
Pavimentação	A	(-)	(-)	A	A
Energia elétrica e iluminação	A	C	(-)	A	(-)

Fonte: Adaptado de MASCARÓ (1979 e 1987)

Legenda: A – Alta influência; B - Média influência; C -Baixa influência; (-) insignificante/ não detectada/ não estudada/ não conclusiva.

## Densidade e custos de urbanização

- × O custo do hectare urbanizado depende pouco da capacidade das redes.
  - + 75 pessoas/ha - 37.000 dólares/ ha
  - + 600 pessoas/ha (+800%) - 48.000 dólares/ ha (+30%)
  
- × Mas o custo de urbanização por família em densidades mais altas de ocupação cai drasticamente
  - + 75 pessoas/ha - 2.500 dólares/habitação (dens. média brasileira)
  - + 600 pessoas/ha - 400 dólares/habitação

ZMITROWICZ, W., NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC POLI-USP. São Paulo, 1997.