



CURSO DE PERCEÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO

Processos Hidrológicos



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



CONCEITOS

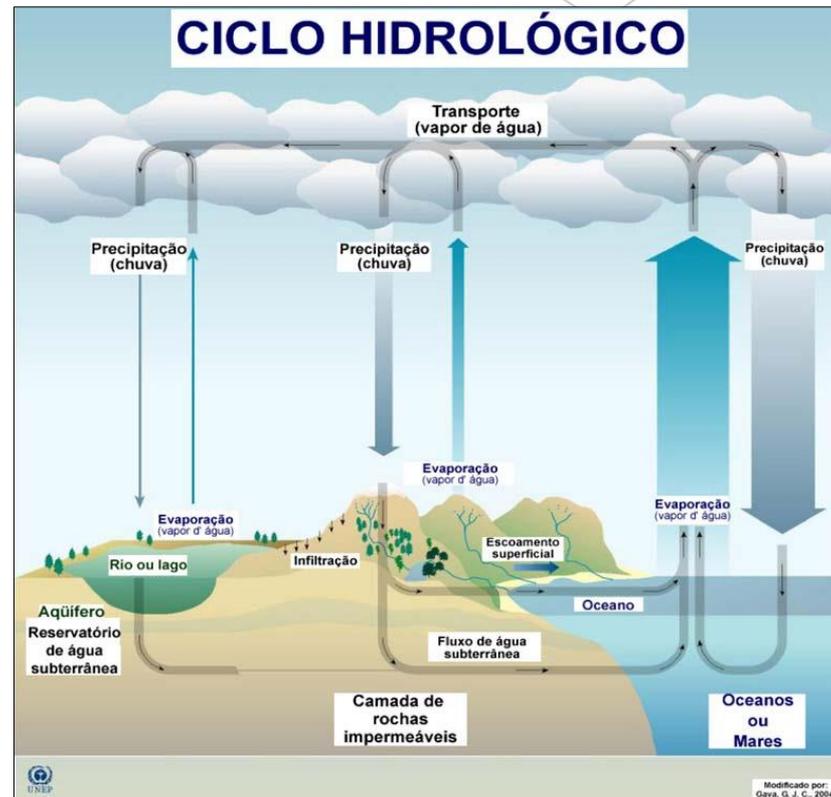
- **As enxurradas, enchentes e inundações são fenômenos de natureza hidrometeorológica e fazem parte da dinâmica natural do planeta.**
- **Ocorrem frequentemente deflagradas por chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas de longa duração, degelo nas montanhas e outros eventos climáticos tais como furacões e tornados, sendo intensificados pelas alterações ambientais e intervenções urbanas de origem antrópica.**

CICLO HIDROLÓGICO

O ciclo hidrológico descreve as formas pela qual a água se move pela terra.

A água ocorre na atmosfera e na superfície da terra como **líquido, sólido ou gás**, e está continuamente mudando de estado.

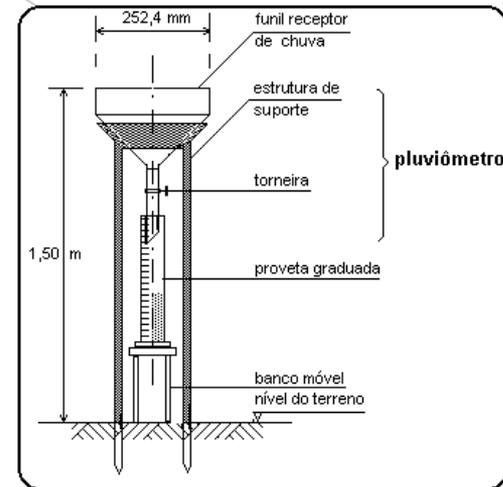
A água move-se **rapidamente** como **chuva** na atmosfera ou como **fluxos superficiais**, e mais lentamente como **fluxos subsuperficiais**.



PLUVIOSIDADE

- É o maior fator controlador do ciclo hidrológico de uma região.
- A quantidade de chuva, variação sazonal, tamanho e intensidade de tempestades afetam as atividades humanas.
- Podem possuir abrangência regional ou local.

A mensuração da precipitação pode ser feita através de **pluviômetros**, aparelhos que expressam a quantidade de chuva em unidades de profundidade (geralmente milímetros).



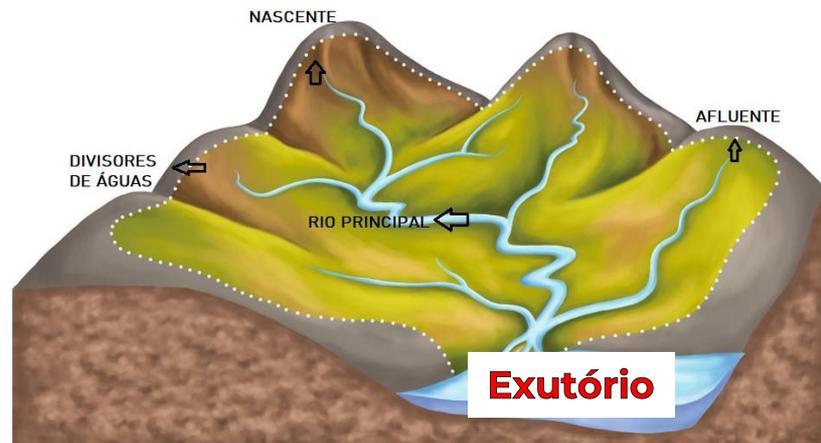
Fonte: <http://sossamatmat.blogspot.com/2012/08/atividade-2-o-que-e-pluviometro-o-um.html>



Fonte: <http://orsm.com.br> - Acesso em 20/12/2017.

BACIA HIDROGRÁFICA

- Uma **bacia hidrográfica** é uma área da superfície terrestre que **drena água, sedimentos e materiais dissolvidos** em direção a uma **saída comum**.
- O limite de uma bacia hidrográfica é o **divisor de águas (divisor topográfico)**, e o ponto de saída da bacia é o **exutório**.
- A bacia pode possuir diferentes tamanhos e podem ser desmembradas em sub- bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo de seu eixo.



[https://static.mundoeducacao.uol.com.br/.](https://static.mundoeducacao.uol.com.br/)

A **bacia hidrográfica** é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. (Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997)

