

**CPRM**

**Serviço Geológico do Brasil**

# Curso de Capacitação de Técnicos Municipais para Prevenção e Gerenciamento de Riscos de Desastres Naturais

02 a 06 de outubro de 2017

Vitória/ES

## PROCESSOS HIDROLÓGICOS

Inundações, enchentes, enxurradas e alagamentos na  
geração de áreas de risco

# INTRODUÇÃO

As enchentes e inundações representam um dos principais fenômenos naturais que afligem comunidades urbanas ou rurais quando atingidas.

Esses fenômenos de natureza hidrometeorológica fazem parte da dinâmica natural (MinC, IPT, 2007).



Rio Mundaú, União dos Palmares/AL antes da inundação

# INTRODUÇÃO

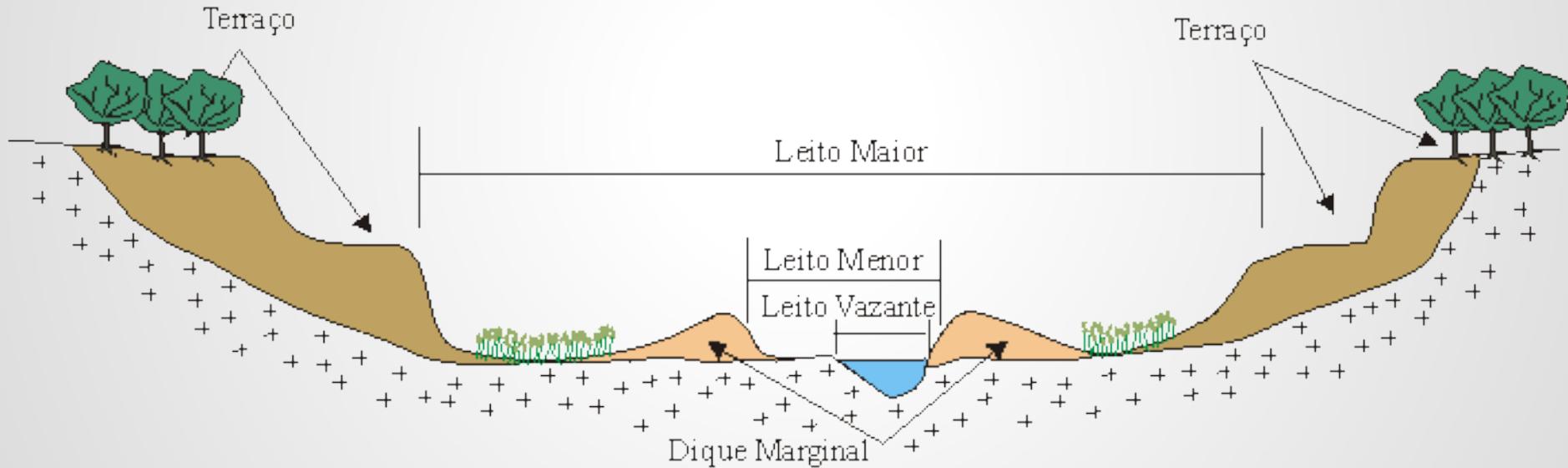
Ocorrem frequentemente deflagrados por **chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas de longa duração**, degelo nas montanhas e outros eventos climáticos tais como furacões e tornados, sendo **intensificados pelas alterações** ambientais e intervenções urbanas de origem antrópica (MinC, IPT, 2007).



