

# MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS DE COMBATE ÀS ENCHENTES URBANAS

**OBJETIVO PRINCIPAL: REDUZIR O COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL VIA AUMENTO DA CAPACIDADE DO ESPAÇO URBANO REter UM MAIOR VOLUME DAS ÁGUAS DE CHUVA**

Geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos  
(santosalvaro@uol.com.br)

## **EQUAÇÃO BÁSICA DAS ENCHENTES URBANAS**

**Volumes crescentemente maiores de água, em tempos sucessivamente menores, sendo escoados para drenagens naturais e construídas progressivamente incapazes de lhes dar vazão.**

# **MEDIDAS ESTRUTURAIS**

Aquelas que agem sobre as calhas das drenagens naturais com o objetivo de aumentar sua capacidade de vazão. Normalmente implicam em grandes obras de engenharia de elevado custo . Atuam assim sobre as consequências do aumento das águas superficiais de escoamento. Exemplos: canalização, ampliação, aprofundamento e desassoreamento das calhas de drenagem.

# **MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS**

Aquelas que agem sobre o tecido urbano com o objetivo de reduzir o efeito das causas do aumento das águas superficiais de escoamento e da redução da capacidade de vazão da rede de drenagem natural e construída. Normalmente implicam em intervenções disseminadas de pequeno porte e baixo custo. Exemplos: dispositivos e medidas de aumento da capacidade de retenção de águas superficiais, redução de processos erosivos urbanos.

# OBJETIVOS:

1 – Combate às enchentes via o aumento da capacidade de retenção de águas de chuva no espaço urbano

2 – Alimentação da reserva estratégica de água subterrânea via a recarga do lençol freático

# EXPEDIENTES E MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS VOLTADOS AO COMBATE ÀS ENCHENTES URBANAS

- RESERVATÓRIOS DOMÉSTICOS E EMPRESARIAIS DE ACUMULAÇÃO/INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA - POÇOS E TRINCHEIRAS DE ACUMULAÇÃO/INFILTRAÇÃO
- DISSEMINAÇÃO DE BOSQUES FLORESTADOS
- PISOS DRENANTES EM ESTACIONAMENTOS, PÁTIOS, ETC.
- VALETAS/SARGETAS DRENANTES DE ACUMULAÇÃO E INFILTRAÇÃO
- CALÇADAS COM PISO DRENANTE E CANTEIROS
- REDUÇÃO DO ASSOREAMENTO DAS DRENAGENS VIA COMBATE À EROSÃO E AO LANÇAMENTO IRREGULAR DE LIXO E ENTULHO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
- ABANDONO DA PRÁTICA DE CANALIZAÇÃO E RETIFICAÇÃO DE CÓRREGOS
- DESESTÍMULO AO CRESCIMENTO URBANO POR ESPRAIAMENTO GEOGRÁFICO

**DEVE-SE TER EM CONTA QUE SERÁ A SOMA DOS EFEITOS DO CONJUNTO DESSES EXPEDIENTES QUE PERMITIRÁ REDUZIR SIGNIFICATIVAMENTE O VOLUME DAS ÁGUAS DE CHUVA QUE SÃO HOJE RAPIDAMENTE LANÇADAS SOBRE O SISTEMA URBANO DE DRENAGEM E CONSTITUEM O PRINCIPAL FATOR CAUSAL DAS ENCHENTES URBANAS.**

**DE OUTRA PARTE, SEM A IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DESSA NATUREZA NUNCA SE PODERÁ ESPERAR QUALQUER SUCESSO DE PROGRAMAS DE COMBATE ÀS ENCHENTES URBANAS.**

**O COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL URBANO HOJE NAS CIDADES MÉDIAS E GRANDES BRASILEIRAS ESTÁ ENTRE 80% E 85%, UM DESATINO HIDROLÓGICO. OU SEJA, ALGO COMO 85% DO VOLUME DE UM EPISÓDIO PLUVIOMÉTRICO SÃO ESCOADOS RAPIDAMENTE PARA AS DRENAGENS URBANAS.**

**REDUZIR ESSE COEFICIENTE PARA UM PATAMAR CIVILIZADO DE 40% A 50% CONSTITUI UM OBJETIVO DE EFEITOS HIDROLÓGICOS FANTÁSTICOS E PLENAMENTE ALCANÇÁVEL POR UM PACOTE DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS.**

## **TAXA DE PERMEABILIDADE OU COTA DE OU COTA DE ACUMULAÇÃO/INFILTRAÇÃO POR LOTE?**

**DISPOSITIVOS DE ACUMULAÇÃO/INFILTRAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NO INTERIOR DOS LOTES. HIDROLOGICAMENTE MUITO MAIS EFICAZ DO QUE A OBRIGATORIEDADE DE MANUTENÇÃO DE ÁREA DITA PERMEÁVEL**

**Lotes, já ocupados ou não, maiores que 300m<sup>2</sup> :  
acumulação/infiltração na proporção de 2 m<sup>3</sup> para cada 100m<sup>2</sup> do terreno total**

**Lotes menores que 300m<sup>2</sup>:  
acumulação/infiltração na proporção de 1m<sup>3</sup>/100m<sup>2</sup>**

Considerando que em uma região de urbanização consolidada a área ocupada por lotes corresponde a cerca de 50% ou mais da área total urbanizada, depreende-se o alcance hidrológico de tal operação e seu significado na redução Coeficiente de Escoamento Superficial urbano.



# **INFILTRAÇÃO E ACUMULAÇÃO**

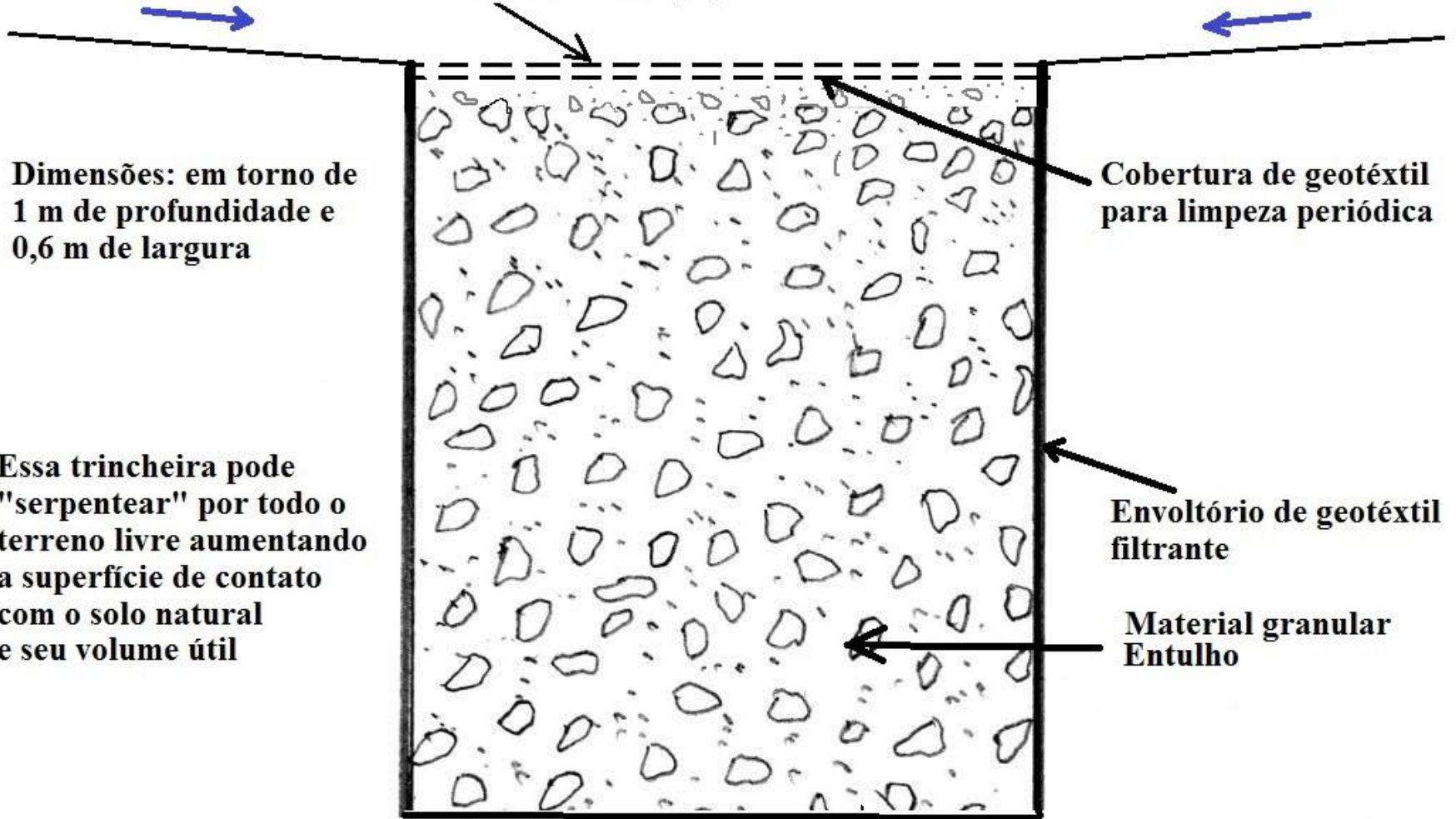
**A infiltração é normalmente um processo lento e os expedientes de retenção não podem depender apenas dela para cumprirem seu papel. No combate às inundações ou se retém de imediato as águas de um forte episódio pluviométrico, ou os efeitos hidrológicos serão mínimos. Para tanto, todos os sistemas de maior retenção devem especialmente cumprir a função primeira de acumulação. Será esse volume imediatamente acumulado que irá aliviar o sistema público de drenagem urbana de um determinado volume de águas de chuva. Obviamente, a infiltração interessa, mas por outro motivo, para a alimentação do sacrificado lençol freático das áreas urbanizadas.**

