CPRM

Serviço Geológico do Brasil

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Curso Básico de Percepção e Mapeamento do Risco Geológico

Cidade - UF

Nome Palestrante
Formação – Cargo
Mês/Ano

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

CONCEITOS IMPORTANTES

1. Ciclo Hidrológico
2. Precipitação
3. Bacia Hidrográfica
4. Canal Fluvial

PROCESSOS

1. Vazante
2. Nível Normal
3. Cheia
4. Inundação
5. Enxurrada
6. Alagamentos

PRINCIPAIS CONDICIONANTES

1. Chuva
2. Relevo
3. Forma da Bacia
4. Solo
5. Vegetação

FATORES ANTRÓPICOS E RISCO

1. Ocupação das margens de cursos d'água e fundos de vale
2. Aterros nos leitos dos cursos d'água
3. Eliminação da mata ciliar, desmatamentos e queimadas
4. Mineração descontrolada em áreas de várzea
5. Impermeabilização do solo
6. Barramentos, estrangulamentos de canal
7. Despejo de resíduos sólidos urbanos
8. Problemas ne rede de drenagem
9. Ações de mitigação

REFERÊNCIAS

INTRODUÇÃO

As **enchentes** e **inundações** são fenômenos de natureza hidrometeorológica e fazem parte da dinâmica natural.

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.

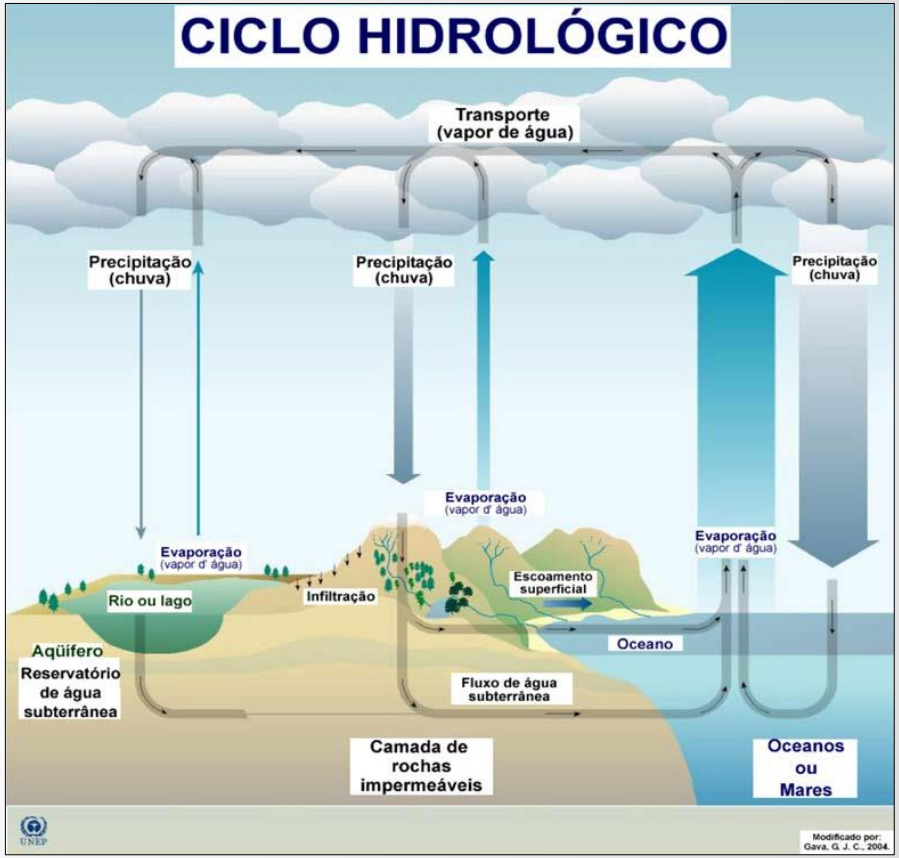
CONCEITOS IMPORTANTES

1. 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**.



