



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Construção Civil

PCC3523 - DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS URBANOS

Condicionantes do projeto urbano II:

Uso e ocupação do solo

Mobilidade e acessibilidade urbanas

Parâmetros morfoclimáticos, aspectos ambientais e ecossistêmicos

**Plataformas georreferenciadas, bases de dados e
ferramentas de modelagem**

Prof. Dra. Karin Regina de Castro Marins

29 de março de 2023

Agenda

- × Uso e ocupação do solo
- × Mobilidade e acessibilidade urbanas
- × Parâmetros morfoclimáticos, aspectos ambientais e ecossistêmicos
- × Plataformas georreferenciadas

Agenda

- × Uso e ocupação do solo
- × Mobilidade e acessibilidade urbanas
- × Parâmetros morfoclimáticos, aspectos ambientais e ecossistêmicos
- × Plataformas georreferenciadas

Principais parâmetros urbanísticos

- × Dimensões dos elementos viários (passeios, ciclovias, leito carroçável)
- × Dimensões das quadras
- × Dimensões dos lotes
- × Taxa de ocupação
- × Coeficiente de aproveitamento
- × Recuos (frontais e laterais)
- × Gabarito de altura
- × Número de unidades por lote (cota parte) (MSP)
- × Taxa de permeabilidade dos lotes
- × Quota ambiental (MSP)
- × Vagas de estacionamento por unidade residencial

ESPAÇO
VIÁRIO

QUADRAS

Cidade compacta

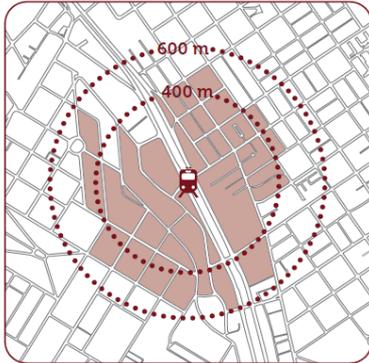
- ✘ Densidade populacional e construída “adequadas”;
- ✘ Uso misto do solo: não há predominância de uso, área construída de cada uso inferior a 40%.

- ✘ Vantagens:
 - ✘ Acesso mais conveniente a comércio, serviços e outras facilidades;
 - ✘ Minimização de congestionamentos;
 - ✘ Incentivo ao transporte a pé e por bicicleta;
 - ✘ Incentivo a pequenos negócios;
 - ✘ Maiores oportunidades para interação social;
 - ✘ Vitalidade urbana;
 - ✘ Maior eficiência no uso da energia, do espaço e das edificações.

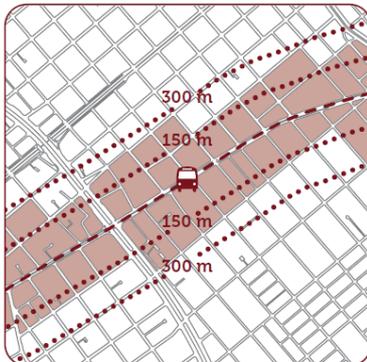
Desafios da alta densidade

- × Durabilidade do patrimônio construído
- × Risco de infecção
- × Tamanho e vulnerabilidade
- × Segurança
- × Desigualdade
- × Congestionamento
- × Esgotamento de recursos (materiais de construção, água, combustível...)
- × Poluição, incluindo ruído
- × Perda de privacidade
- × Falta de áreas livres, verdes e de lazer

Plano Diretor de São Paulo

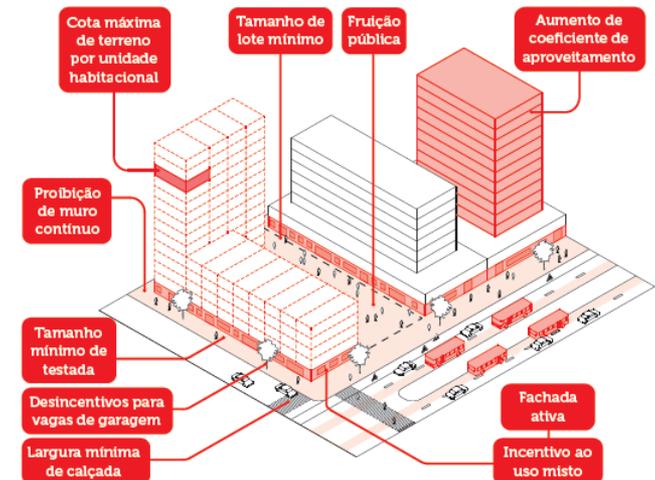
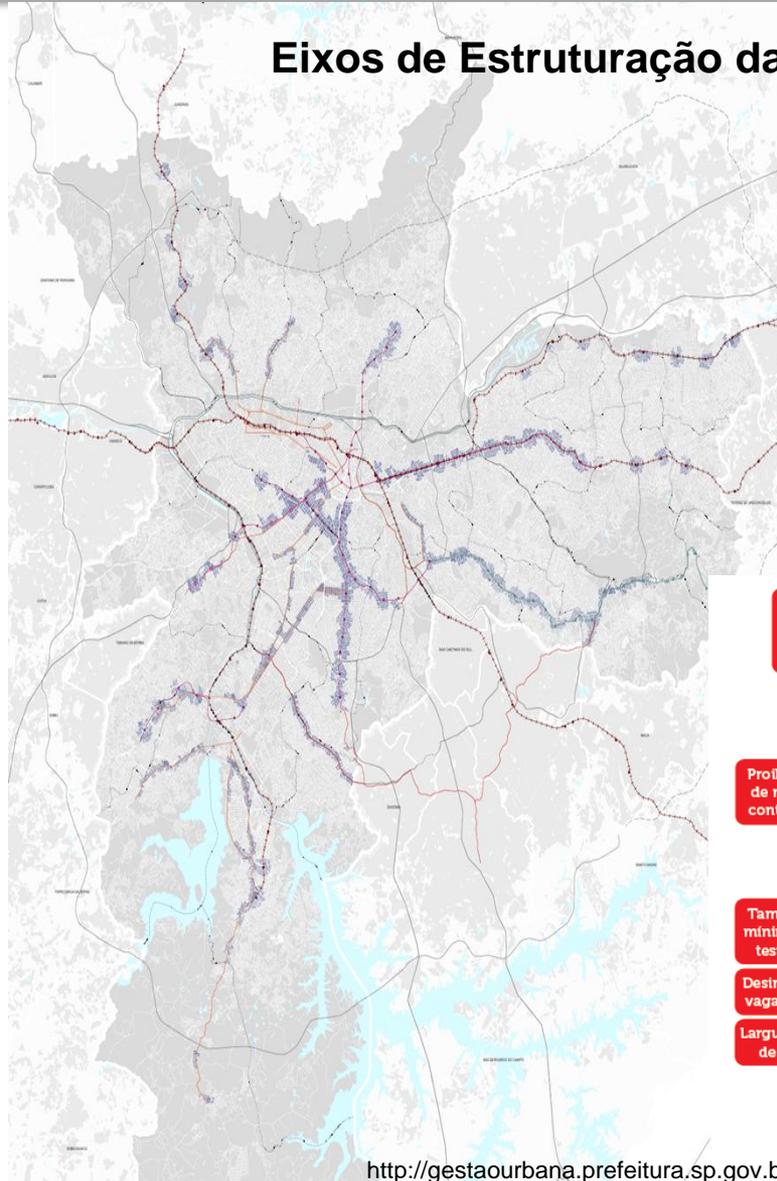


= Acessos às estações



= Eixo da via

Eixos de Estruturação da Transformação urbana (EETU)



Eixos estruturadores

AS ÁREAS DE INFLUÊNCIA SÃO DETERMINADAS DE ACORDO COM O MEIO DE TRANSPORTE



Trem · Metrô · Monotrilho · Veículos Leves sobre Trilhos (VLT) ·
Veículos Leves sobre Pneus (VLP) em vias elevadas

Corredor de ônibus municipal e intermunicipal ·
Veículos Leves sobre Pneus (VLP) em vias não elevadas