BACIA HIDROGRÁFICA

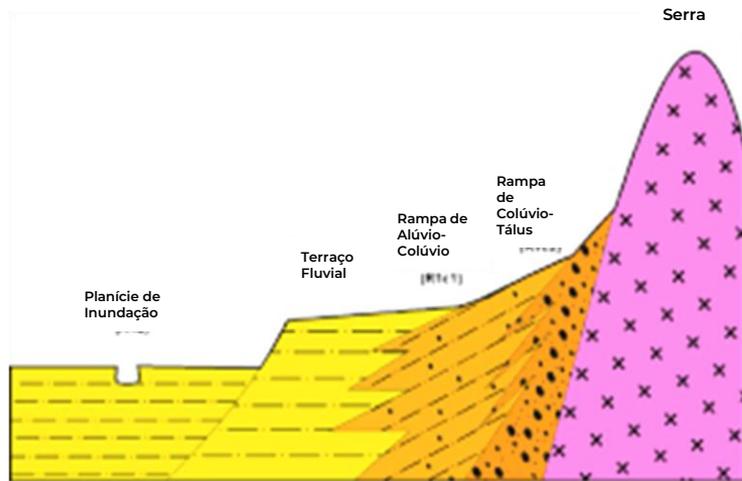


Bacias
Hidrográficas
do Brasil

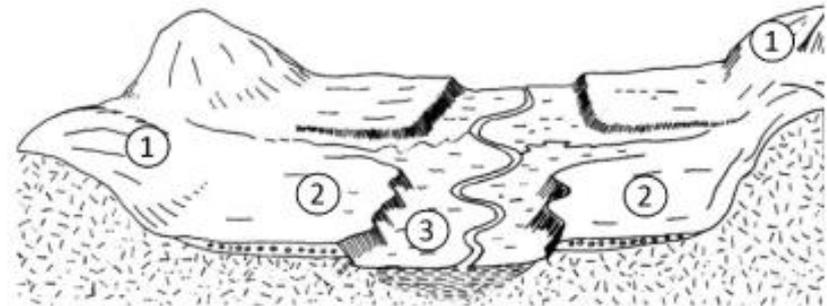
Créditos: *Robert Szucs via Fejetlenfej/Imgur*. Fonte: <<http://www.iflscience.com>>. Acesso em 18/12/17.

UNIDADES MORFO-ESTRATIGRAFICAS

O ambiente onde ocorrem (preferencialmente) as dinâmicas fluviais podem ser dividido em diferentes unidades morfo-estratigraficas, a depender de sua posição no vale, formato, granulometria do sedimento e processos geológicos atuantes. Aqui, iremos detalhar as Rampas de alúvio-colúvio, os terraços e as planícies de inundação.



Fonte: SGB.



- | | | | |
|--|---------------------------|---|-------------------|
| | Rochas cristalinas | ① | Morros |
| | Sedimentos consolidados | ② | Terraços fluviais |
| | Sedimentos inconsolidados | ③ | Planície fluvial |

Fonte: CUNHA, Sandra B.; GUERRA, Antônio J. T. (Orgs.). Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 1998. Adaptado.

UNIDADES MORFO-ESTRATIGRAFICAS

Rampas de alúvio-colúvio: **Enxurradas e Enchentes**

- Superfícies deposicionais, suavemente inclinadas (5 a 9°), geradas por acumulação aluvial e, subordinadamente, coluvionar, de matriz predominantemente areno-argilosa.
- Situam-se em cabeceiras de vales e apresentam um moderado selecionamento granulométrico. Geralmente, apresentam-se entulhando os fundos de vales estreitos.



Fonte: SGB.

UNIDADES MORFO-ESTRATIGRAFICAS

Terraço fluvial: Inundação

- É constituído por material aluvionar mais antigo e em nível mais alto do que a atual da planície aluvionar e que ficou como testemunho de um período da evolução desta planície.
- A origem desses terraços pode estar ligada a evolução geomorfológica, mudanças climáticas e/ou processos tectônicos que se refletem em mudança de poder erosivo da corrente fluvial por aumento de competência, do gradiente topográfico e/ou de mudança de nível base, levando a erosão da própria planície.



Fonte: Marcelo Dantas - SGB.

UNIDADES MORFO-ESTRATIGRAFICAS

Planície de inundação: **Enchente e Inundação**

- Superfície deposicional, praticamente plana (0° a 3°), gerada por acumulação de depósitos arenosos ou areno-argilosos a argilosos, bem selecionados, situada nos fundos de vales e podem ser amplas ou estreitas.



Fonte: SGB.

FLUVIOMETRIA

Medição de vazão líquida e sólida, monitoramento das cotas dos níveis de água e levantamento da seção transversal do rio.



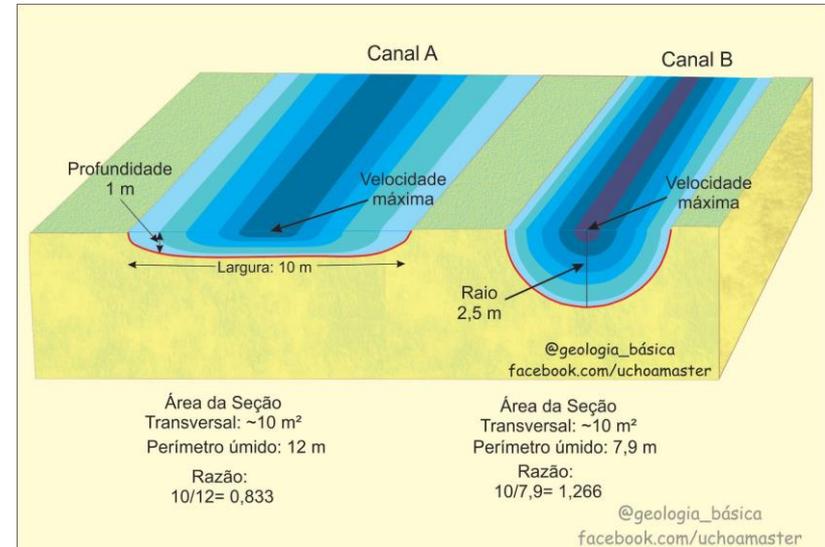
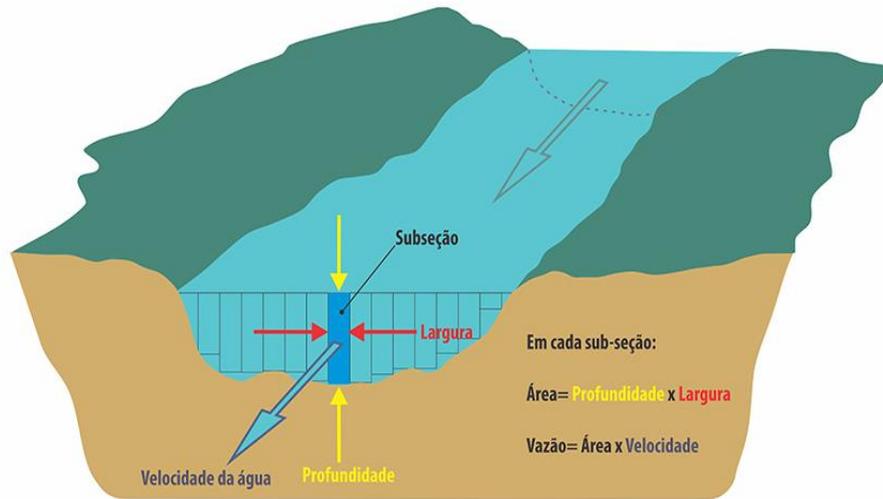
Fonte: Anselmo Pedrazzi.



Fonte: Anselmo Pedrazzi.