**RESERVATÓRIOS DOMÉSTICOS  
E EMPRESARIAIS DE  
ACUMULAÇÃO E INFILTRAÇÃO  
DE ÁGUAS DE CHUVA**

## POÇO OU TRINCHEIRA DRENANTE SIMPLES

ARSantos

Piso drenante - peças vazadas



Dimensões: em torno de  
1 m de profundidade e  
0,6 m de largura

Essa trincheira pode  
"serpentear" por todo o  
terreno livre aumentando  
a superfície de contato  
com o solo natural  
e seu volume útil

Cobertura de geotéxtil  
para limpeza periódica

Envolvório de geotéxtil  
filtrante

Material granular  
Entulho

# TRINCHEIRAS E POÇOS DRENANTES

1

- DELIMITAÇÃO DA ÁREA
- RETIRADA DO PISO E DO CONTRAPISO
- PRODUÇÃO DE ENTULHO BRUTO





# 2

- ESCAVAÇÃO EM ANDAMENTO
- ENTULHO BRUTO ACUMULADO

Largura: ~ 0,60m

comprim: ~2,40m

profund: ~ 0,80m



3

- PREENCHENDO A ESCAVAÇÃO COM O ENTULHO BRUTO GRAÚDO





# 4 - CORTANDO A MANTA GEOTEXTIL NO TAMANHO ADEQUADO



# SOBRE O PAPEL DAS MANTAS DE GEOTEXTIL NO SISTEMA

A manta geotextil é totalmente permeável, mas filtra finos. Assim, a manta que fica entre o entulho e a brita se presta a não permitir que o pedrisco possa migrar para o interior dos vazios do entulho.

Já a manta superior, que fica entre a brita e as peças vazadas, presta-se a reter o material fino (silto-argiloso, poeira, cinzas... ) que porventura se deposite em superfície, evitando assim que ele migre para o fundo e, por colmatação, venha a reduzir a permeabilidade do sistema.

As mantas também propiciam uma boa armação estrutural no sistema geral entulho/brita/peças, facilitando a boa fixação dessas últimas.

MANUTENÇÃO – É recomendável promover uma manutenção anual ou bianual para substituição ou lavagem/recuperação da manta superior, mantendo assim o sistema sempre perfeitamente permeável. A operação para tanto é prática e simples.



5

- SOBRE O ENTULHO A MANTA DE GEOTEXTIL
- ESPALHAR E NIVELAR A BRITA SOBRE A MANTA
  - USAR A BRITA ZERO (PEDRISCO) LIMPA



6

- A MANTA SOBRE O ENTULHO E A BRITA SENDO  
ESPALHADA E NIVELADA SOBRE A MANTA





7

- DETALHE DAS PEÇAS DE CONCRETO VAZADAS,  
TIPO PISO-GRAMA



8

- NIVELADA A COBERTURA DE BRITA
- RECOBERTA A BRITA COM MANTA GEOTEXTIL
- INICIADA A COLOCAÇÃO E AJUSTAMENTO DAS PEÇAS DIRETAMENTE SOBRE A MANTA