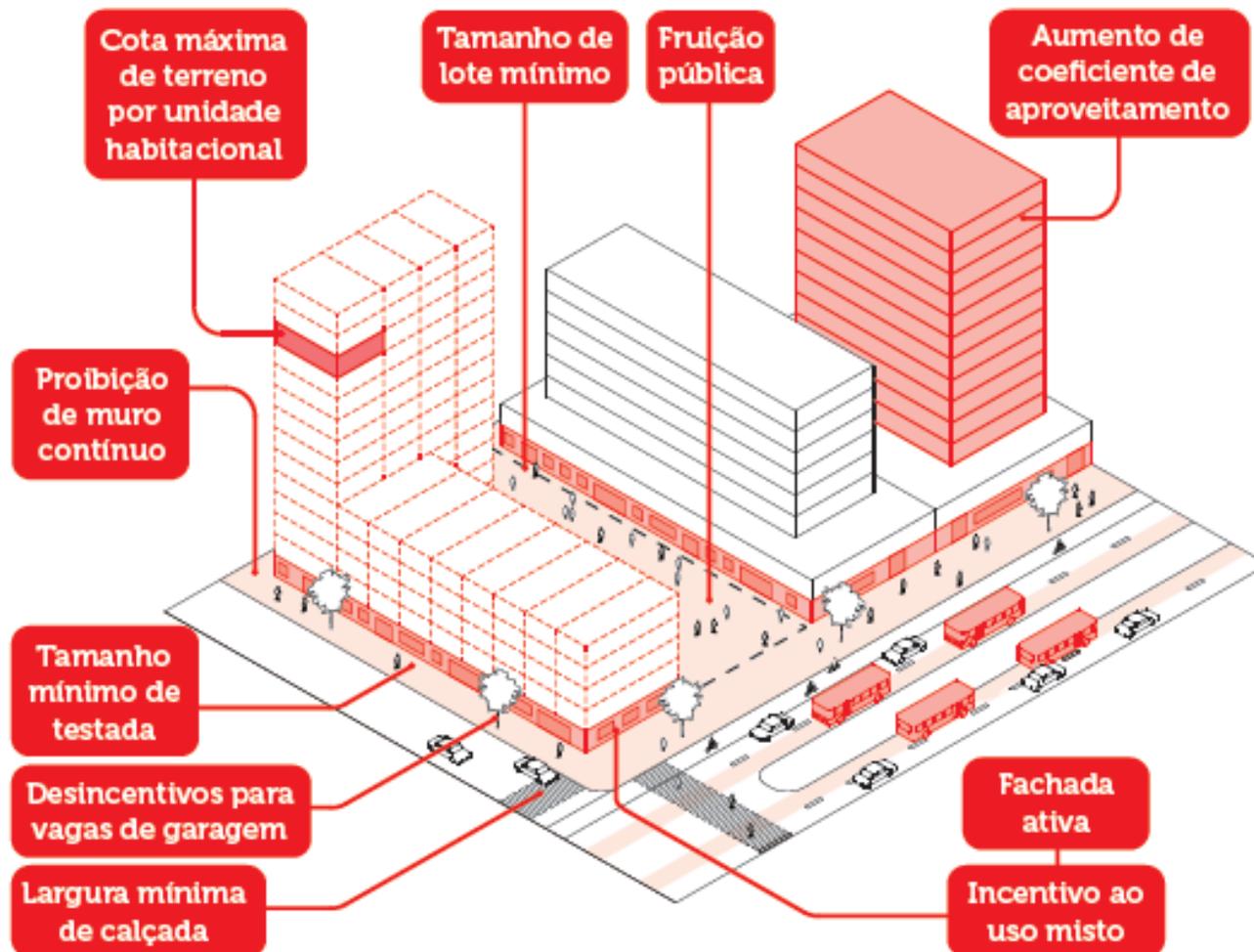


 = Acessos às estações

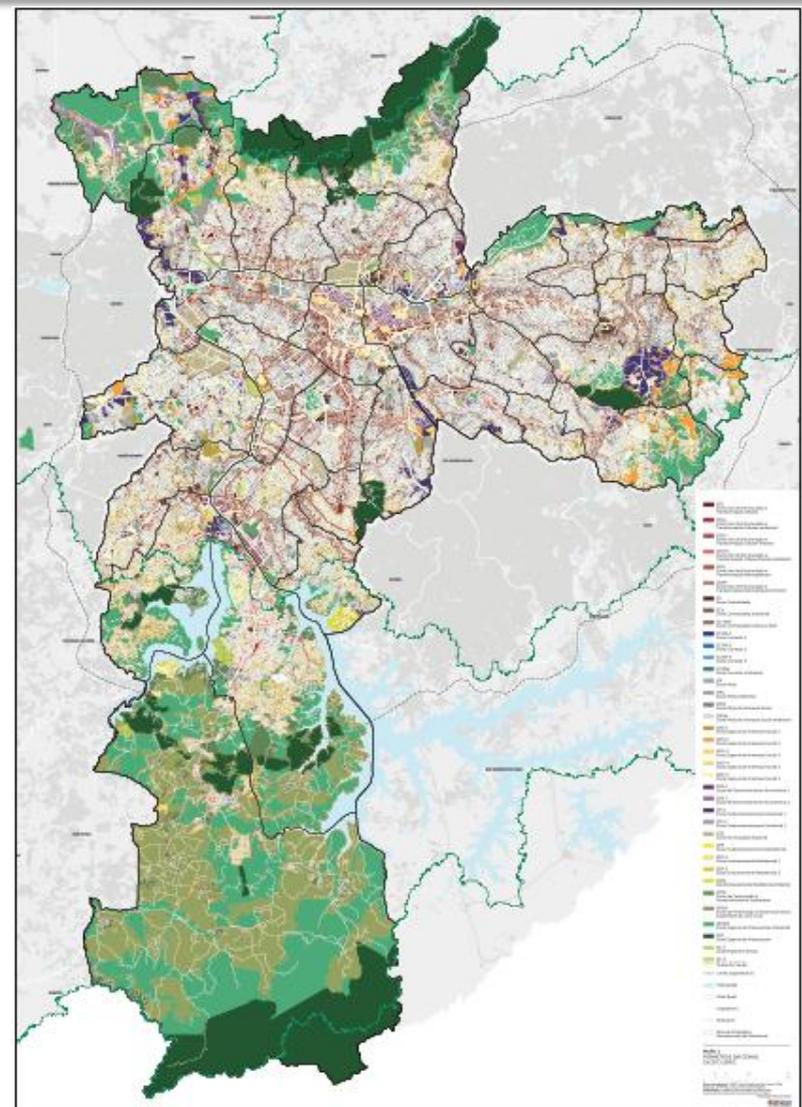
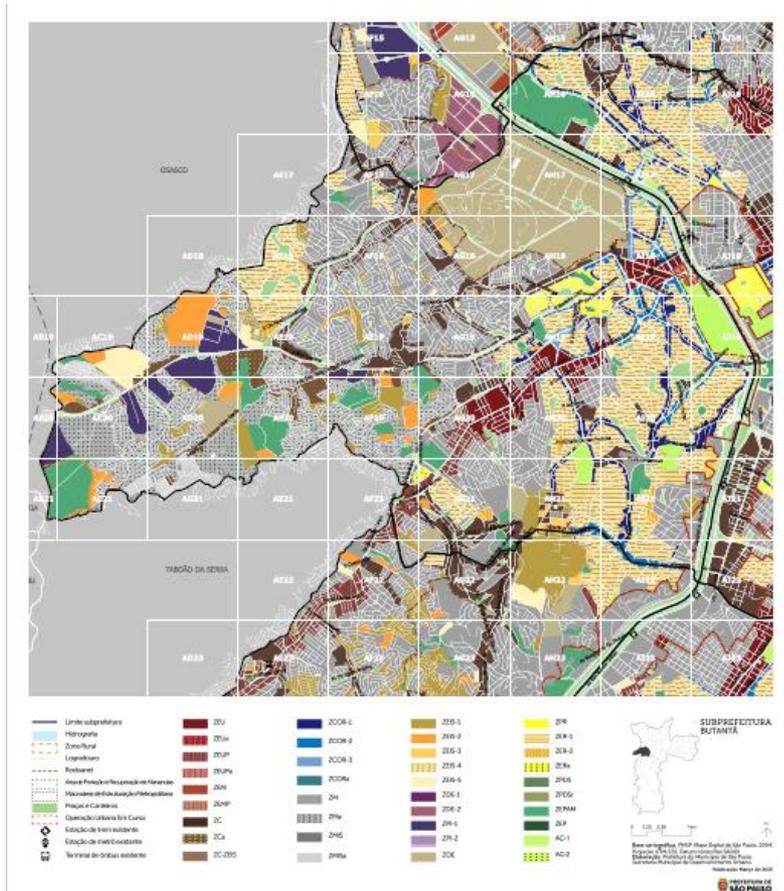