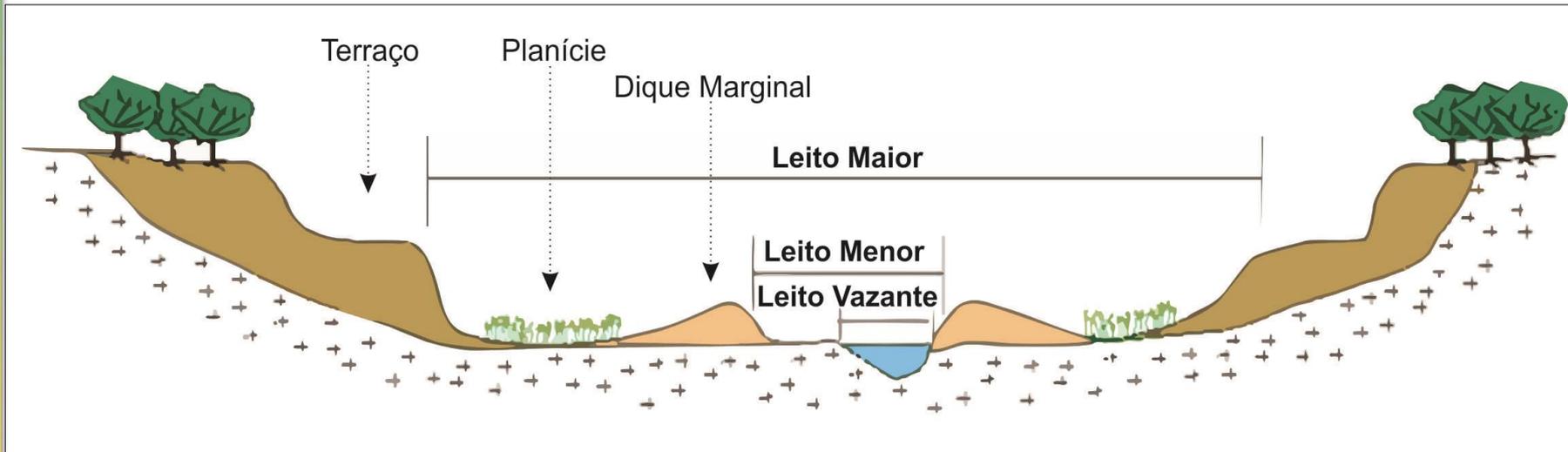
DESCARGA FLUVIAL

A descarga fluvial é o volume de água que flui por um rio ou curso d'água em um determinado período de tempo.



PERFIL FLUVIAL

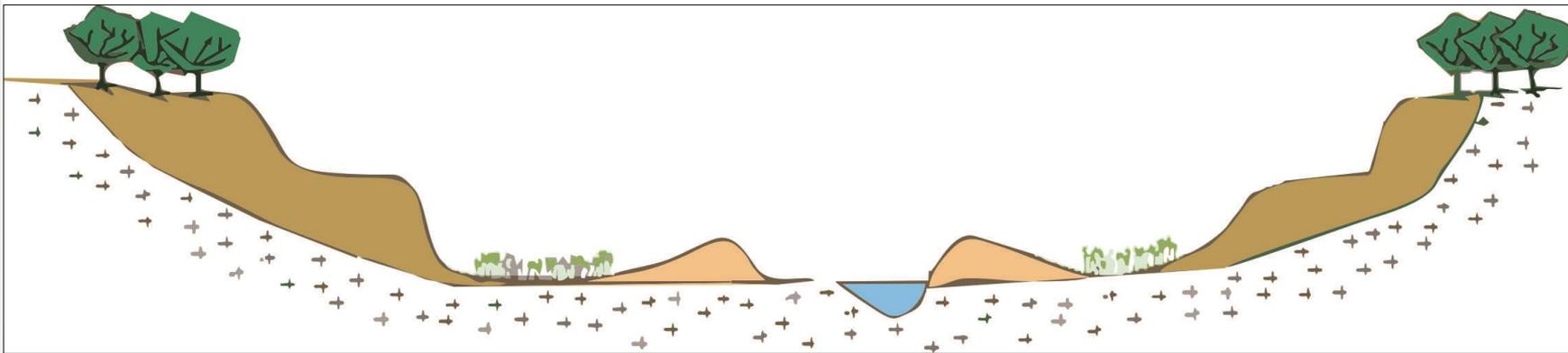
Seção esquemática de um canal de rio



Modificado por Rafael Silva Araújo CPRM/SGB. Fonte: <<http://www.rc.unesp.br>>. Acesso 13/12/17

Leito vazante

Vazante: nível d'água mais baixo de um período, restrito ao ponto mais profundo do talvegue



Modificado por Rafael Silva Araújo CPRM/SGB. Fonte: <<http://www.rc.unesp.br>>. Acesso 13/12/17

Nível Vazante



Distrito Federal. Fonte: Anselmo Pedrazzi.

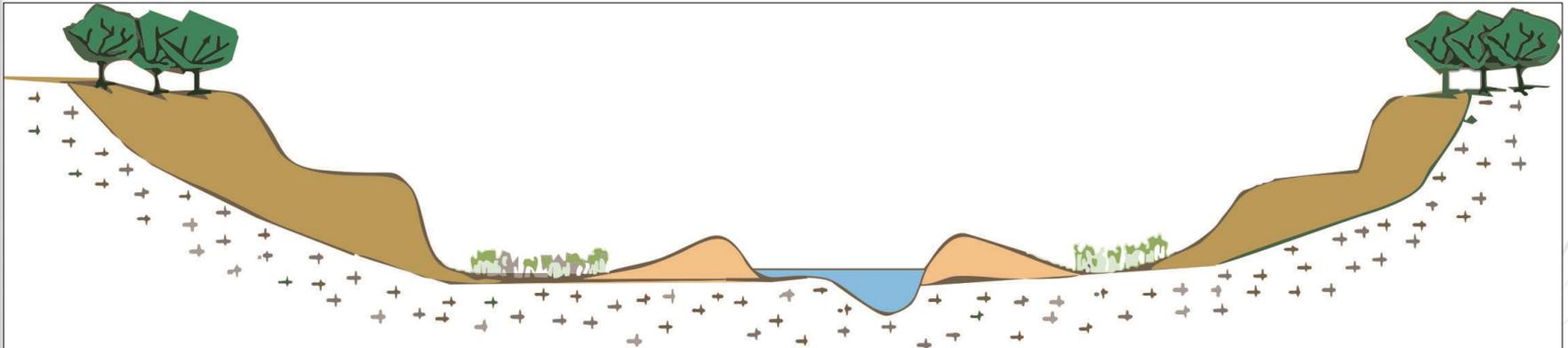


Leito do Rio Doce em Colatina – ES

Créditos: Raquel Lopes/ A Gazeta. Fonte: <<http://g1.globo.com>>.
Acesso em 13/12/17

Leito menor

Nível médio: Nível d'água médio da drenagem.



Modificado por Rafael Silva Araújo CPRM/SGB. Fonte: <<http://www.rc.unesp.br>>. Acesso 13/12/17

Nível Médio

Rio Paraopeba em Brumadinho/MG



Créditos: Anselmo Pedrazzi. CPRM/SGB.

