Oficina Técnica

AS ÁGUAS PLUVIAIS E A PRESERVAÇÃO DO CONJUNTO URBANÍSTICO DE BRASÍLIA

ENCHENTES URBANAS

CAUSAS E SOLUÇÕES

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

UM PRECISO DIAGNOSTICO PERMITE E SUGERE A ADOÇÃO DA AÇÃO ZERO, CONDIÇÃO ELEMENTAR PARA O SUCESSO DO TRATAMENTO DO PROBLEMA:

PARAR DE ERRAR

INFELIZMENTE CONTINUA-SE HOJE A ABSURDAMENTE COMETER OS MESMOS ERROS BÁSICOS QUE ESTÃO NA ORIGEM DOS TRÁGICOS FENÔMENOS DAS ENCHENTES

São Paulo

São Paulo

São Paulo

São Paulo

Rio de Janeiro

Blumenau

Belo Horizonte

Belo Horizonte

Ponte Nova - MG

RECIFE

BRASÍLIA

SALVADOR

Ribeirão Preto - SP

Sorocaba

S. J. DO RIO PRETO

Campinas - SP

BARUERI

ATIBAIA

SÃO BERNARDO DO CAMPO

SÃO BERNARDO DO CAMPO

SANTO ANDRÉ

SANTO ANDRÉ

BAURU - SP

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

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.

SÃO CARLOS - SP

PRINCIPAIS CAUSAS DAS ENCHENTES:

4 CULTURAS TÉCNICAS EQUIVOCADAS

1 – IMPERMEABILIZAÇÃO

2 – CANALIZAÇÃO DE RIOS E CÓRREGOS

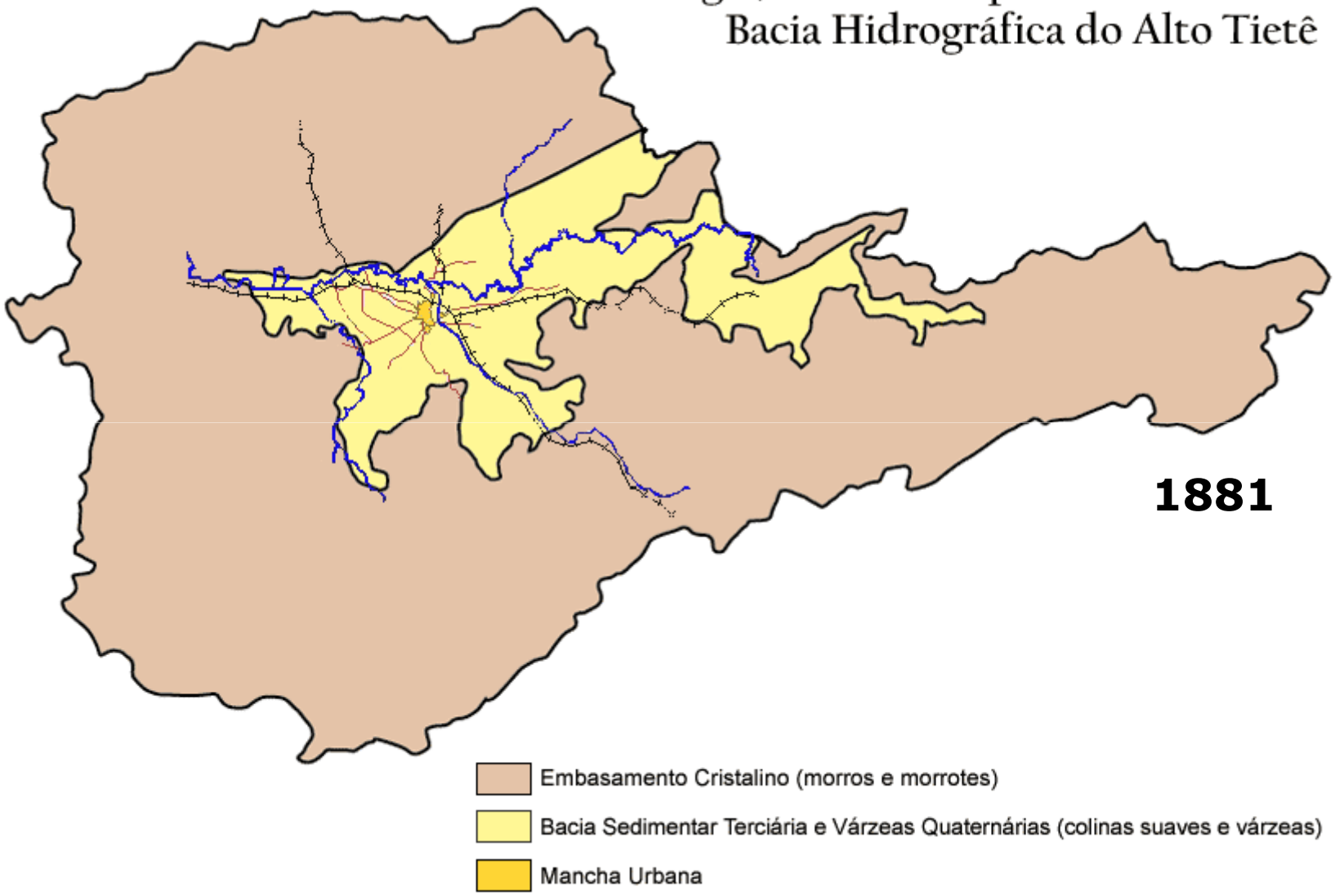
(LIVRAR-SE DAS ÁGUAS O MAIS RÁPIDO QUANTO POSSÍVEL)

3 – ENGENHARIA DE ÁREAS PLANAS/EROSÃO

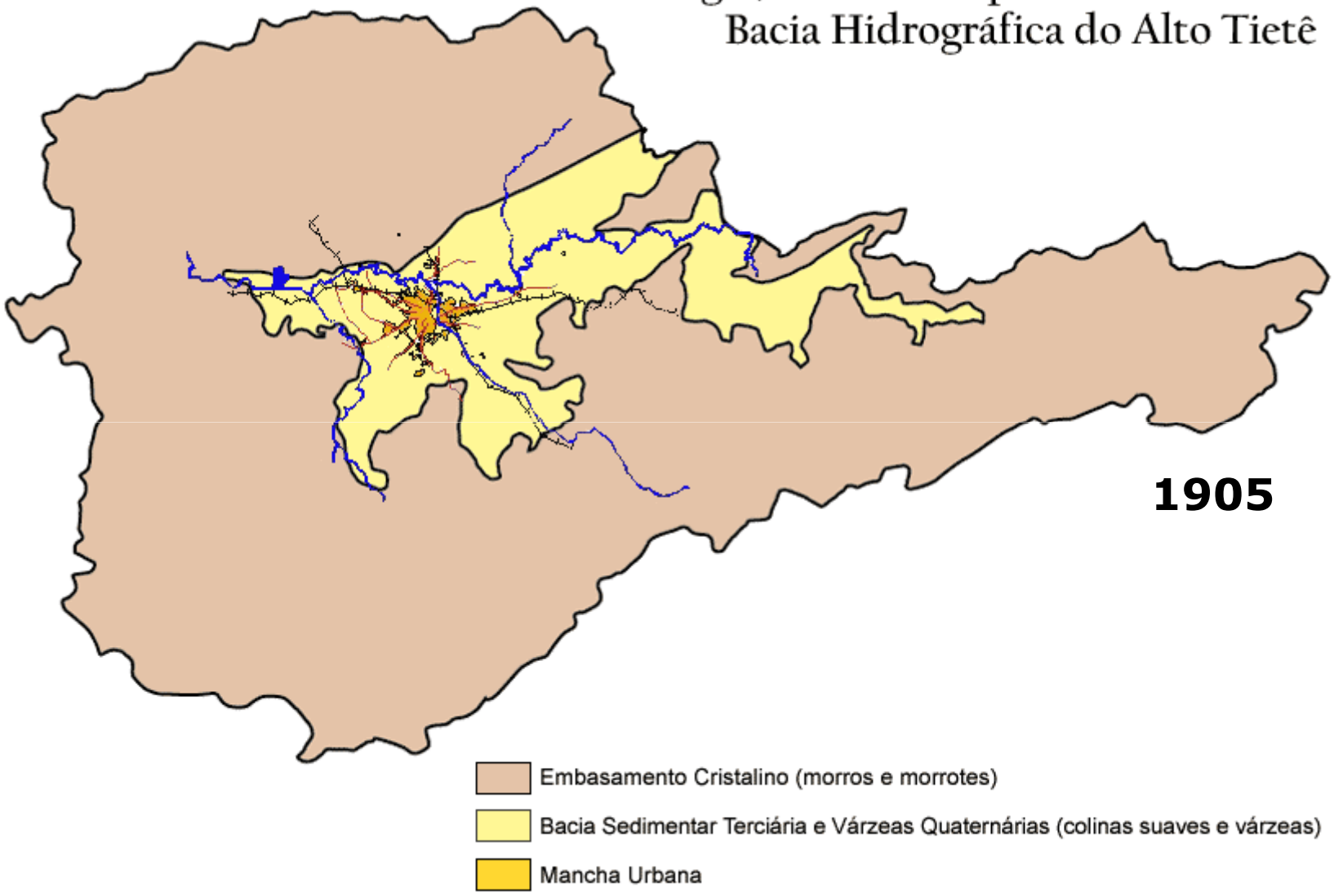
(OVERDOSE DE TERRAPLENAGENS EXPONDO SOLOS À EROSÃO)

4 – ESPRAIAMENTO GEOGRÁFICO

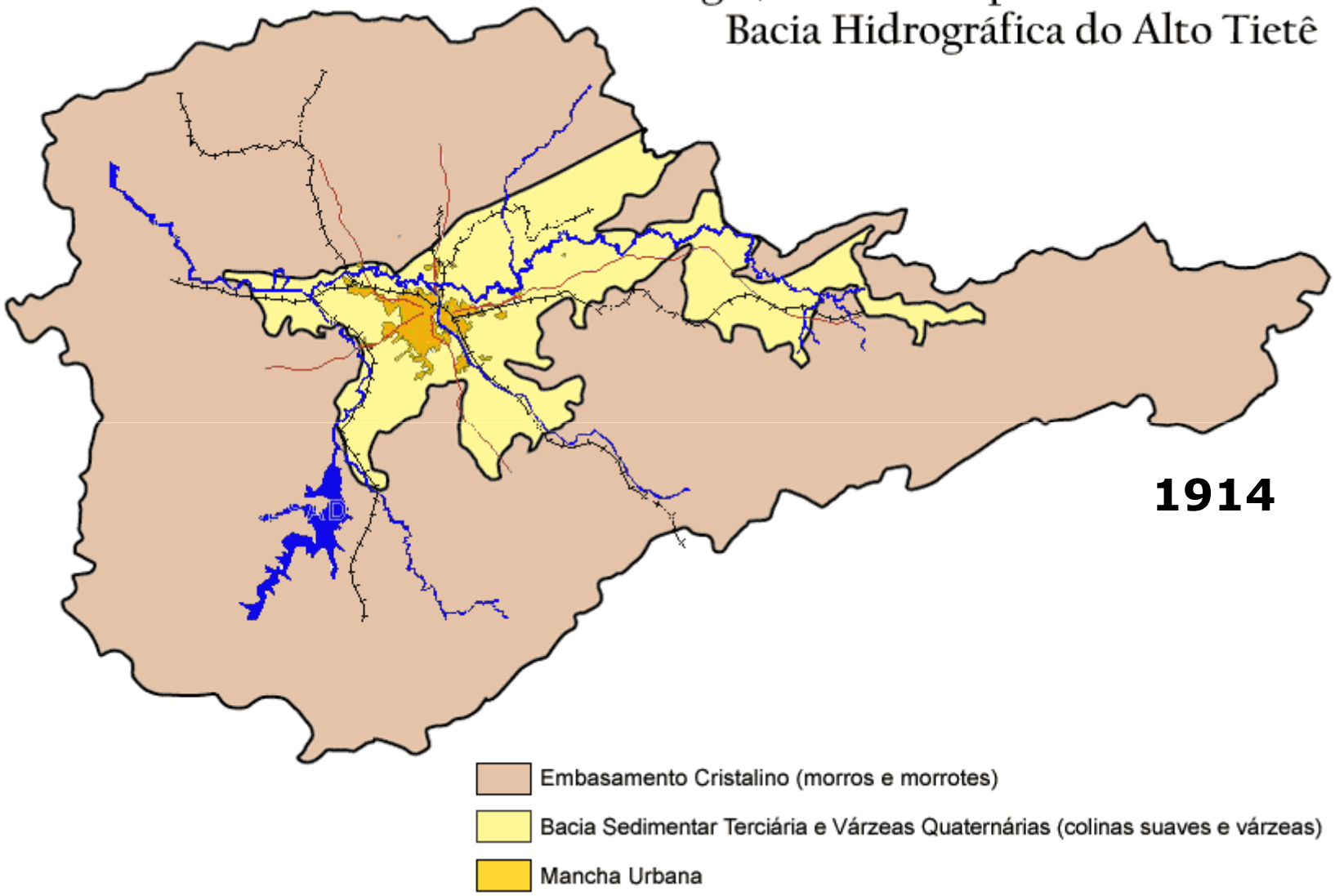
Geologia, Relevo e Expansão Urbana da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê



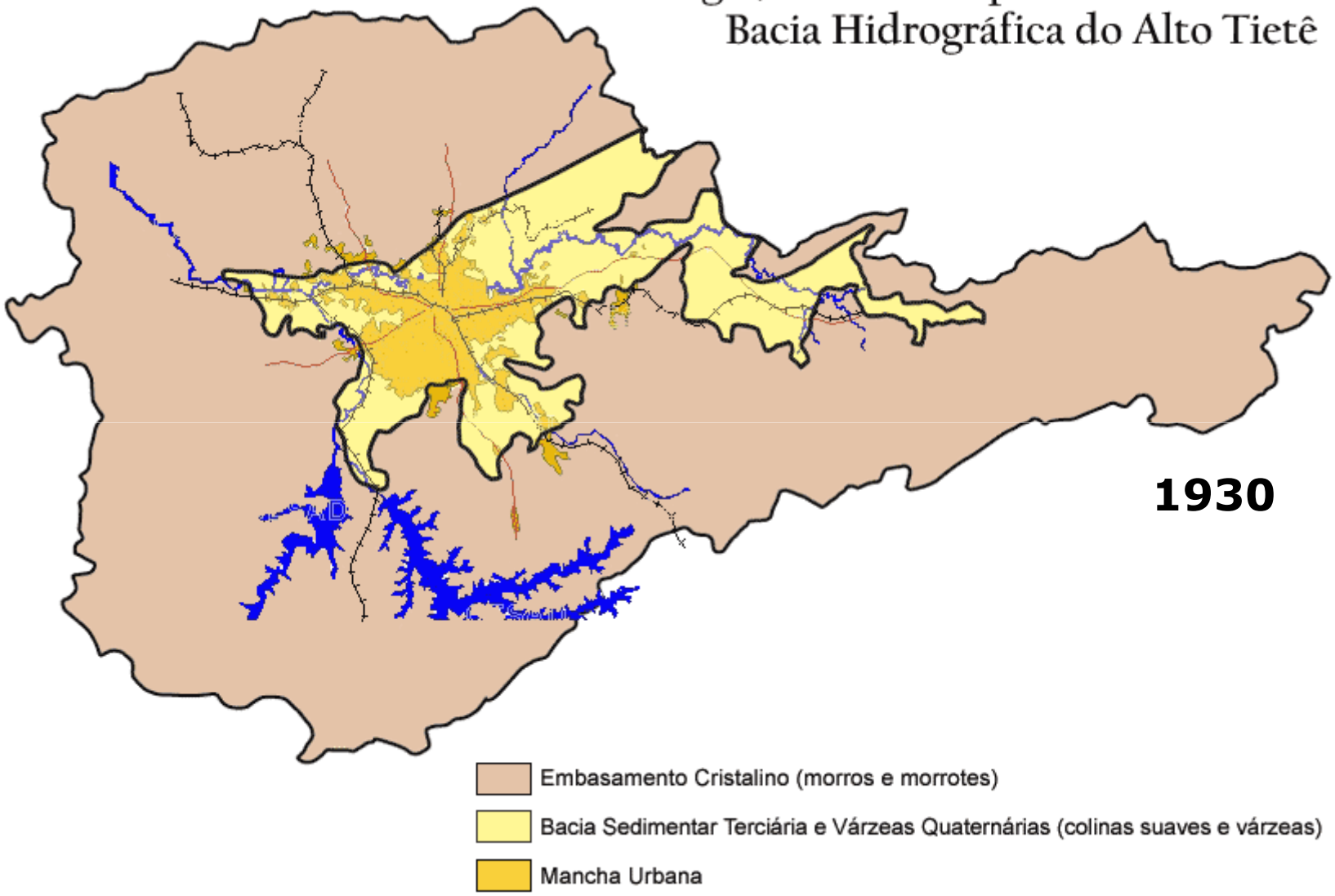
Geologia, Relevo e Expansão Urbana da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê



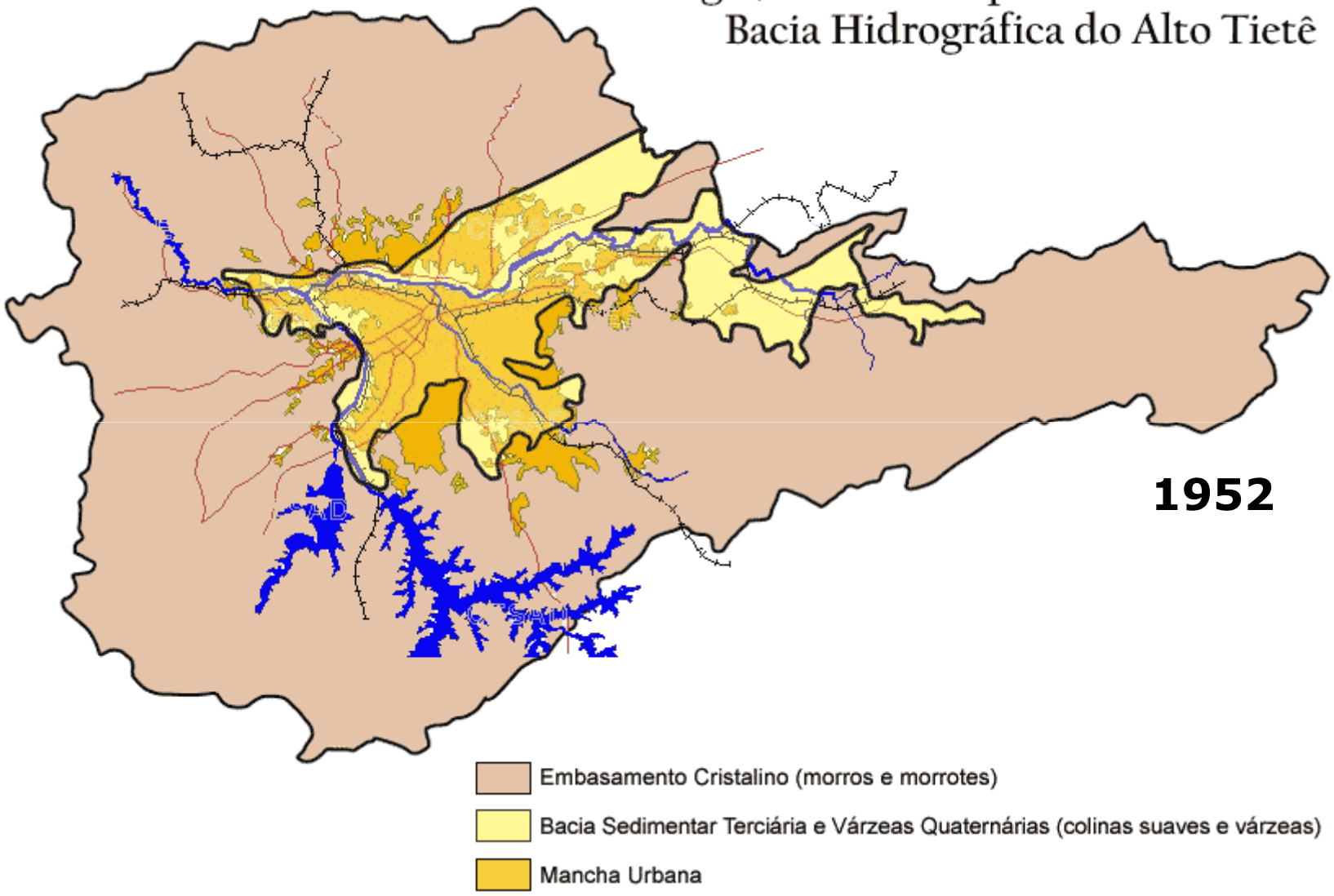
Geologia, Relevo e Expansão Urbana da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê



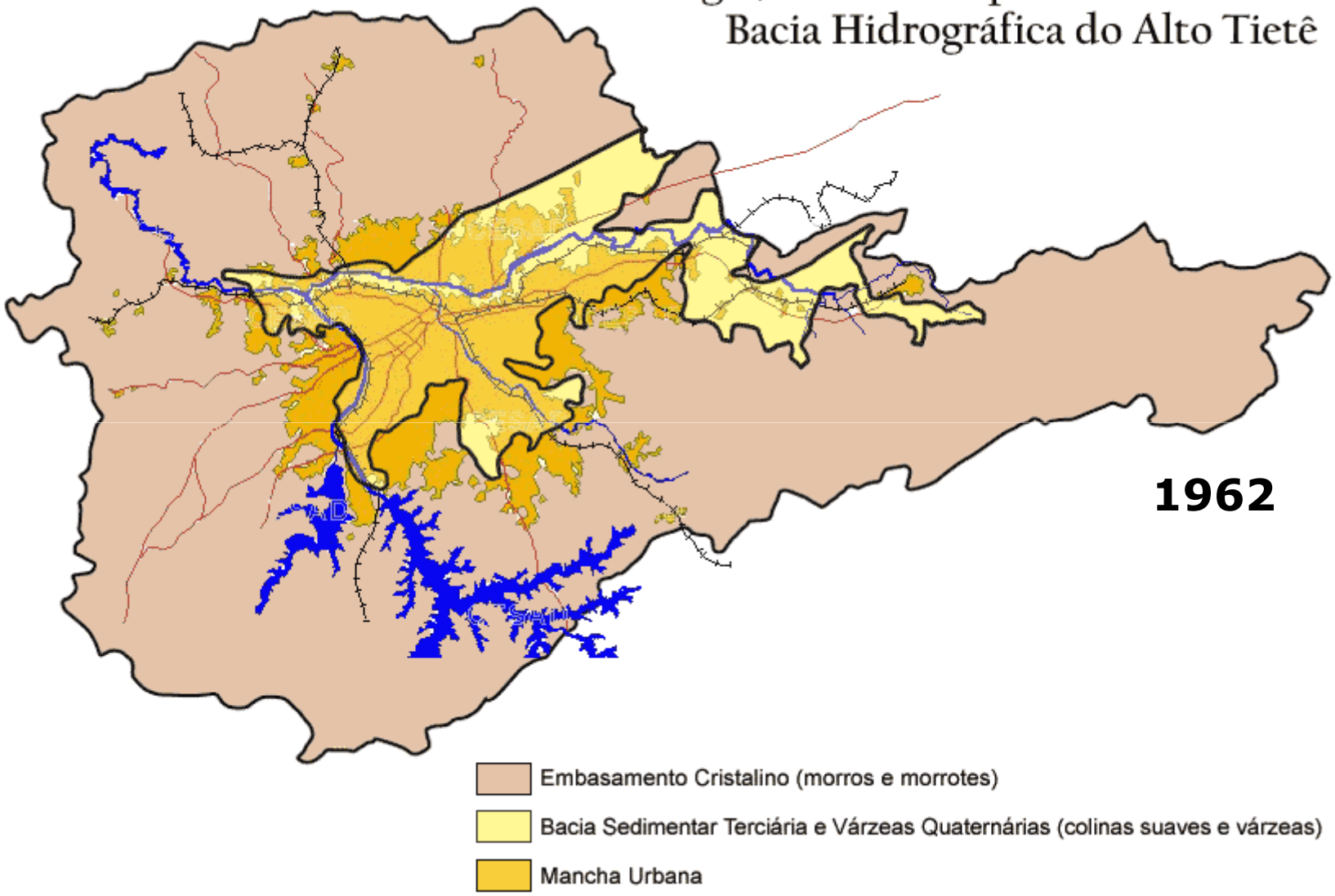
Geologia, Relevo e Expansão Urbana da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê



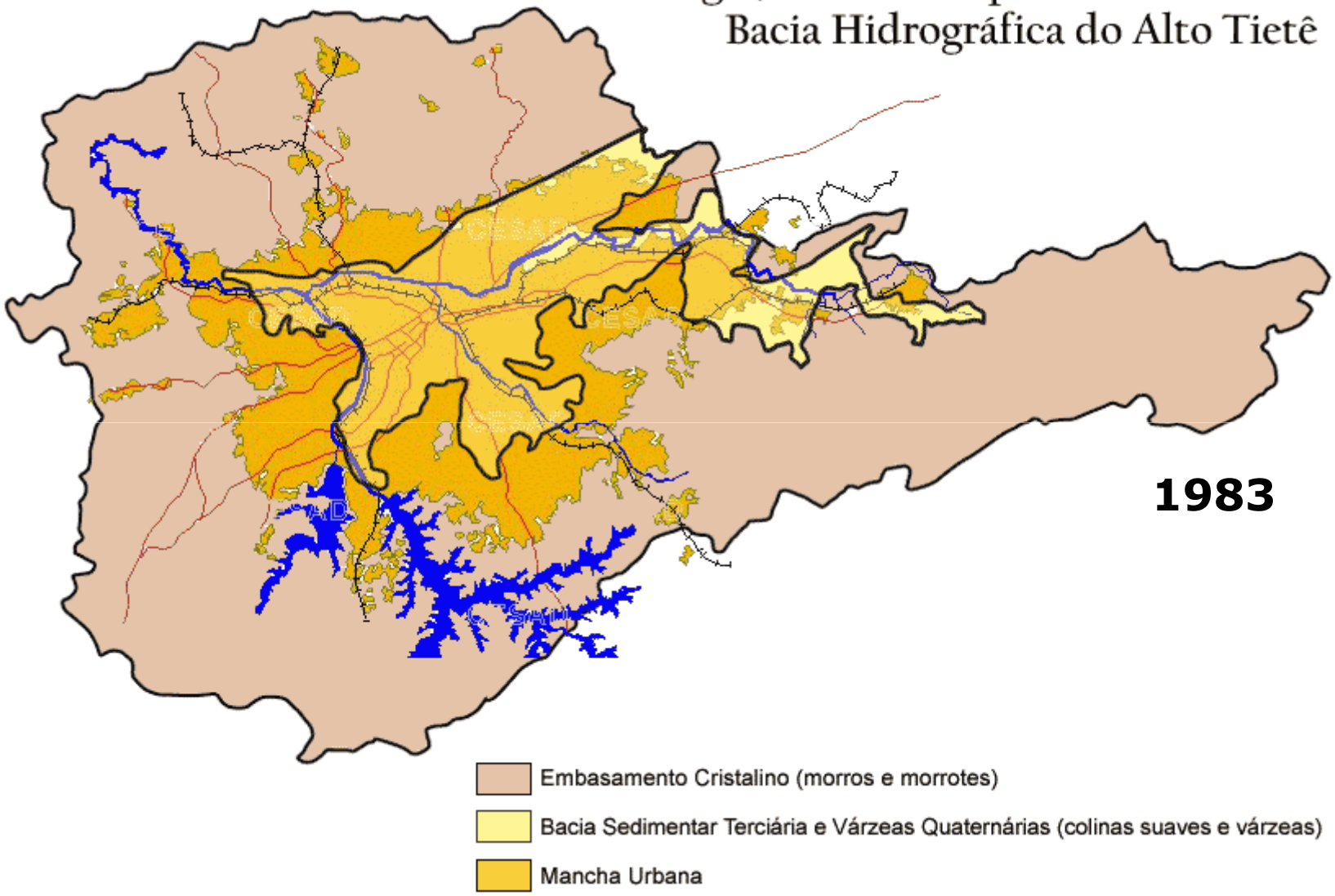
Geologia, Relevo e Expansão Urbana da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê



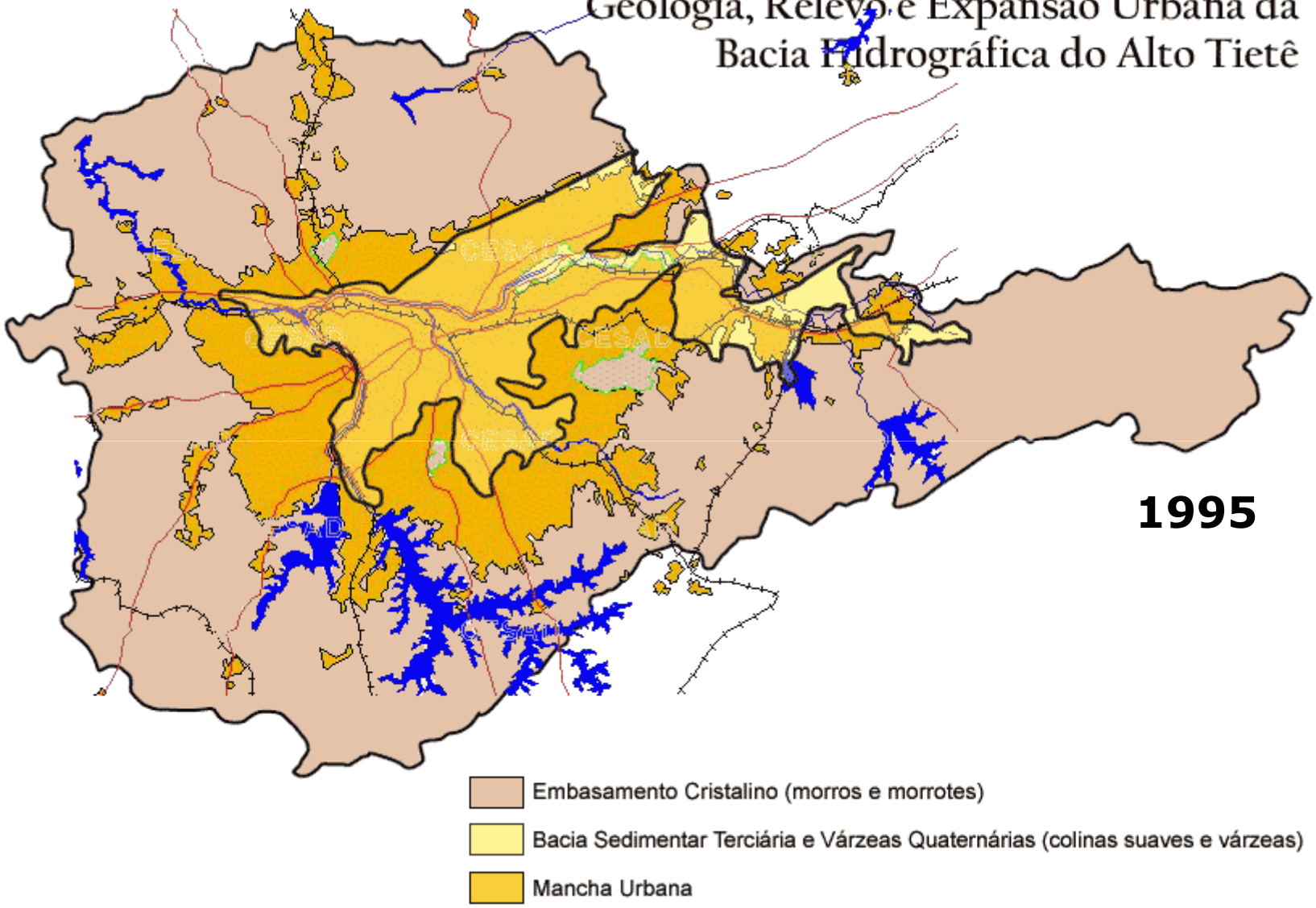
Geologia, Relevo e Expansão Urbana da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê



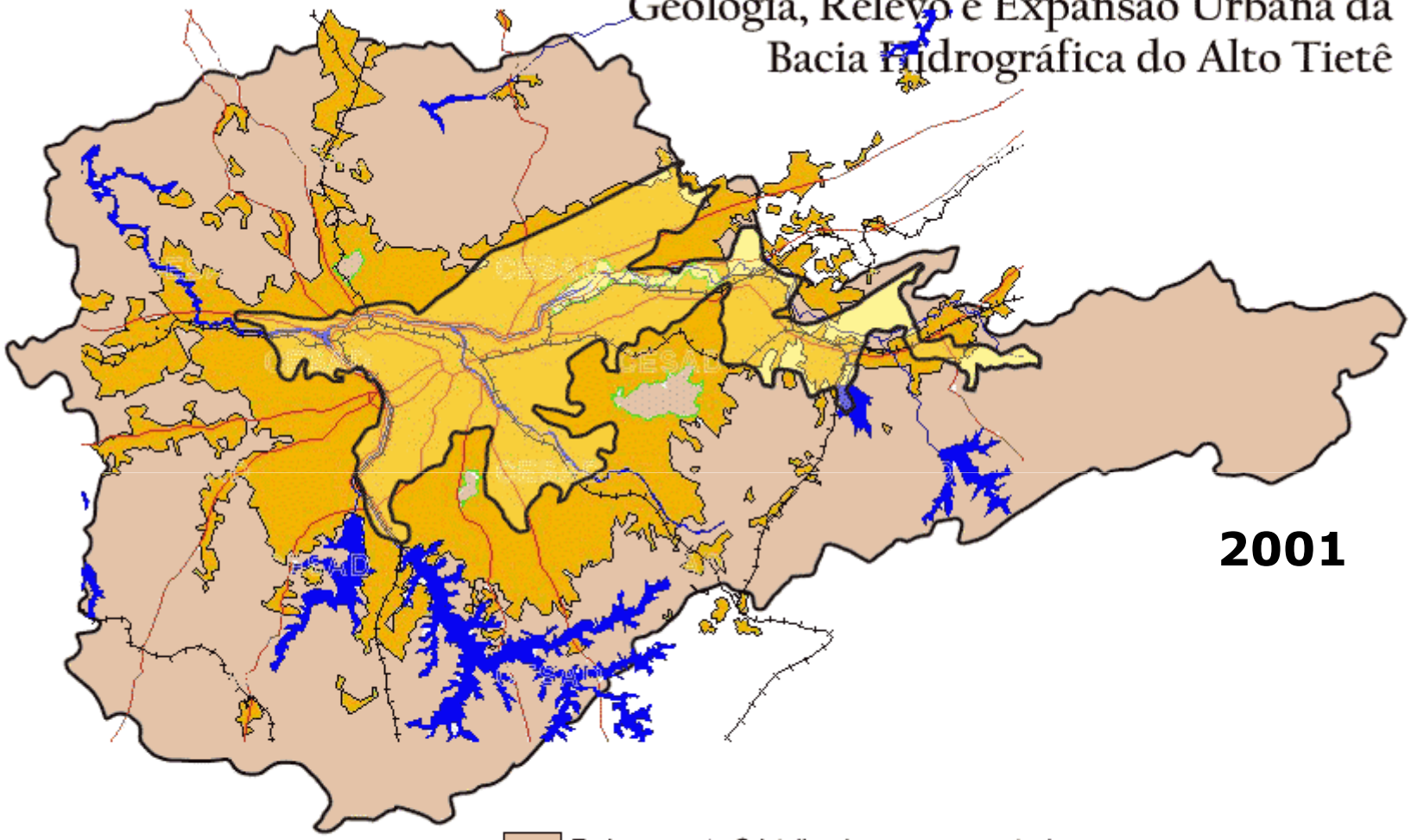
Geologia, Relevo e Expansão Urbana da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê



Geologia, Relevo e Expansão Urbana da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

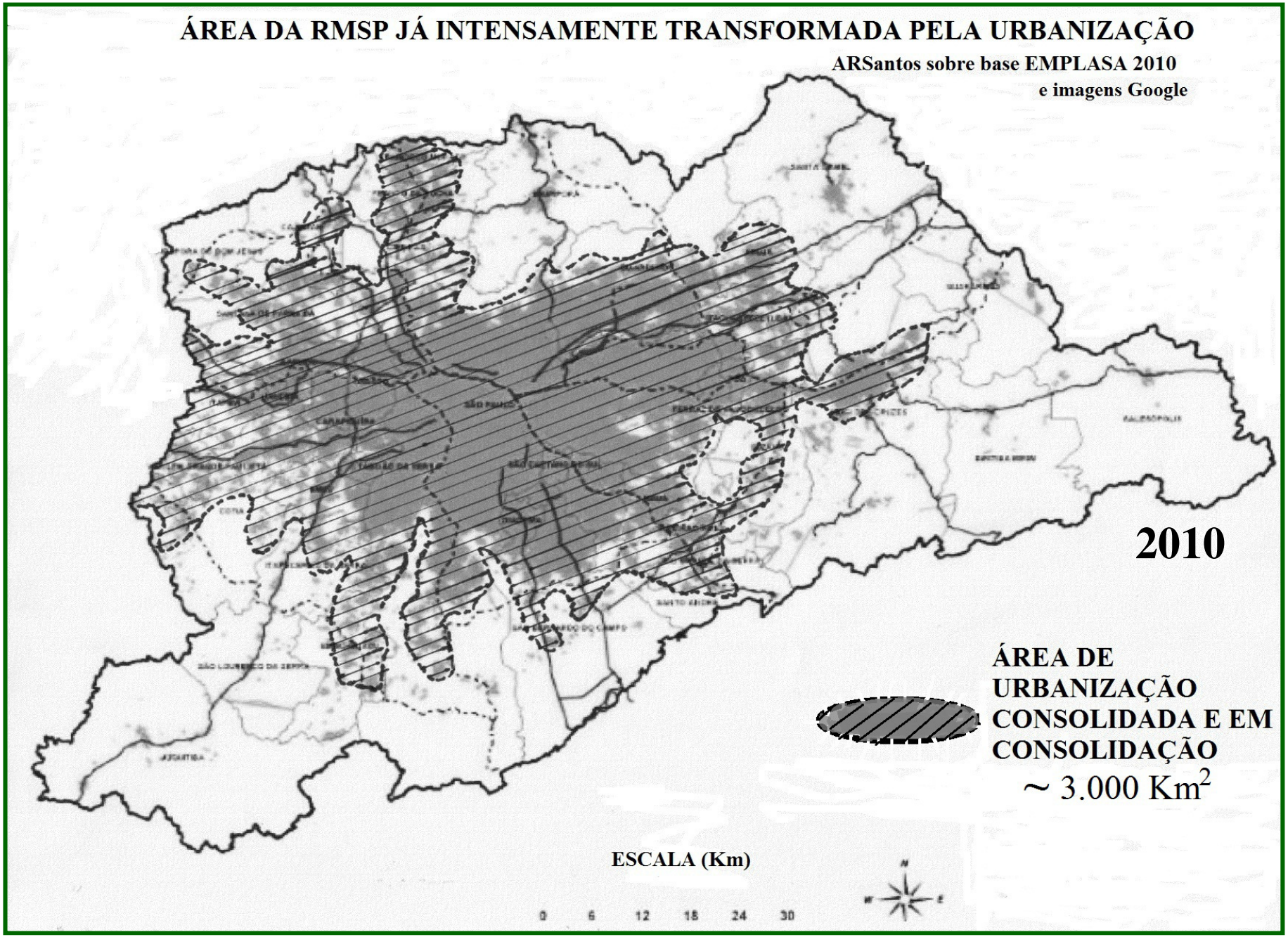


Geologia, Relevo e Expansão Urbana da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

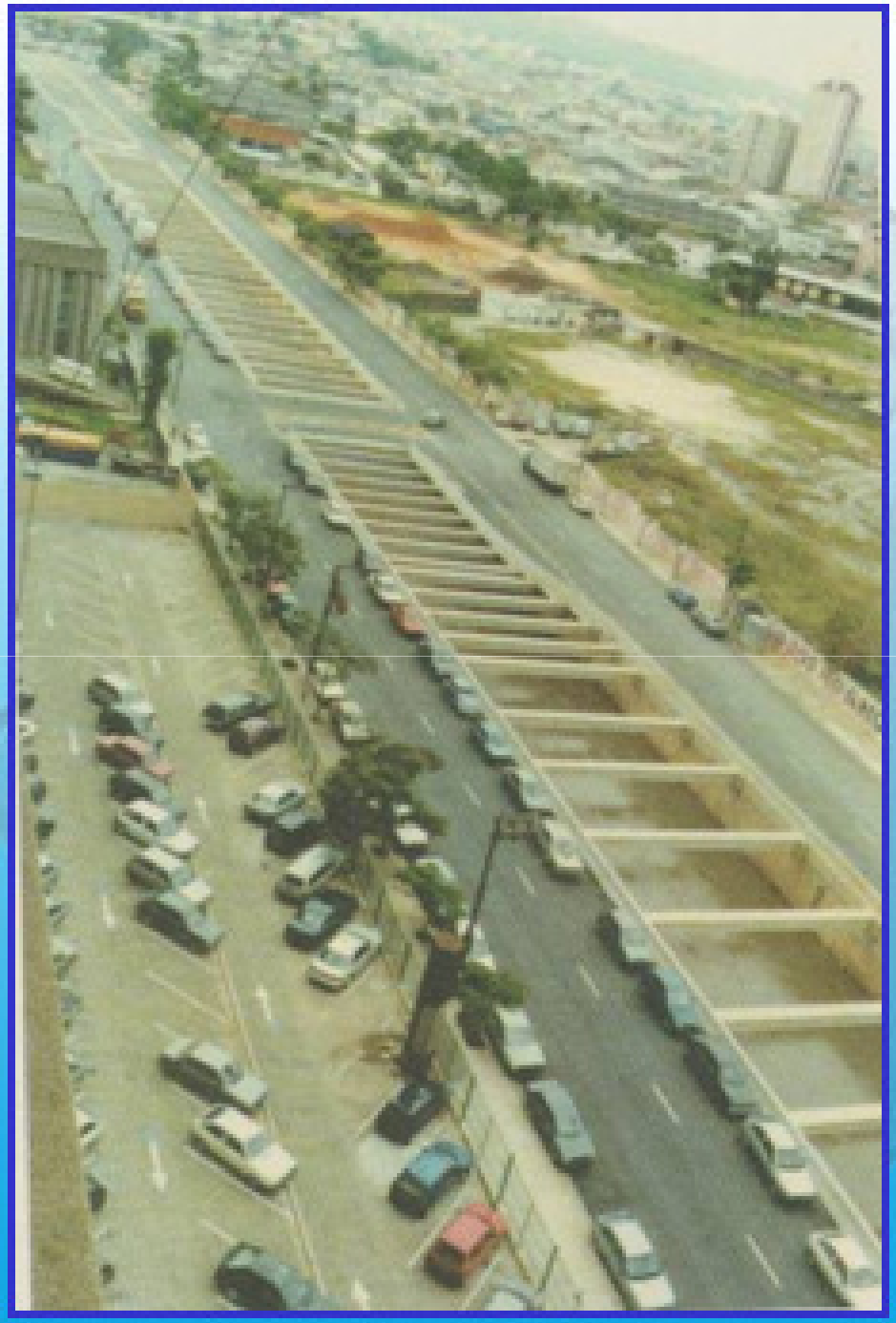


ÁREA DA RMSP JÁ INTENSAMENTE TRANSFORMADA PELA URBANIZAÇÃO

ARSantos sobre base EMPLASA 2010
e imagens Google



Sao Paulo
Image © 2006 DigitalGlobe
© 2005 Google
Pointer 23°31'45.22" S 46°37'49.26" W elev 2412 ft
Streaming 100%
Eye alt 13157 ft



SUELI BONORA
CAT
7 5 2010

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.