---  = Eixo da via

Eixos estruturadores – Qualificação urbanística



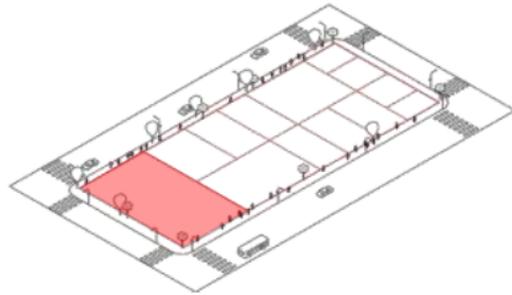
Zoneamento em São Paulo - 2016



Parâmetros de parcelamento do solo

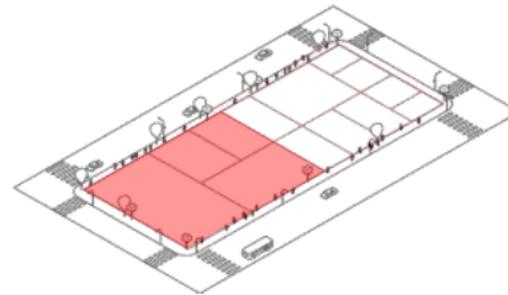
| TIPO DE ZONA | | ZONA | Dimensões mínimas de lote | | Dimensões máximas de lote | |
|---------------|-------|---------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | | | Frete mínima (m) | Área mínima (m ²) | Frete máxima (m) | Área máxima (m ²) |
| TRANSFORMAÇÃO | ZEU | ZEU | 20 | 1.000 | 150 | 20.000 |
| | | ZEUa | | | | |
| | | ZEUP | 20 | 1.000 | 150 | 20.000 |
| | | ZEUPa | | | | |
| | ZEM | ZEM | 20 | 1.000 | 150 | 20.000 |
| | | ZEMP | | | | |
| QUALIFICAÇÃO | ZC | ZC | 5 | 125 | 150 | 20.000 |
| | | ZCa | | | | |
| | | ZC-ZEIS | | | | |
| | ZCOR | ZCOR-1 | 10 | 250 | 100 | 10.000 |
| | | ZCOR-2 | | | | |
| | | ZCOR-3 | | | | |
| | | ZCORa | | | | |
| | ZM | ZM | 5 | 125 | 150 | 20.000 |
| | | ZMa | | | | |
| | | ZMIS | | | | |
| | | ZMISa | | | | |
| | ZEIS | ZEIS-1 | 5 | 125 | 150 | 20.000 |
| | | ZEIS-2 | | | | |
| | | ZEIS-3 | | | | |
| | | ZEIS-4 | | | | |
| | | ZEIS-5 | | | | |
| | ZDE | ZDE-1 | 5 | 125 | 20 | 1.000 |
| | | ZDE-2 | 10 | 1.000 | 150 | 20.000 (a) |
| | ZPI | ZPI-1 | 10 | 1.000 | 150 | 20.000 (a) |
| | | ZPI-2 | 20 | 5.000 | 150 | 20.000 (a) |
| PRESERVAÇÃO | ZPR | ZPR | 5 | 125 | 100 | 10.000 |
| | ZER | ZER-1 | 10 | 250 | 100 | 10.000 |
| | | ZER-2 | 5 | 125 | 100 | 10.000 |
| | | ZERa | 10 | 500 | 100 | 10.000 |
| | ZPDS | ZPDS | 20 | 1.000 | NA | NA |
| | | ZPDSr | NA | 20.000 | NA | NA |
| | ZEPAM | ZEPAM | 20 | 5.000 (b) | NA | NA |

Parâmetros de parcelamento do solo



Até 10.000m²

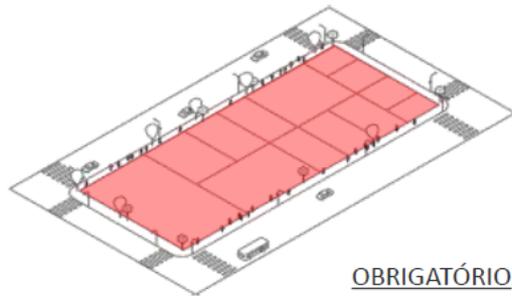
OBRIGATÓRIO: ALARGAMENTO DE CALÇADA
INCENTIVADO: FRUIÇÃO PÚBLICA



**De 10.000m²
a 20.000m²**

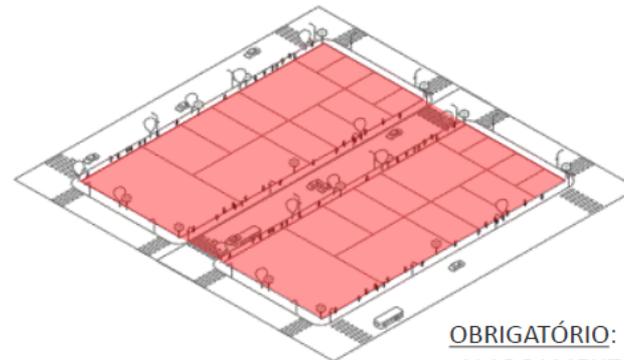
**LOTE MÁXIMO
20.000 m²**

OBRIGATÓRIO:
 - FRUIÇÃO PÚBLICA;
 - FACHADA ATIVA;
 - ALARGAMENTO DE CALÇADA.



**De 20.000m² a
40.000m²**

OBRIGATÓRIO:
 -ALARGAMENTO DE CALÇADA;
 -DESMEMBRAMENTO;
 - DESTINAÇÃO DE 30% DE ÁREA PÚBLICA (SEM NECESSIDADE DE ABERTURA DE VIÁRIO) SENDO, NO MÍNIMO, 5% DE ÁREA VERDE E 5% DE ÁREA INSTITUCIONAL.

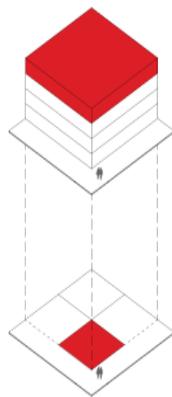


**Acima de
40.000m²**

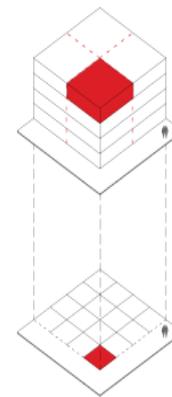
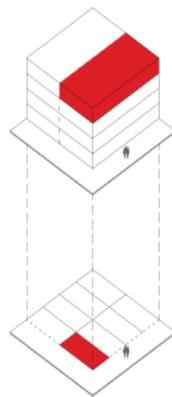
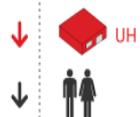
OBRIGATÓRIO:
 -ALARGAMENTO DE CALÇADA;
 -LOTEAMENTO;
 -DESTINAÇÃO DE 40% DE ÁREA PÚBLICA SENDO, NO MÍNIMO, 10% DE ÁREA VERDE, 5% DE ÁREA INSTITUCIONAL E 15% PARA SISTEMA VIÁRIO. **LEI Nº 16.402, DE 22/03/2016**

Cota parte

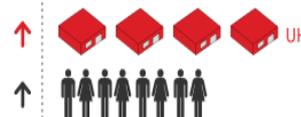
- × Determina o número mínimo de unidades habitacionais por lote, com base na regulamentação de uma cota máxima de terreno por unidade habitacional.