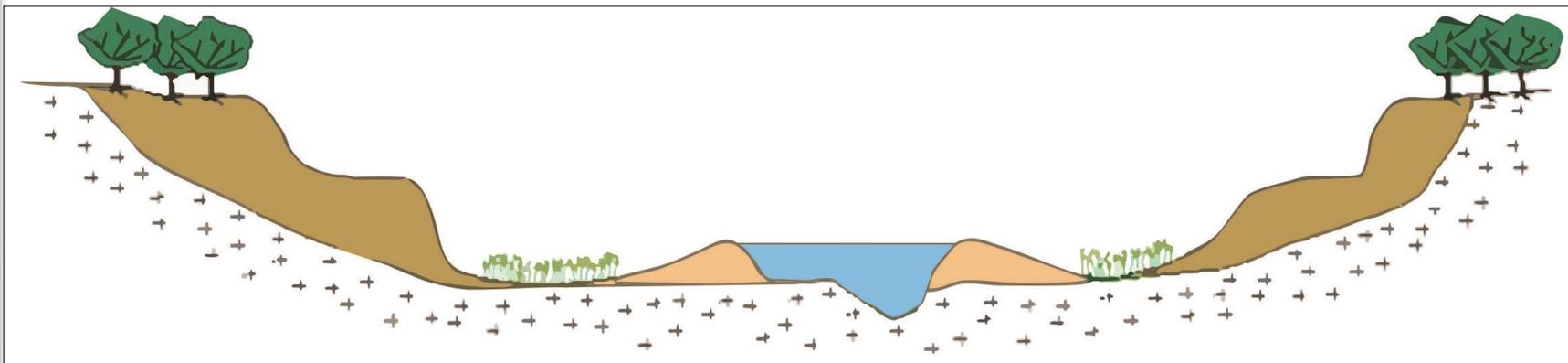
Rio Cricaré em São Mateus/ES



Créditos: Rafael Silva Araújo. CPRM/SGB.

Enchente

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



Modificado por Rafael Silva Araújo CPRM/SGB. Fonte: <<http://www.rc.unesp.br>>. Acesso 13/12/17

Nível de Enchente

Cheia Rio Acre – Mercado Velho



Créditos: SGB-CPRM

Cheia em Barra de São Francisco - ES



Créditos: SGB-CPRM

Nível de Enchente – Erosão de Margens

Caratinga -MG



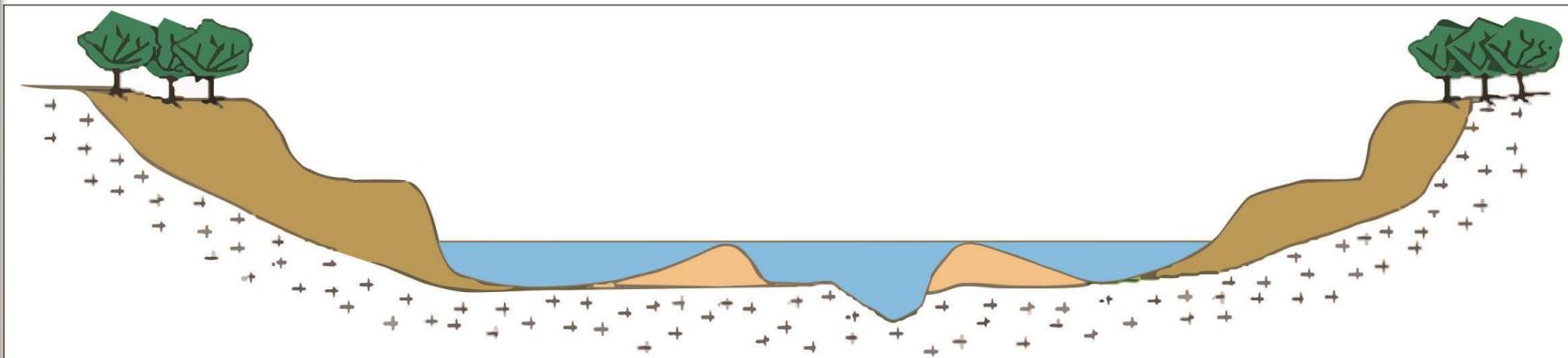
Créditos: SGB-CPRM



Créditos: SGB-CPRM

Leito Maior

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



Modificado por Rafael Silva Araújo CPRM/SGB. Fonte: <<http://www.rc.unesp.br>>. Acesso 13/12/17