COMBATE ÀS ENCHENTES NA RMSP

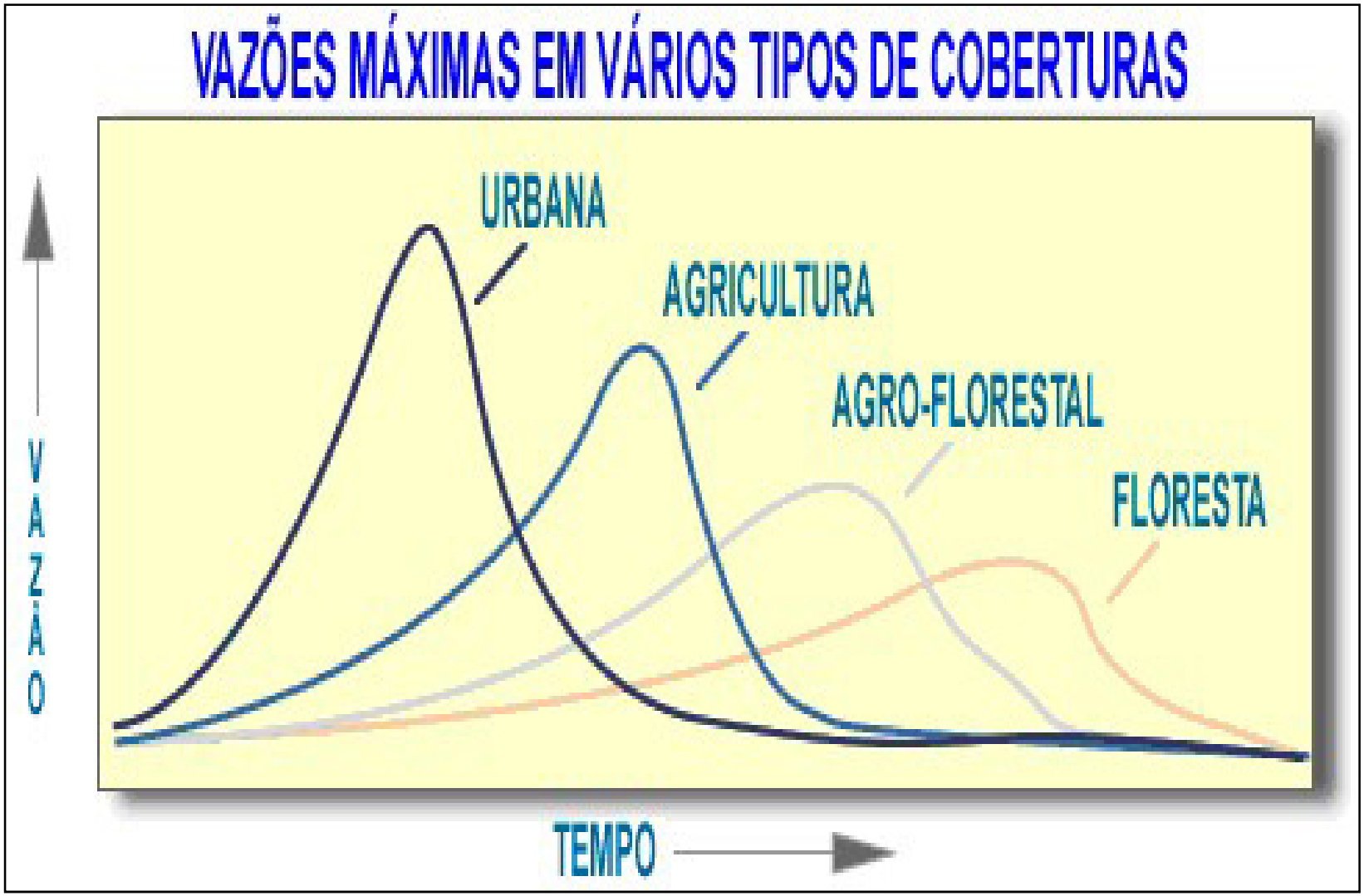
AÇÃO COMBINADA E COMCOMITANTE EM 8 FRENTES

MEDIDAS ESTRUTURAIS (responsabilidade do Estado)

1. AMPLIAÇÃO DAS CALHAS DOS RIOS PRINCIPAIS
2. DESASSOREAMENTO PERMANENTE DE TODA A REDE DE DRENAGEM
3. AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGENS CONSTRUÍDAS

MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS (responsabilidade do município)

4. PARAR DE ERRAR
5. AUMENTO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA POR ACUMULAÇÃO E INFILTRAÇÃO
6. RADICAL REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE MATERIAIS DE ASSOREAMENTO: SEDIMENTOS, ENTULHO DE CONSTRUÇÃO CIVIL, LIXO URBANO
7. REGULAÇÃO TÉCNICA DA EXPANSÃO URBANA
8. ARTICULAÇÃO METROPOLITANA


VAZÕES MÁXIMAS EM VÁRIOS TIPOS DE COBERTURAS
URBANA
AGRICULTURA
AGRO-FLORESTAL
FLORESTA
VAZÃO
TEMPO

AUMENTO DA VAZÃO COM A URBANIZAÇÃO VAZÕES DE PROJETO NO CEBOLÃO	
1894	**174 m³/s**
1925	**400 m³/s**
1968	**650 m³/s**
1986	**1.148 m³/s**
1995	**1.350 m³/s**
2015	**~1.550 m³/s**

O <u>COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL</u> URBANO HOJE NA METRÓPOLE PAULISTANA ESTÁ ENTRE 80% E 85%, UM DESATINO HIDROLÓGICO

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

Google

COMO AUMENTAR A CAPACIDADE DA CIDADE RETER AS ÁGUAS DE CHUVA

ou seja

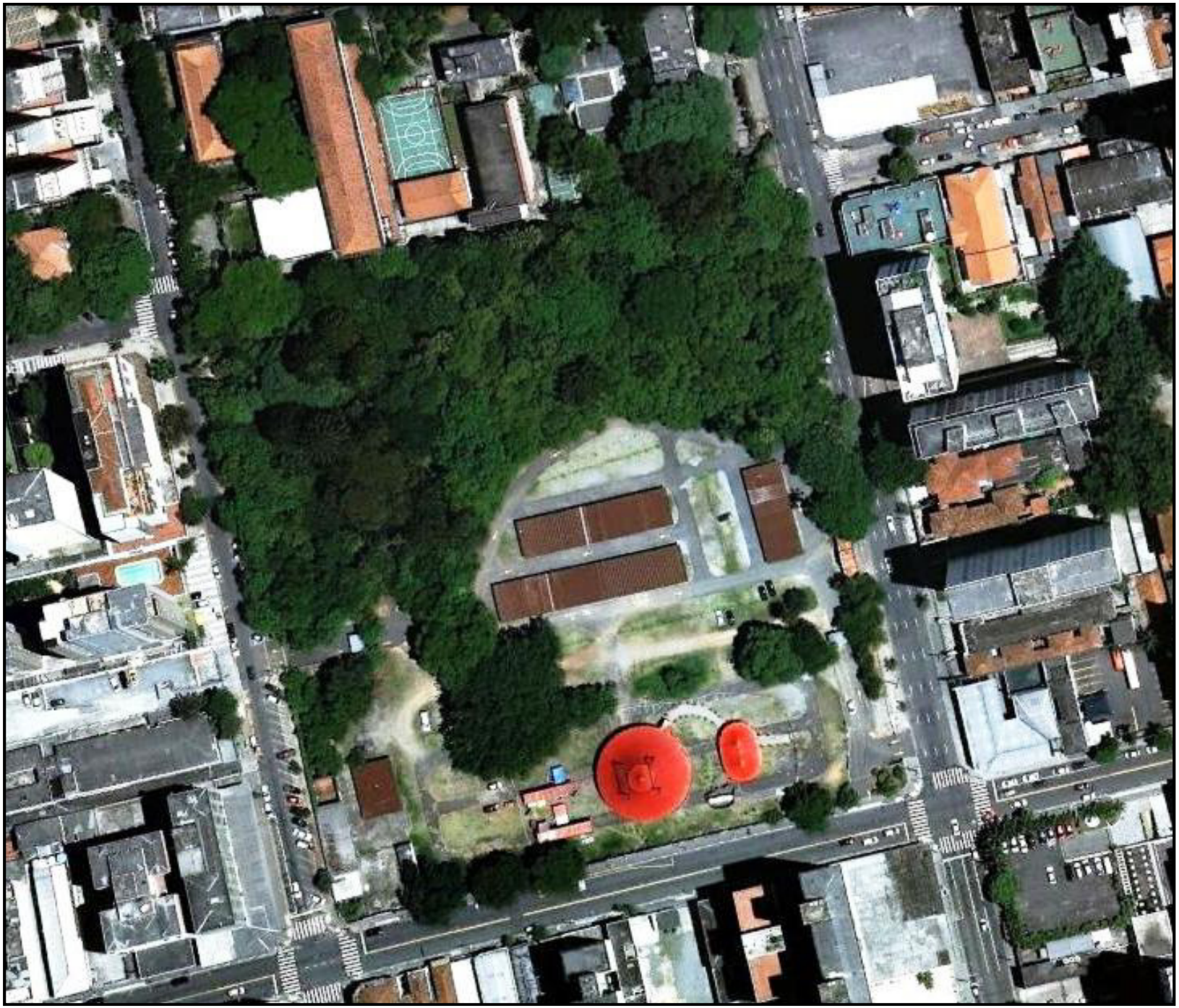
COMO REDUZIR O COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

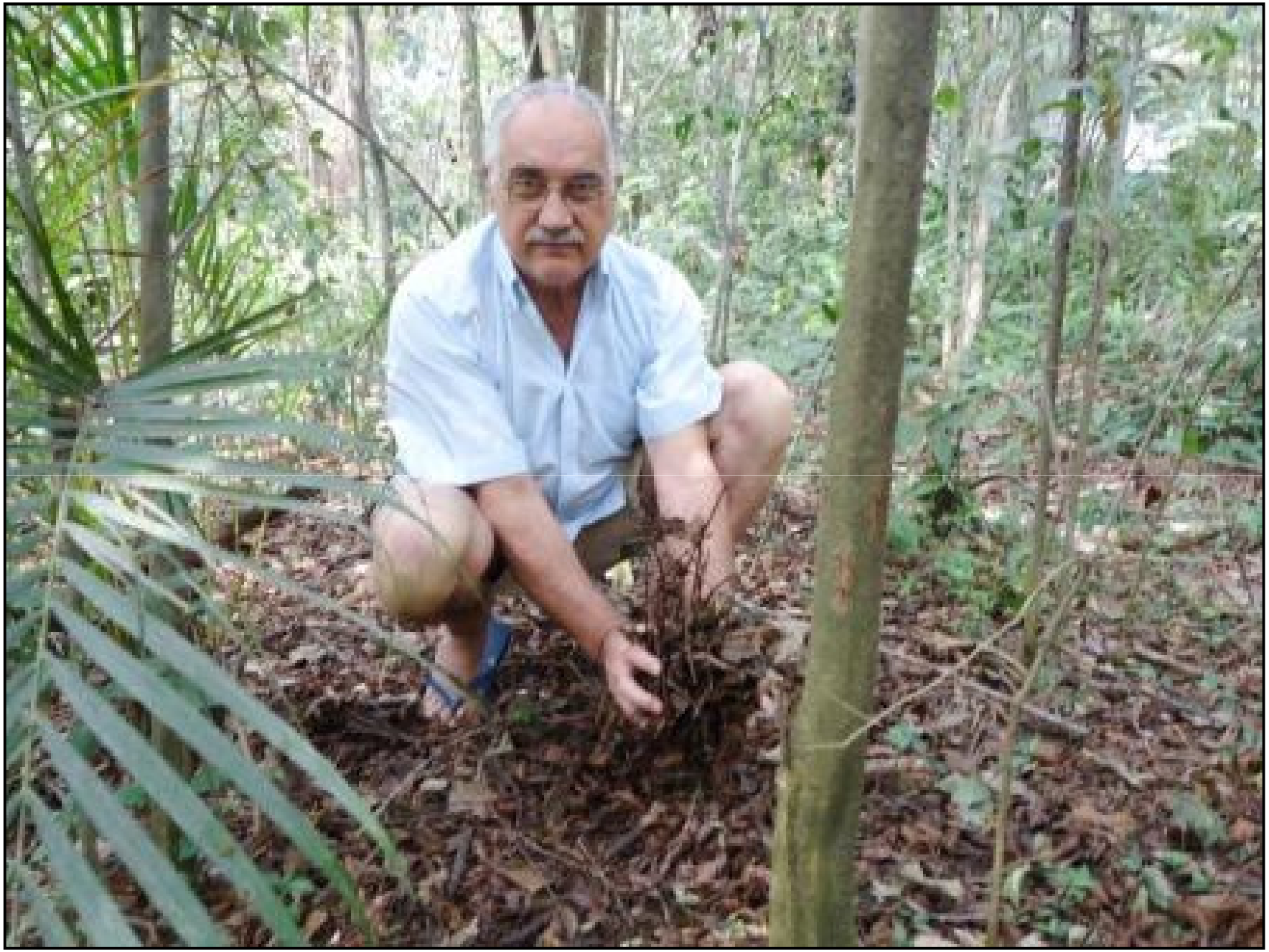
PRINCIPAIS EXPEDIENTES PARA O AUMENTO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA

- **Bosques florestados**
- **Calçadas, passeios e pátios drenantes**
- **Valetas drenantes**
- **Sarjetas drenantes e de reservação/infiltração**
- **Tubulações drenantes**
- **Poços e trincheiras de infiltração**
- **Reservatórios domésticos e empresariais**

LENÇOL FREÁTICO:

O MELHOR RESERVATÓRIO URBANO PARA AS ÁGUAS DE CHUVA





Google

Google

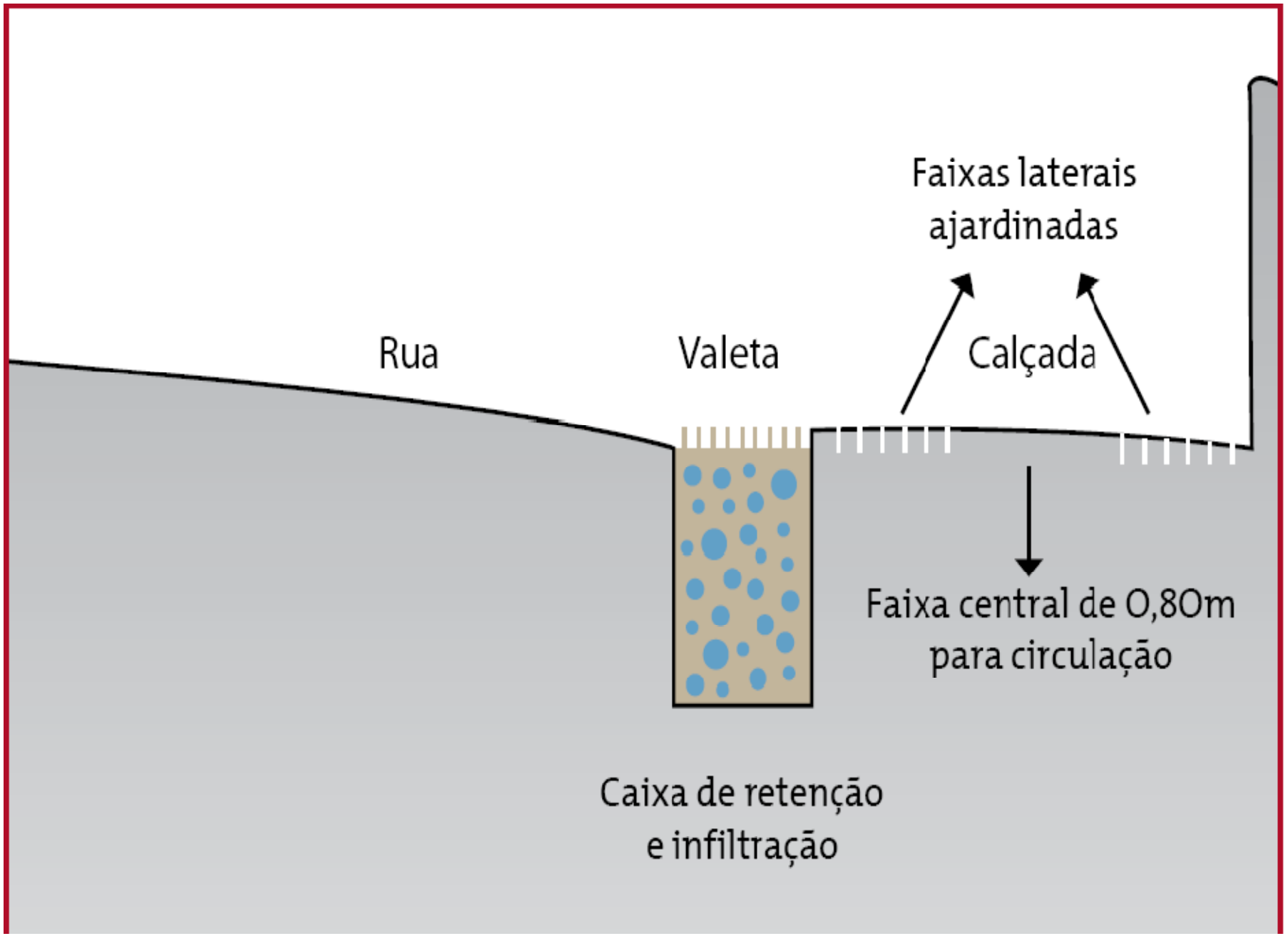
Área da Corifeu

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

CALÇADA E SARGETA NA ELISEU HOJE
A FAVOR DAS ENCHENTES

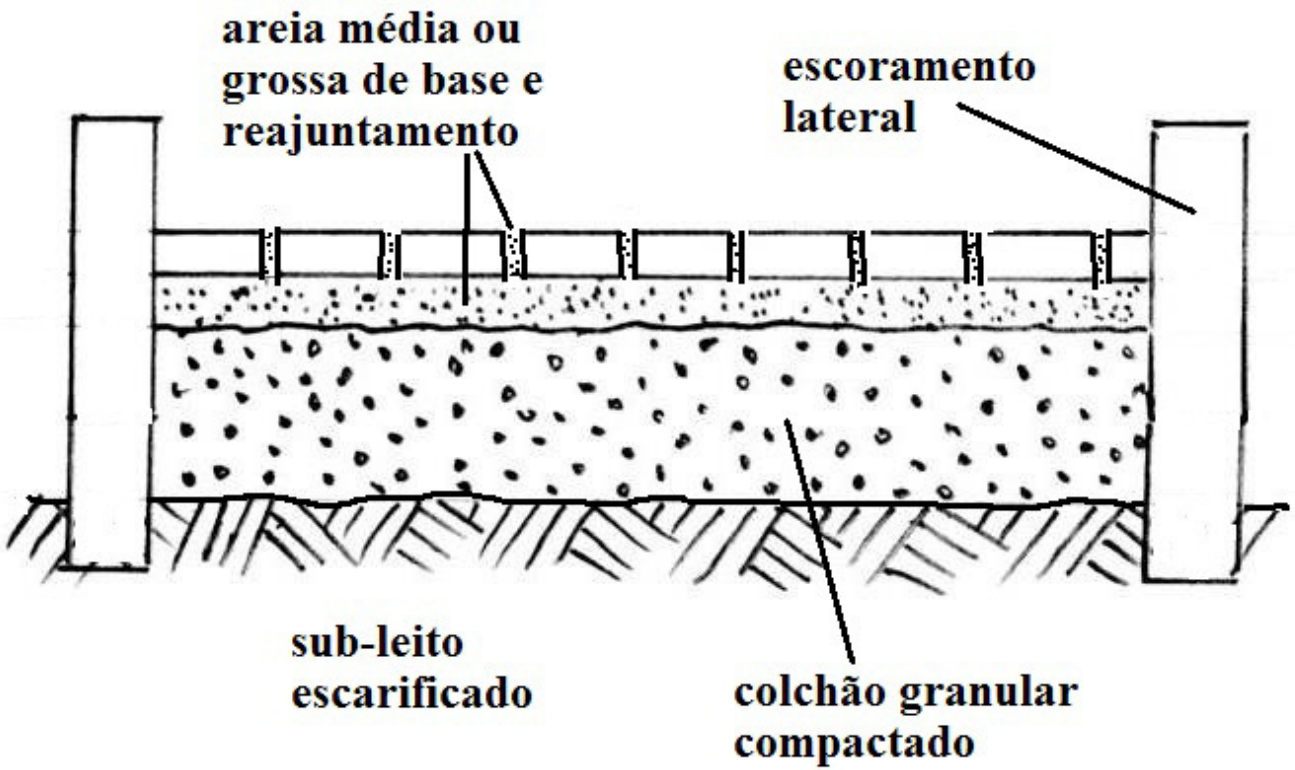

Faixas laterais
ajardinadas
Rua
Valeta
Calçada
Faixa central de 0,80m
para circulação
Caixa de retenção
e infiltração

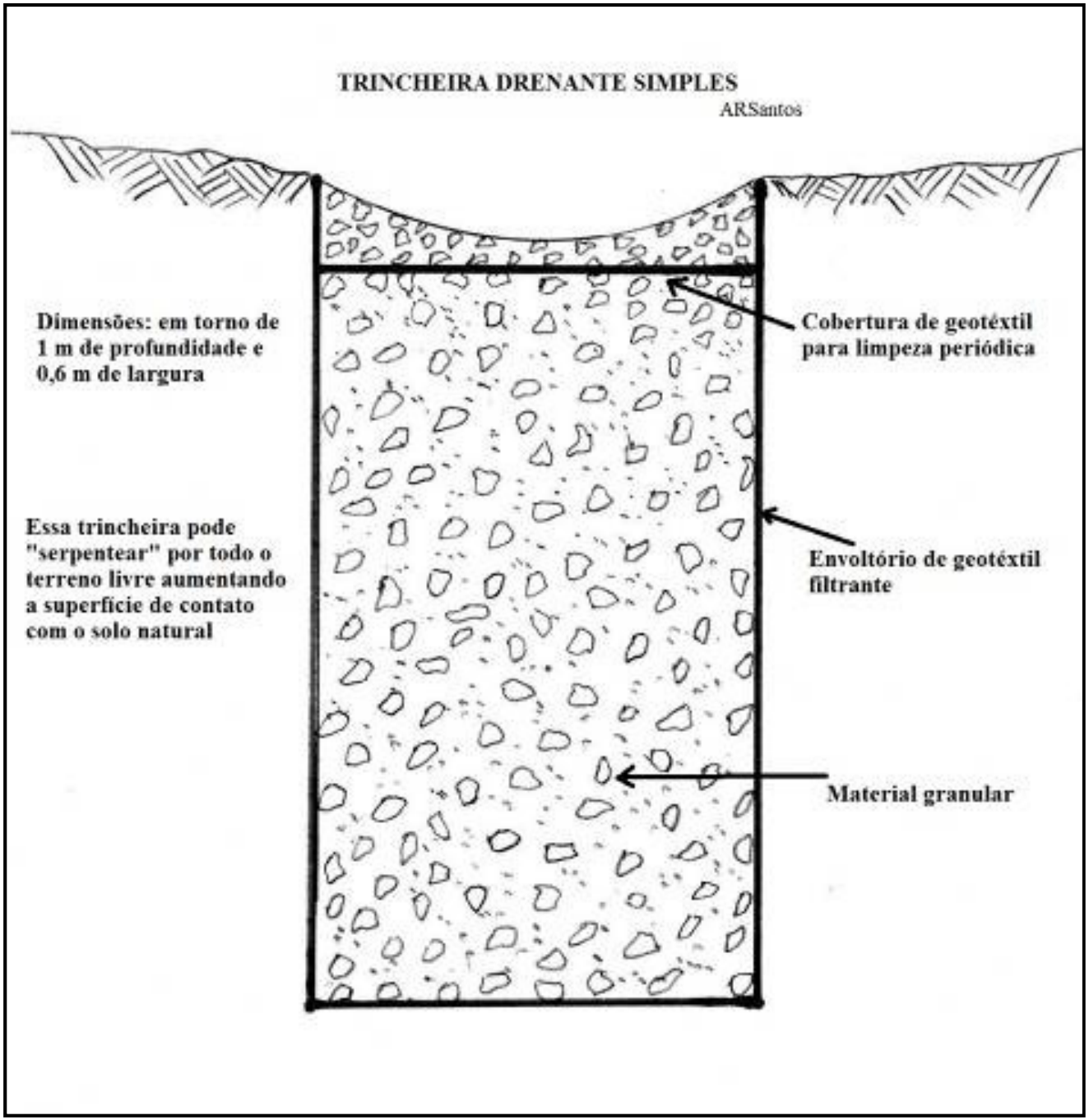
CALÇADA E SARGETA NA ELISEU AMANHÃ CONTRA AS ENCHENTES