↑ Cota Parte



↓ Cota Parte



UH = unidade habitacional

$$N = \frac{(CAu \times At)}{(CAmax \times Q)}$$

N Número mínimo de unidades

CAu Coeficiente de aproveitamento do projeto

At Área do terreno

CAmax Coeficiente de aproveitamento máximo

Q Cota máxima de terreno por unidade habitacional

Parâmetros de ocupação dos lotes – Minuta da revisão da LPUOS de São Paulo

| TIPO DE ZONA | ZONA | Coeficiente de Aproveitamento | | | Taxa de Ocupação Máxima | | Gabarito de altura máxima (m) | Recuos Mínimos (m) | | | Cota parte máxima de terreno por unidade (m ²) | |
|---------------|-------|-------------------------------|--|-------------|--|--|-------------------------------|--------------------|---|-------------------------------------|--|----|
| | | C.A. mínimo | C.A. básico | C.A. máximo | T.O. para lotes até 500 m ² | T.O. para lotes igual ou superior a 500 m ² | | Frente | Fundos e Laterais | | | |
| | | | | | | | | | Altura da edificação menor ou igual a 10m | Altura da edificação superior a 10m | | |
| TRANSFORMAÇÃO | ZEU | ZEU-u | 0,5 | 1 | 4 | 0,85 | 0,7 | NA | 5 (g) | NA | 3 (h) | 20 |
| | | ZEU-a (a) | NA | 1 | 2 | 0,7 | 0,5 | 28 | 5 (g) | NA | 3 (h) | 40 |
| | ZEUP | ZEUP-u (b) | 0,5 | 1 | 2 | 0,85 | 0,7 | NA | 5 (g) | NA | 3 (h) | NA |
| | | ZEUP-a (a) (c) | NA | 1 | 1 | 0,7 | 0,5 | 28 | 5 (g) | NA | 3 (h) | NA |
| QUALIFICAÇÃO | ZC | ZC-u | 0,3 | 1 | 2 | 0,85 | 0,7 | 28 | 5 (g) | NA | 3 (h) | NA |
| | | ZC-a (a) | NA | 1 | 1 | 0,7 | 0,7 | 20 | 5 (g) | NA | 3 (h) | NA |
| | | ZC-ZEIS | 0,5 | 1 | 2 | 0,85 | 0,7 | NA | 5 (g) | 3 (h) | 3 (h) | NA |
| | ZCOR | ZCOR-1 | 0,05 | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 10 | 5 | 3 | 3 | NA |
| | | ZCOR-2 | 0,05 | 1 | 1 | 0,7 | 0,7 | 10 | 5 | 3 | 3 | NA |
| | ZM | ZM-1 | 0,3 | 1 | 2 | 0,85 | 0,7 | 20 | NA | NA | 3 (h) | NA |
| | | ZM-2 | 0,3 | 1 | 2 | 0,85 | 0,7 | 28 | 5 | NA | 3 (h) | NA |
| | | ZM-a (a) | NA | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 20 | 5 | NA | 3,00 | NA |
| | ZEIS | ZEIS-1 | 0,5 | 1 | 2,5 (d) | 0,85 | 0,7 | NA | 5 (g) | 3 (h) | 3 (h) | NA |
| | | ZEIS-2 | 0,5 | 1 | 4 (d) | 0,85 | 0,7 | NA | 5 (g) | 3 (h) | 3 (h) | NA |
| | | ZEIS-3 | 0,5 | 1 | 4 (e) | 0,85 | 0,7 | NA | 5 (g) | 3 (h) | 3 (h) | NA |
| | | ZEIS-4 | NA | 1 | 2 (f) | 0,7 | 0,5 | NA | 5 (g) | 3 (h) | 3 (h) | NA |
| | | ZEIS-5 | 0,5 | 1 | 4 (e) | 0,85 | 0,7 | NA | 5 (g) | 3 (h) | 3 (h) | NA |
| | ZDE | ZDE-1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,85 | 0,7 | 28 | NA | 3 (h) | 3 (h) | NA |
| | | ZDE-2 | 0,5 | 1 | 2 | 0,7 | 0,5 | 20 | 5 | 3 | 3 | NA |
| | ZPI | ZPI (i) | 0,5 | 1 | 1,5 | 0,7 | 0,7 | 20 | 5 | 3 | 3 | NA |
| | ZOE | ZOE | Estudo de cada caso pelo Executivo ou observar o Plano Urbanístico Específico. | | | | | | | | | NA |
| PRESERVAÇÃO | ZPR | ZPR | 0,05 | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 10 | 5 | 3 | 3 | NA |
| | ZER | ZER-3 | 0,05 | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 10 | 5 | 3 | 3 | NA |
| | | ZER-2 | 0,05 | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 10 | 5 | 3 | 3 | NA |
| | | ZER-1 (a) | NA | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 10 | 5 | 3 | 3 | NA |
| | ZPDS | ZPDS-u | NA | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 20 | 5 | 3 | 3 | NA |
| | | ZPDS-r | NA | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,25 | 20 | 5 | 3 | 3 | NA |
| | ZEPAM | ZEPAM | NA | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 10 | Estudo de cada caso pelo Executivo | | | NA |
| | ZEP | ZEP | As características de ocupação devem obedecer ao Plano de Manejo de responsabilidade dos órgãos afetos a cada ZEP. | | | | | | | | | |
| ZEPEC | ZEPEC | Ver resolução de tombamento | | | | | | | | | | |

Notas:

NA = Não se aplica

(a) Nas zonas inseridas na área de proteção aos mananciais aplica-se a legislação estadual pertinente, especialmente as leis específicas das bacias Billings e Guarapiranga.

(b) Atendidos os requisitos previstos no art. 83 da Lei 16.050/14, a zona ZEUP-u passa a receptor automaticamente os parâmetros da zona ZEU-u.

(c) Atendidos os requisitos previstos no art. 83 da Lei 16.050/14, a ZEUP-a passa a receptor os parâmetros da zona ZEU-a.

(d) o CAmáx será igual a 2 nos casos em que o lote resultante for menor que 1.000 m², respeitadas as disposições dos parágrafos 2 e 3 do art. 55 da Lei 16.050/14.

(e) o CAmáx será igual a 2 nos casos em que o lote resultante for menor que 500 m², respeitadas as disposições dos parágrafos 2 e 3 do art. 55 da Lei 16.050/14.

(f) o CAmáx será igual a 1 nos casos em que o lote resultante for menor que 500 m², respeitadas as disposições dos parágrafos 2 e 3 do art. 55 da Lei 16.050/14.

(g) O recuo frontal será dispensado conforme disposições estabelecidas no art. 30.

(h) Os recuos laterais e de fundo serão dispensados conforme disposições estabelecidas no art. 29.

(i) Nas ZPI localizadas na Macrozona de Proteção e Recuperação Ambiental e nos Subsetores Noroeste e Fernão Dias do Setores Eixos de Desenvolvimento da Macroárea de Estruturação Metropolitana, a taxa de ocupação máxima deverá ser de 0,50 e o lote mínimo deverá ser de 5.000 m².

Agenda

- × Uso e ocupação do solo
- × Mobilidade e acessibilidade urbanas
- × Parâmetros morfoclimáticos, aspectos ambientais e ecossistêmicos
- × Plataformas georreferenciadas

Mobilidade e Acessibilidade Urbanas

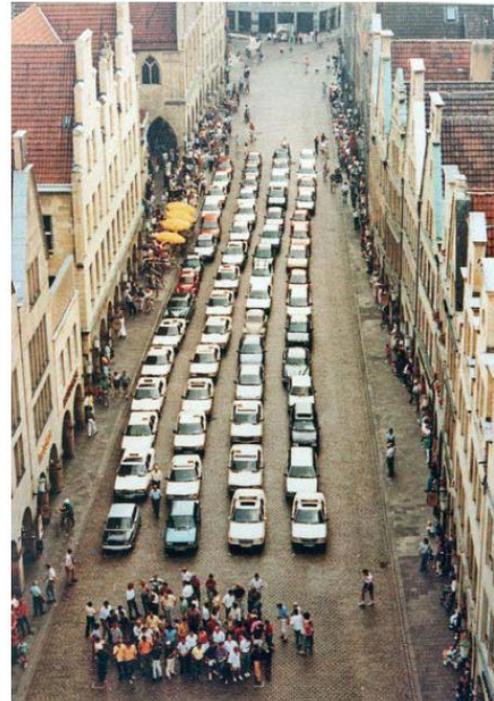
- ✘ Mobilidade Urbana: capacidade de deslocamento de pessoas e cargas.
- ✘ Acessibilidade: facilidade de se alcançar ou ter acesso ao destino desejado.
- ✘ Sistema de Mobilidade Urbana: conjunto organizado e coordenado de infraestruturas, meios e serviços, públicos e privados, coletivos e individuais, motorizados e não motorizados, utilizados para o deslocamento de pessoas e cargas.

