



2º
Seminário **Uso Racional da Água**
e **Habitação de Interesse Social**
no Estado de **São Paulo**

Gestão das Águas Pluviais no Meio Urbano

PROF. DR. JOSÉ RODOLFO SCARATI MARTINS
ESCOLA POLITÉCNICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

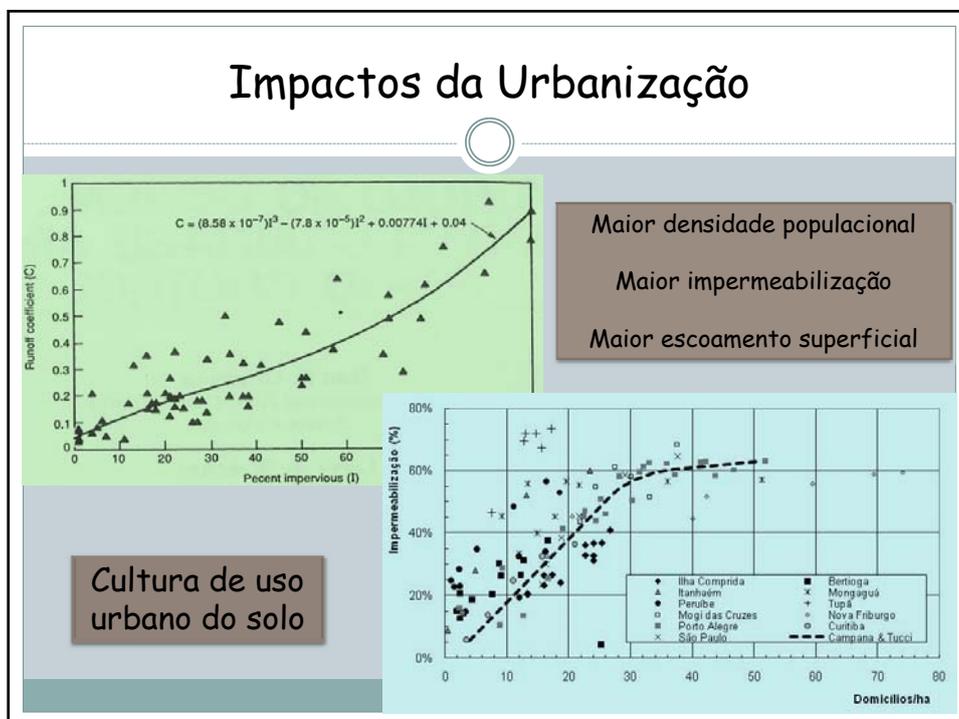
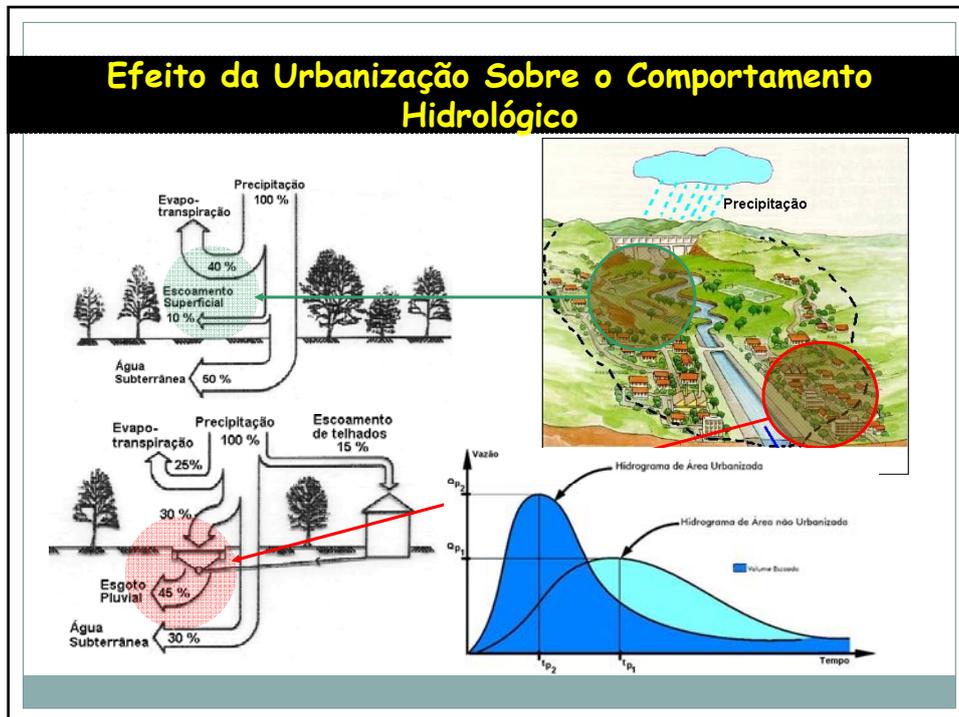
A CIDADE É O GRANDE VILÃO AMBIENTAL