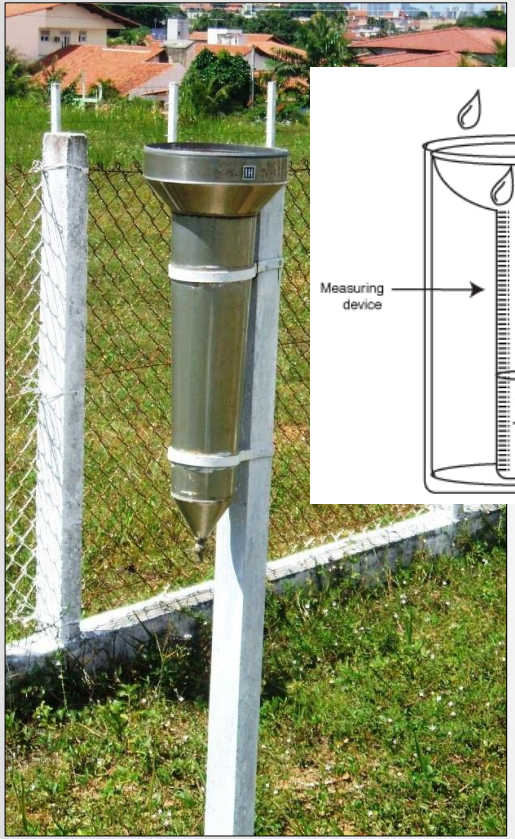
Fonte: <http://www.antonioguilherme.web.br.com>. Acesso em 19/12/17.

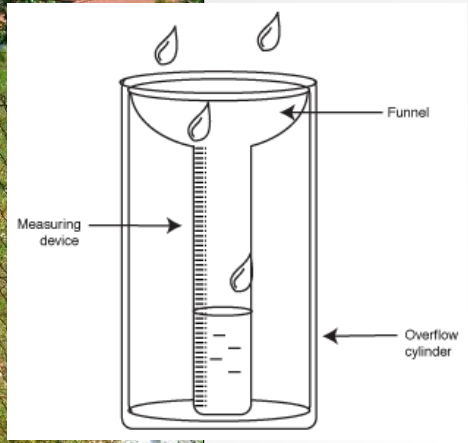
1. Precipitação

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. Decorrem do choque de massas de ar com propriedades físicas distintas.





Fonte: <https://www.infoplease.com>. Acesso em 20/12/17.

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

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://www.efecade.com.br>. Acesso em 20/12/17

2. 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 exultório.

A bacia pode possuir diferentes tamanhos e podem ser desmembradas em sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo de seu eixo.

