



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.

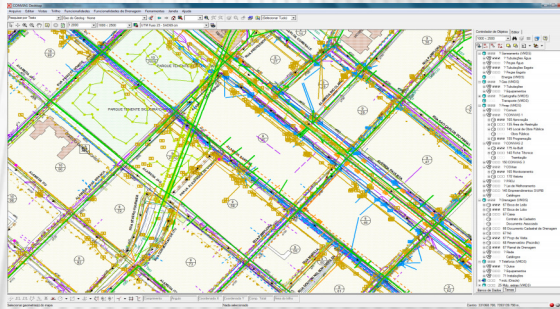
Localização dos componentes dos subsistemas

- × 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.

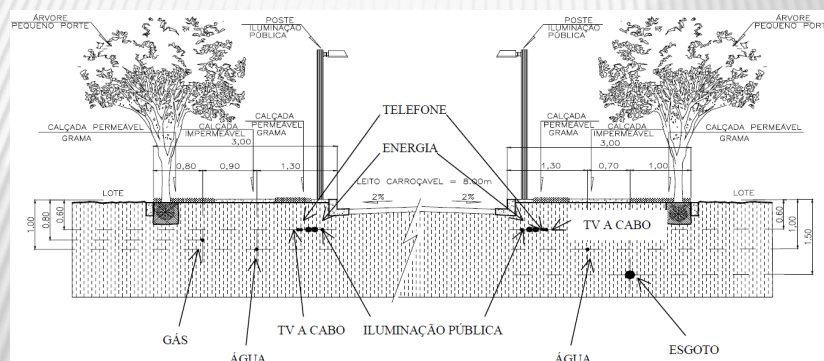
ZMITROWICZ, W, NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC POLI-USP. São Paulo, 1997.

Cabeamento enterrado no município de São Paulo

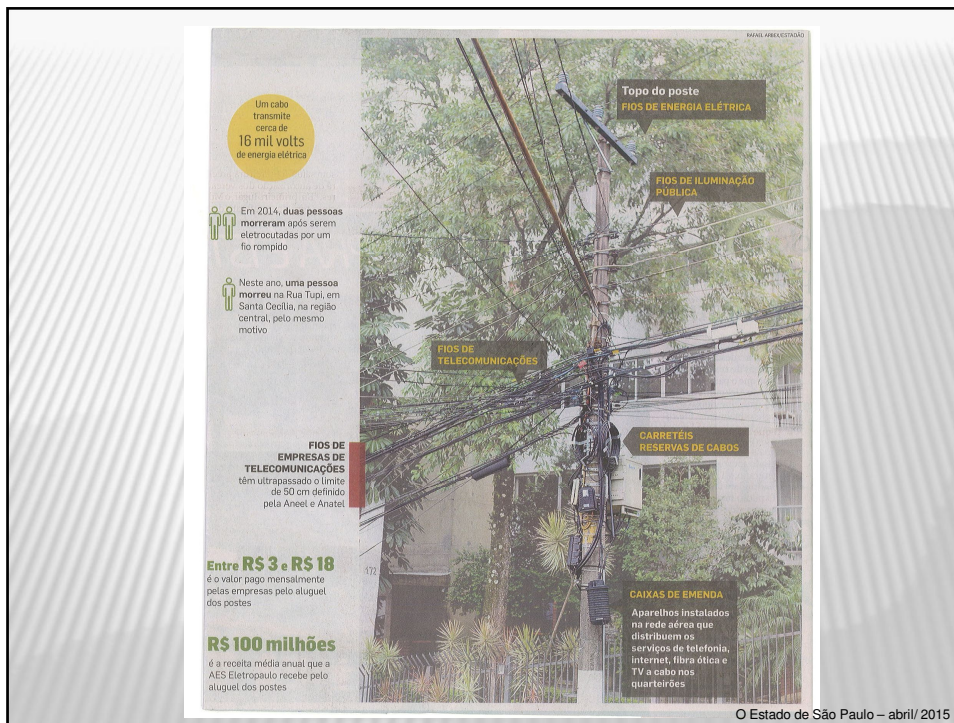
- × Lei 14.023 de 08/07/2005, regulamentado pelo Decreto 47.817 de 26/10/2006 obriga concessionárias, empresas estatais e operadoras de serviço a enterrarem o cabeamento de rede elétrica, telefonia, TV e afins instalado no município;
- × Art. 2º...deverão tornar subterrâneo o cabeamento aéreo existente 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



ROCCO, 2006



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.