Nível de Inundação

Inundação Rio Acre em Rio Branco



<https://agazetadoacre.com/>

Inundação no Vale do Itajaí - SC



Nível de Inundação

Jacuípe Al – rio Mundaú



Créditos: SGB-CPRM

União dos Palmares - Al



Créditos: SGB-CPRM

Inundação - Modelagens

cota 6 metros

Av. Martin Luther

Prefeitura

BIG

R. J. Pessoa

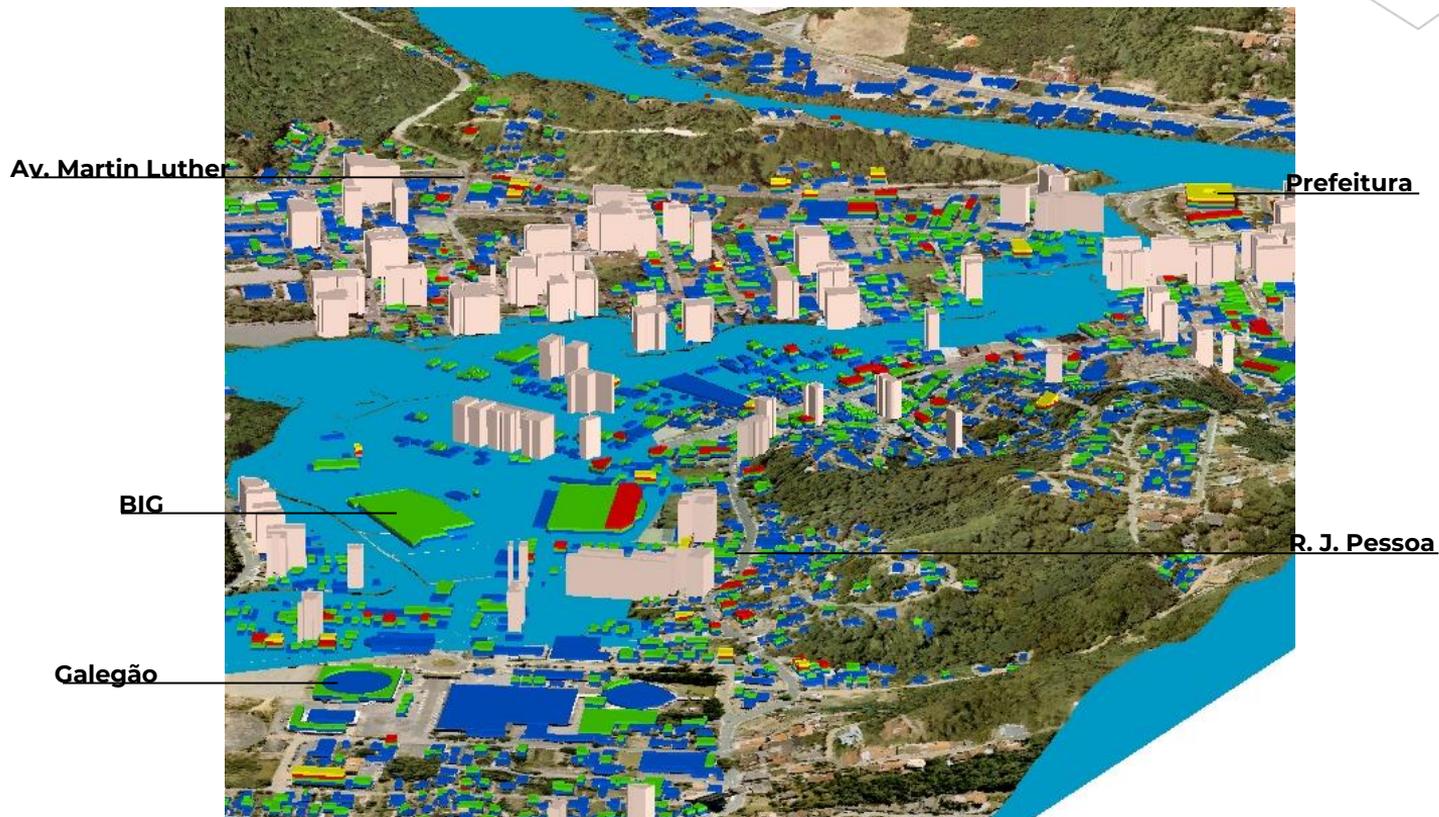
Galegão



fonte: Prefeitura Municipal de Blumenau

Inundação - Modelagens

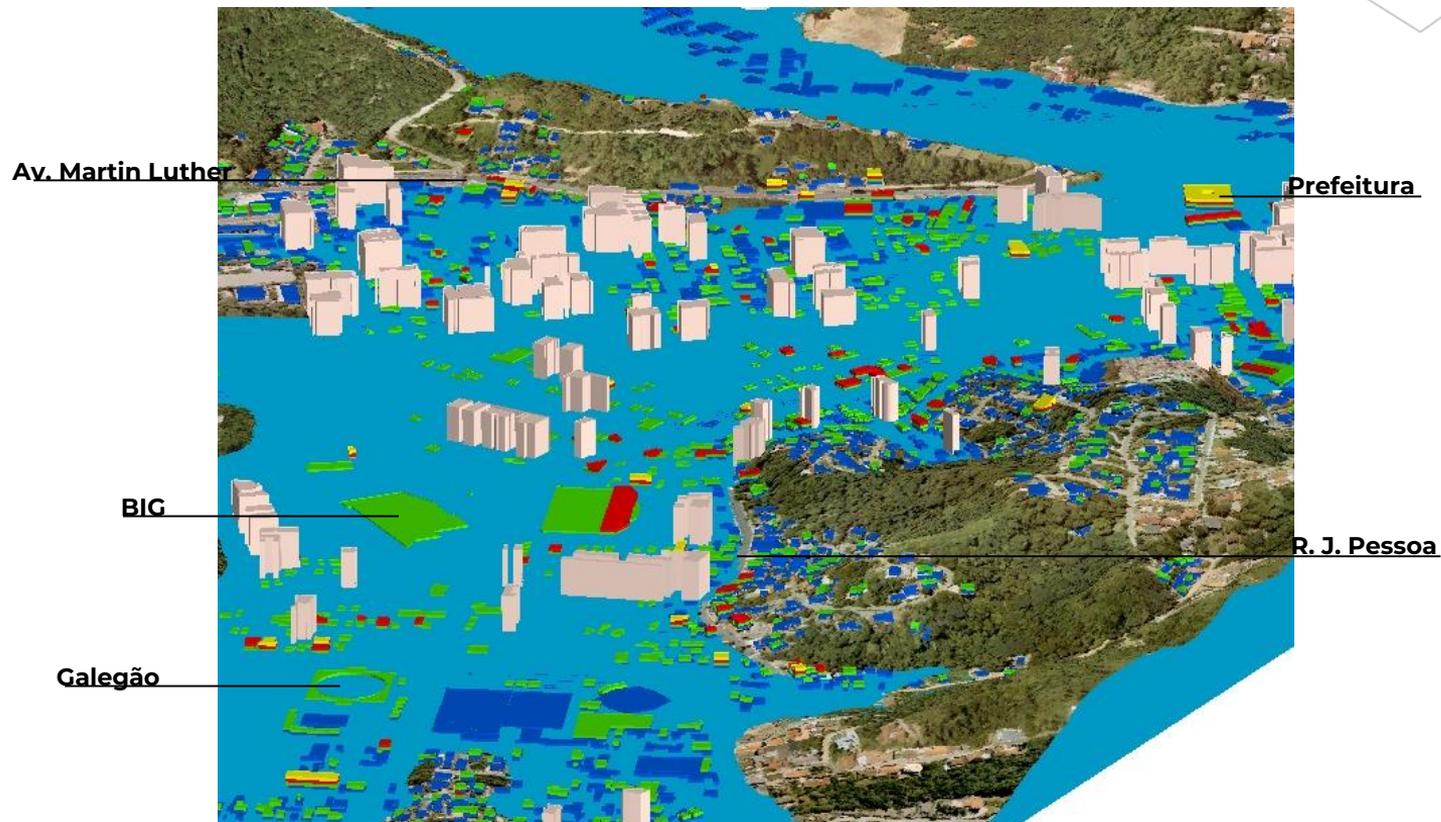
cota 9 metros



fonte: Prefeitura Municipal de Blumenau

Inundação - Modelagens

cota 15 metros



fonte: Prefeitura Municipal de Blumenau

Enxurradas

Escoamento superficial concentrado e com alta velocidade e energia de transporte ocasionado em eventos chuvosos intensos ou extremos. Também denominado de inundação brusca.

Teresópolis, RJ



Foto Vladimir Platonov/Agência Brasil,
<<https://upload.wikimedia.org>>. Acesso em 24/11/2015.

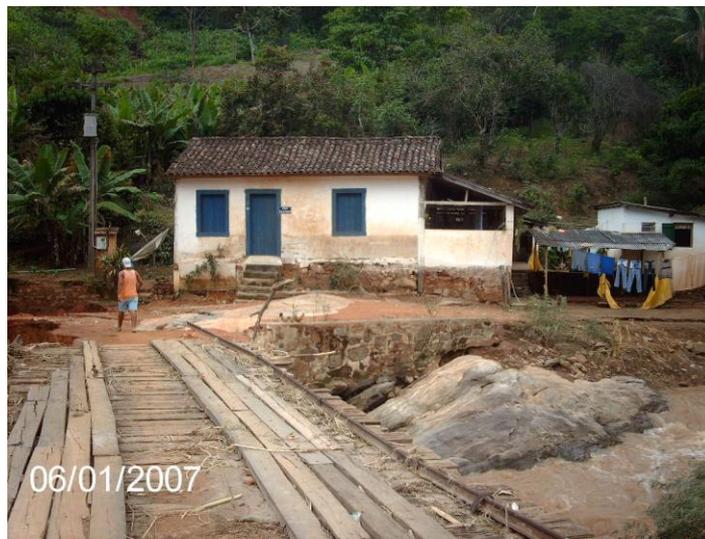
Rio largo, AL



Iúna, ES



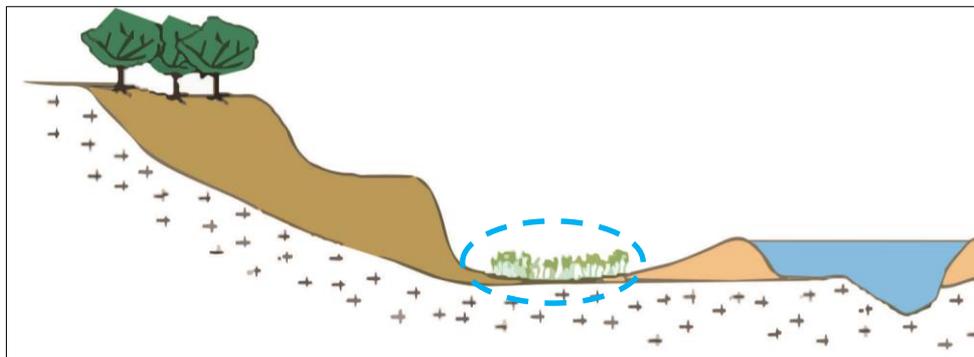
Fonte: Instagram/@pocodoegito.ofc



Fonte: CPRM-SGB.