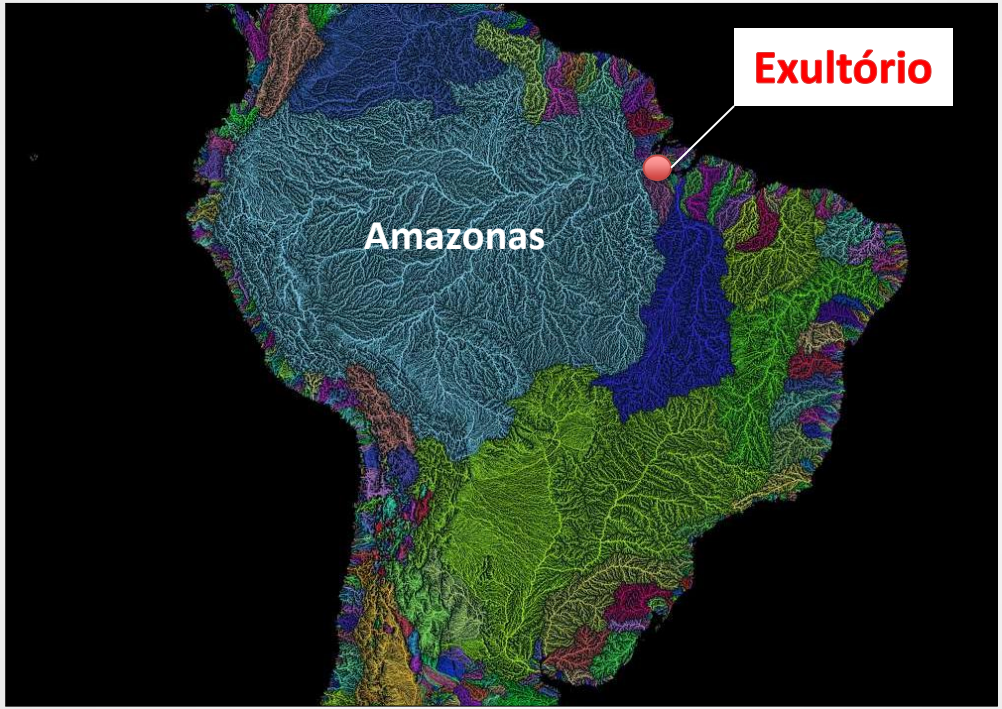
1. Bacia Hidrográfica

Bacia Hidrográfica delimitada na Serra da Mantiqueira, Passa Quatro - MG

Imagem retirada do Google Earth. Acesso em 18/12/17.