Grandes demandas concentradas sobre uma área restrita

- Perda definitiva do equilíbrio ecológico
- Pressão multivariada sobre os recursos hídricos
- Micro-climas alterados
- Tendência irreversível





Ferramentas Tecnológicas	
Estruturais	Não estruturais
<ul style="list-style-type: none"> • Canalização • Retenção/detecção de área • Detecção de quadra/lote • Controle na fonte • Medidas compensatórias 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle do uso do solo • Zoneamento de áreas inundáveis • Delimitação de riscos • Sistemas de Alerta • Planos de Ação Emergencial • Securitização

Dificuldades
<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste político do administrador público, resultante do controle não-estrutural (<i>a população espera sempre por obras hidráulicas</i>). • Desconhecimento da população sobre técnicas de gestão de cheias. • Falta de conhecimento sobre controle de cheias por parte dos planejadores urbanos. • Desorganização institucional e falta de regulação nos níveis Estadual e Municipal, sobre a gestão das APU's, e emprego de medidas compensatórias • Pouca informação técnica sobre o assunto entre os profissionais de arquitetura e engenharia. <p>(Adaptado de Cordeiro, 2007)</p>

Algumas certezas

- Não existe solução puramente tecnológica ou econômica.
- Não existe solução simplista ou instantânea.
- Não existe solução possível de ser copiada.
- Canais e condutos podem produzir custos 10 vezes maiores que o controle na fonte;
- a canalização aumenta os picos para jusante e a detenção tem dificuldades de manutenção

(Adaptado de Cordeiro, 2007)

Premissas da Gestão de APU

- LID (Low Impact Development) introduzido no final dos anos 90 (Jones, 2001)
- Impermeabilização deve ser encarada como um problema a ser solucionado pela sociedade em geral
- O melhor sistema de drenagem é aquele que lida com o escoamento superficial sem gerar impactos superiores aos supostamente naturais da bacia (Impacto Zero)
- Grandes dificuldades para sua implantação em centros urbanos não planejados - Resiliência
- Controle da poluição difusa

Soluções Sustentáveis

- trincheiras drenantes;
- valas de infiltração;
- poços de infiltração;
- telhados armazenadores;
- microreservatórios ou reservatórios individuais
- pavimentos permeáveis;
- Reservatórios de retenção e detenção
- Parques lineares
- Barragens e diques