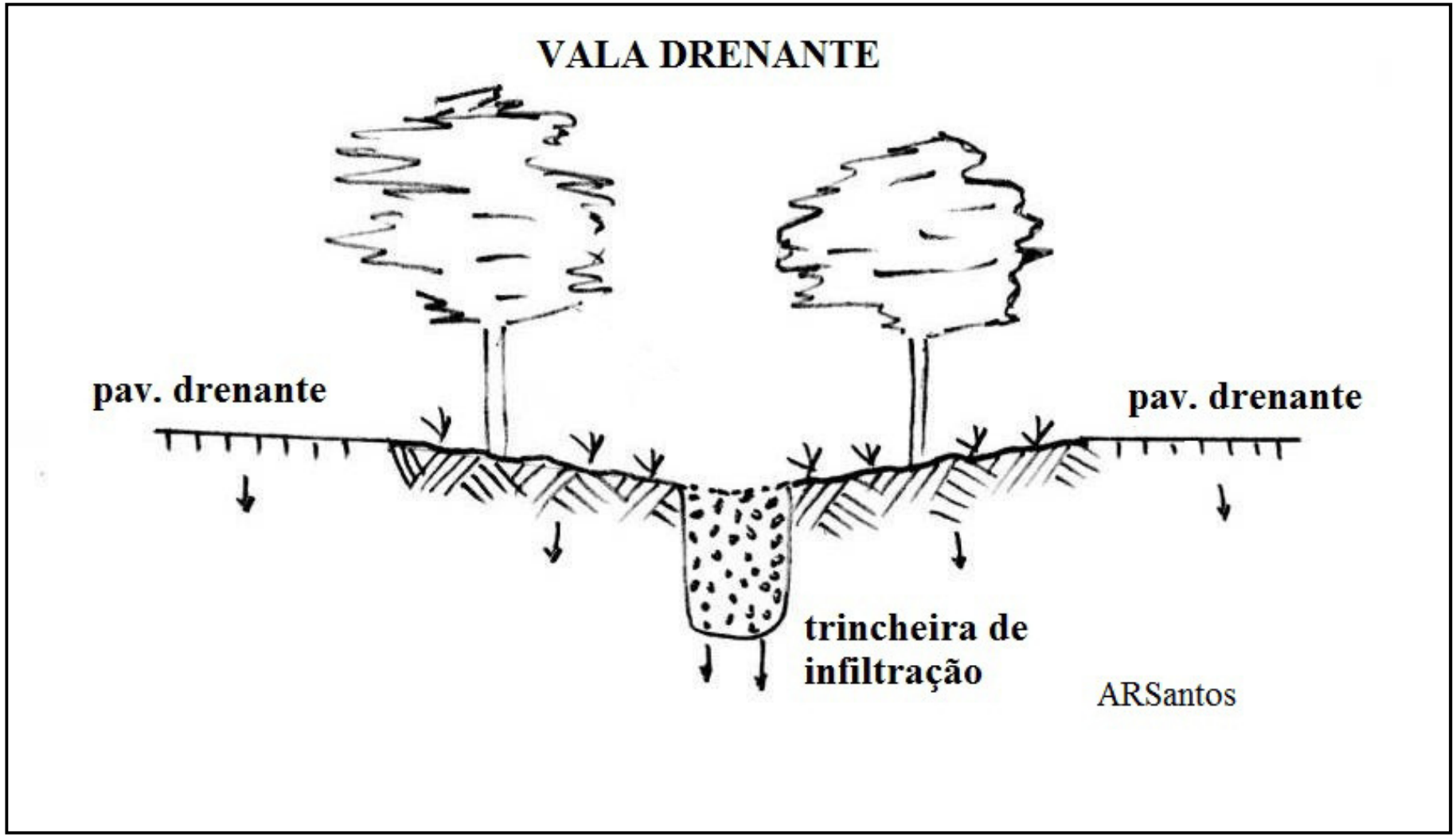
VENDE
3722-2225
VENDE
3722-2225

BLOCOS INTERTRAVADOS DRENANTES

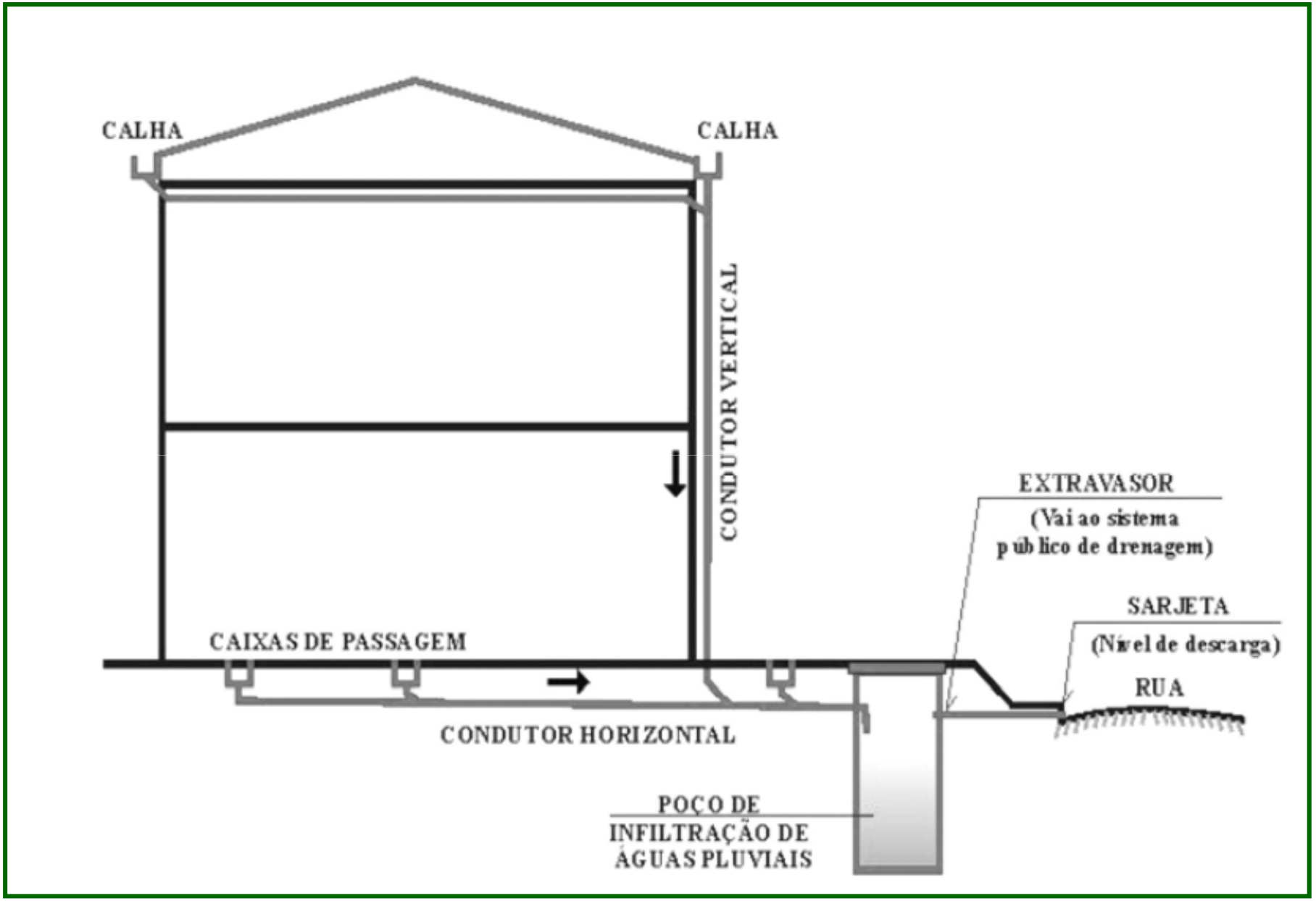
ARSantos

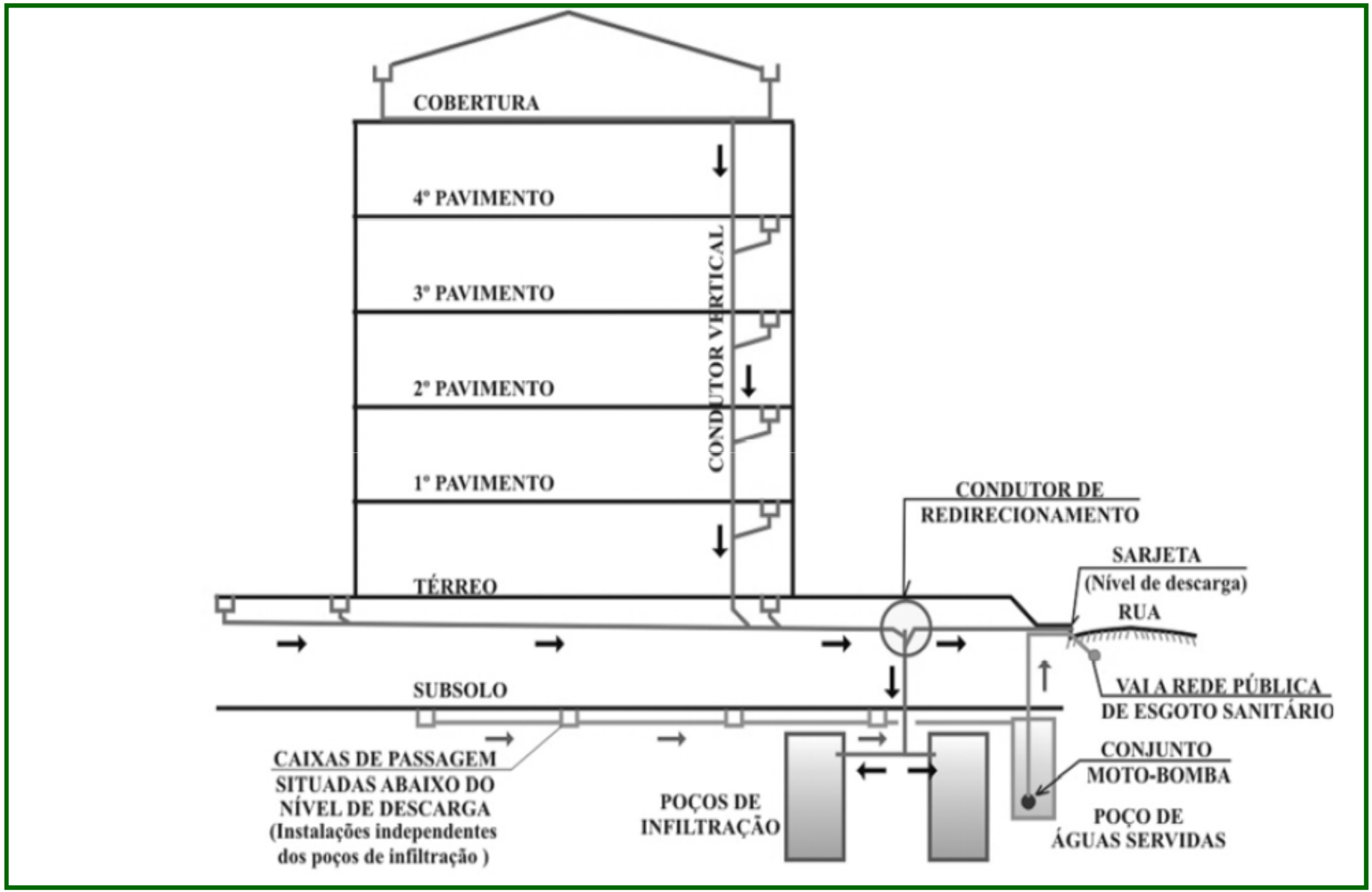



TRINCHEIRA DRENANTE SIMPLES
ARSantos
Dimensões: em torno de 1 m de profundidade e 0,6 m de largura
Essa trincheira pode "serpentear" por todo o terreno livre aumentando a superficie de contato com o solo natural
Cobertura de geotéxtil para limpeza periódica
Envoltório de geotéxtil filtrante
Material granular


VALA DRENANTE
pav. drenante
pav. drenante
trincheira de
infiltração
ARSantos

Reservatórios domésticos e empresariais para acumulação e infiltração de águas de chuva


CALHA
CALHA
CONDUTOR VERTICAL
EXTRAVASOR
(Vai ao sistema
público de drenagem)
SARJETA
(Nível de descarga)
RUA
CAIXAS DE PASSAGEM
CONDUTOR HORIZONTAL
POÇO DE
INFILTRAÇÃO DE
ÁGUAS PLUVIAIS


COBERTURA
4º PAVIMENTO
3º PAVIMENTO
2º PAVIMENTO
1º PAVIMENTO
TÉRREO
SUBSOLO
CONDUTOR VERTICAL
CONDUTOR DE REDIRECIONAMENTO
SARJETA
(Nível de descarga)
RUA
VALA REDE PÚBLICA DE ESGOTO SANITÁRIO
CONJUNTO MOTO-BOMBA
POÇO DE ÁGUAS SERVIDAS
CAIXAS DE PASSAGEM SITUADAS ABAIXO DO NÍVEL DE DESCARGA (Instalações independentes dos poços de infiltração)
POÇOS DE INFILTRAÇÃO

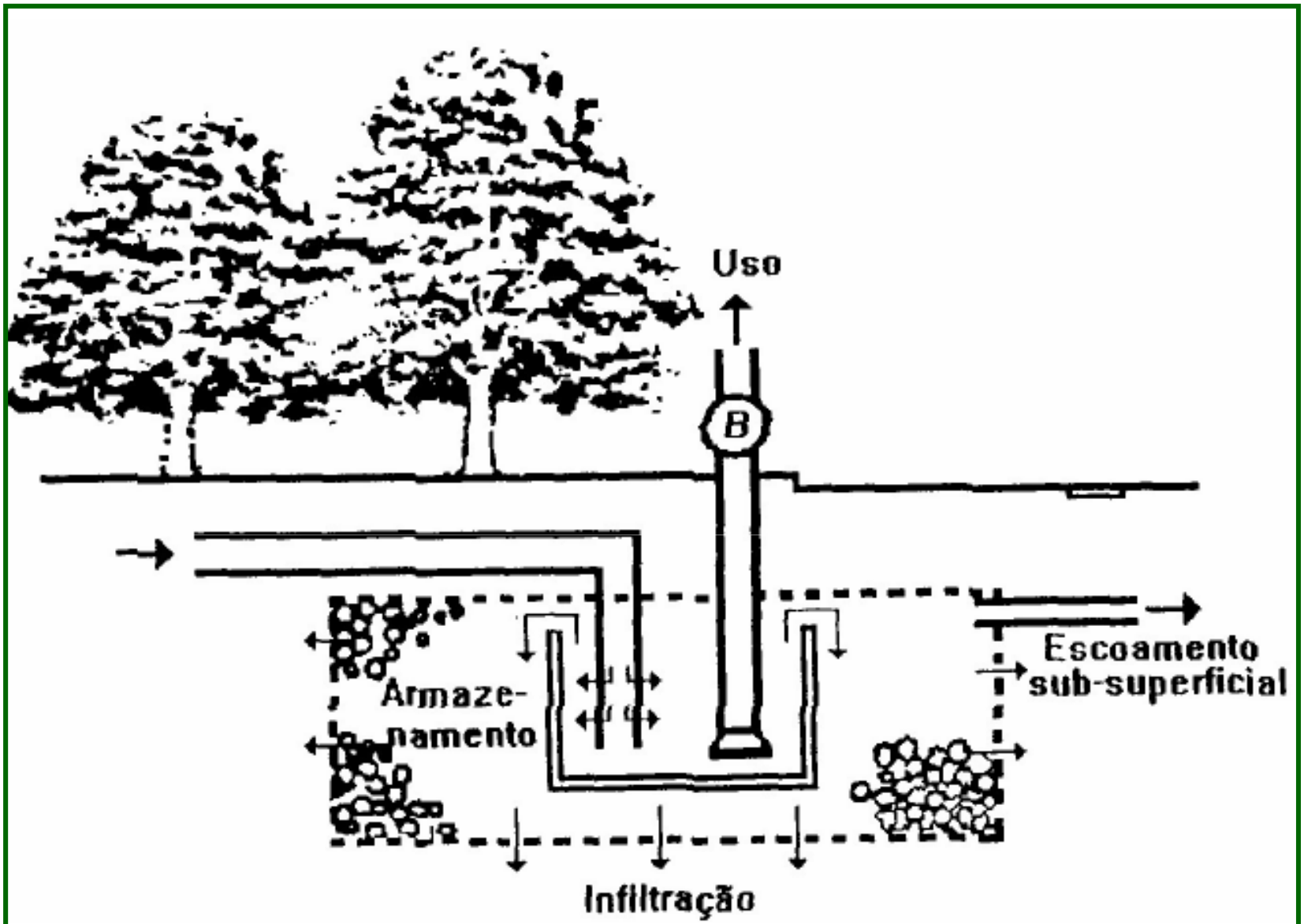
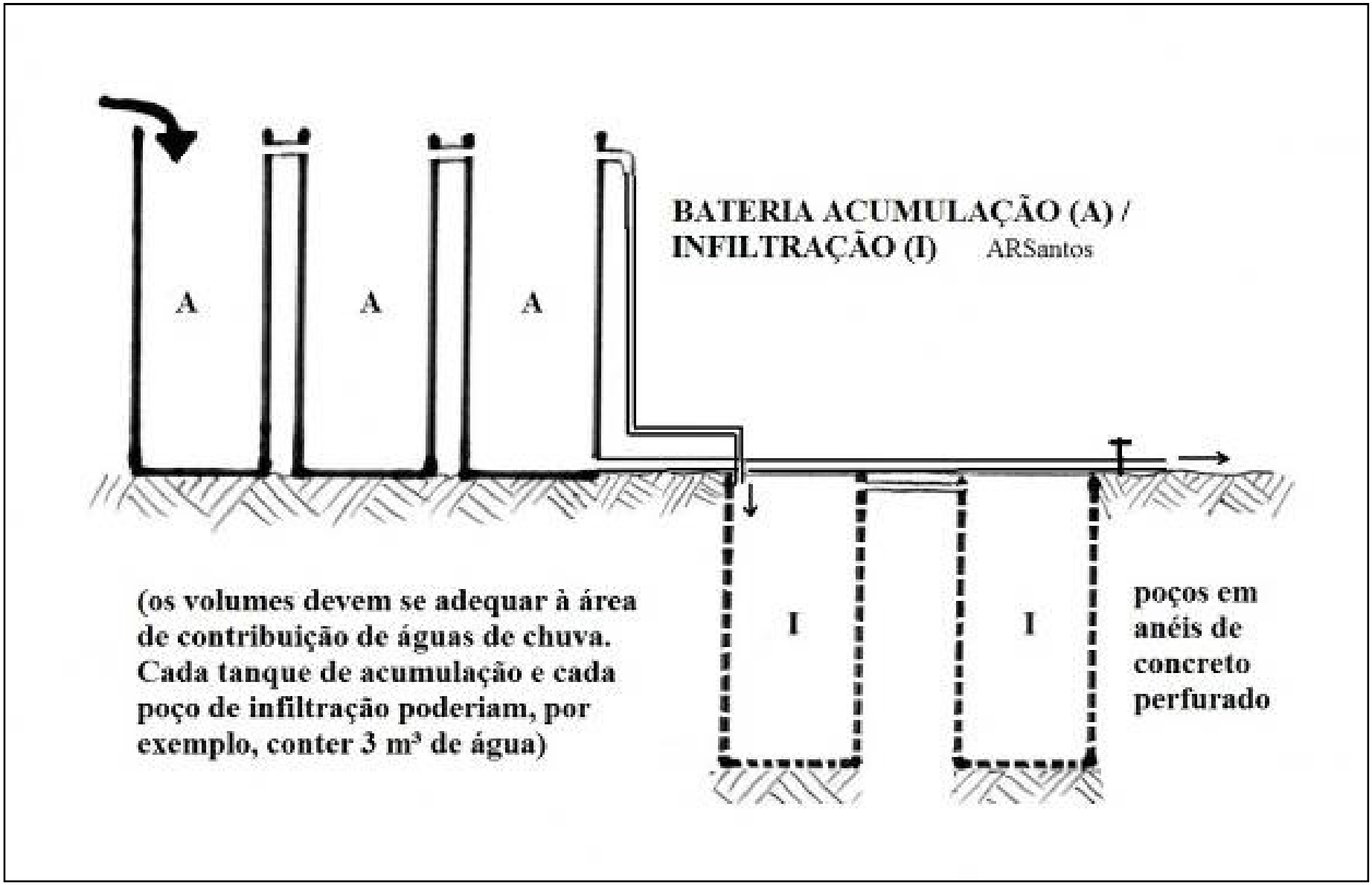


Figura 2.102 Dispositivo para controle do escoamento das águas pluviais
Fonte: CAMPANA (1995) apud FUJITA (1993)

26 10:18


BATERIA ACUMULAÇÃO (A) /
INFILTRAÇÃO (I) ARSantos
A
A
A
I
I
(os volumes devem se adequar à área de contribuição de águas de chuva. Cada tanque de acumulação e cada poço de infiltração poderiam, por exemplo, conter 3 m³ de água)
poços em anéis de concreto perfurado

Ginásio de Sumô Ryogoku Kokugikan, na Cidade de Sumida – Japão, com sistema de armazenamento e utilização das águas pluviais em grande escala ($V = 1.000\ m^3$)

Sede nova da Prefeitura Municipal de Sumida, Região Metropolitana de Tóquio, com sistema de utilização das águas pluviais (V = 1.000 m^3)

PROPOSTA DE LEI PARA ACUMULAÇÃO/INFILTRAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NO INTERIOR DOS LOTES

Lotes, já ocupados ou não, maiores que 300m² : dispositivos de acumulação/infiltração na proporção de 2 m³ para cada 100m² do terreno total.