1. Bacia Hidrográfica

Bacias Hidrográficas do Brasil



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

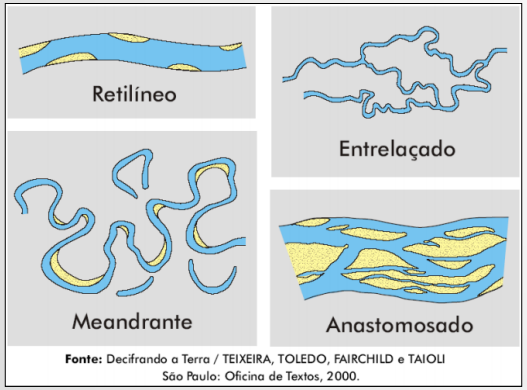
1. Bacia Hidrográfica

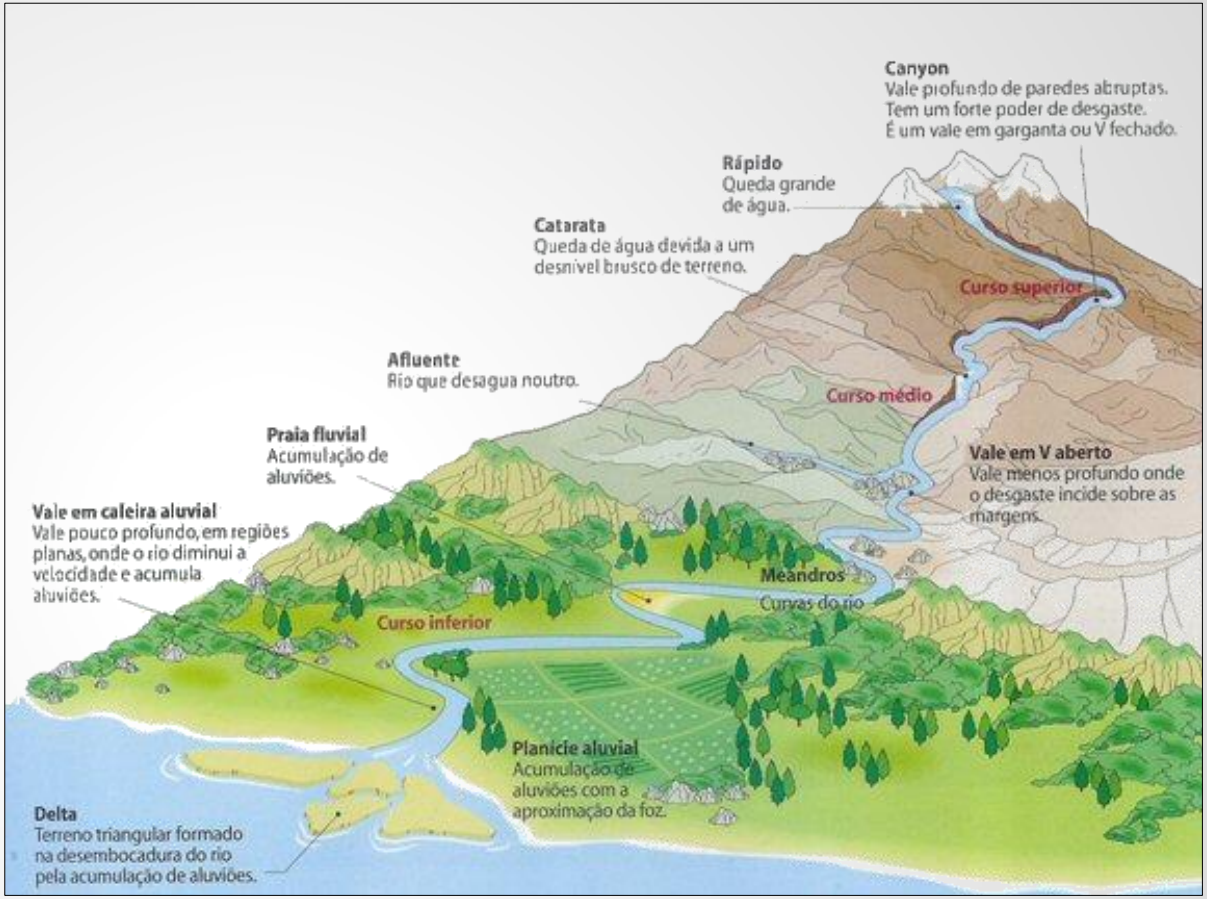
Bacias hidrográficas do ES

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. Iatabapoana

2. Canal Fluvial

Perfil esquemático de um canal de rio

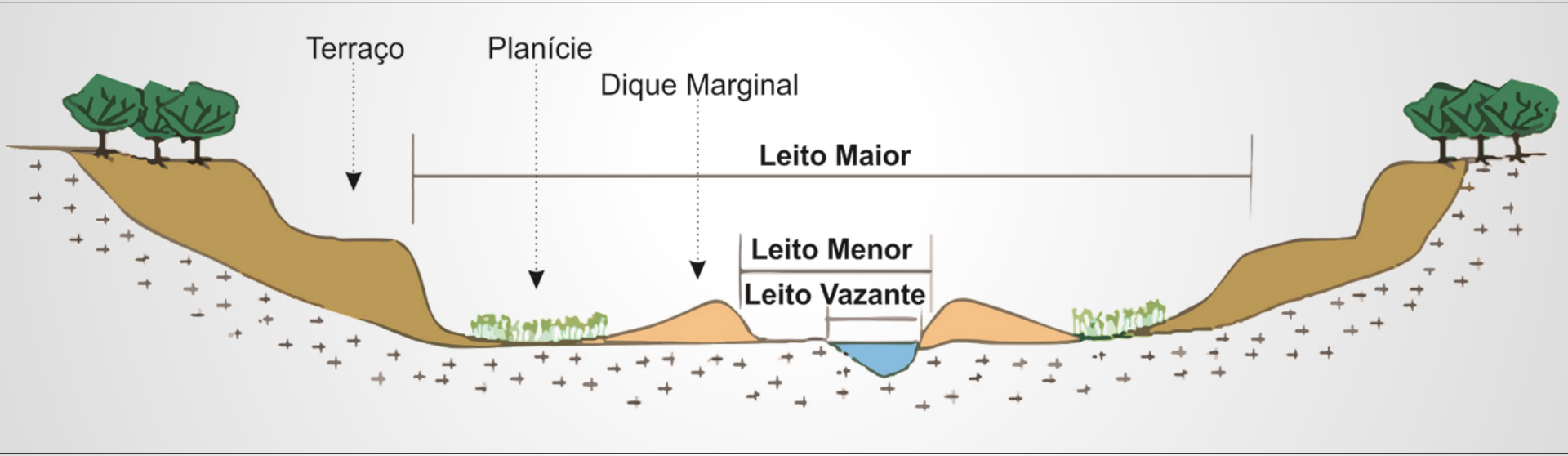




Fonte: <http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/uploads/7/esquema_rio.jpg>. Acesso em 14/11/17.