Alagamentos Naturais

Acúmulo momentâneo de água em regiões com deficiência de drenagem e devido a subida do nível freático. Não têm relação com processos fluviais.



Modificado por Rafael Silva Araújo CPRM/SGB. Fonte: <<http://www.rc.unesp.br>>. Acesso 13/12/17



Fonte: Anselmo Pedrazzi



Fonte: <<https://bibecaambiental.blogspot.com.br/>>. Acesso em 21/12/2017



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

PROBLEMAS NA REDE DE DRENAGEM

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

Créditos: EPTC/Divulgação Fonte: <<http://g1.globo.com/>>. Acesso em 12/01/18.

PRINCIPAIS CONDICIONANTES

Destacam-se como principais fatores influenciadores para o escoamento superficial:

Fatores Climáticos

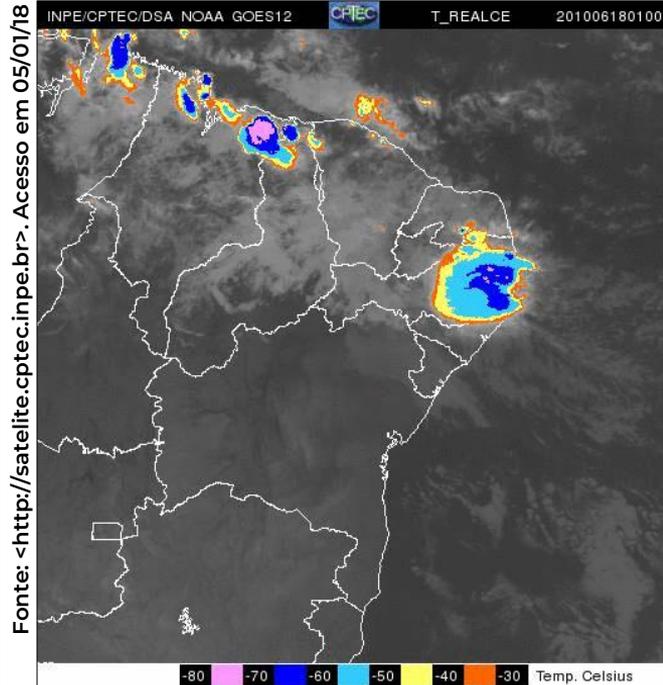
- Intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas;

Fatores Fisiográficos

- Capacidade de infiltração e permeabilidade do solo;
- Forma de relevo
- Forma da bacia e rede de drenagem
- Tipo de cobertura vegetal

Chuva

Chuvas intensas e/ou de longa duração favorecem a saturação dos solos, o que aumenta o escoamento superficial e a concentração de água nessas regiões.



Imagens de tempestade que causou Inundação no Rio Mundaú-AL, em Junho de 2010.



Fonte: <<https://www.uniaonet.com>>. Acesso em 05/01/18

União dos Palmares - AL. Antes, durante e após a cheia do Rio Mundaú em Junho de 2010



Créditos: Clezivaldo Mizaél Fonte:
<<http://www.jmarcelofotos.com>>. Acesso em 05/01/18.

Créditos: Thiago Sampaio/Agência Alagoas. Fonte: <<https://noticias.uol.com.br>>. Acesso em 05/01/18.

Relevo

Vales encaixados, vertentes com elevada declividade predispõem fluxos de alta velocidade.

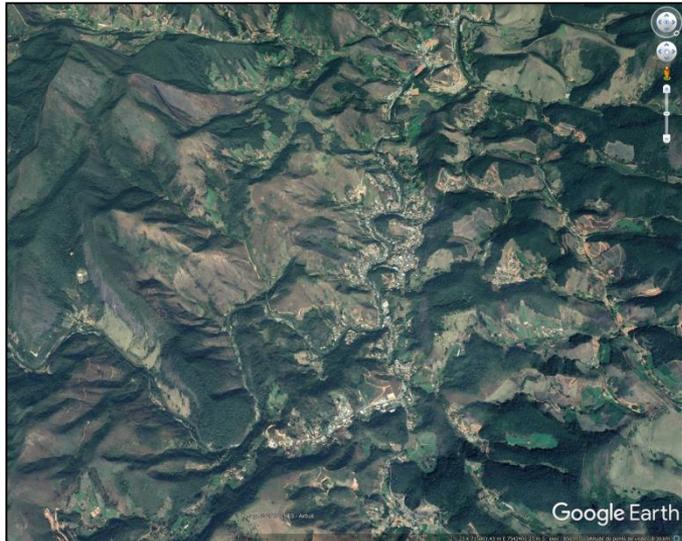


Imagem retirada do Google Earth. Acesso em 05/01/18.

Relevo íngreme, São José do Vale do Rio Preto - RJ

Vales abertos com extensas planícies e terraços, vertentes menos declivosas predispõem inundações mais lentas e graduais.



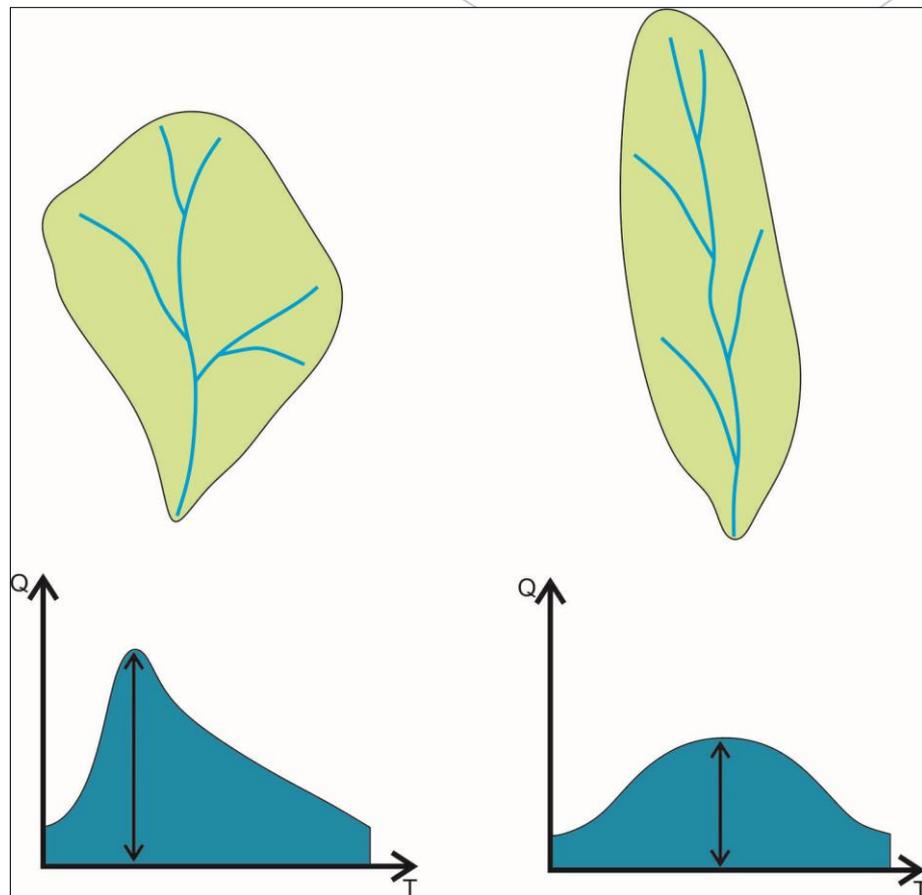
Imagem retirada do Google Earth. Acesso em 05/01/18.