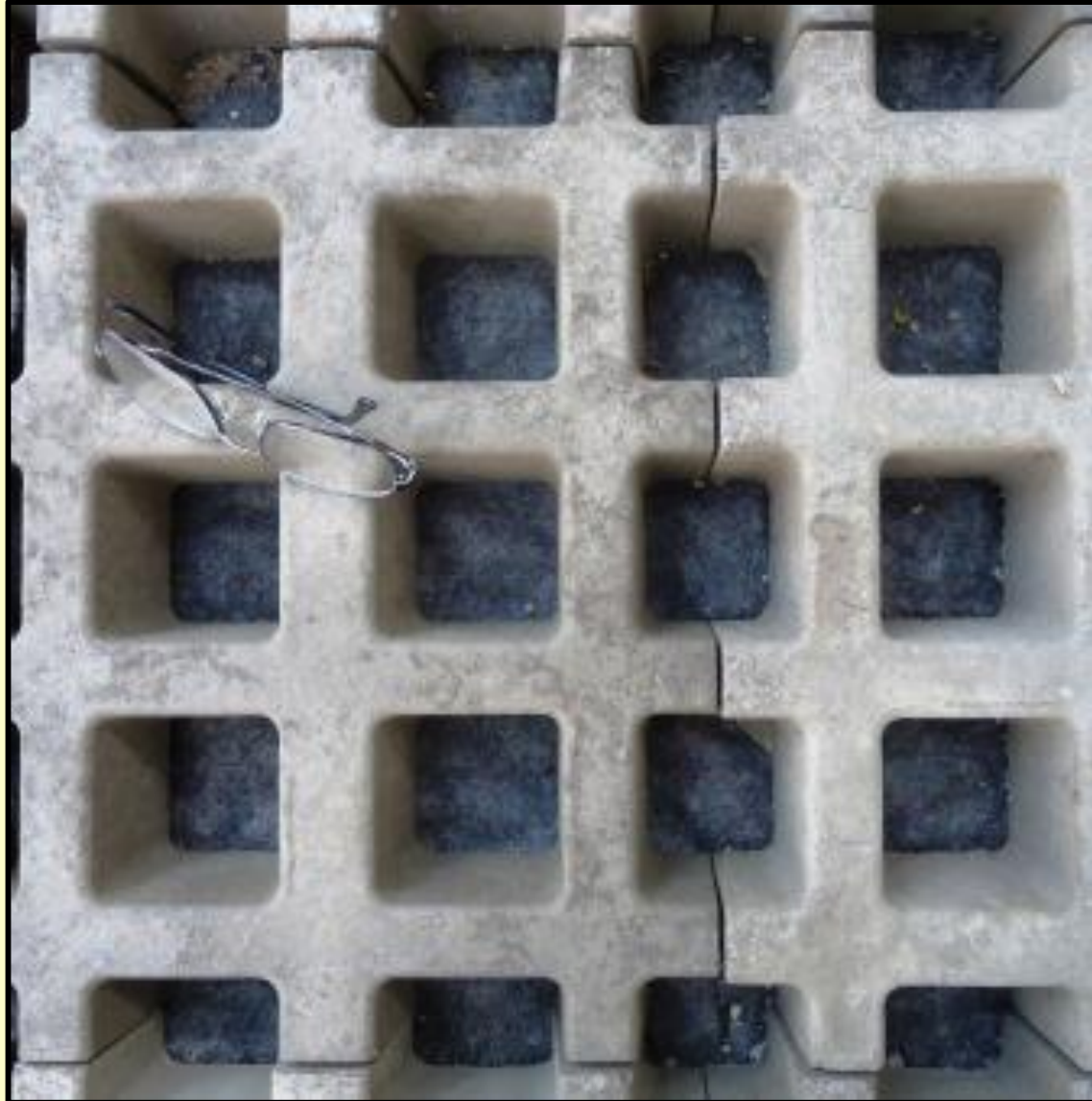
9

- FINALIZANDO O ASSENTAMENTO DAS PEÇAS
- O NÍVEL SUPERIOR DAS PEÇAS DEVERÁ FICAR AO MENOS 0,5cm ABAIXO DO NÍVEL DO PISO ORIGINAL



10

- DETALHE DA PEÇA JÁ ASSENTADA
- OS ORIFÍCIOS PODERÃO RECEBER ALGUM SUBSTRATO GRANULAR PERMEÁVEL, p.e. VERMICULITA, E PLANTIO VEGETAL





SERVIÇO CONCLUÍDO

11



A MESMA SEQUÊNCIA OPERACIONAL  
NA EXECUÇÃO DE UM OUTRO  
DISPOSITIVO



A LOCAÇÃO DESSA CAIXA OPTOU POR UM PONTO DO TERRENO DE NATURAL CONCENTRAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA. NÃO É RECOMENDÁVEL A INSTALAÇÃO DESSES DISPOSITIVOS JUNTO A ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO RASA .















# SERVIÇO CONCLUÍDO



ORÇAMENTO TOTAL DA EXECUÇÃO DOS  
DOIS DISPOSITIVOS MOSTRADOS,  
INCLUINDO MATERIAIS E MÃO DE OBRA:

R\$1.000,00 (MIL REAIS) – JUNHO/2016



## TRINCHEIRA DRENANTE SIMPLES

ARSantos

~ 0,60 m

pedrisco compactado

Cobertura de geotêxtil  
para limpeza periódica

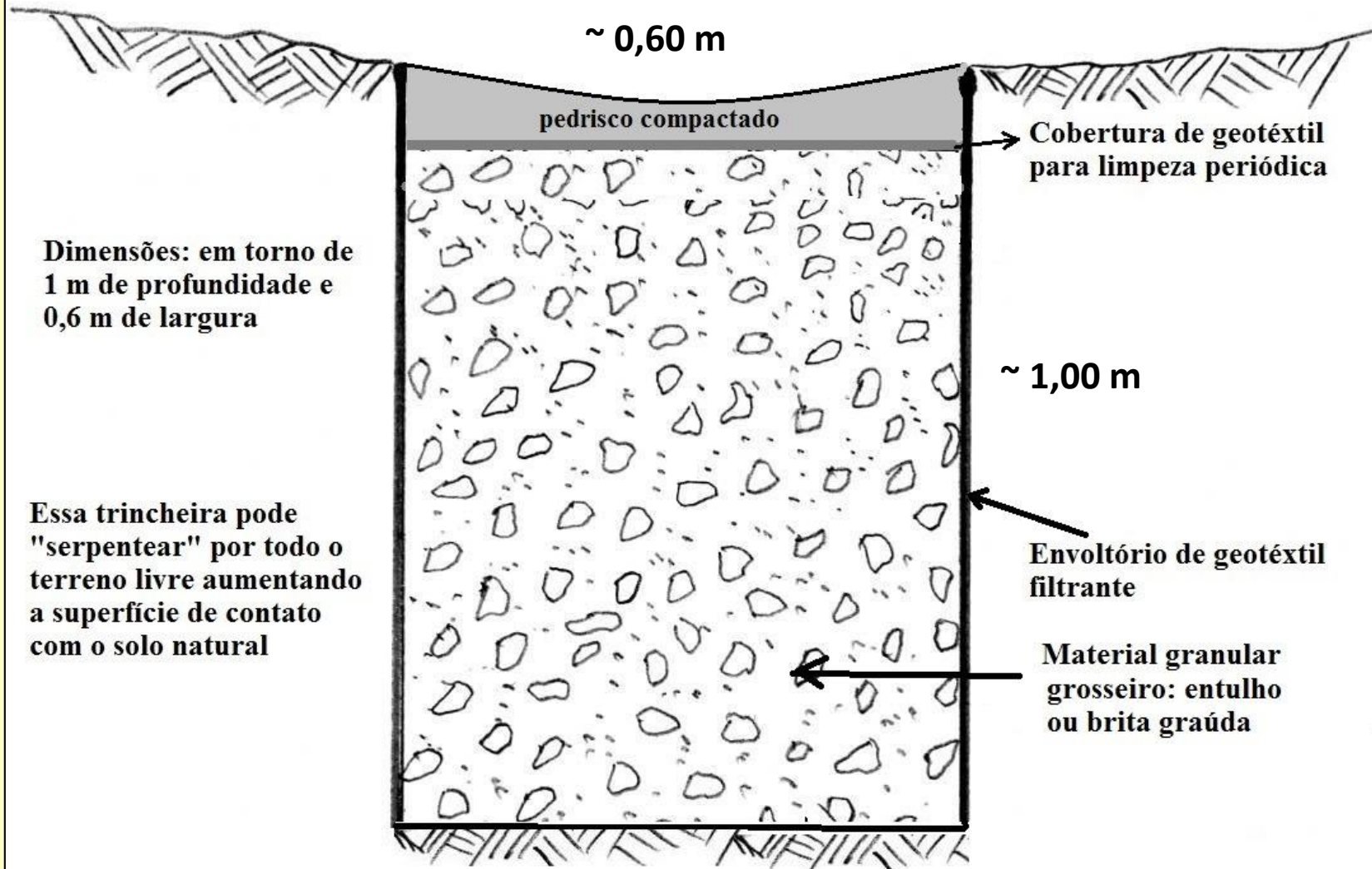
~ 1,00 m

Envoltório de geotêxtil  
filtrante

Material granular  
grosso: entulho  
ou brita graúda

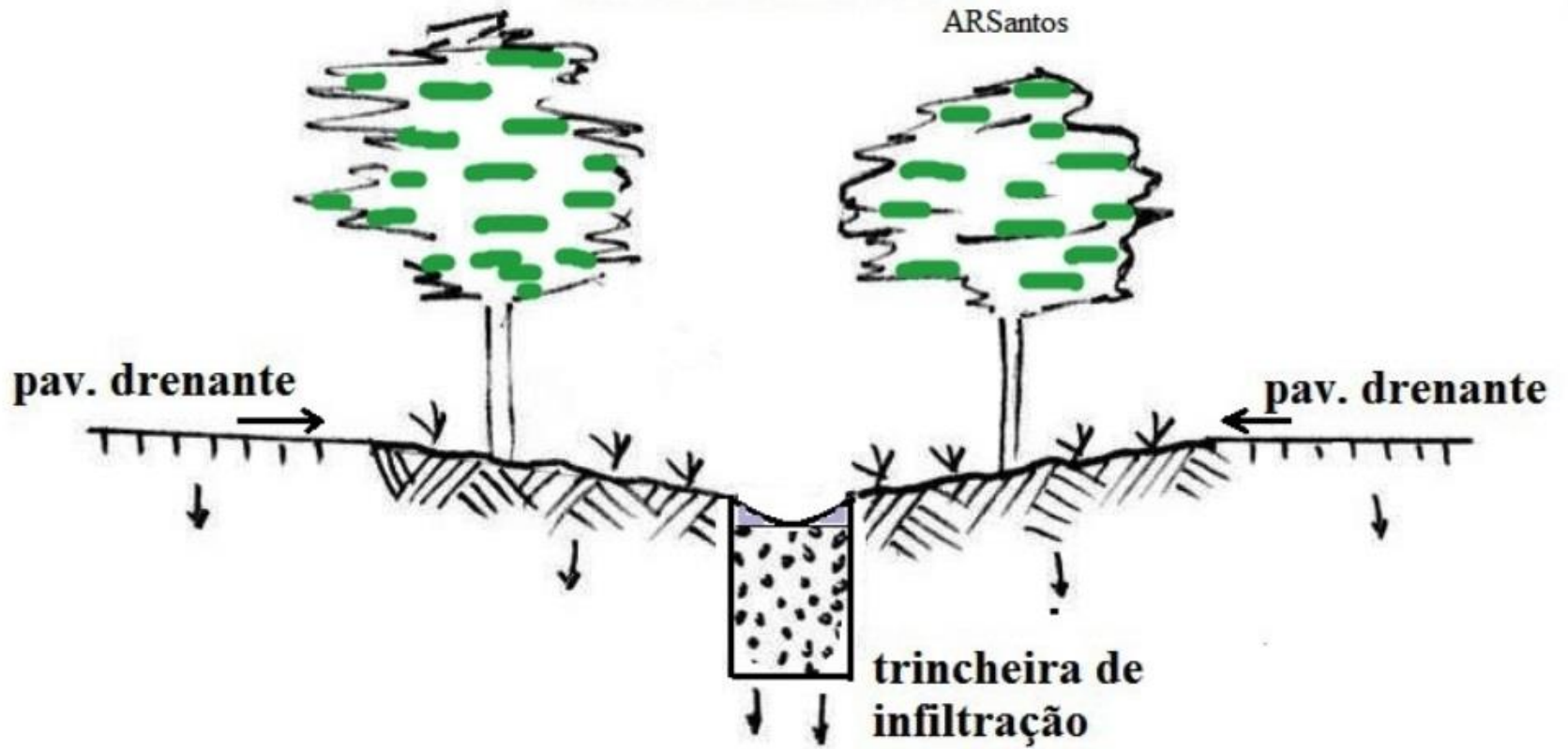
Dimensões: em torno de  
1 m de profundidade e  
0,6 m de largura

Essa trincheira pode  
"serpentear" por todo o  
terreno livre aumentando  
a superfície de contato  
com o solo natural



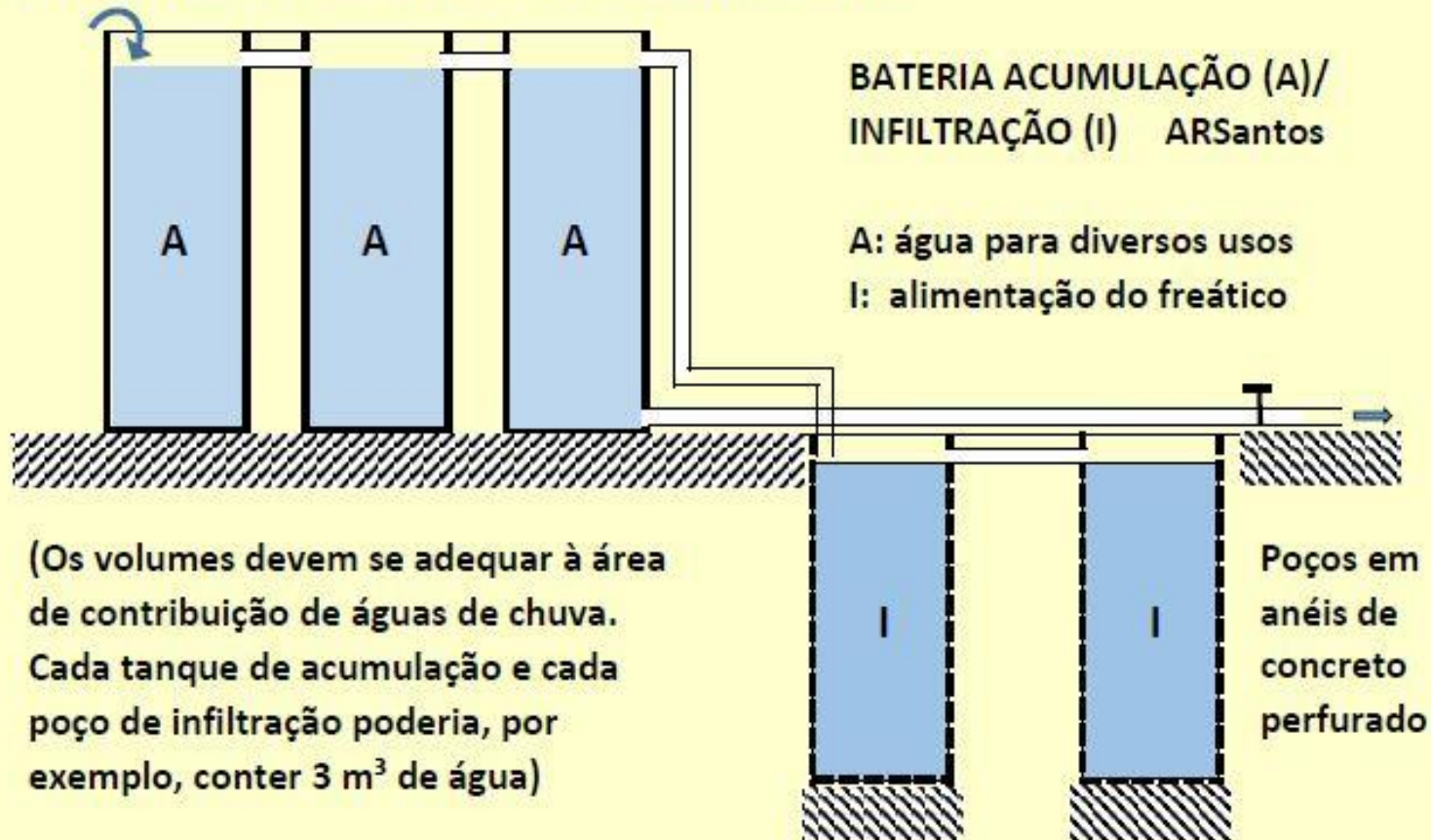


# VALA DRENANTE



# EXEMPLO DE UMA OUTRA CONCEPÇÃO PARA DISPOSITIVOS DE ACUMULAÇÃO /INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA. NO CASO, MAIS ADEQUADO A EDIFICAÇÕES E LOTES DE MAIOR PORTE

Alimentação por águas de chuva recolhidas de telhados, lajes, sistemas de calhas, poços de bombeamento, etc.