2. Canal Fluvial

Seção esquemática de um canal de rio



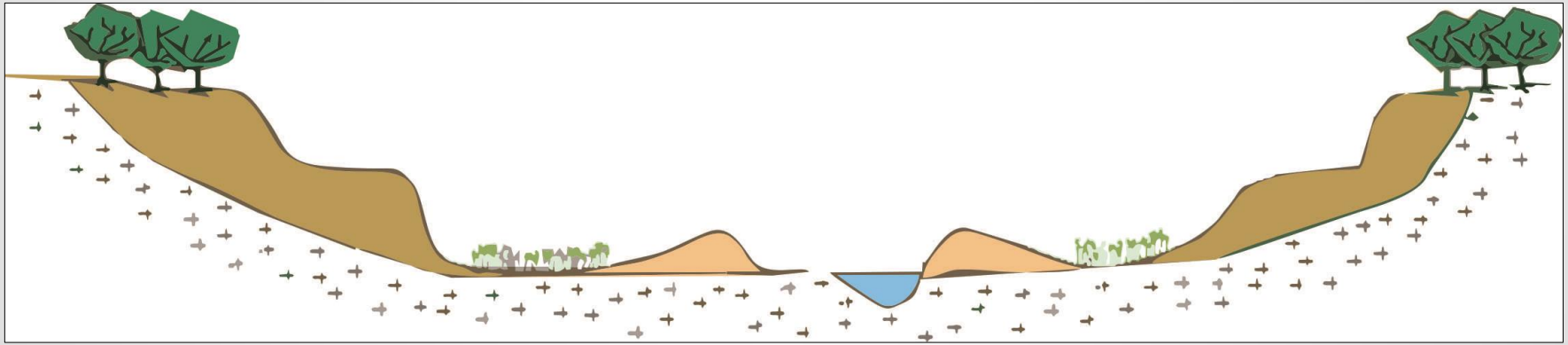
Modificado por Rafael Silva Araújo CPRM/SGB. Fonte: <http://www.rc.unesp.br>. Acesso 13/12/17

Leito regular ou calha de um rio
Planície de inundação

PROCESSOS

PROCESSOS

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

1. Vazante

Créditos : Euzivaldo Queiroz/ REUTERS. Fonte: <http://especiais.ig.com.br>. Acesso em 13/12/17