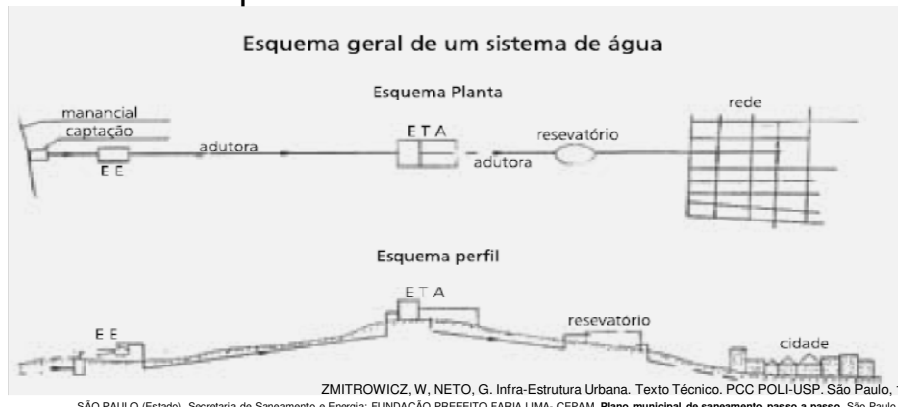
Subsistema de drenagem pluvial

- × 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

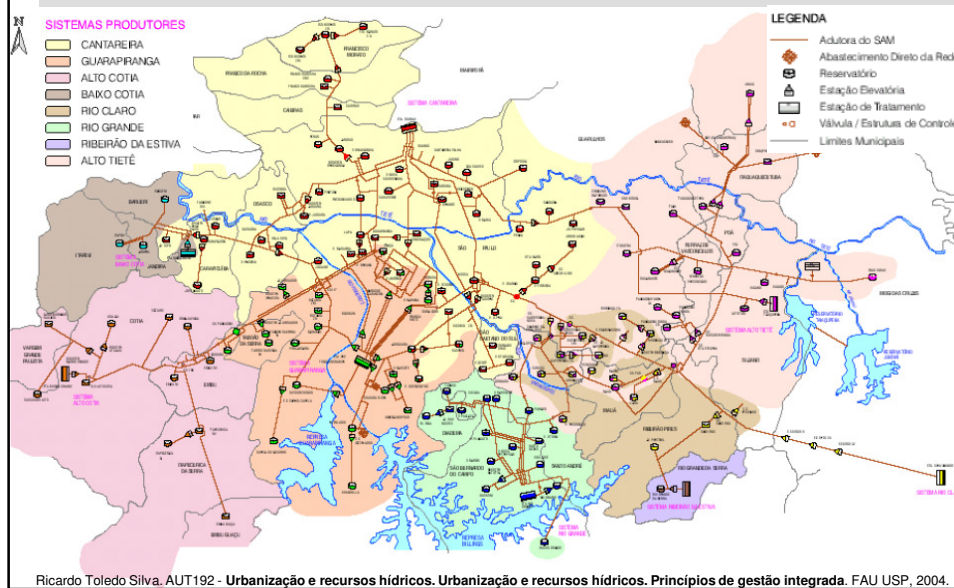
ZMITROWICZ, W.; NETO, G. Infra-Estrutura Urbana. Texto Técnico. PCC/POLLUSP. São Paulo, 1997.

Subsistema de abastecimento de água

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



Sistemas produtores de água na RMSP



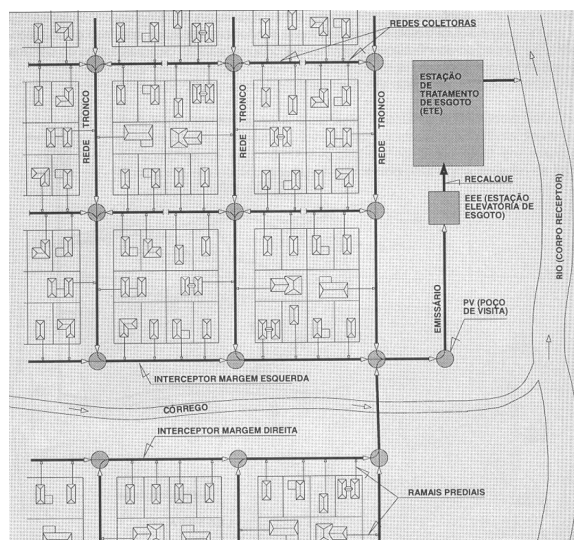
Subsistema de coleta e tratamento de esgotos

- ✗ 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.