Rio Mundaú, União dos Palmares/AL em junho de 2010

# CONCEITOS IMPORTANTES

Diferentes elevações do nível de um rio

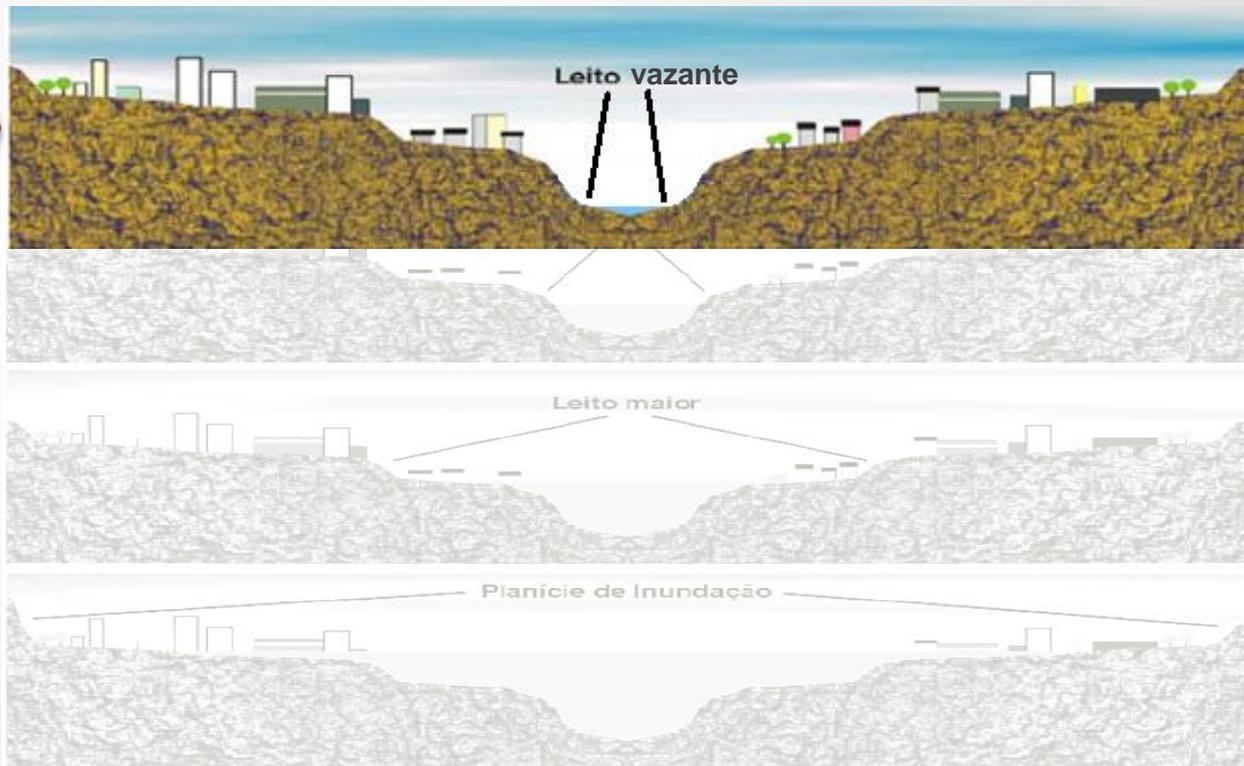


# CONCEITOS IMPORTANTES

**Leito de vazante:** nível d'água mais baixo de um período restrito ao ponto mais profundo do talvegue



Analogia com o copo



# Vazante

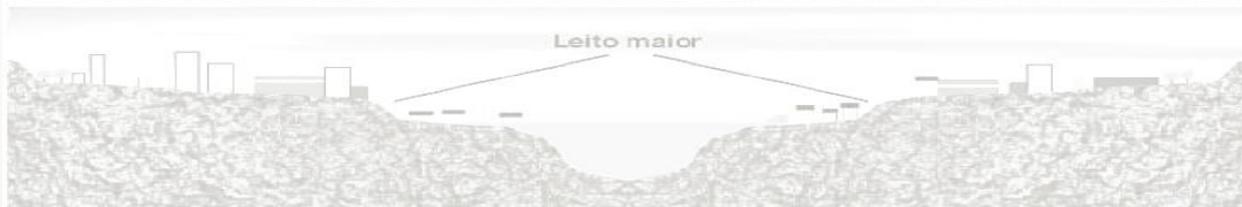
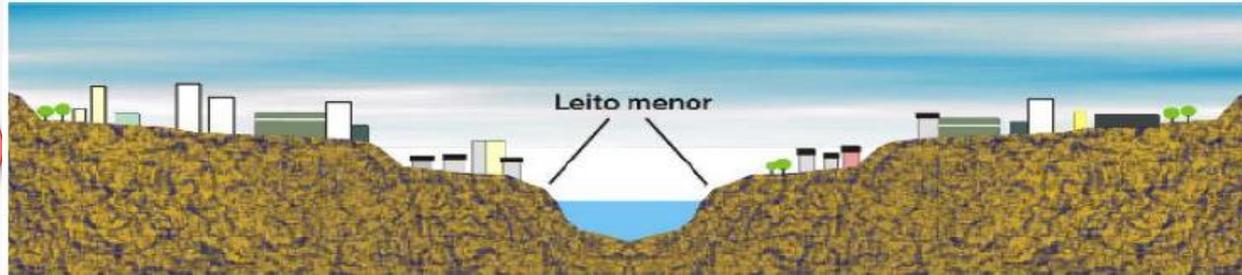


# Vazante Rio Cricaré, São Mateus/ES



# CONCEITOS IMPORTANTES

**Situação normal:** nível d'água normal da drenagem restrito ao leito menor



Analogia com o copo

# Situação normal

Rio Cricaré em São Mateus/ES



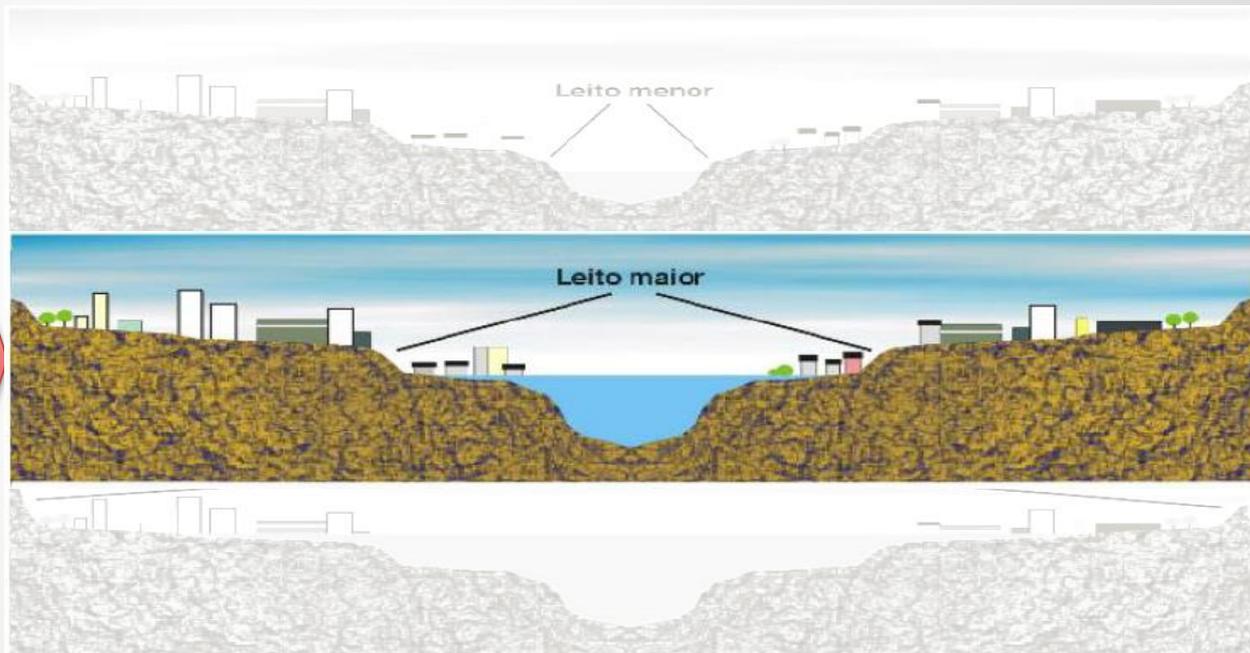
Foto: DeMar em <http://www.panoramio.com/photo/51887030>