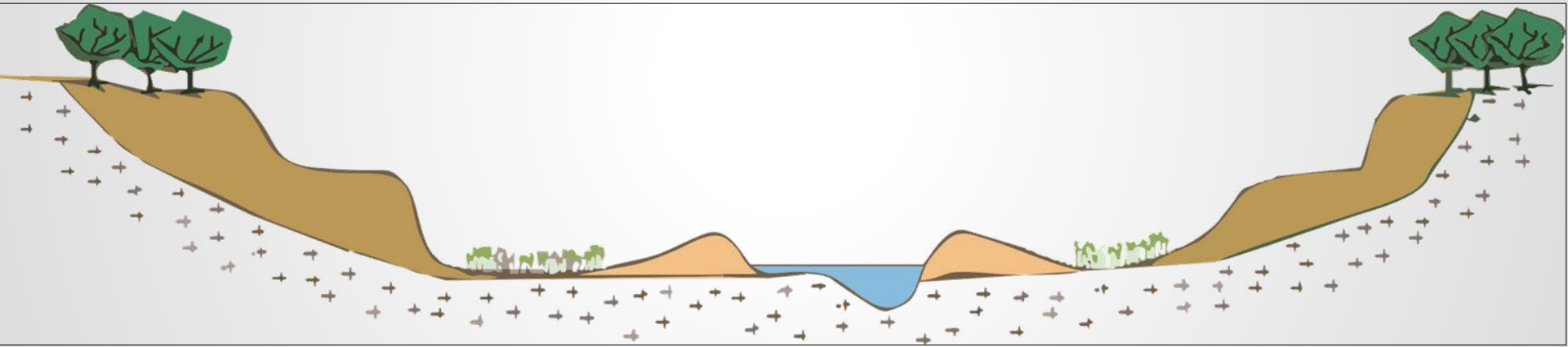
Leito do Rio Negro, Afluente do Rio Amazonas, em Manaus - AM

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

Leito do Rio Doce em Colatina - ES

PROCESSOS

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



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

2. Nível Normal

Créditos: DeMar. Fonte: <http://www.panoramio.com/>. Acesso em 13/12/17

Rio Cricáré em São Mateus/ES

Créditos: Rafael Silva Araújo. CPRM/SGB.

Rio Grande em São Sebastião do Alto - RJ

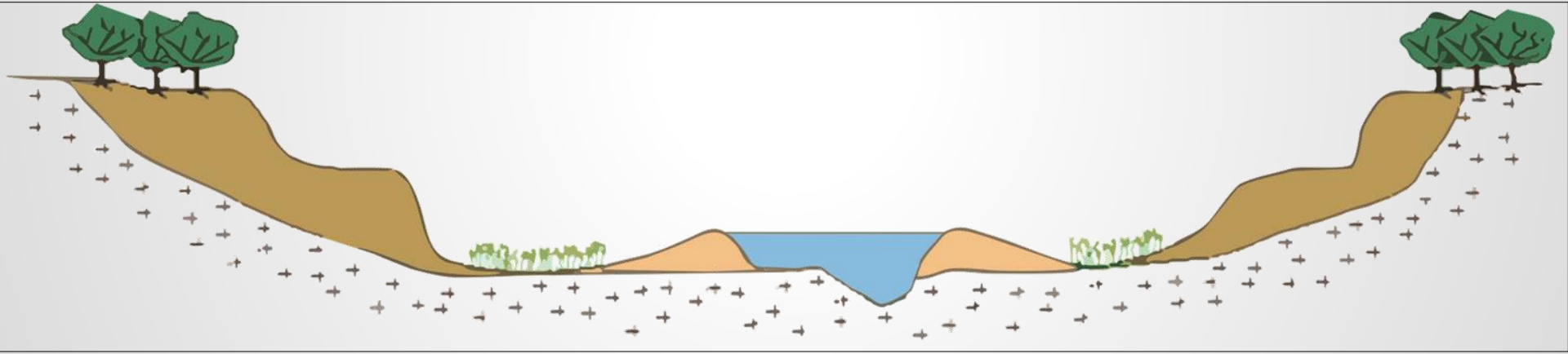
2. Nível Normal

Fonte: <http://www.prolinfo.com.br>. Acesso em 13/12/17

Rio São Francisco entre os Municípios de Juazeiro - BA e Petrolina - PE

PROCESSOS

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



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

3. Cheia

Créditos: Patrick Rodrigues / Agência RBS. Fonte: <http://jornaldesantacatarina.clicrbs.com.br>. Acesso em 13/12/17