Significado hidrológico:

100% do volume total de uma chuva de 20mm/hora

66,5% do volume total de uma chuva de 30mm/hora

Lotes menores que 300m²: acumulação/infiltração na proporção de 1m³/100m².

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.

PISCINÕES

UMA ÓTIMA LÓGICA HIDRÁULICA, MAS UM ATENTADO URBANÍSTICO, SANITÁRIO, AMBIENTAL E FINANCEIRO

NÃO É A PANACÉIA COMO TEM SIDO VENDIDO E COMPRADO, MUITO PELO CONTRÁRIO, SERIA A ÚLTIMA OPÇÃO A SER PENSADA

REDUZIR A EROSÃO E O ASSOREAMENTO

LIBERAÇÃO DE SEDIMENTOS POR EROSÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ

- **Área:** 5.950 Km²
- **Geologia: terrenos cristalinos:** 70% em área; **sedimentares** 30%
- **Área sujeita a ação da erosão:** 60% da área total= 3.570 Km²
- **Geração total de sedimentos/ano na Bacia: ~**8.130.600 m³
- **Taxa média de perda de solo por erosão: ~**13,5 m³/ha/ano
- **Composição granulométrica média dos solos de alteração (saprolíticos) das rochas cristalinas:** 38% areias / 60% silte / 2% argila
- **Geração total areias/ano na Bacia: ~**3.252.240 m³/ano
- **Geração total silte e argila/ano na Bacia: ~**4.878.360 m³/ano

ASSOREAMENTO

Significado hidrológico:
REDUÇÃO MÉDIA DE 50% DA CAPACIDADE DE VAZÃO DAS DRENAGENS NATURAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

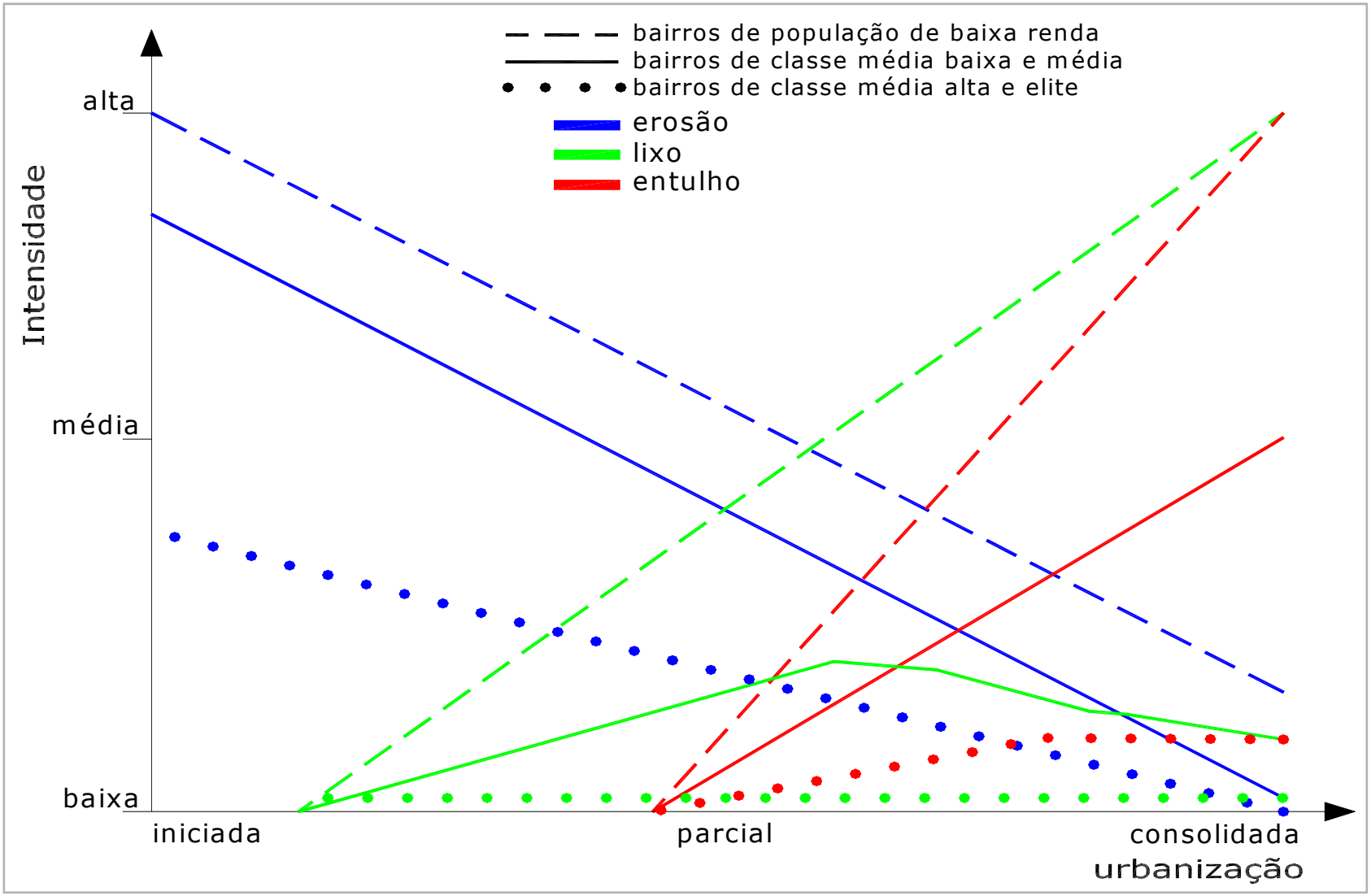
PRINCIPAIS COMPONENTES DO MATERIAL DE ASSOREAMENTO

•**CLASSE I** - Sedimentos silto-areno-argilosos provenientes da erosão por águas pluviais sobre solos naturais e de aterros. ~ 80% em peso

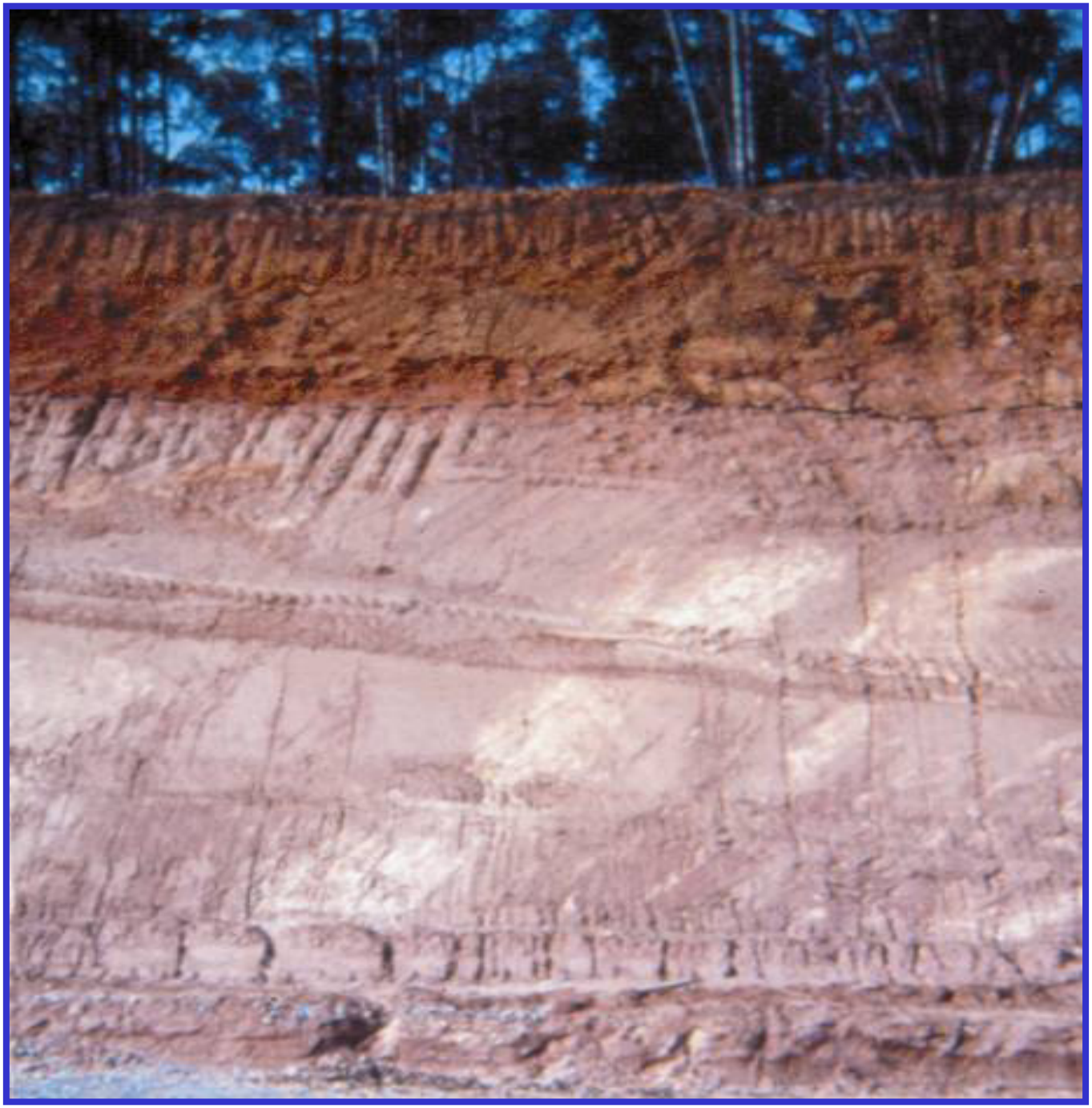
•**CLASSE II** - Entulho inerte areno-terroso-pedregoso proveniente de obras de construção civil, demolições e pequenas reformas e desagregação de pavimentos urbanos. ~ 15% em peso

•**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



Concepção: Álvaro R.dos Santos
Desenho: Aroldo R.Silva



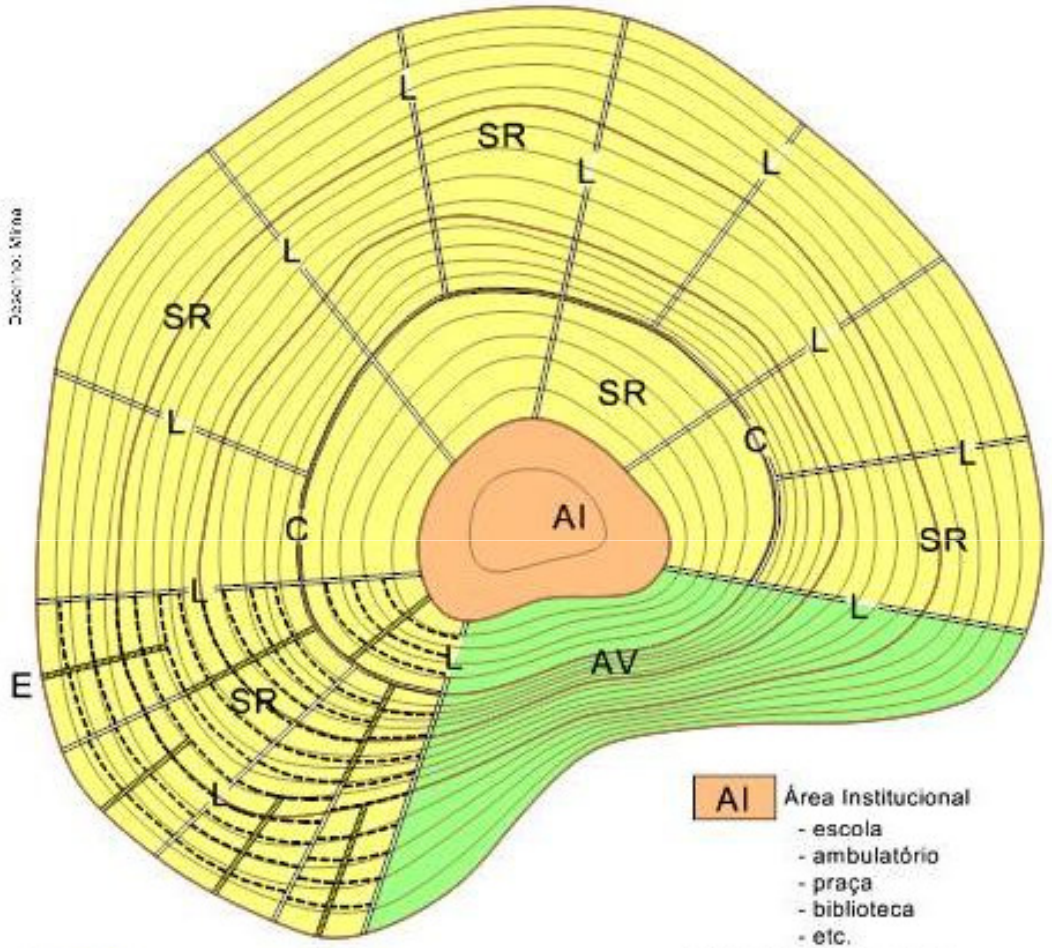
PROPOSTA DE LEI MUNICIPAL PARA COIBIÇÃO DA EROSÃO URBANA

As penalidades previstas na presente 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.

MODELO CONCEITUAL PARA OCUPAÇÃO URBANA DE ENCOSTAS

Geol. Álvaro Rodrigues dos Santos



AI Área Institucional
- escola
- ambulatório
- praça
- biblioteca
- etc.