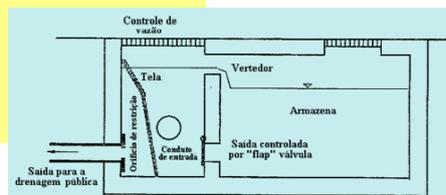
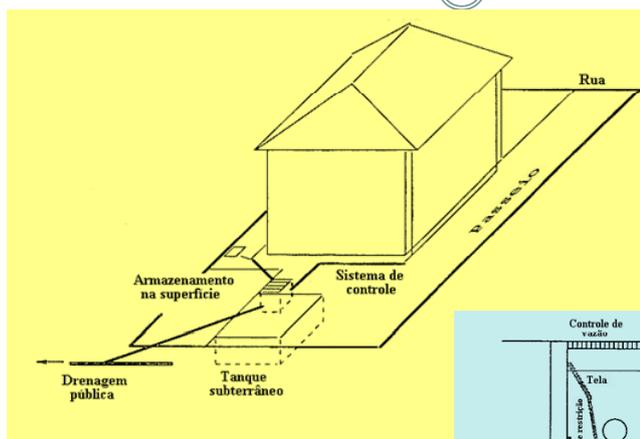
Retenção & Valetas de Infiltração



Pavimentos & Telhados



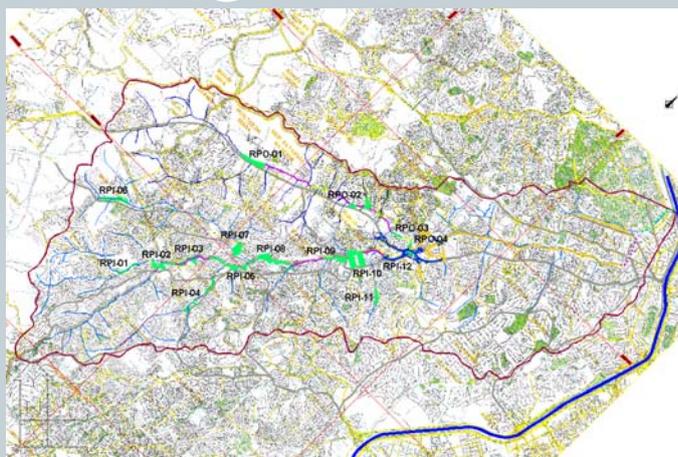
Reservatórios Individuais



Lei Municipal nº 13.276 de 04/01/2002

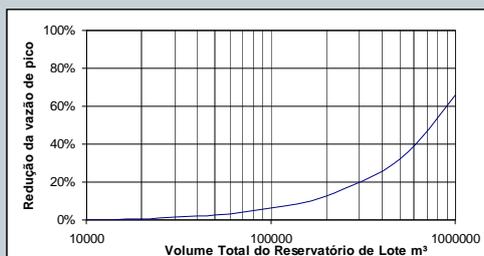
- torna obrigatória a execução de reservatórios para as águas pluviais, para os lotes com área impermeabilizada superior a 500m², edificados ou não.
- O volume acumulado deve ser preferencialmente infiltrado no solo, ou despejado diretamente na rede pública após uma hora do término da chuva.
- estacionamentos da capital devem ter 30% de seu terreno revestido com piso drenante ou manter sua área naturalmente permeável.
- capacidade do reservatório $V = 0,15 \times Ai \times IP \times t$, onde V = volume do reservatório (m³), Ai = área impermeabilizada (m²), IP = índice pluviométrico igual a 0,06m/h e t = tempo de duração da chuva igual a uma hora.
- **Novas construções:** quando a área impermeável for superior a 500m² (quinhentos metros quadrados).
- **Reformas:** quando houver acréscimo de 100 m² ou mais na área impermeabilizada e o total da área construída for superior a 500 m². Nos casos de sucessivos pedidos de reforma, ainda que os acréscimos de construção não atinjam os 100 m², deve ser considerada a soma das áreas aumentadas, aprovadas após 05 de janeiro de 2002.

Aplicabilidade e Efeitos



10 bacias de detenção
 volume total de armazenamento 1.208.000 m³
 investimentos da ordem de R\$ 59.390.149,94.