Cheia do Rio Itajaí-Mirim em Brusque - SC

Fonte: <http://imagenspocosdecaldas.blogspot.com.br>. Acesso em 13/12/17

Cheia em Poços de Caldas - MG

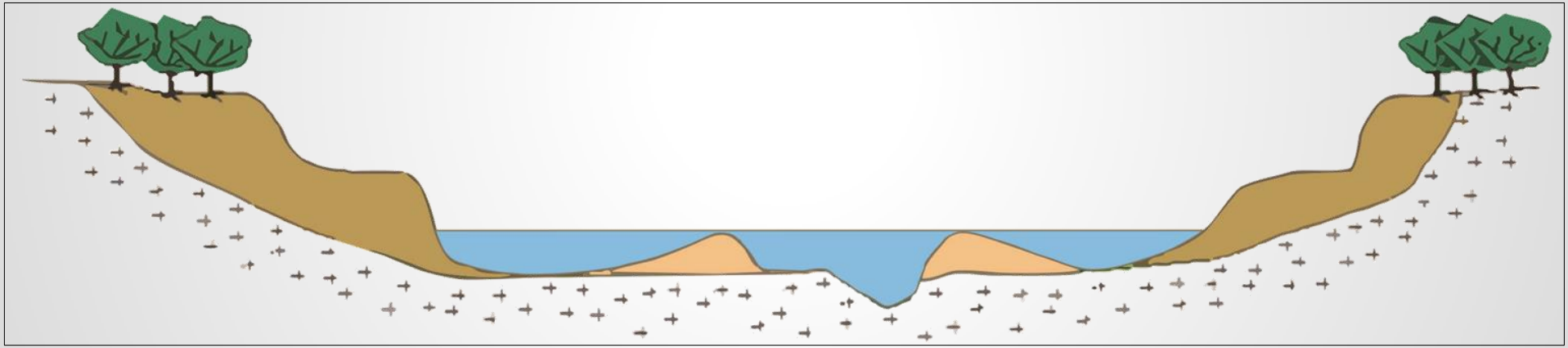
3. Cheia

Fonte: <https://www.gazetaonline.com.br>. Acesso em 13/12/17.

Cheia em Barra de São Francisco - ES

PROCESSOS

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

4. Inundação

Fonte: <http://meteomont.blogspot.com.br>. Acesso em: 14/12/17

Inundação do Rio Caí, Montenegro - RS

Créditos: Rádio Muriaé. Fonte: <http://portalcarangola.com>. Acesso em 21/12/17.

Inundação do Muriaé, Muriaé - MG

4. Inundação

Créditos: Aurelio Lins Leal. Fonte: <http://mapio.net/>. Acesso em: 17/12/17.

Inundação no Vale do Itajaí - SC

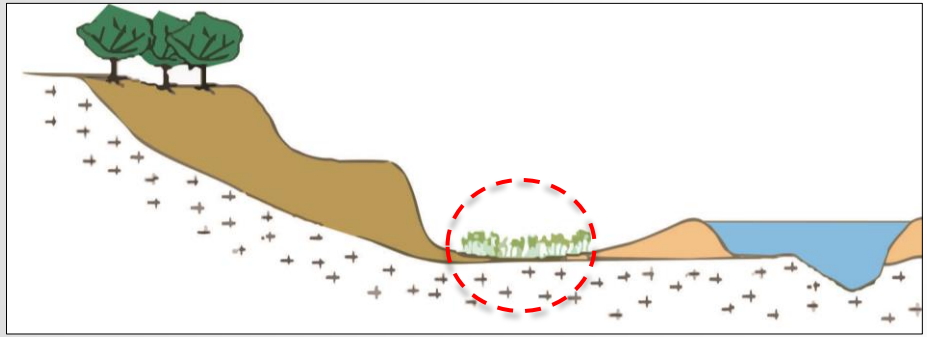
5. Enxurradas

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

Créditos: Leandro Saadi. Fonte: <http://g1.globo.com>. Acesso em 21/12/17.

6. Alagamentos

Acúmulo momentâneo de água em regiões com deficiência de drenagem. Pode ou não ter relação com processos fluviais.