Sistemas de mobilidade

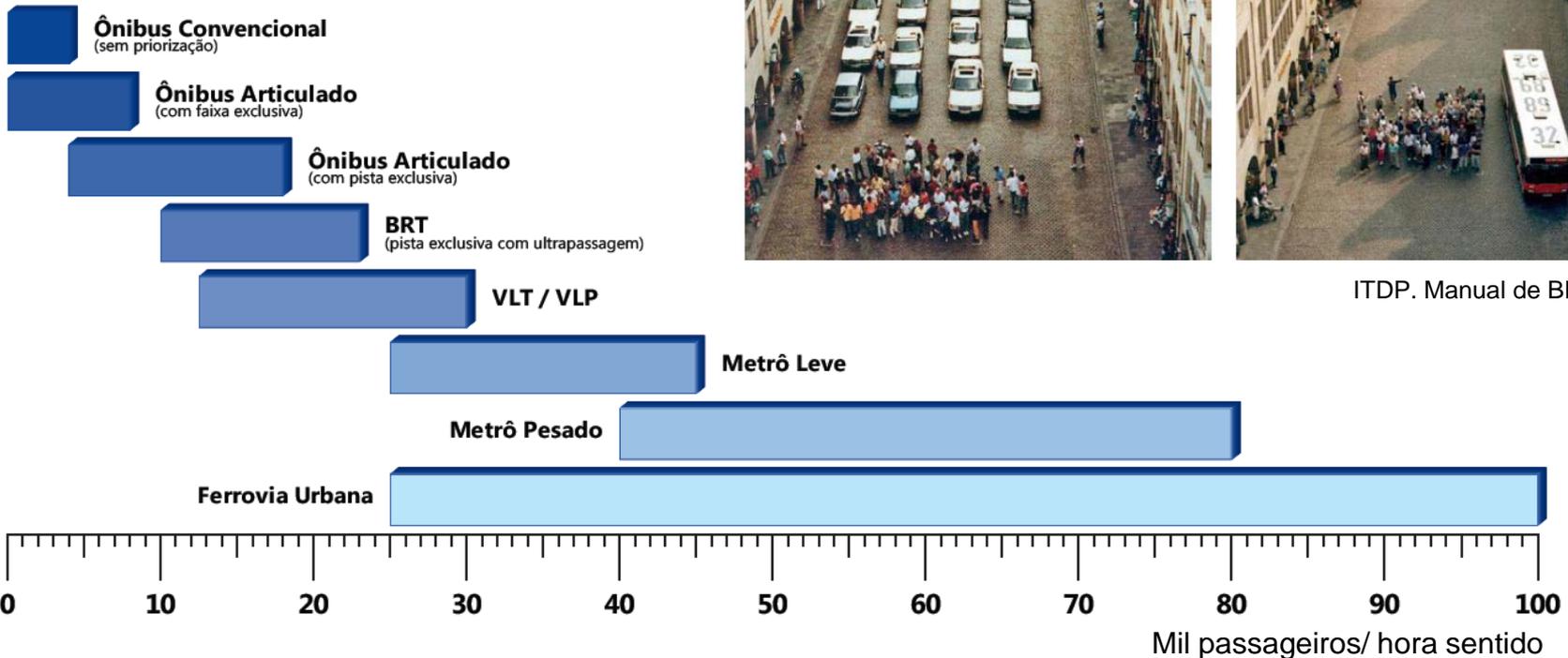
- × Sistemas não motorizados
 - + A pé (até 1km) – Passeios públicos
 - + Cicloviário (1 a 5 km)

- × Sistemas motorizados
 - + Individuais (automóveis, motocicletas e táxis)
 - + Públicos coletivos
 - × Alta capacidade – Metrô e trem suburbano
 - × Média capacidade – Corredores de ônibus, BRT (Bus Rapid Transit) e VLT (Veículo Leve sobre Trilhos)
 - × Baixa capacidade – ônibus comum

Capacidades dos modos de transporte



ITDP. Manual de BRT. 2009



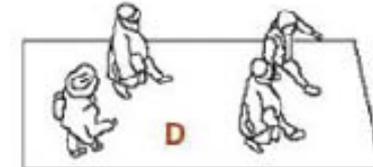
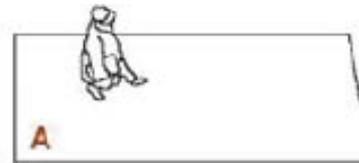
Níveis de serviço

Área de via de pedestres em função do volume de pedestres

NS de calçadas

| | Média | Batalhão |
|---|-------------|--------------|
| A | > 5,6 | > 49,2 |
| B | > 3,7 – 5,6 | > 8,4 – 49,2 |
| C | > 2,2 – 3,7 | > 3,7 – 8,4 |
| D | > 1,4 – 2,2 | > 2,1 – 3,7 |
| E | > 0,7 – 1,4 | > 1,0 – 2,1 |
| F | ≤ 0,7 | ≤ 1,0 |

metros quadrados por pessoa



Nível de Serviço da calçada



Níveis de serviço

| Classe da via urbana | I Alta veloc. | II Suburbana | III Urbana ou Suburbana | IV Urbana |
|--|-------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------|
| Intervalos de velocidade em fluxo livre (km/h) | 90 a 70 | 70 a 55 | 55 a 50 | 55 a 40 |
| Velocidade de fluxo livre típica (km/h) | 80 | 65 | 55 | 45 |
| Densidade semaforica (sinais/ km) | 0,5 | 2 | 4 | 6 |
| Nível de Serviço | Velocidade média (km/h) | | | |
| A | > 72 | > 59 | > 50 | > 41 |
| B | > 56 - 72 | > 46 - 59 | > 39 - 50 | > 32 - 41 |
| C | > 40 - 56 | > 33 - 46 | > 28 - 39 | > 23 - 32 |
| D | > 32 - 40 | > 26 - 33 | > 22 - 28 | > 18 - 23 |
| E | > 26 - 32 | > 21 - 26 | > 17 - 22 | > 14 - 18 |
| F | ≤ 26 | ≤ 21 | ≤ 17 | ≤ 14 |

Mobilidade e consumo de energia

| MODALIDADE | OCUPAÇÃO PESSOA/MODO | ÍNDICES RELATIVOS POR PASS/KM | |
|-------------|-------------------------|-------------------------------|--------------|
| | | ENERGIA (1) | POLUIÇÃO (2) |
| ÔNIBUS | 50,0 | 1,0 | 1,0 |
| MOTOCICLETA | 1,0 | 4,5 | 32,3 |
| AUTOMÓVEL | 1,3 | 12,7 | 17,0 |

Notas: (1) Base calculada em grandes equivalentes de petróleo (diesel e gasolina)

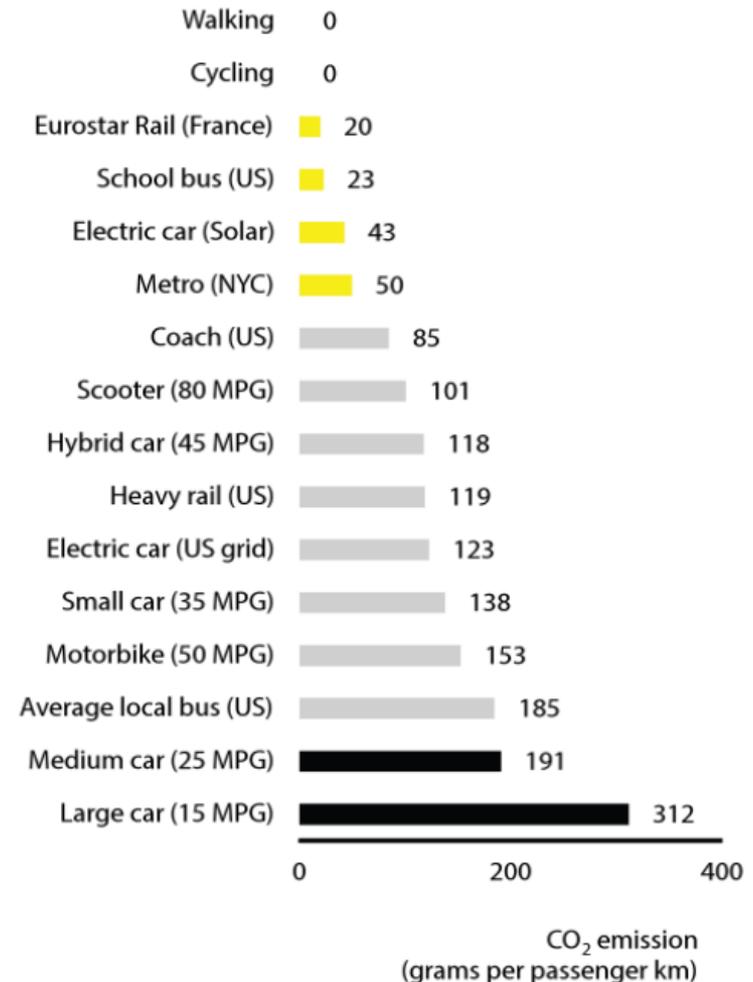
(2) Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarbonetos (HC), Óxidos de Nitrogênio (Nox) e materiais particulados (MP)