Relevo suave, Angélica- MS

Forma da Bacia

Quanto mais arredondada, mais propensa a processos de inundação rápida uma vez que todos os fluxos chegam ao mesmo tempo no canal principal.

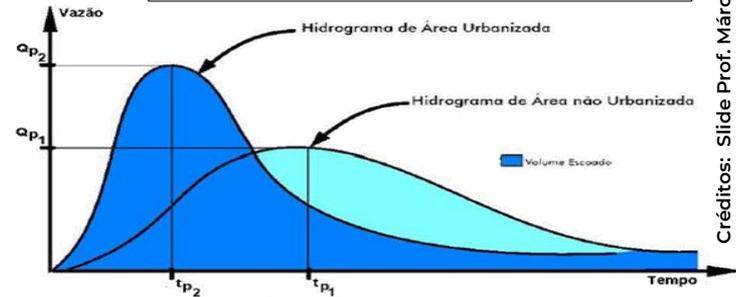
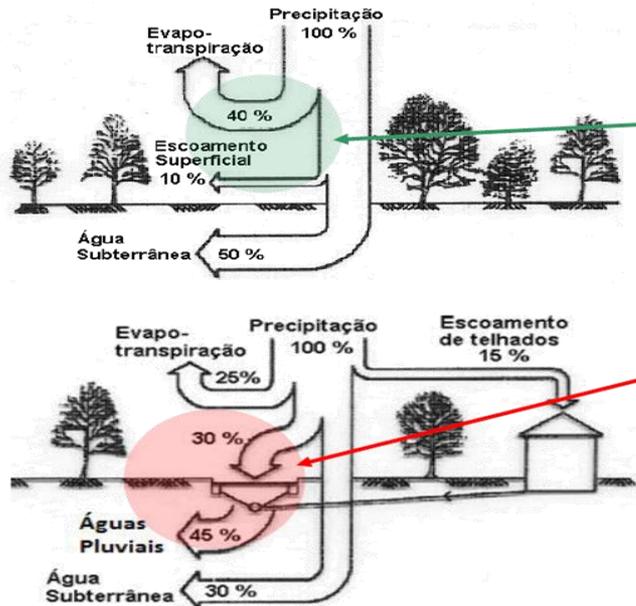
Geometria de bacias hidrográficas e respectivos hidrogramas (relacionamento vazão x tempo)



Créditos: Rafael Silva Araújo CPRM/SGB

Impermeabilização do Solo

A rápida passagem da água por regiões urbanizadas com canais canalizados e retinizados tem efeitos colaterais, como o incremento do pico de cheia a jusante.

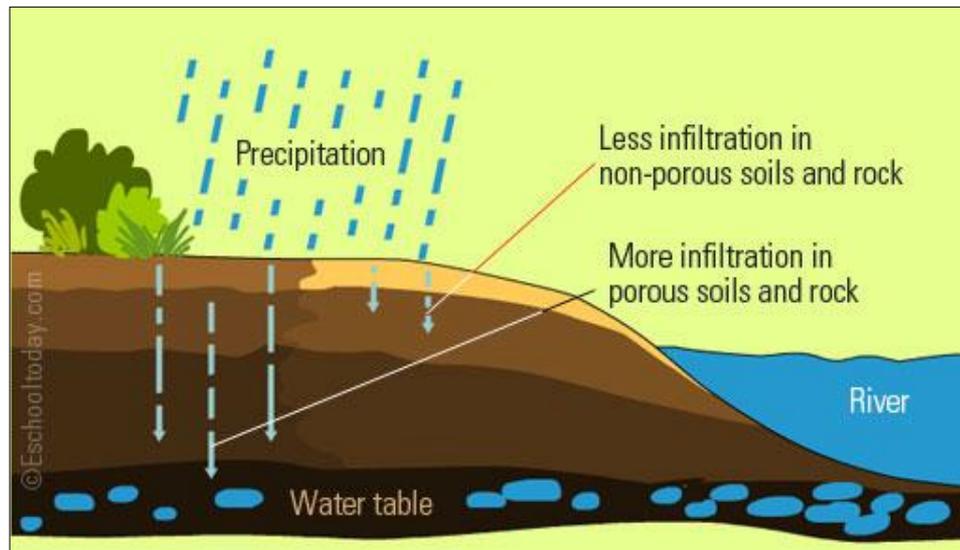


Créditos: Slide Prof. Márcio Baptista - UFMC

Solo

Para uma dada chuva, quanto maior a capacidade de infiltração do solo, menor o escoamento superficial resultante.

No entanto, a chuva infiltrada que abastece o lençol freático, alimenta os corpos fluviais por mais tempo.