Volume Necessário x Disponível



Conclusão: medida é eficaz

Sugestão: aumentar o volume exigido pela lei para obter atenuação de 10%

Aplicabilidade: política de indução

Volume Potencial nos reservatórios (m³) por área

Imóveis	1000<Ac <5000	5000<Ac<10000	Ac>10.000	Total
Existentes	3 500	5 400	7 150	18 050
Novos	6 000	9 500	11 700	27 200

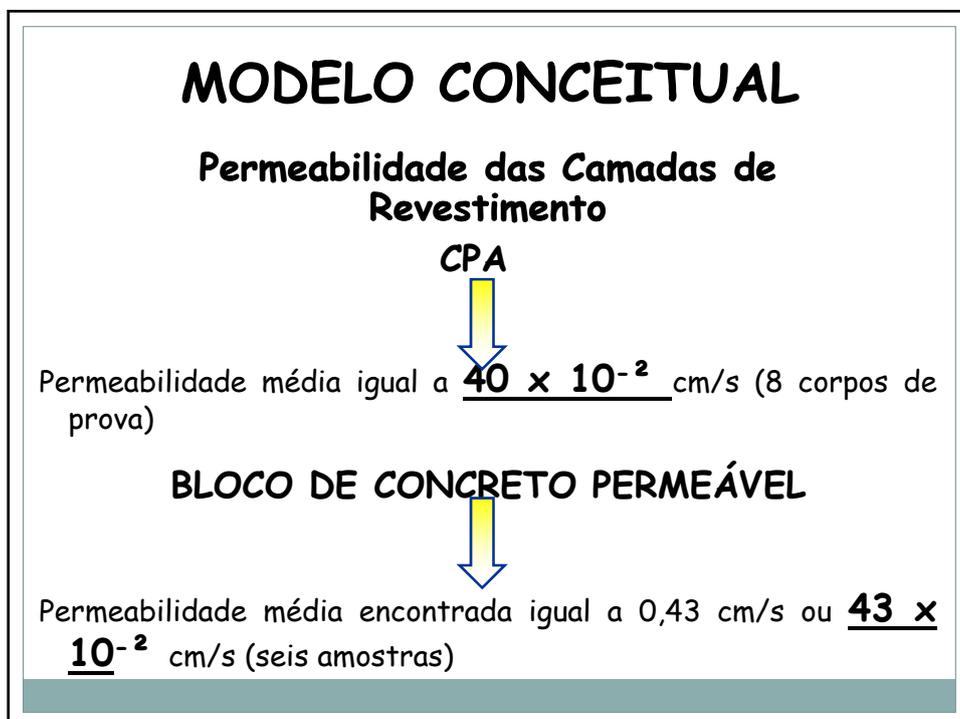
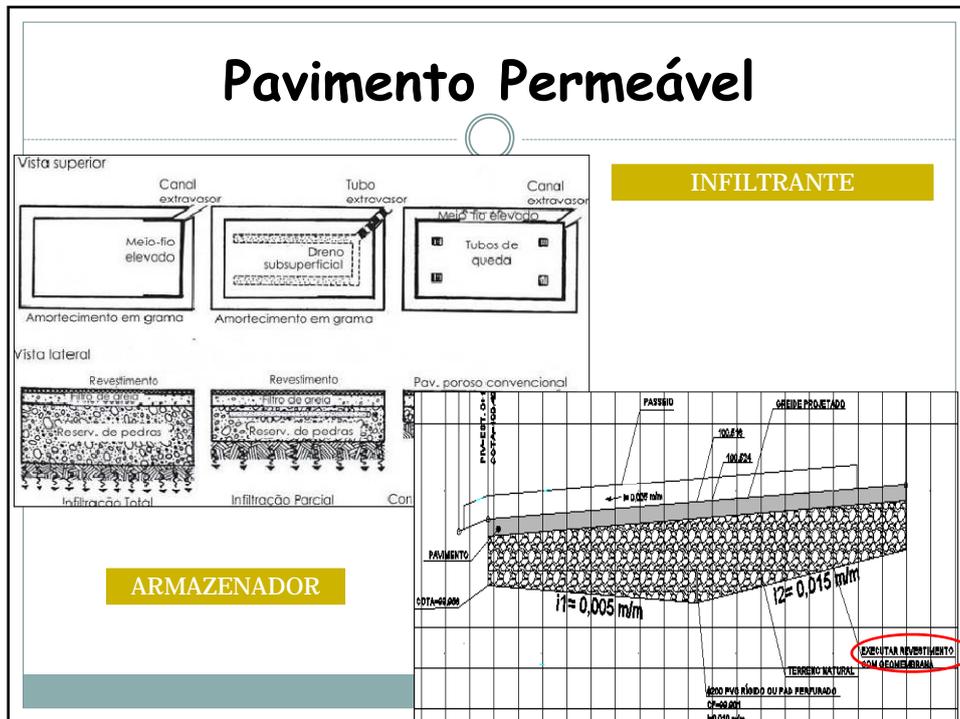
Pavimento poroso - reservatório