# CONCEITOS IMPORTANTES

**Enchente (ou cheia):** temporária elevação do nível d'água normal da drenagem, devido a acréscimo de descarga.



Analogia com o copo



# Cheia



# Cheia

Centro de Barra de São Francisco/ES

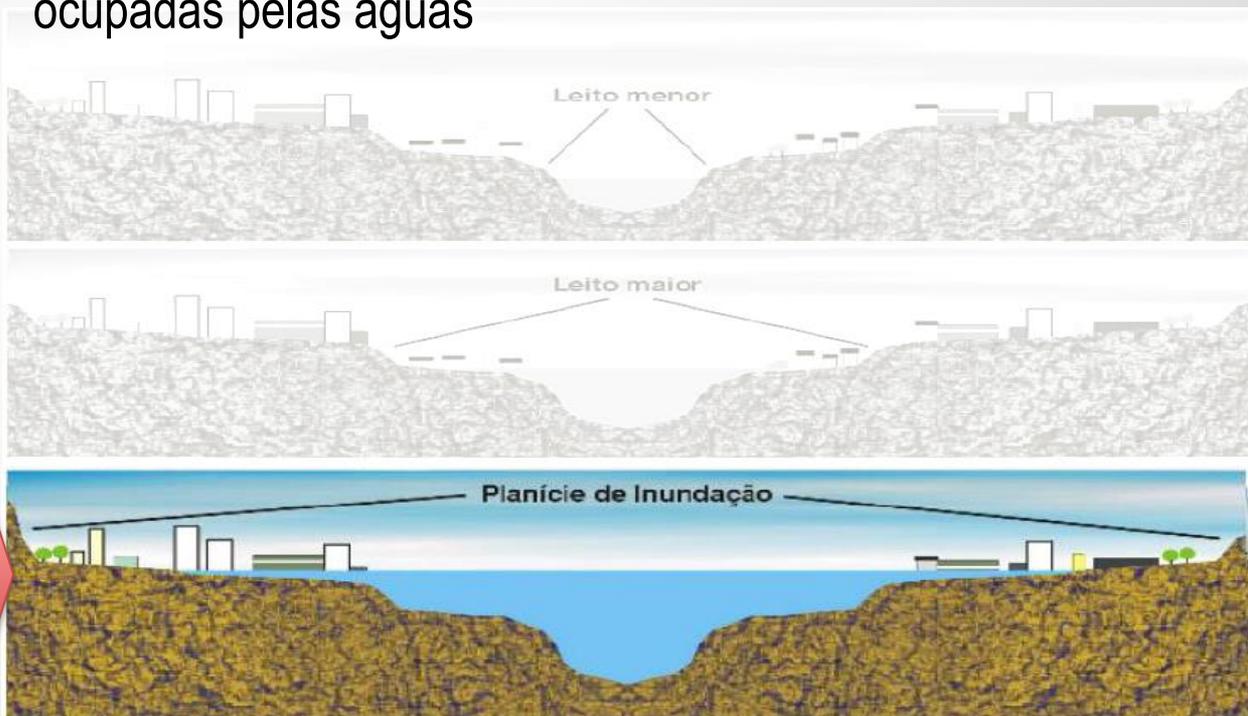


# CONCEITOS IMPORTANTES

**Inundação:** volume não se limita à calha principal do rio e extravasa para áreas marginais, habitualmente não ocupadas pelas águas



Analogia com o copo



# Inundação



Planície de  
inundação

Leito regular  
ou calha de  
um rio



# Inundação

Itajaí/SC



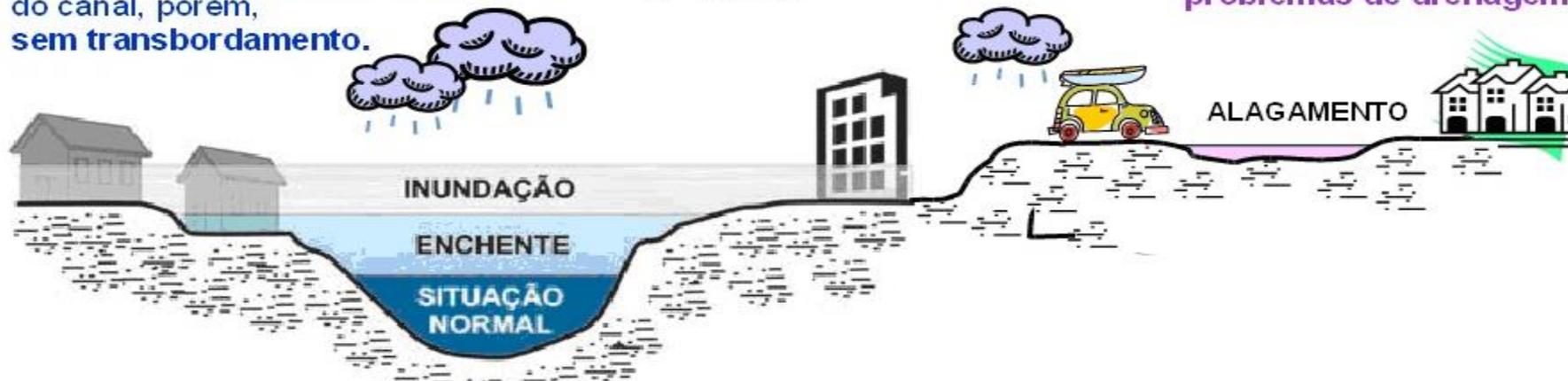
# CONCEITOS IMPORTANTES

**Enchente** ou cheia é o aumento temporário do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão\*, atingindo a cota máxima do canal, porém, **sem transbordamento**.

**Inundação** é o transbordamento das águas de um canal de drenagem, **atingindo as áreas marginais** (planície de inundação ou área de várzea)