Fonte: ANTP

Mobilidade e emissões de CO₂

| Cities | Share (%) of public transport, walking and cycling | CO ₂ emissions (kg per capita per year) |
|-----------|--|--|
| Hong Kong | 89% | 378kg |
| Tokyo | 68% | 818kg |
| Berlin | 61% | 774kg |
| Paris | 54% | 950kg |
| London | 50% | 1,050kg |
| Madrid | 49% | 1,050kg |
| Montreal | 26% | 1,930kg |
| Houston | 5% | 5,690kg |

Source: Bongardt et al 2013



Source: LSE Cities 2014 based on STF 2014

Desenvolvimento urbano orientado ao transporte público

- × Densidade urbana
- × Diversidade social
- × Diversidade de usos
- × Dimensionamento e qualificação dos espaços físicos urbanos para o deslocamento ativo

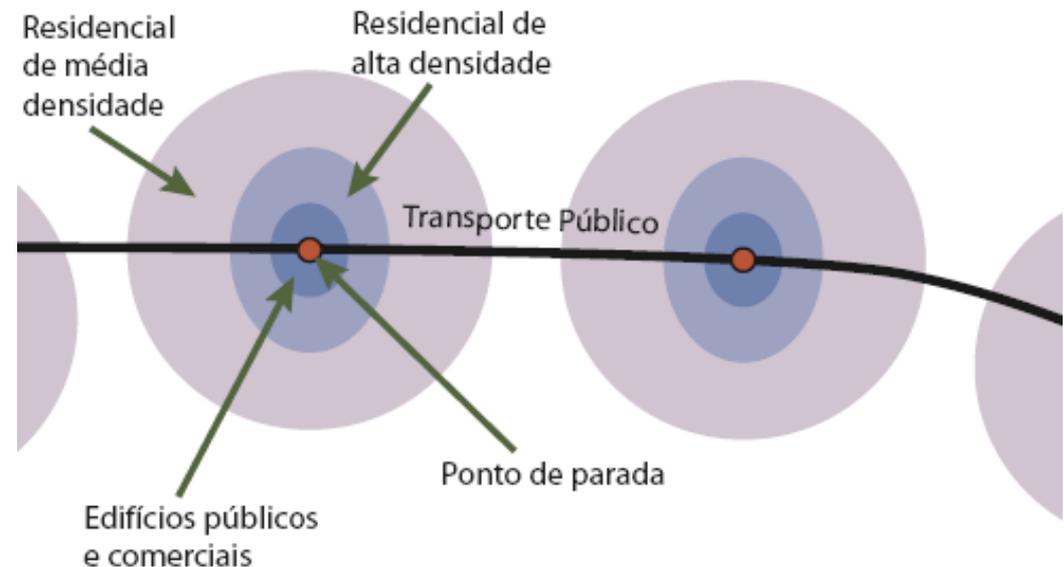
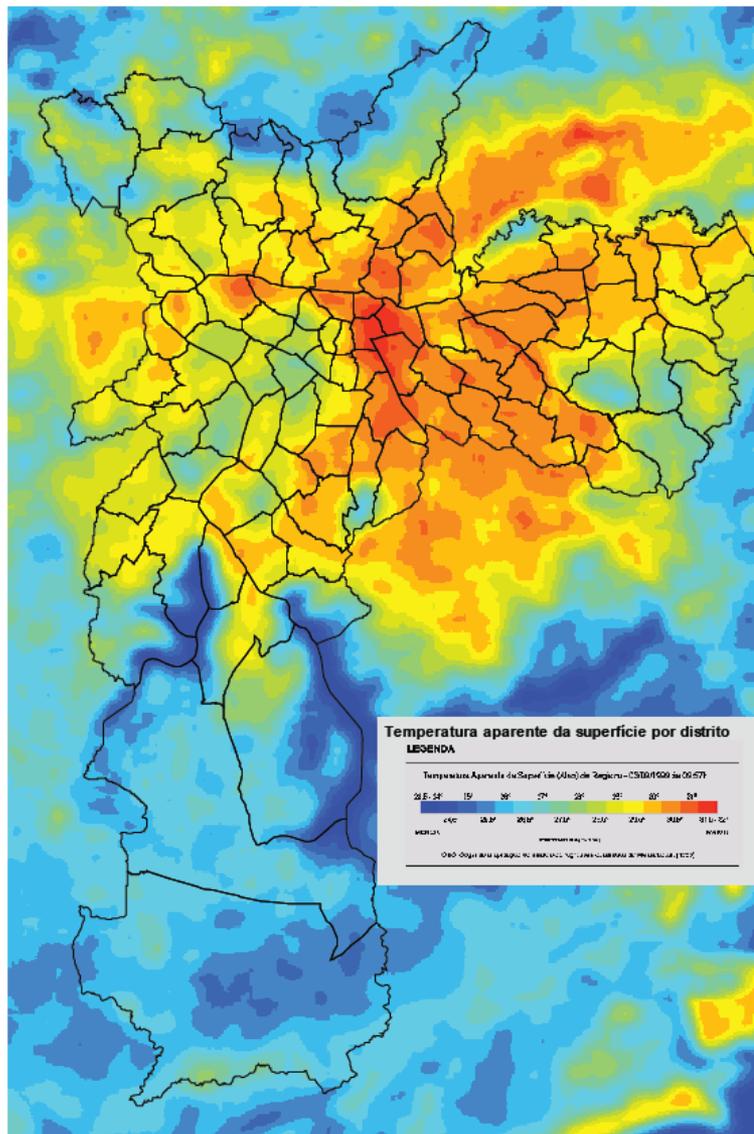


Figura : NTU e Jayme Lerner Arquitetos Associados. **Avaliação comparativa de modalidades de transporte público.** São Paulo: NTU, 2009.

Agenda

- × Uso e ocupação do solo
- × Mobilidade e acessibilidade urbanas
- × Parâmetros morfoclimáticos, aspectos ambientais e ecossistêmicos**
- × Plataformas georreferenciadas

Microclimas urbanos

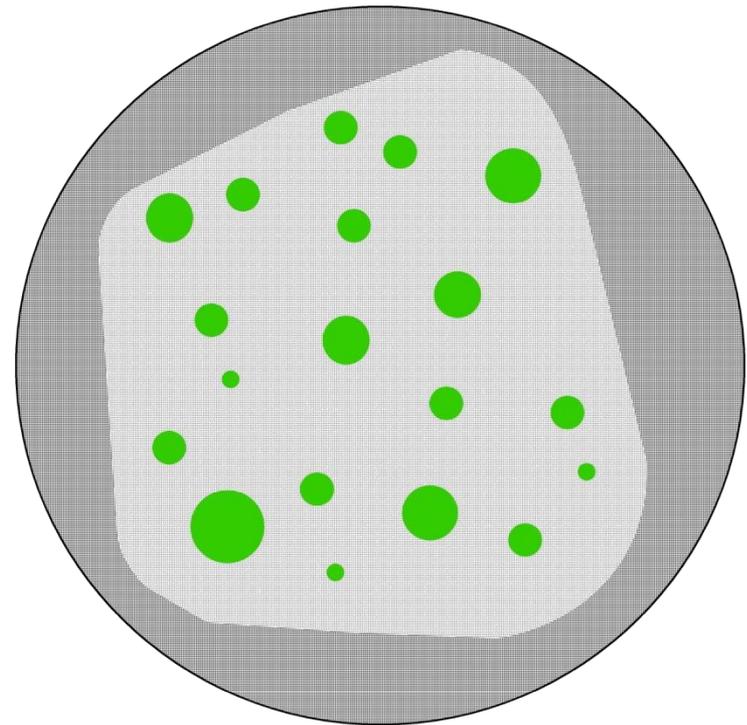


- ✘ Há diferentes microclimas nos vários bairros e regiões da cidade.
- ✘ A intensidade da ilha de calor precisa ser controlada, ações de planejamento e construção são decisivas.
- ✘ A aplicação de índices de conforto térmico e mapas climáticos urbanos.