Pavimento Permeável

- material de fabricação não é poroso,
- possibilita a penetração da água entre ele (Butler & Davies, 2004),
- são os blocos intertravados de concreto,
- a água infiltra por entre as juntas ou por seus grandes vazios, que podem ser preenchidos com grama, areia ou brita,
- a água percola até atingir a camada inferior de subleito ou é direcionada para o sistema de drenagem subsuperficial e daí para o sistema de drenagem urbana

Pavimento Poroso

- aquele que permite à água penetrar por entre seus poros (Butler & Davies, 2004). Urbonas & Stahre (1993),
- o concreto poroso e o asfalto poroso, executados como os pavimentos convencionais, exceto pela fração fina dos agregados e da areia que não devem compor a mistura do pavimento;
- blocos intertravados de concreto.



MODELO CONCEITUAL

Porosidade

Camadas

Base e Sub-base

$$\mu = 0,25 \text{ a } 0,40$$

CBR_{médio} = 10%

CBR (dimensionamento estrutural) = 8%

Solo de subleito = areno-argiloso (laterítico arenoso)

Geomembrana com 1 mm de espessura constituída de PEAD (Polietileno de Alta Densidade)

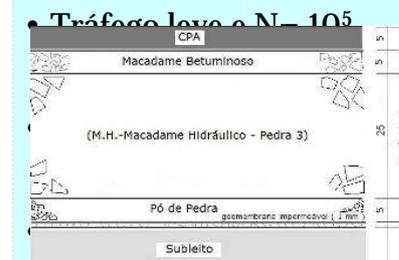
MODELO CONCEITUAL

Tipo de Tráfego

Blocos Intertravados de Concreto

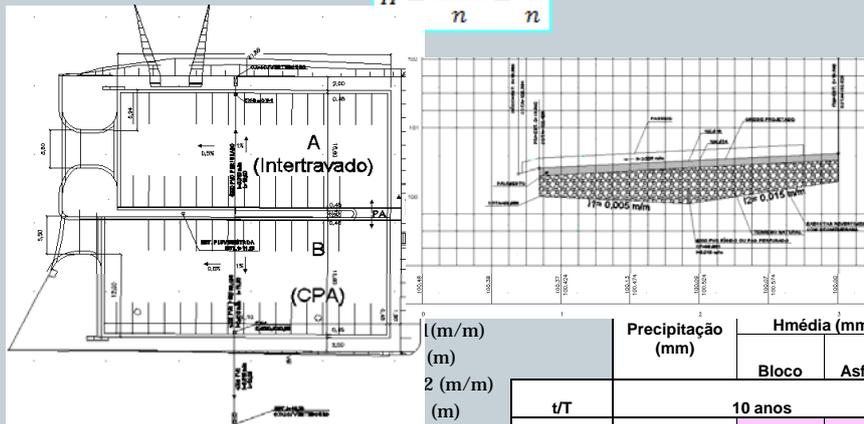


Concreto Poroso Asfáltico (CPA)