**Alagamento** é o acúmulo de água nas ruas e nos perímetros urbanos, por **problemas de drenagem**



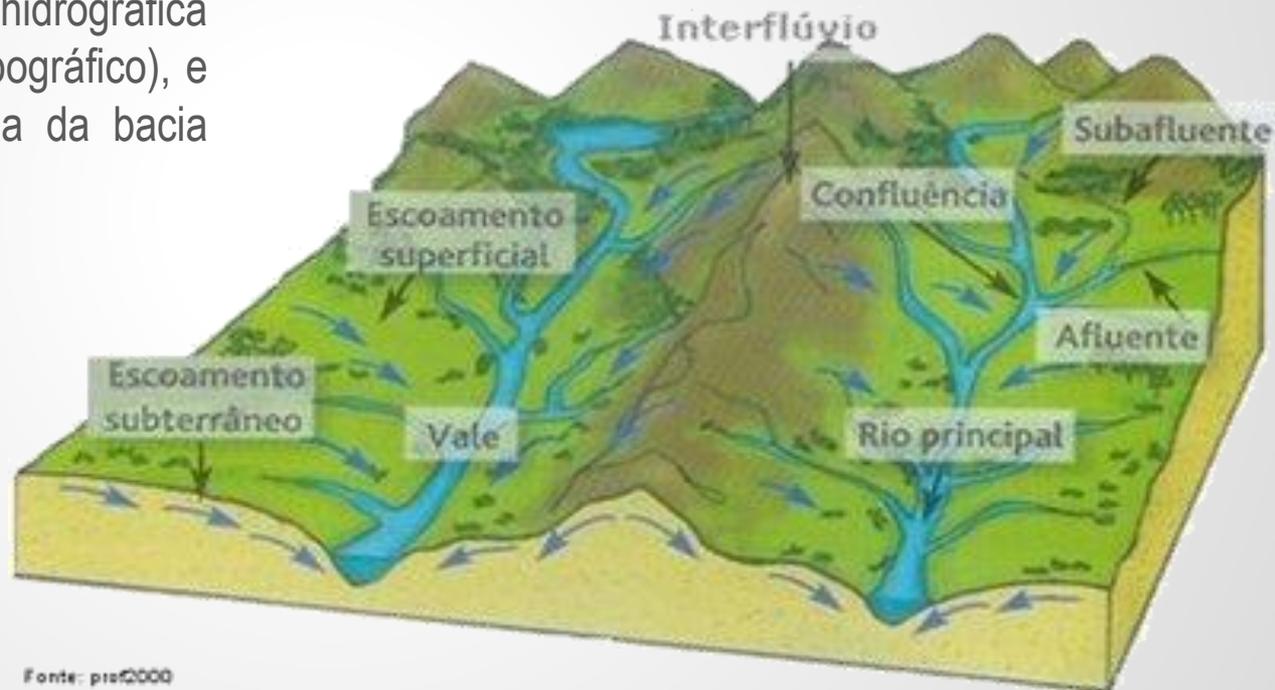
Diferentes elevações do nível de um rio

(Fonte: Proteção e Defesa Civil de São Bernardo do Campo <http://dcsbcsp.blogspot.com.br/>)

# CONCEITOS IMPORTANTES

Uma bacia hidrográfica compreende toda a **área de captação natural da água da chuva** que proporciona escoamento superficial para o canal principal e seus tributários.

O limite superior de uma bacia hidrográfica é o divisor de águas (divisor topográfico), e a delimitação inferior é a saída da bacia (confluência, exutório) (SMA/SP).



Esquema de bacias hidrográficas

Fonte: prof0000

# CONCEITOS IMPORTANTES

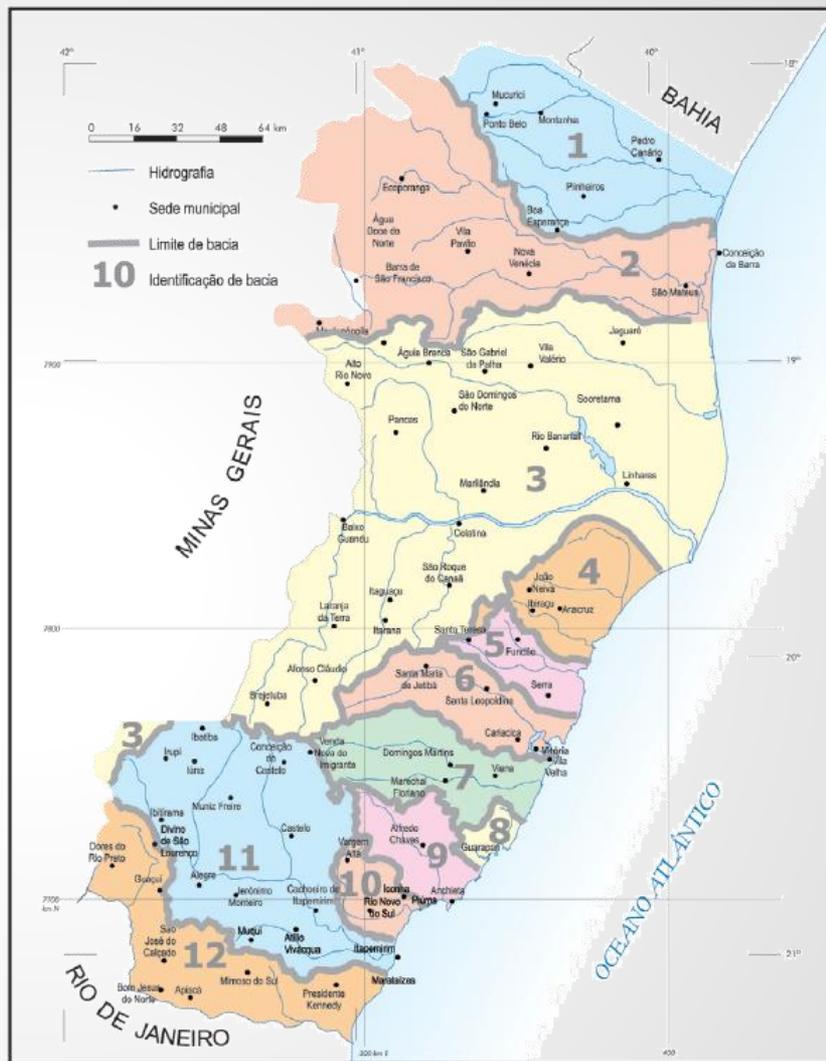


Esquema de bacia hidrográfica

# CONCEITOS IMPORTANTES

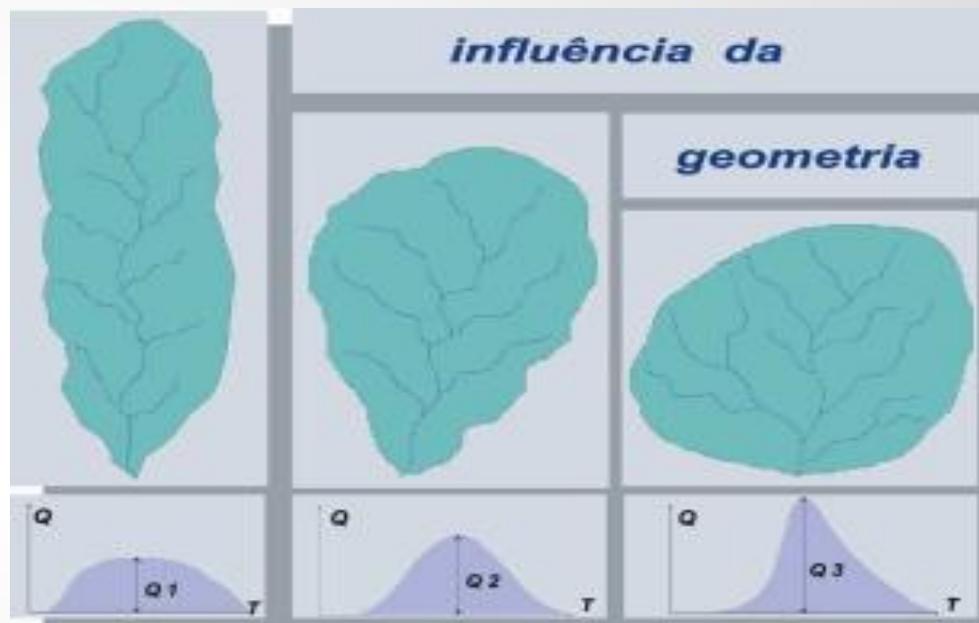
## Bacias hidrográficas do ES

1. Itaúnas
2. São Mateus
3. Doce
4. Riacho
5. Reis Magos
6. Santa Maria da Vitória
7. Jacu
8. Guarapari
9. Benevente
10. Rio Novo
11. Itapemirim
12. Itabapoana



# CONCEITOS IMPORTANTES

Considerando as formas geométricas alongada, intermediária e arredondada, quanto **mais arredondada**, mais propensa a **processos de inundação rápida** uma vez que todos os fluxos chegam ao mesmo tempo no canal principal e quanto **mais alongada**, ocorre **escoamento mais moderado** na bacia, com menor probabilidade de receber um aporte menor de chuva. (UFSC, 2014).