Lote residencial

SR Setor Residencial

AV Área Verde Florestada

C Rua do Comércio

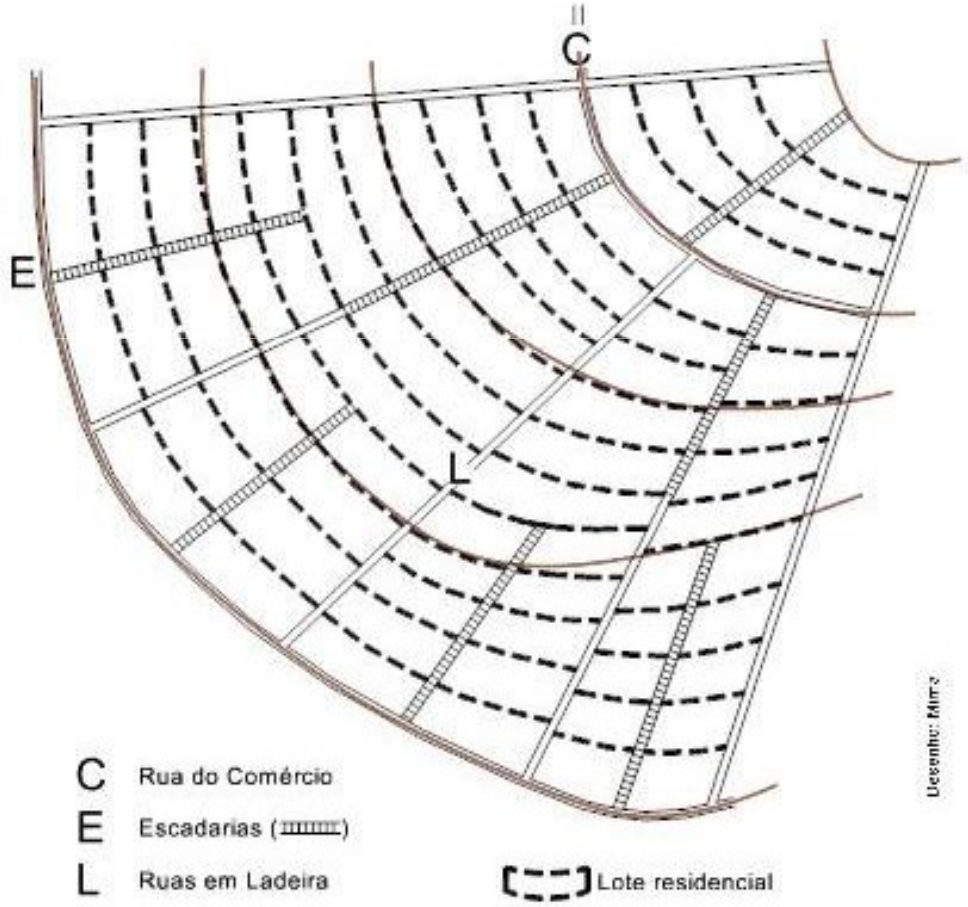
E Escadarias

L Ruas em Ladeira

CONCEITOS
- Não ocupação de áreas de alta declividade
- Evitar ao máximo ruas a nível. Privilegiar ruas em ladeira
- Lotes com a maior dimensão paralela às curvas de nível
- Aproveitamento social do topo do morro
- Prescindir de cortes e aterros

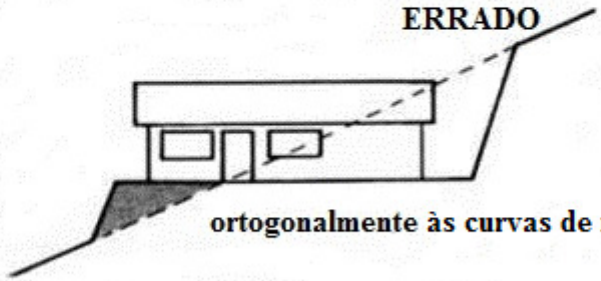
DETALHE DO SETOR RESIDENCIAL

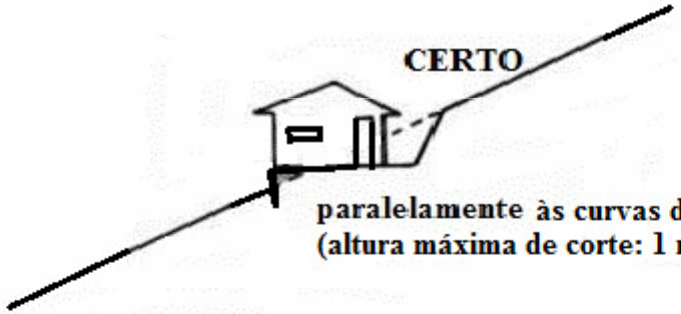
Geol. Álvaro Rodrigues dos Santos

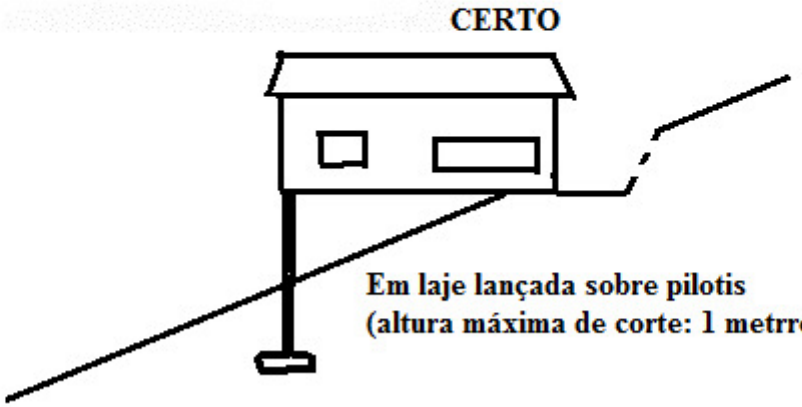


DISPOSIÇÃO DO LOTE E DA EDIFICAÇÃO NO TERRENO

Geól. Álvaro R Santos







TÉCNICA CAL-JET DE PROTEÇÃO DE SOLOS CONTRA A EROSÃO

A FOLHETO TECNOLÓGICO CONTRA A EROSÃO

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

OS 7 MANDAMENTOS DO BOM LOTEAMENTO

1 - <u>Evitar ao máximo as terraplenagens</u>:

- Usar a criatividade e adaptar seu projeto à topografia e não a topografia ao seu projeto;

- Demarcar os lotes sem retirar a vegetação e o solo superficial. Somente retirar a vegetação e o solo superficial, se realmente necessário, no momento da construção de cada edificação, ou seja, lote a lote;

- Em terrenos com declividade acima de 25% (14º) adotar lotes com a maior dimensão paralela às curvas de nível e estimular que as habitações tenham a parte frontal apoiada sobre pilotis (ou expedientes equivalentes), assim evitando encaixes profundos na encosta;

-Em terrenos inclinados reduzir o número de ruas a nível, devendo ser privilegiadas as ruas em rampa o acesso a pé às moradias.

Não implantar loteamentos em terrenos com declividade superior a 35% (~19º).

2 - Caso alguma terraplenagem seja mesmo indispensável, retirar antes a capa de solo superficial (+ou- 150 cm) e estocá-la, para depois utilizá-la no recobrimento de áreas terraplenadas a serem protegidas com vegetação. O solo superficial é o solo de melhores características agronômicas e construtivas: mais fértil, mais resistente à erosão e melhor para compactar.

3 - Nunca lançar o solo resultante de escavações e terraplenagens encosta abaixo. Retirá-lo da área e levá-lo para um bota-fora regularizado sugerido pela Prefeitura.

4 - Logo de imediato à abertura, promover a pavimentação das ruas e a instalação do sistema de drenagem das águas pluviais. Só liberar o loteamento para a construção de habitações somente após a infra-estrutura básica implantada.

5 - Programar as operações de terraplenagem de forma a liberar o mais cedo possível os taludes finais para proteção superficial, ou seja, conduzir a terraplenagem de "cima para baixo" ou em painéis sucessivos.

6 - Taludes de cortes e aterros resultantes de terraplenagem deverão ser de imediato protegidos com pintura de calda de cal. Mais tarde essa proteção poderá ser substituída por alguma opção vegetal de caráter paisagístico, caso assim se deseje.

7 - Programar os eventuais serviços de terraplenagem para os meses menos chuvosos, de forma que na época das chuvas as superfícies de solo porventura expostas já estejam devidamente protegidas.

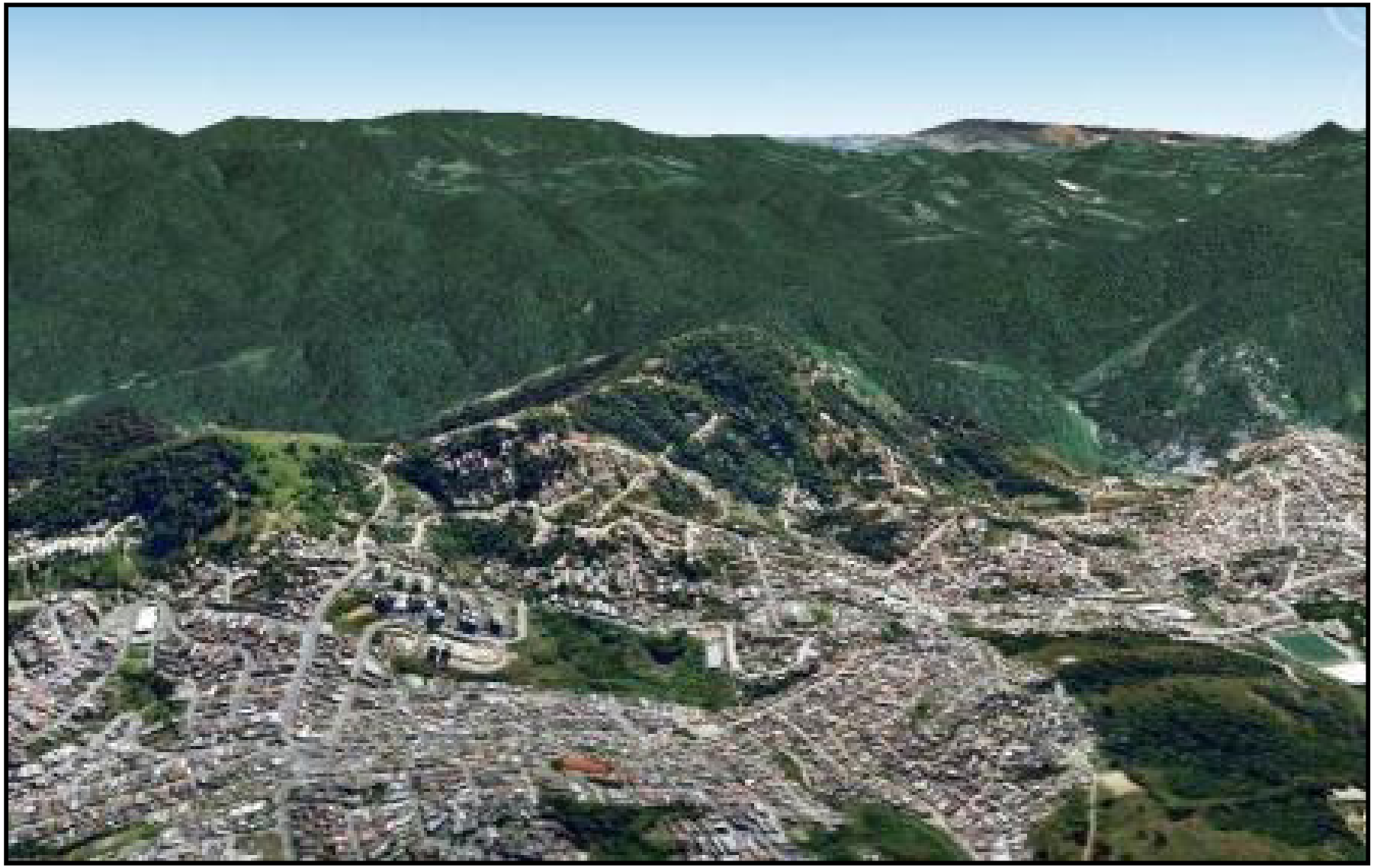
ESPRAIAMENTO GEOGRÁFICO:

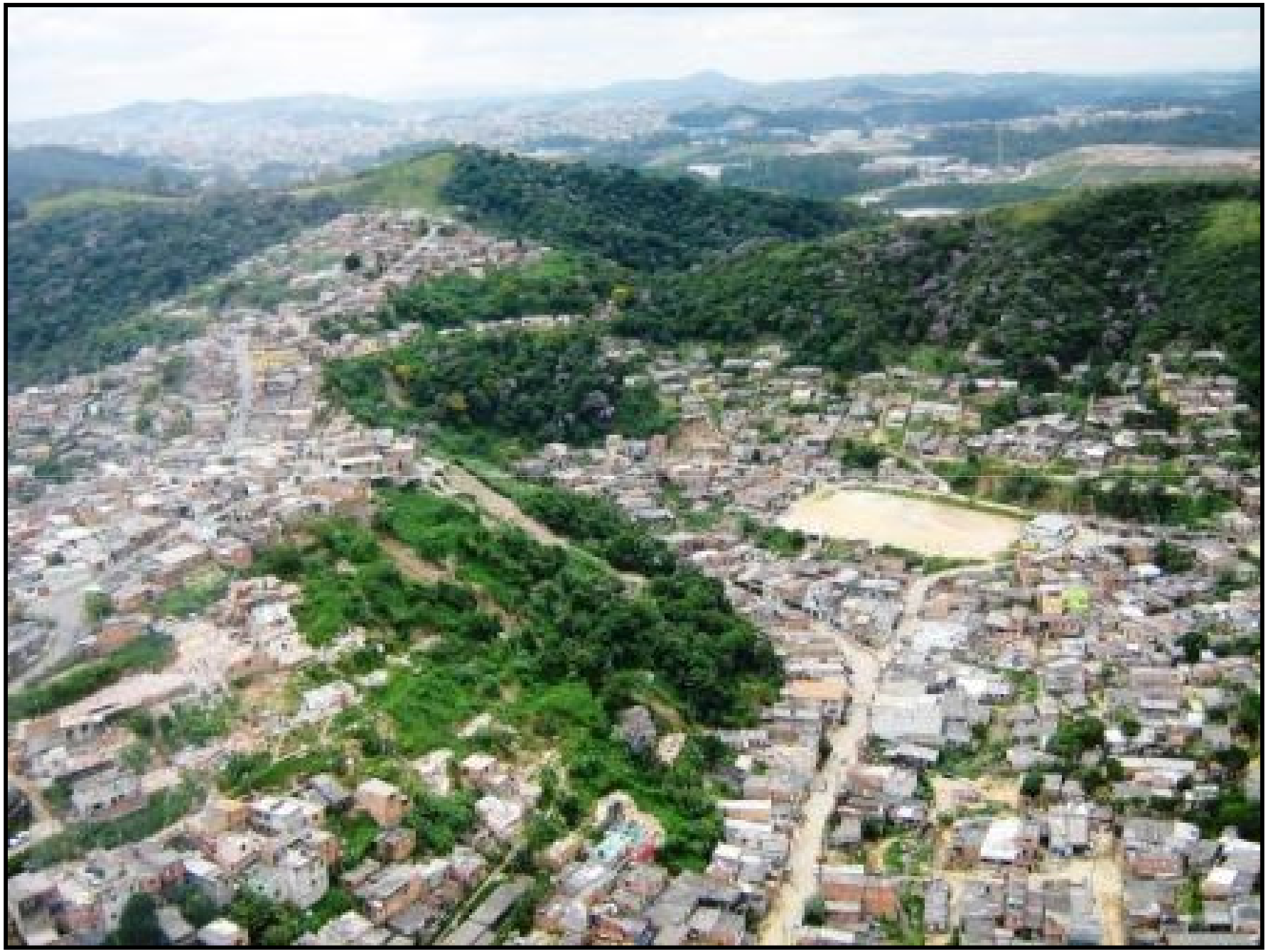
Significado hidrológico:

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

Solução:

Adensamento populacional no âmbito de concepções urbanísticas e ambientais adequadas.





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

- **COMPROMETIMENTO DE MANANCIAIS**
- **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

FIM

OBRIGADO

Geól. Álvaro Rodrigues dos Santos

(santosalvaro@uol.com.br)