O Pavimento experimental da USP

$$H = \frac{V_{\max}}{n} = \frac{P}{n}$$



Aterro Compactado

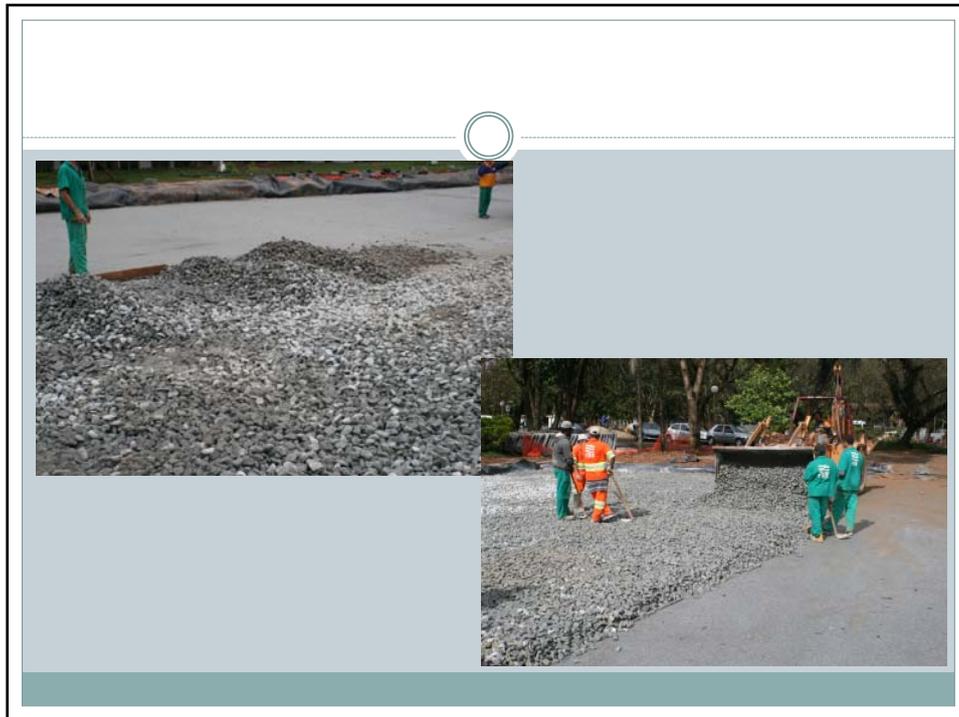


Impermeabilização do fundo



Camada drenante





Base concluida



Drenagem Convencional



Asfalto e Concreto Porosos

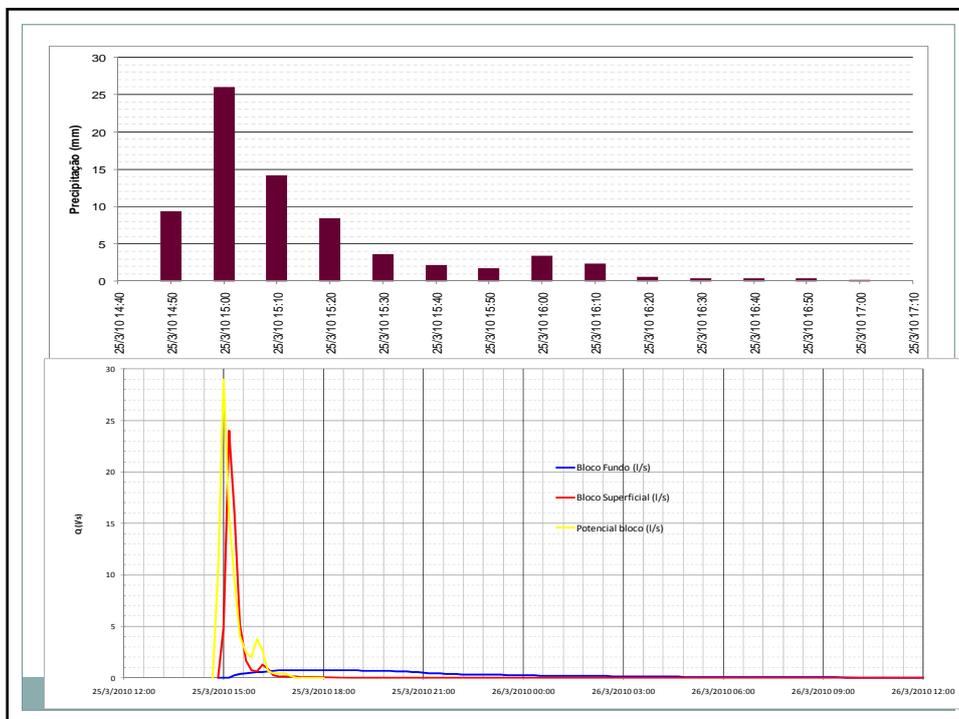


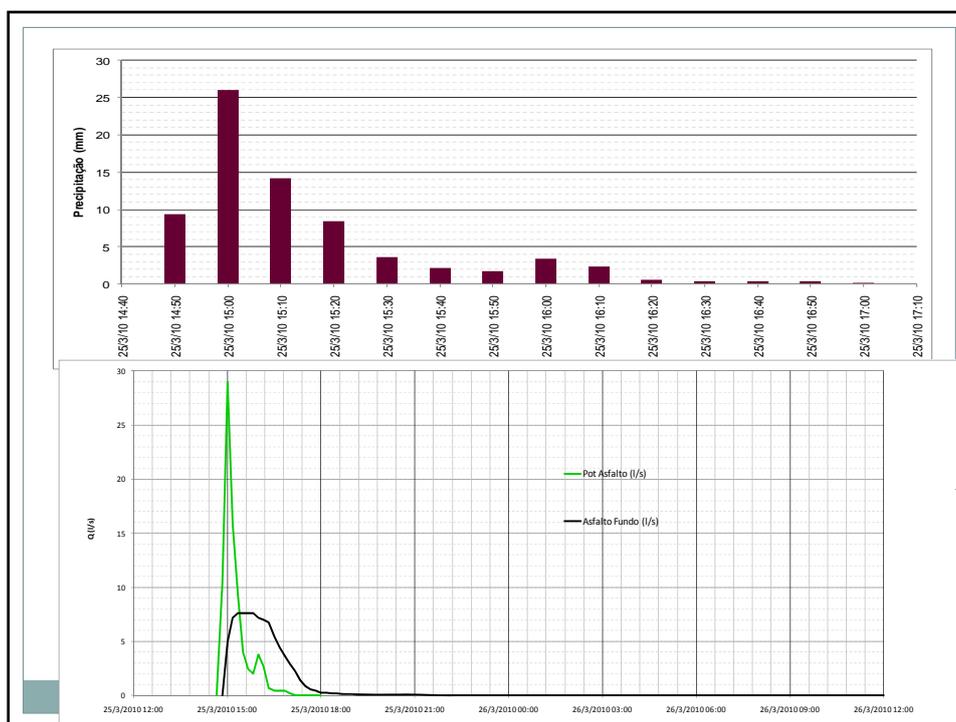
Camada de revestimento



Camada de revestimento







Aplicabilidade

- Ruas residenciais e comerciais de tráfego leve, estacionamentos e áreas pavimentadas sem tráfego
- Novas pavimentações ou reforma das existentes
- Instrumento de compensação ambiental
- Compensação do excesso de área impermeável em empreendimentos novos ou existentes
- Substituição de áreas permeáveis já construídas
- Compensação estimada: 1:2

Formas de implantação

- **Período de transição**
 - Políticas afirmativas para o usuário comum residencial e comercial de pequeno porte
 - Compulsório para empreendimentos de grande impacto
 - Padrão para obras públicas
- **Implantação**
 - Compulsório para novos empreendimentos em geral
 - Aceito como medida compensatória em loteamentos populares e regularização fundiária
 - Potencial construtivo

SCARATI@USP.BR