KATZSCHNER, 2010.

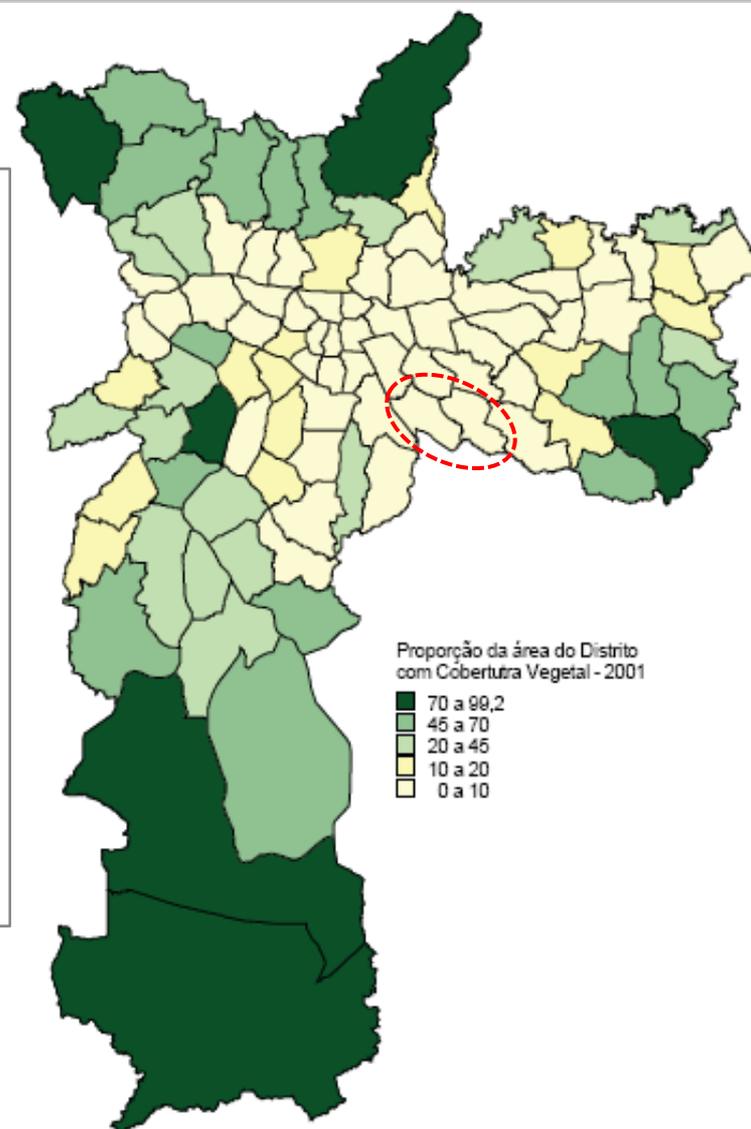
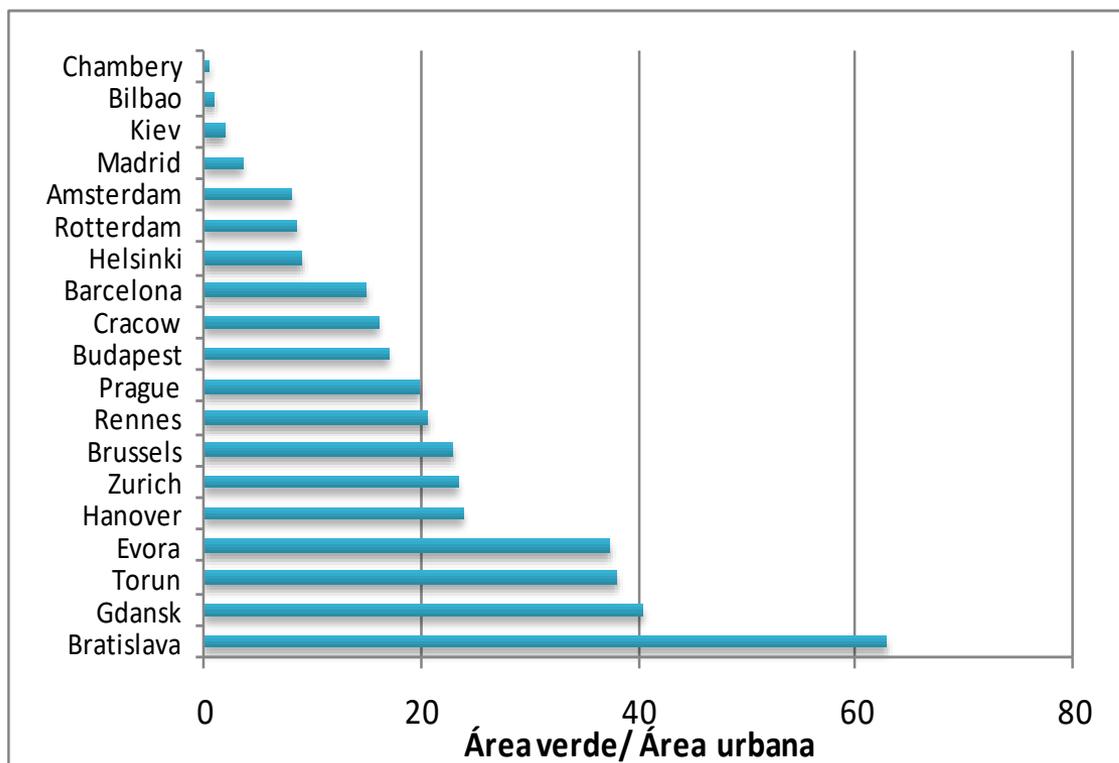
Fatores urbanísticos e o microclima urbano

- ✘ Recomendável índice de cobertura vegetal de 30%.
- ✘ Índice inferior a 5%:
características semelhantes a deserto (Oke 1973 apud Lombardo, 1985)



Marins, K.