Geometria de bacias hidrográficas e respectivos hidrogramas (relacionamento vazão x tempo)

# CONCEITOS IMPORTANTES

## E Enxurradas?

Escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte ocasionado em eventos chuvosos intensos ou extremos . Geralmente quando ocorrem não há tempo hábil para os moradores tomarem os devidos procedimentos para se protegerem ou salvarem os seus bens.

Também denominado de inundação brusca.



# CONCEITOS IMPORTANTES



# CONCEITOS IMPORTANTES



Inundação brusca urbana, Belo Horizonte/MG



# CONCEITOS IMPORTANTES

Ruptura de taludes marginais do rio por erosão e ação instabilizadora das águas durante ou logo após processos de inundações e enxurradas (MinC, IPT, 2007).



Enxurrada com solapamento de margens

# CONCEITOS IMPORTANTES

## Solapamento de margens

Situações de Risco associadas a:

- a) ação direta das águas - A
- b) solapamento das margens - S



# CONDICIONANTES ANTRÓPICOS

CAUSAS	EXEMPLOS
Atmosféricas ou meteorológicas	Chuvas intensas, derretimento da neve, furações, tufões e ciclones tropicais.
Geotécnicas	Deslizamentos, corrida de detritos e terremotos. Efeitos secundários: Brechas e galgamento das estruturas de defesa de rios e oceanos (diques etc); bloqueio ao escoamento por detritos do canais, nas pontes ou outras estruturas; falha do sistema de drenagem pluvial nas áreas urbanas, rompimento ou galgamento de barragens.

# CONDICIONANTES ANTRÓPICOS

Fatores como tipo de uso do solo, quantidade de áreas impermeáveis, taxa de cobertura vegetal, retificação de córregos e rios, e outros fatores podem determinar a ocorrência ou não de uma inundação, bem como o seu tipo (GOERL e KOBAYAMA, 2005).