**DISPOSITIVO SIMPLES PARA ACUMULAÇÃO E USO BRUTO DE ÁGUAS DE CHUVA  
ATRAVÉS DE RECOLHIMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS INCIDENTES SOBRE O TELHADO**





**IDEM**







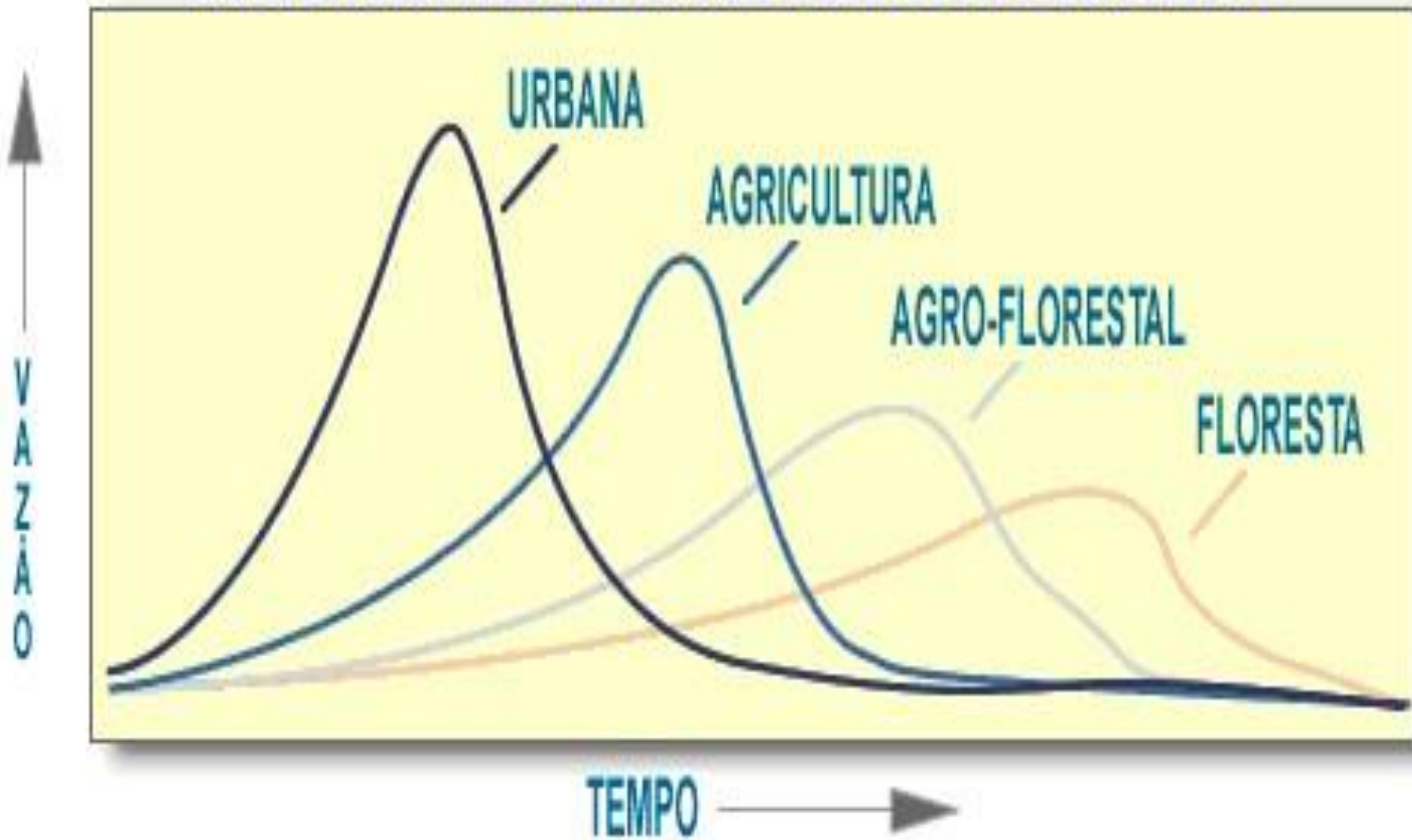
# **BOSQUES FLORESTADOS**

## O ESCOAMENTO SUPERFICIAL NAS FLORESTAS E NAS CIDADES

- Em uma floresta, ou um bosque florestado urbano, o Coeficiente de escoamento Superficial - índice que mostra a relação entre o volume total de uma chuva e a parcela desse volume que escoar superficialmente - fica em torno de 20%; ou seja, cerca de 80% do volume das chuvas é retido na floresta por molhamento, encharcamento e infiltração.
- A cidade inverte esse fator hidrológico, nos espaços urbanos o Coeficiente de escoamento Superficial fica em torno de 80%; ou seja, a cidade retém apenas algo como 20% do volume de uma chuva enquanto escoar superficialmente 80% desse volume comprometendo rapidamente o sistema de drenagem.



# VAZÕES MÁXIMAS EM VÁRIOS TIPOS DE COBERTURAS



## LEGISLAÇÃO MUNICIPAL PROPOSTA:

**12% DA ÁREA DE CADA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA  
OBRIGATORIAMENTE COBERTOS POR BOSQUES  
FLORESTADOS**

Significado hidrológico: redução de 10% a 12% do volume de águas pluviais hoje lançados sobre o sistema urbano de drenagem

**BOSQUE FLORESTADO** urbano é um espaço, um parque, uma praça, um terreno público ou privado, inteiramente tomado por árvores de pequeno, médio e grande portes.

Comporta-se como se fosse uma porção de uma verdadeira floresta natural, conservando integralmente todos os componentes naturais de um corpo florestal.

Um dos componentes do bosque florestado é a serapilheira, aquele espesso colchão de folhas caídas e restos vegetais que vai se acumulando no chão das florestas naturais e que cumpre o papel de uma esponja, absorvendo ela própria de imediato uma grande quantidade de água das chuvas.

Os **BOSQUES FLORESTADOS** comportam-se como verdadeiros e virtuosos **piscinões verdes**, tão diversos dos atuais deletérios piscinões, que se portam como verdadeiros agentes de deterioração sanitária, ambiental e urbanística das cidades onde vem sendo instalados.