Áreas verdes



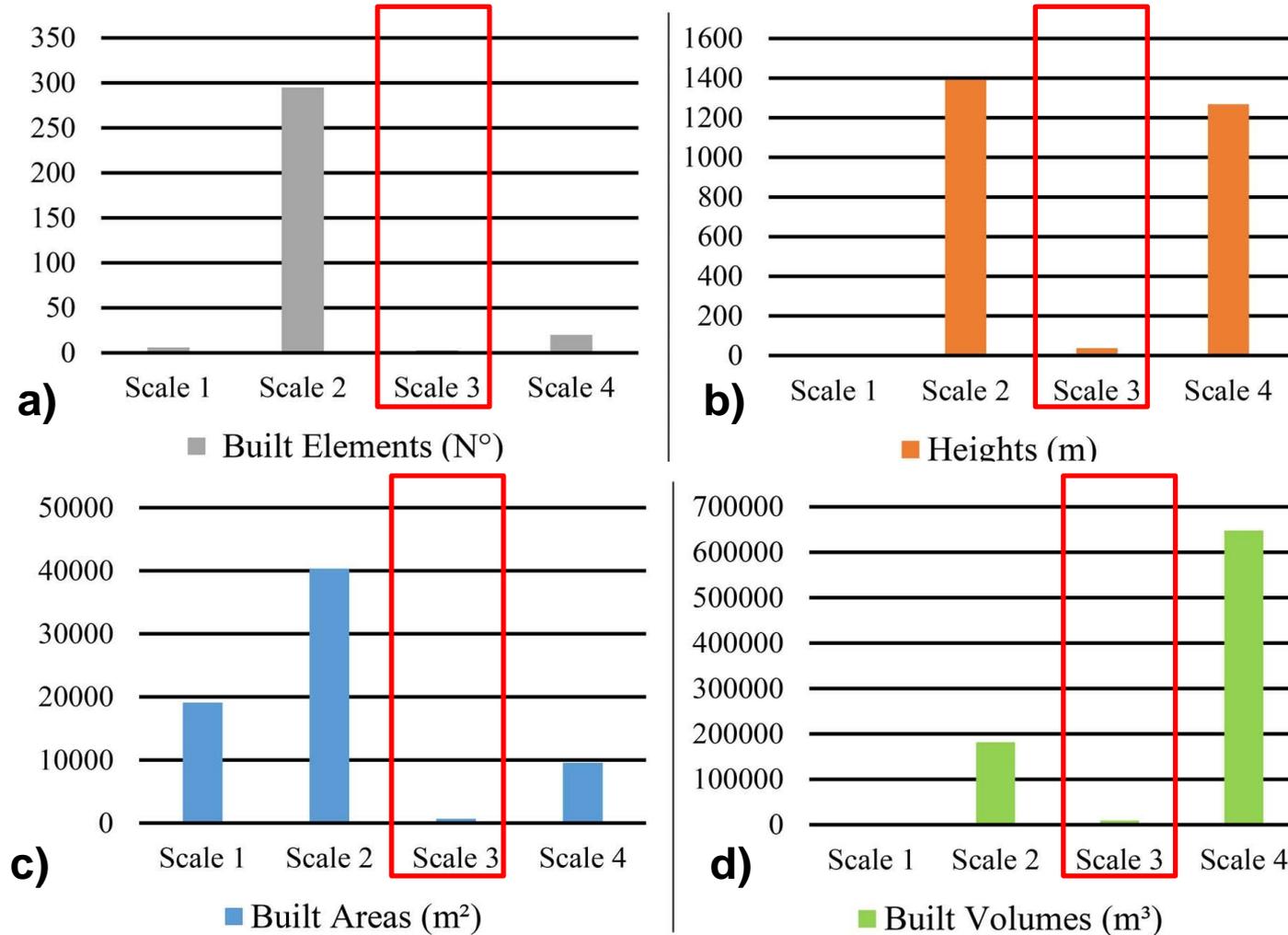
Fatores urbanísticos e o microclima urbano

COBERTURA VEGETAL

Vantagens:

- ✘ Sombreamento durante as estações quentes;
- ✘ Redução da temperatura urbana por processos de evapotranspiração;
- ✘ Prevenção da erosão do solo causada pelas chuvas e desestabilização do solo;
- ✘ Filtragem de poluentes;
- ✘ Auxílio na dispersão de poluentes por meio da ventilação urbana;
- ✘ Redução da velocidade dos ventos.

Belenzinho: escalas morfológicas



Elementos construídos (a), Gabarito de Altura (b), Áreas Construídas (c), Volume Construídos (d).

Belenzinho: Zonas Climáticas



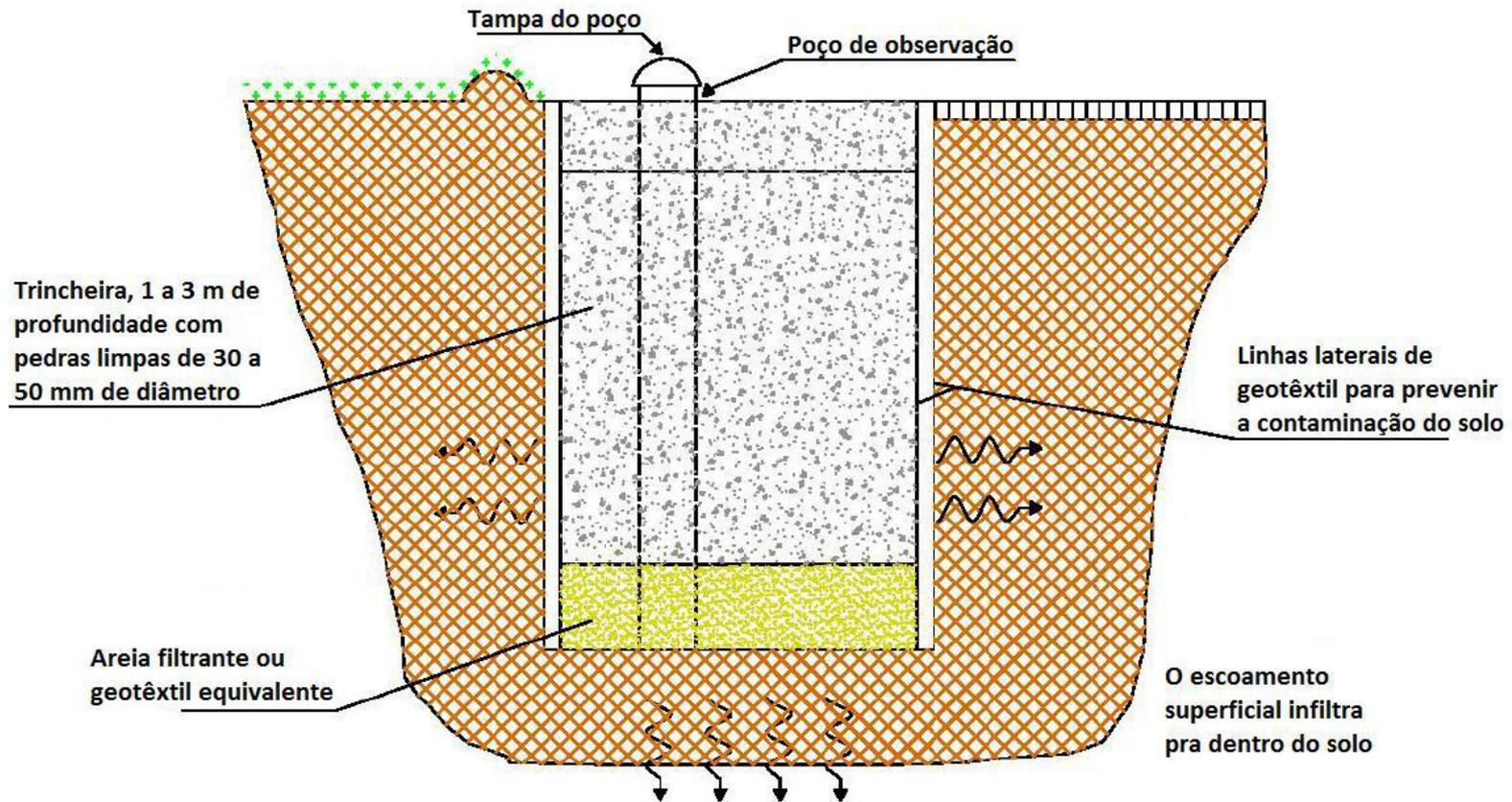
(adaptado de Pacifici et al., 2017)

Absorção, retenção e drenagem de águas pluviais

- ✘ TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO, “jardins de chuva” ou “canteiros pluviais”
- ✘ Fazem o armazenamento temporário da água até sua infiltração no solo.
- ✘ Valetas com profundidade de 0,90 m a 3,70 m, preenchidas de material granular e envoltas em uma camada de material fino ou geotêxtil (filtro) (PINTO, 2011)



Águas pluviais – controle na origem



Seção típica de trincheira de infiltração.
Fonte: Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre.

Agenda

- × Uso e ocupação do solo
- × Mobilidade e acessibilidade urbanas
- × Parâmetros morfoclimáticos, aspectos ambientais e ecossistêmicos
- × Plataformas georreferenciadas e bases de dados

Plataformas gerreferenciadas, bases de dados e ferramentas de modelagem

Portal Geosampa associado a sistemas georreferenciados Google Earth e QGIS e obtenção de dados para projeto (geosampa.prefeitura.sp.gov.br)

- ✘ Pesquisa OD 2017 (coordenadas geográficas)
- ✘ Plataforma HabitaSampa (<http://www.habitasampa.inf.br/>)
- ✘ Permeabilidade e águas pluviais: SWMM