# CONDICIONANTES ANTRÓPICOS

## COBERTURA VEGETAL

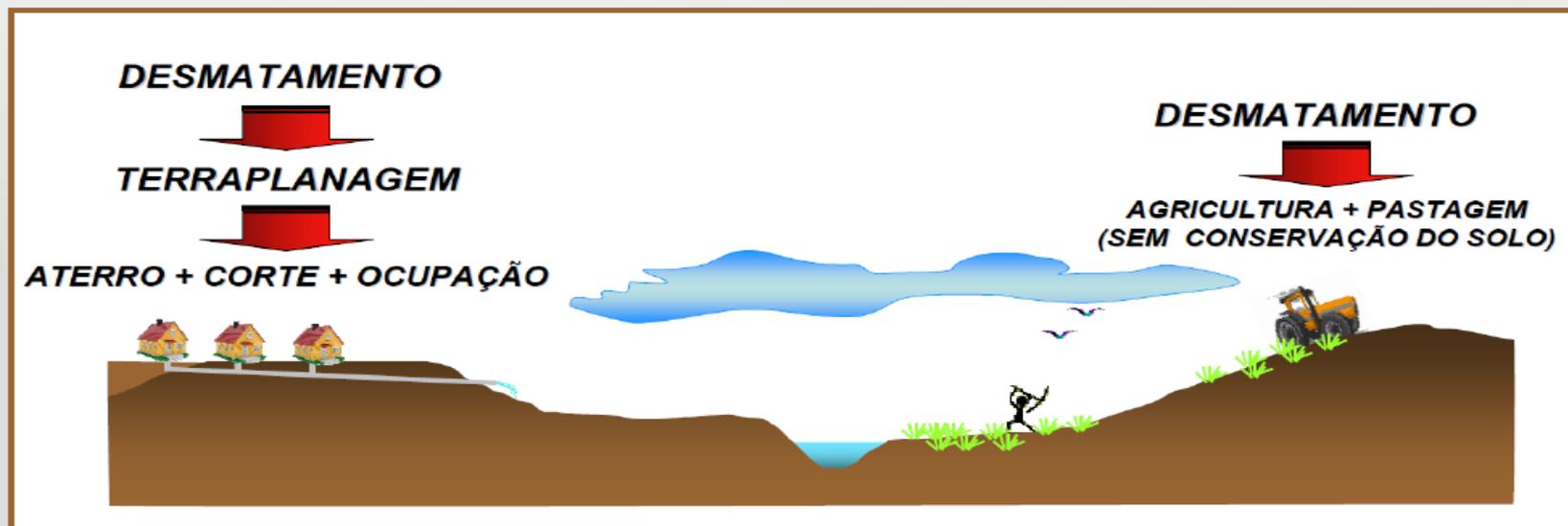
## PAISAGEM NATURAL



Fonte: IPT

# CONDICIONANTES ANTRÓPICOS

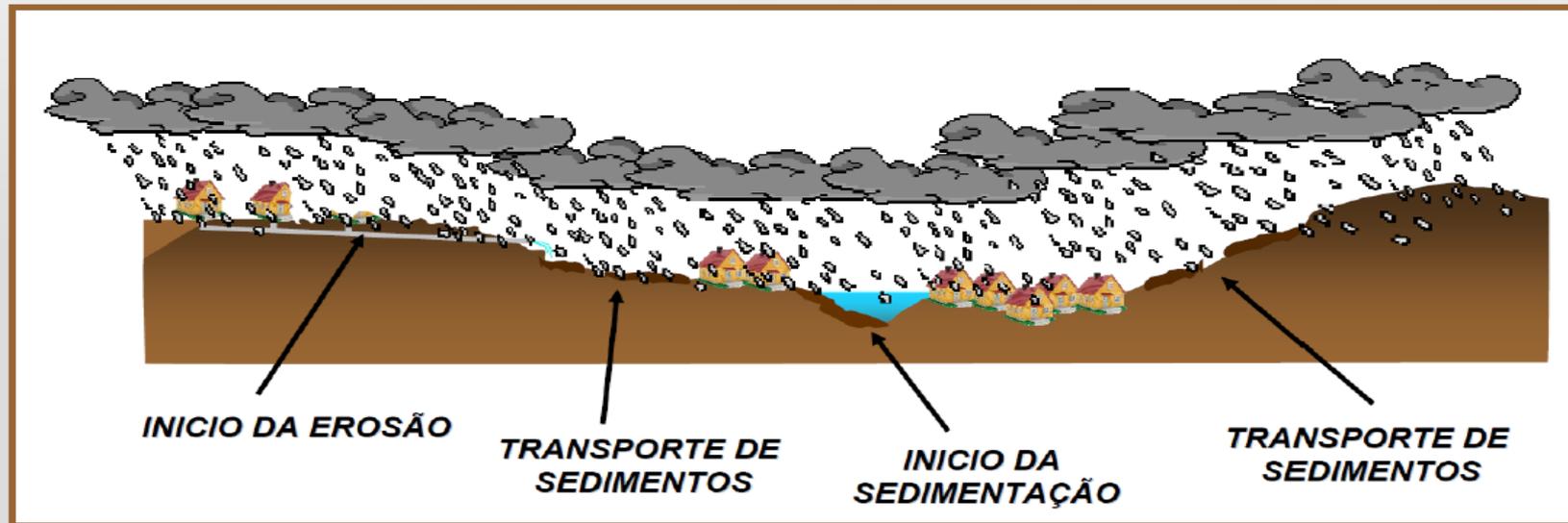
## AÇÃO ANTRÓPICA



Fonte: IPT

# CONDICIONANTES ANTRÓPICOS

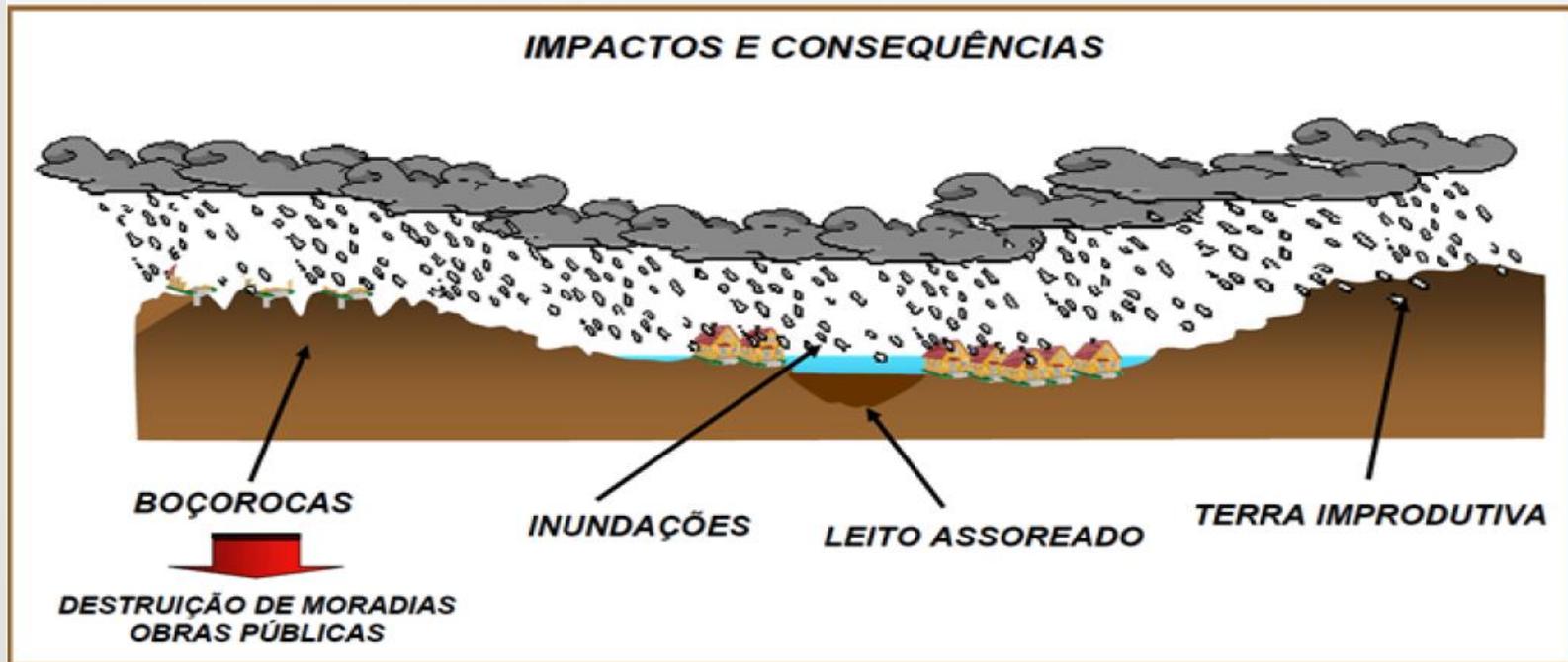
## AÇÃO ANTRÓPICA



Fonte: IPT

# CONDICIONANTES ANTRÓPICOS

## AÇÃO ANTRÓPICA



Fonte: IPT

# CONDICIONANTES ANTRÓPICOS



Assoreamento de canal de drenagem

# CONDICIONANTES ANTRÓPICOS



Estrangulamento de canal de drenagem: obstáculo a grandes volumes

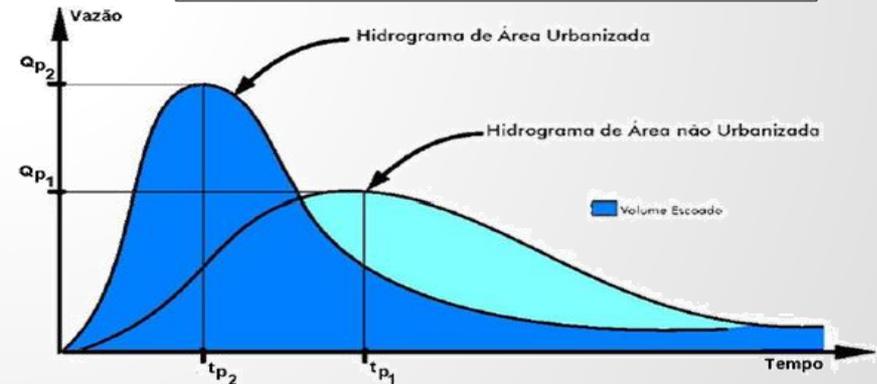
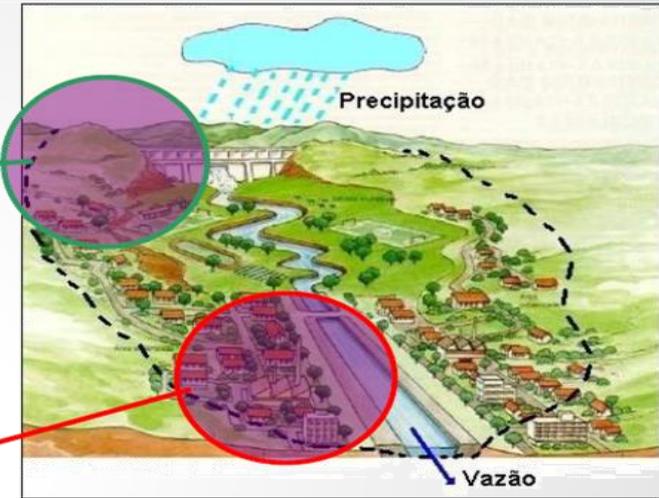
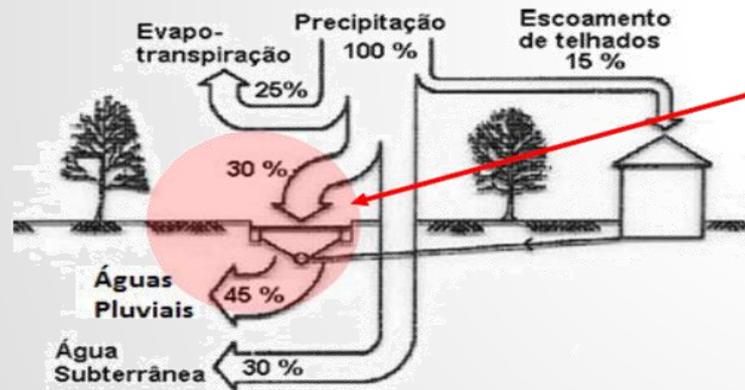
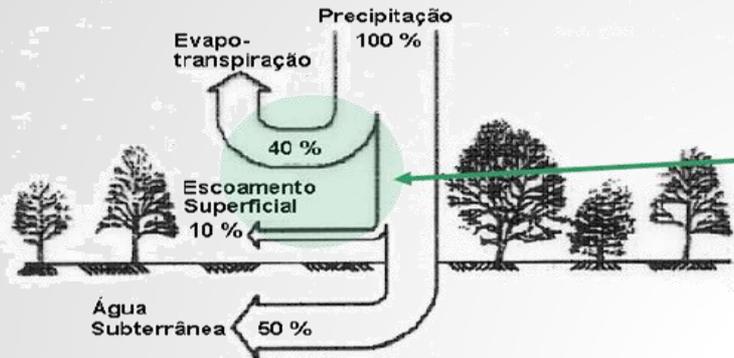


# CONDICIONANTES ANTRÓPICOS



Lançamento de entulhos nas margens e no canal de drenagem

# CONDICIONANTES ANTRÓPICOS



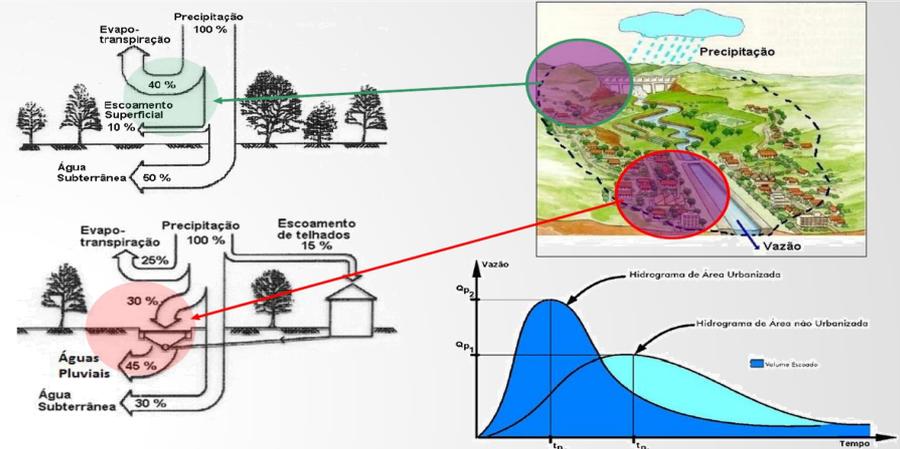
Elaboração: Professores Márcio Baptista e Eber Pinto, UFMG

# CONDICIONANTES ANTRÓPICOS

A soma da evaporação da água pela superfície do solo com a transpiração das plantas é denominada de **evapotranspiração**

Notar a diferença entre a evapotranspiração no ambiente não urbanizado e no urbanizado.

Como a urbanização afeta o ciclo hidrológico e aumenta a propensão e dimensão de inundações, enxurradas e alagamentos?



# CONDICIONANTES ANTRÓPICOS



# ALAGAMENTOS

Acúmulo de água provocado por chuvas intensas em áreas total ou parcialmente impermeabilizadas e onde a rede de drenagem pluvial não consegue escoar uma vazão superior aquela para qual foi projetada. Sendo ainda o entupimento dessas drenagens outro fator de alagamento.



Avenida José de Alencar. Porto Alegre/RS

Fonte: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2014/12/pancada-de-chuva-provoca-pontos-de-alagamentos-em-vias-de-porto-alegre.html>