## **PRESEVAR A SERAPILHEIRA**



# **PISOS DRENANTES EM ESTACIONAMENTOS, PÁTIOS, ETC.**

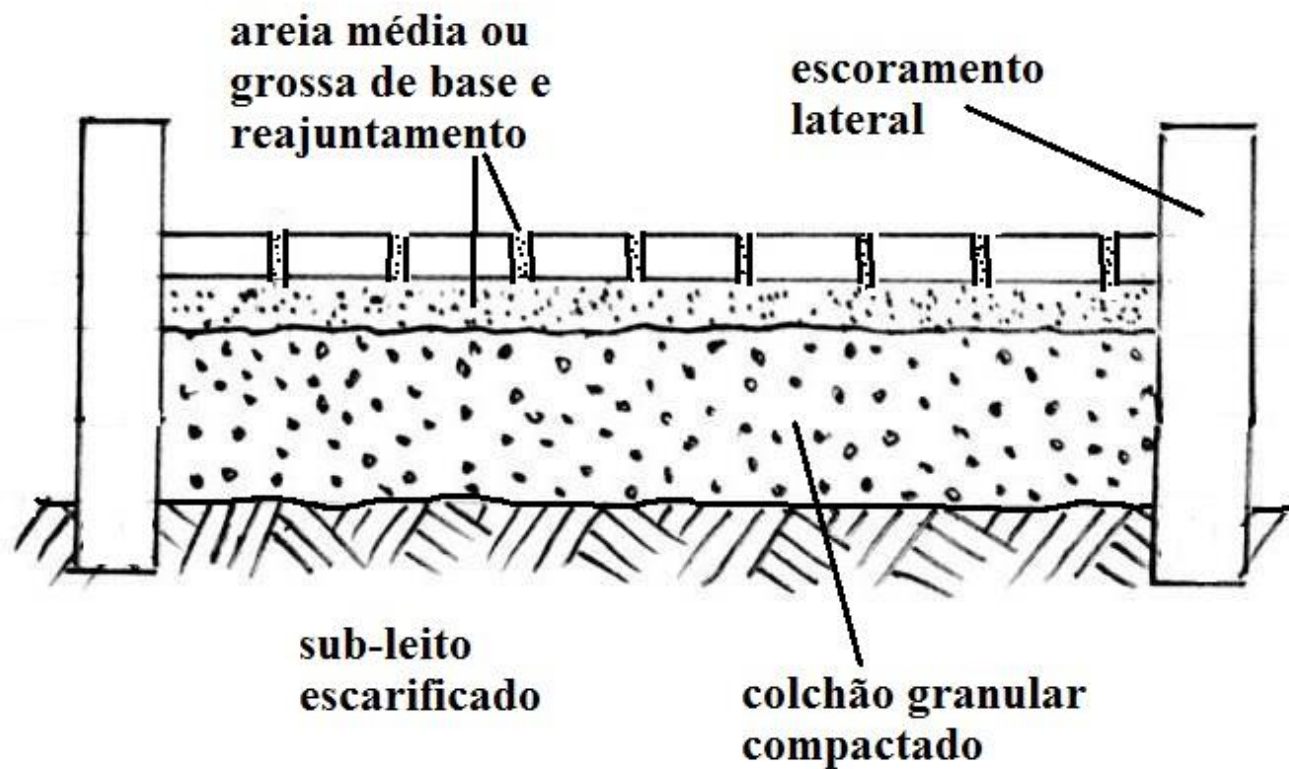


# O CRIME



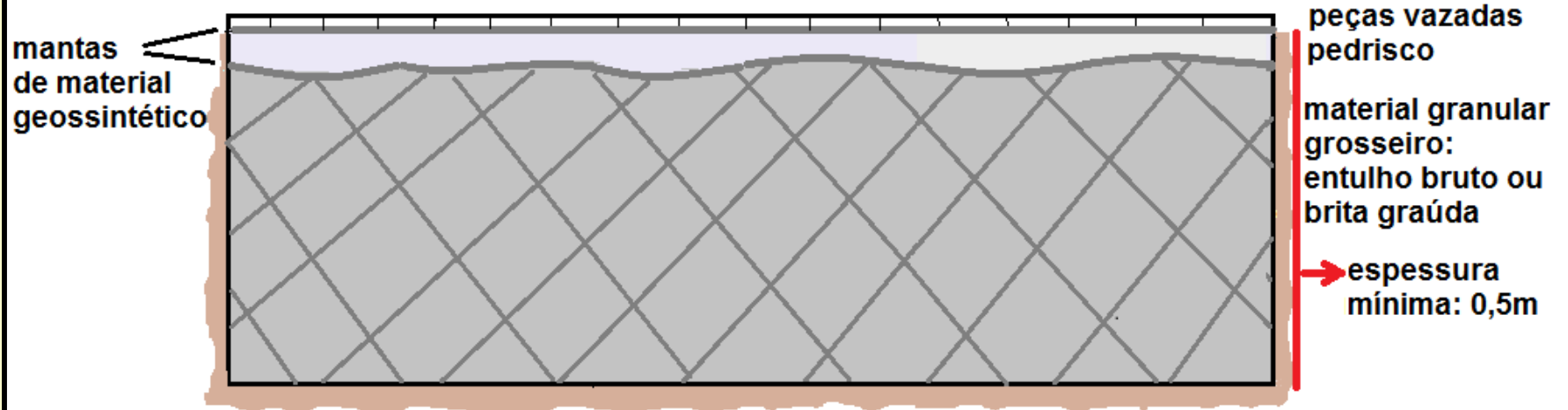
## BLOCOS INTERTRAVADOS DRENANTES

ARSantos



# CROQUI DE PAVIMENTO DRENANTE COM CAPACIDADE DE ACUMULAR E INFILTRAR ÁGUAS DE CHUVA

ARSantos



# **VALETAS/SARGETAS DRENANTES DE ACUMULAÇÃO E INFILTRAÇÃO**

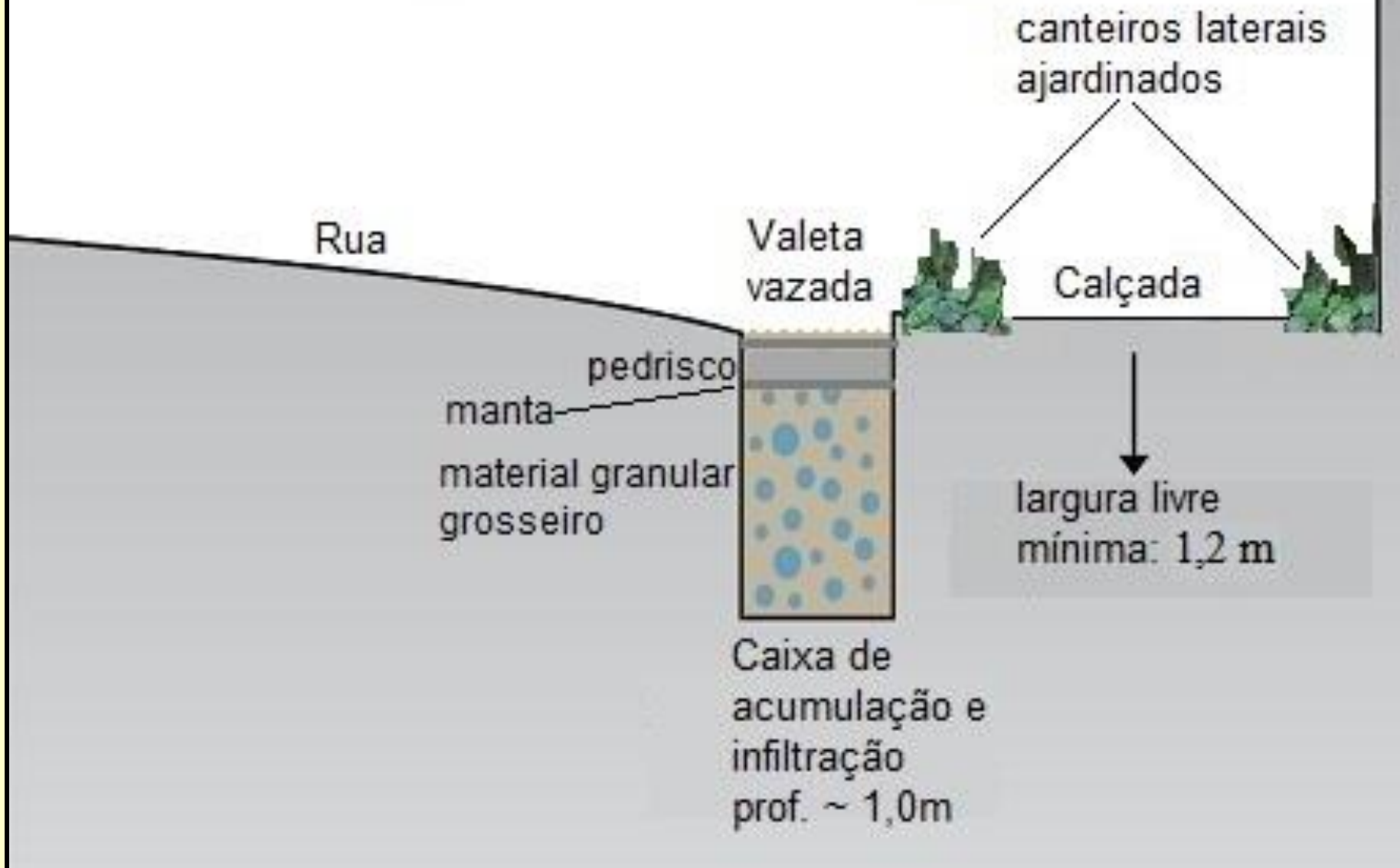
*(As águas de chuva obrigatoriamente passam em algum momento pelas valetas urbanas, o que as qualifica como ótima oportunidade de acumulação e infiltração de um bom volume dessas águas)*

# **CALÇADAS COM PISO DRENANTE E CANTEIROS**



# SARJETA E CALÇADA DRENANTES

AR.Santos



**ANTES**



# DEPOIS



**REDUÇÃO DO ASSOREAMENTO  
DAS DRENAGENS VIA COMBATE À  
EROSÃO E AO LANÇAMENTO  
IRREGULAR DE LIXO E ENTULHO DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL**