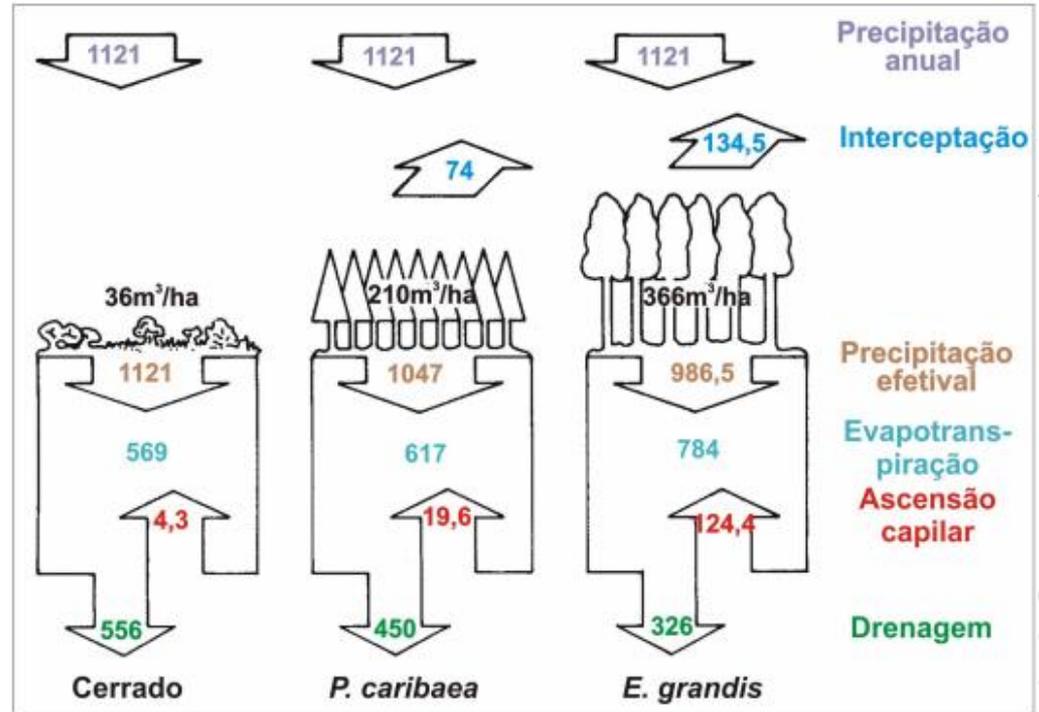


Fonte: <<http://www.eschooltoday.com>>. Acesso em 08/01/2018

Vegetação

A presença de vegetação auxilia na retenção de água no solo e diminui a velocidade do escoamento superficial, minimizando as taxas de erosão.

Diferentes tipos de vegetação causam efeitos distintos no escoamento superficial e infiltração.



Créditos: Lima 1993. Fonte: Luiz de A. P. Bacellar, 2005.

Eliminação da mata ciliar, desmatamentos e queimadas

Aumenta o escoamento superficial, provoca erosão contínua e assoreamento dos cursos d'água.



Fonte: <<https://agua-sua-linda.tumblr.com>>. Acesso em 10/01/18



Créditos: 360grus. Fonte: <<http://www.pensamentoverde.com.br>>. Acesso em 10/01/18.

Ocupação das margens dos canais e de fundos de vale



Fonte: <<http://mapio.net>>. Acesso em 12/01/18



Créditos: Marta Aguiar. Fonte: <<http://manhuacunoticia.com.br/>>. Acesso em 12/01/18.

Construções ocupam planície de inundação do Rio Manhuaçu (MG) e invadem também porções do leito menor.

Aterros lançados nos leitos e margens dos rios



Fonte: <<https://afaunanatal.wordpress.com>>. Acesso em 11/01/18

Aterro em planície de inundação,
Natal - RN



Fonte: Débora Lamberty, SGB/CPRM

Aterro lançado às margens de
córrego e assoreamento do canal,
Apiaí - SP

Barramentos e Estrangulamento de Canais



Créditos: Débora Lamberty CPRM/SCB

Canalização de córrego, Apiaí - SP



Créditos: Débora Lamberty CPRM/SCB

Assoreamento de galeria, Joinville - SC

Barramentos e Estrangulamento de Canais



Créditos: CPRM/SGB



Créditos: CPRM/SGB

Assoreamento de canal



Créditos: IPT



Inundação brusca urbana, Ribeirão Arrudas, Belo Horizonte - MG

18/12/17.



Prejuízos após enxurrada no córrego Vilarinho em Belo Horizonte - MG

Créditos: Cristiano Machado/Estadão Conteúdo.
Fonte: <<https://www.metropoles.com>>. Acesso em 14/12/17

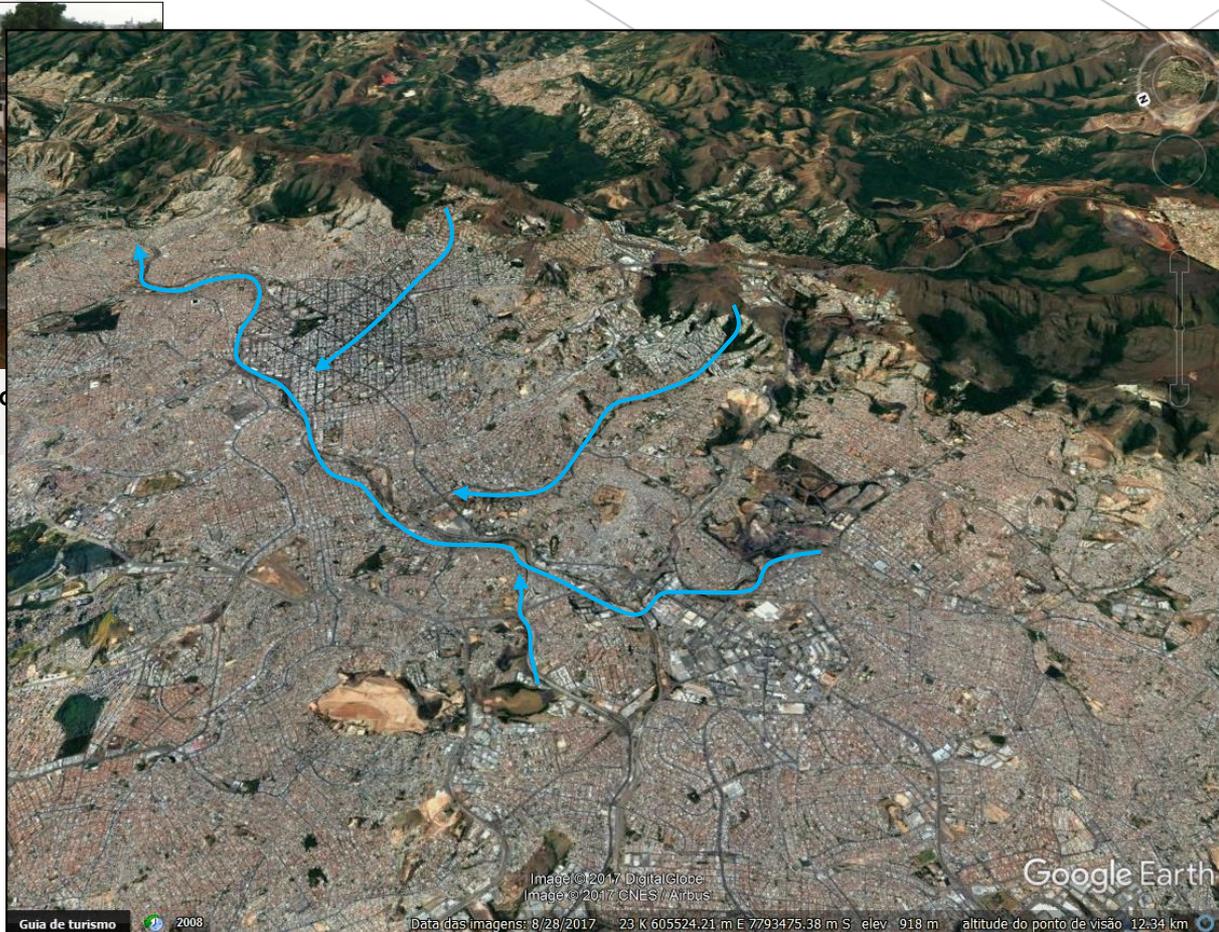


Imagem retirada do Google Earth. Acesso em 22/12/17.

Anselmo de Carvalho Pedrazzi
Coordenador Executivo

Serviço Geológico do Brasil – CPRM
e-mail: anselmo.pedrazzi@sgb.gov.br
Telefone: (21) 3044-0617
www.sgb.gov.br



OBRIGADO.



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