# AÇÕES DE MITIGAÇÃO

Ações estruturais

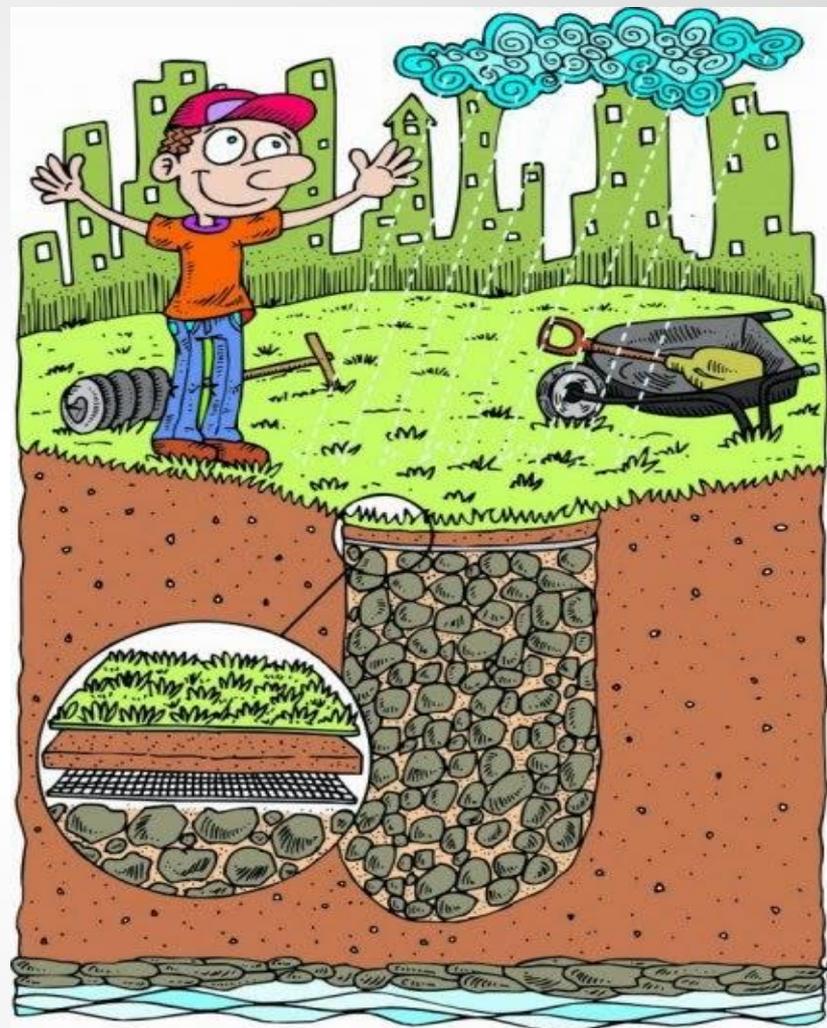


Aumentar a infiltração: Pavimento poroso



# AÇÕES DE MITIGAÇÃO

Ações estruturais



Aumentar a infiltração: Poço e trincheira de infiltração

# AÇÕES DE MITIGAÇÃO

## Ações estruturais



Retardar o escoamento: Telhado verde

# AÇÕES DE MITIGAÇÃO

Limpeza periódica das drenagens da cidade, especialmente, antes do período de chuvas.



# AÇÕES DE MITIGAÇÃO

- Evitar e impedir novas construções em áreas naturalmente sujeitas aos processo hidrológicos

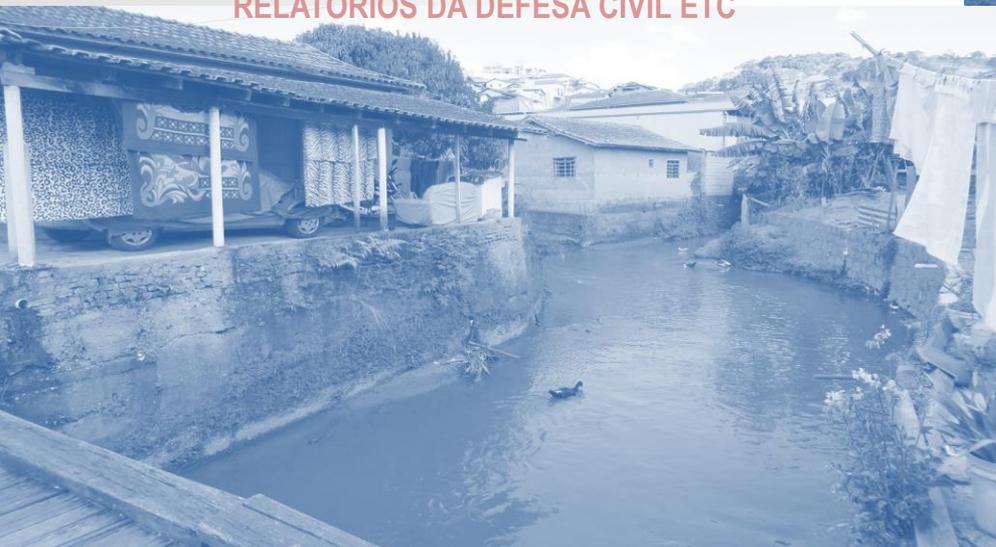


# AÇÕES DE MITIGAÇÃO

- Evitar e impedir novas construções em áreas naturalmente sujeitas aos processo hidrológicos

**Consultem previamente os documentos que identificam os riscos!**

PLANOS DIRETORES, SETORIZAÇÃO DE RISCOS, RELATÓRIOS DA DEFESA CIVIL ETC



**Na falta de tais documentos, PROVIDENCIEM!**

DEFESA CIVIL, CONSULTORIA EXTERNA, SECRETARIAS DE GOVERNO ETC

# AÇÕES DE MITIGAÇÃO

Placas indicando que a área está sujeita a inundações. Registros prévios na cidade.



Instalação de placas em Belo Horizonte/MG. Fonte: <http://portalpbh.pbh.gov.br/>

# AÇÕES DE MITIGAÇÃO

- Manter histórico de eventos no município, com data das ocorrências, quantidade de chuva precipitada, altura da lâmina d'água durante as inundações, tempo de permanência da inundação.
- Manter esse registro acessível a sociedade.
- Observar com atenção às áreas sujeitas em períodos chuvosos.
- Instalar sistema de alerta de chuvas
- Orientar a população quanto a o que fazer em caso de chuvas fortes (ver Educação para a prevenção e redução de riscos climáticos, p.87)



# REFERÊNCIAS

GOERL, R.F.; KOBAYAMA, M. Considerações sobre as Inundações no Brasil. **XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, 2005, João Pessoa. Anais... Porto Alegre, ABRH, 2005.

MINISTÉRIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades, IPT, 2007. Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/biblioteca>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Educação para a prevenção e redução de riscos climáticos** / Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; [coordenador geral Paulo Belli Filho; autores do conteúdo: Maurício Dalpiaz Mello, Rosemy da Silva Nascimento, Sung Chen Lin]. - Florianópolis: [s. n.], 2014. 98p.





**Obrigada pela atenção!**

**Michele Silva Santana**

Analista em Geociências - Geógrafa

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Superintendência de Belo Horizonte

Avenida Brasil, 1731 - Funcionários

Belo Horizonte - MG - Cep: 30.140-002

Tel.: 31 3878-0365