# **PRINCIPAIS CAUSAS DA EROSÃO URBANA:**

**1 - O VÍCIO CULTURAL NA PRODUÇÃO DE PLATÔS ATRAVÉS DE TERRAPLENAGENS INTENSIVAS E EXTENSIVAS**

**2 – A PROLONGADA EXPOSIÇÃO DE SUPERFÍCIES DE SOLO A PROCESSOS EROSIVOS**

**3 – A TOTAL FALTA DE FISCALIZAÇÃO E O DESCASO MUNICIPAL PARA COM A EROSÃO URBANA**

# ASSOREAMENTO

## **Significado hidrológico:**

REDUÇÃO MÉDIA DE 50% DA CAPACIDADE DE VAZÃO DAS DRENAGENS NATURAIS E CONSTRUÍDAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

## PRINCIPAIS COMPONENTES DO MATERIAL DE ASSOREAMENTO

- CLASSE I - Sedimentos silto-areno-argilosos provenientes da erosão por águas pluviais sobre solos naturais e de aterros. ~ 80% em peso
- CLASSE II - Entulho inerte areno-terroso-pedregoso proveniente de obras de construção civil, demolições e pequenas reformas e desagregação de pavimentos urbanos. ~ 15% em peso
- CLASSE III - Restos de madeiras, metais, vidros e plásticos originados da construção civil, demolições e reformas, e lixo urbano (papéis-papelão, plásticos, tecidos, vidros, pneus, móveis e outros utensílios, etc. ~ 5% em peso



























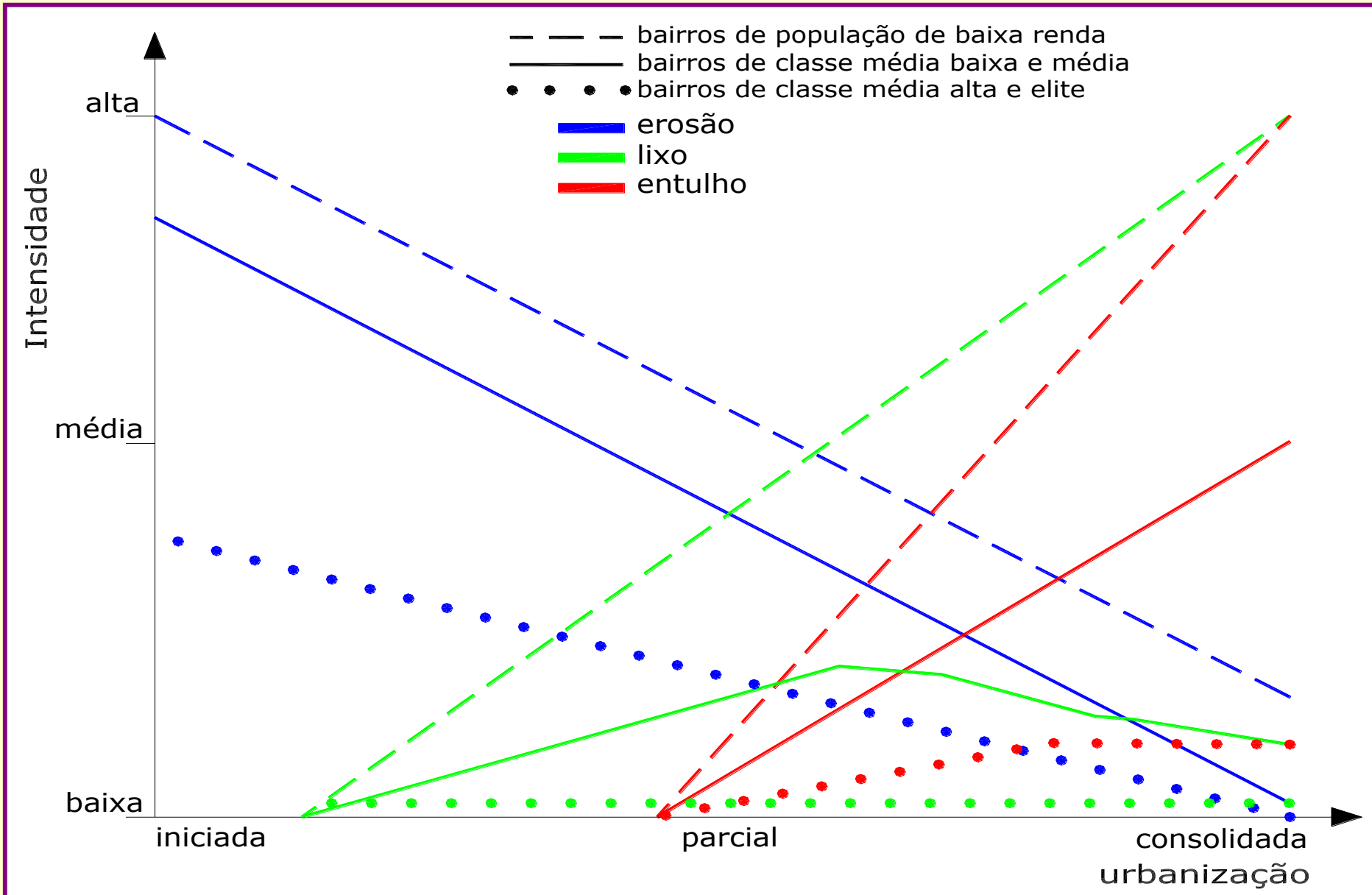








# LIBERAÇÃO DE MATERIAIS DE ASSOREAMENTO



# **PROPOSTA DE LEI MUNICIPAL PARA COIBIÇÃO DA EROSÃO URBANA**

As penalidades previstas na Lei aplicar-se-ão a proprietários ou responsáveis legais, privados e públicos, de terrenos que estejam originando, por erosão, sedimentos terrosos para fora dos limites da propriedade, ou para drenagens naturais ou construídas existentes no interior da própria propriedade.

A penalidade será calculada em função direta da extensão da superfície de solo exposto que esteja produzindo, por erosão, sedimentos terrosos para fora da propriedade ou para drenagens interiores.

# **ABANDONO DA CULTURA DE CANALIZAÇÃO E RETIFICAÇÃO DE CÓRREGOS**

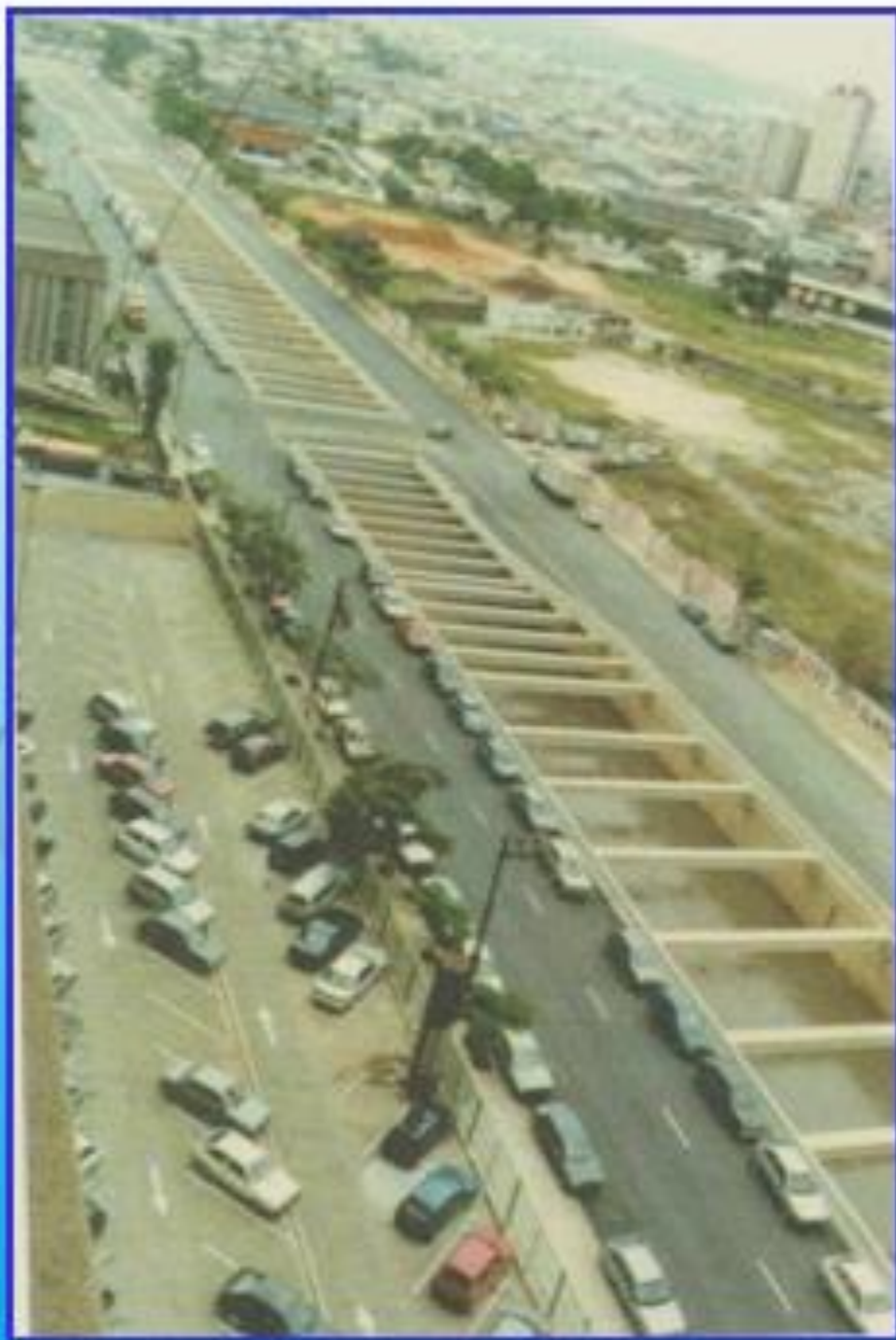


# **EFEITOS ADVERSOS DA CANALIZAÇÃO**

**A CANALIZAÇÃO OU RETIFICAÇÃO DE UM CURSO D'ÁGUA TEM COMO CONSEQUÊNCIA A ACELERAÇÃO DO ESCOAMENTO E A REDUÇÃO DO TEMPO EM QUE AS ÁGUAS CHEGAM A OUTRO CURSO D'ÁGUA DO QUAL É AFLUENTE.**

**REDUZEM SUA CALHA E LEITO MAIOR, PROVOCANDO, POR TRANSBORDAMENTO, ENCHENTES LOCAIS**

**OU SEJA, PROVOCAM E POTENCIALIZAM ENCHENTES, EM ESPECIAL EM REGIÕES A JUSANTE.**

















# **DESESTÍMULO AO CRESCIMENTO URBANO POR ESPRAIAMENTO GEOGRÁFICO**

# **DECORRÊNCIAS NEGATIVAS DO CRESCIMENTO URBANO POR ESPRAIAMENTO GEOGRÁFICO:**

## Significado hidrológico:

A progressiva incorporação de novas áreas aos domínios e comportamentos hidrológicos urbanos.

## Solução:

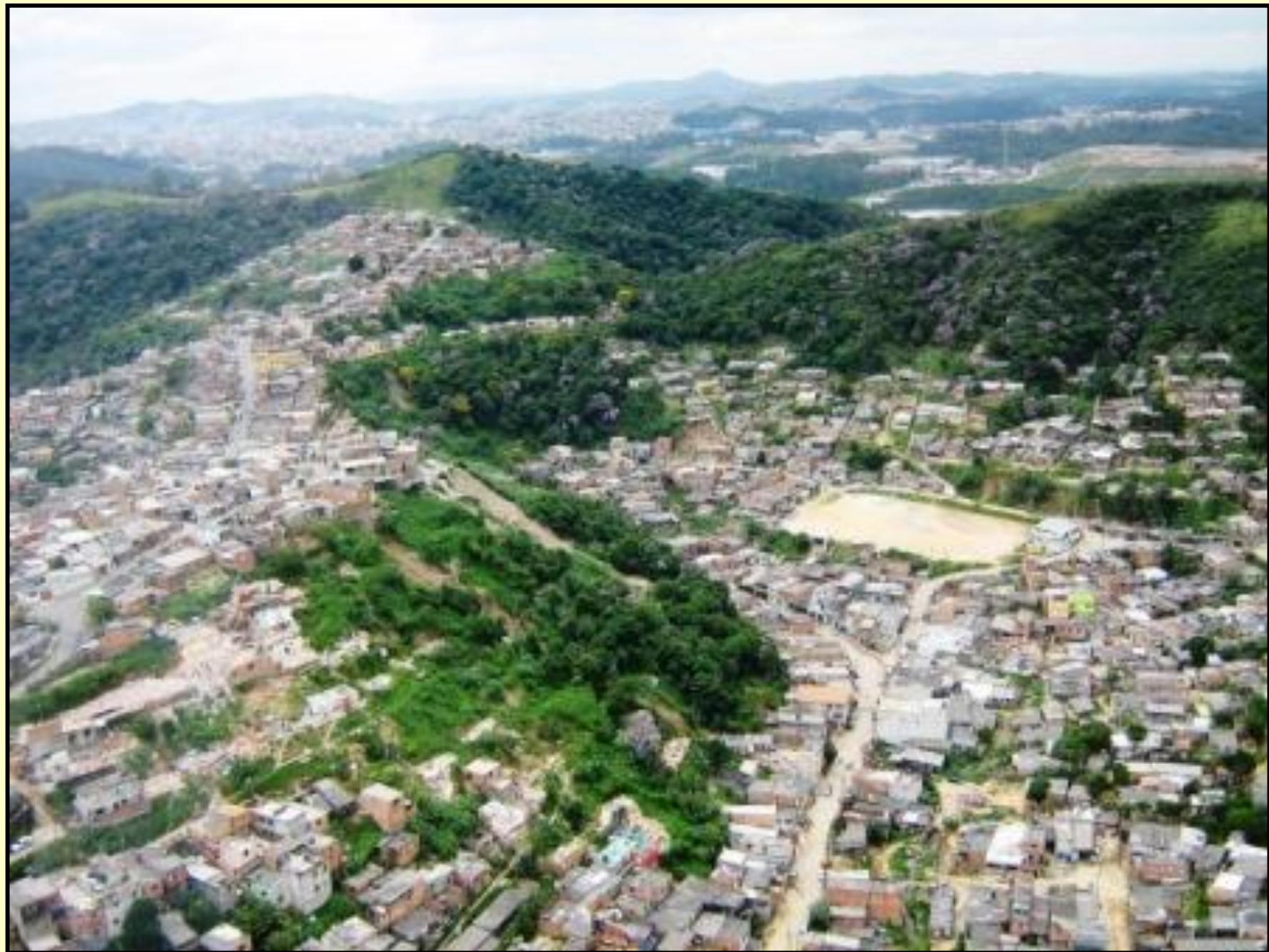
Adensamento populacional em bairros para tanto vocacionados com o uso de concepções urbanísticas e ambientais adequadas.

# A TENDÊNCIA AO ESPRAIAMENTO GEOGRÁFICO E SEUS GRAVES PROBLEMAS PARA A DRENAGEM URBANA:

- COMPROMETIMENTO DE MANANCIAS
- AUMENTO DA ÁREA IMPERMEABILIZADA
- AUMENTO DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS POR EROSÃO
- AUMENTO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

HÁ SOLUÇÕES URBANÍSTICAS PARA A COMPATIBILIZAR O ADENSAMENTO URBANO NECESSÁRIO E A QUALIDADE AMBIENTAL DESEJADA





***Conversem mais com a Terra,  
entendam suas leis e seus segredos,  
e então,  
juntos, Homem e Terra, cheguem,  
acumpliciadamente,  
à melhor solução.***

Geól. Álvaro Rodrigues dos Santos