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

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

PRINCIPAIS CONDICIONANTES

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

Fatores Climáticos

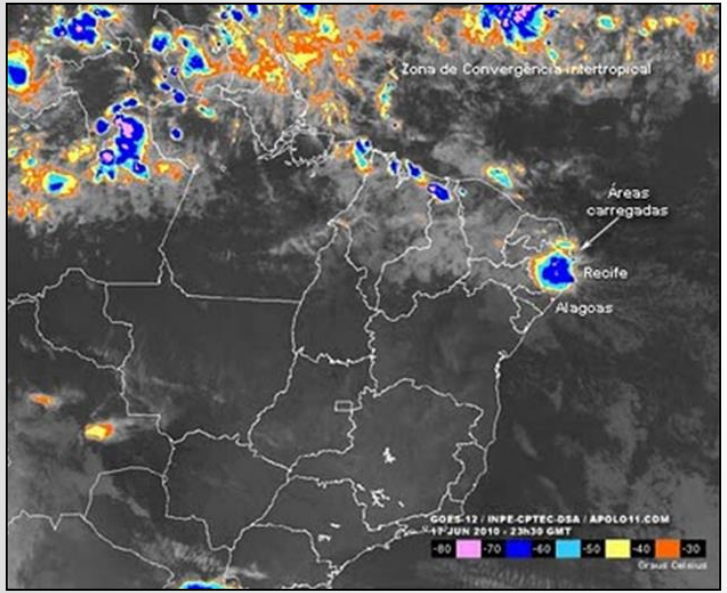
- Intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas;

Fatores Fisiográficos

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

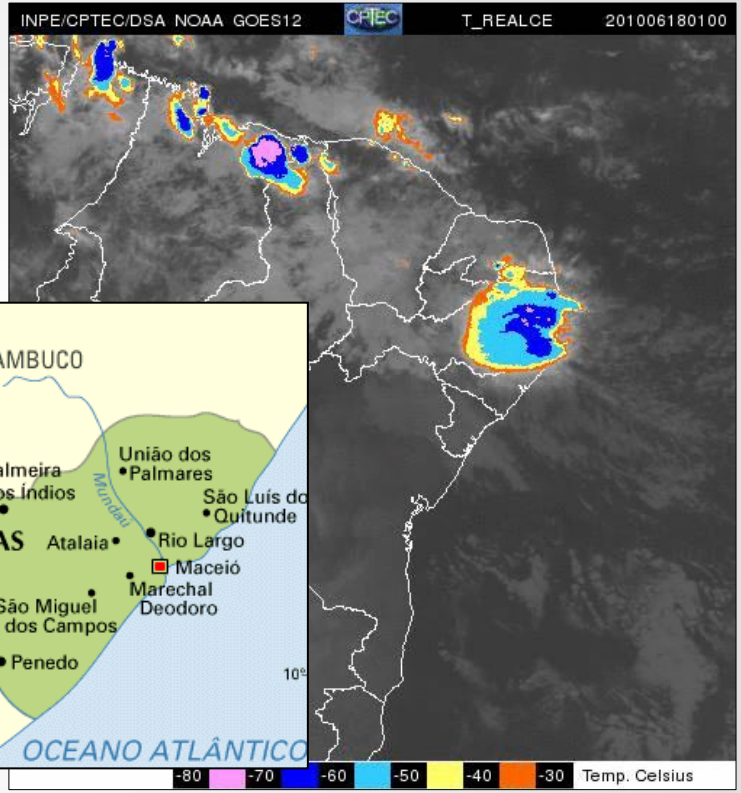
1. Chuva

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.



Fonte: <http://gaea-metro.blogspot.com.br>. 05/01/18

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



Fonte: <http://satelite.cptec.inpe.br>. Acesso em 05/01/18

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

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

Créditos: Clezivaldo Mizael 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.

2. Relevo

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

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.

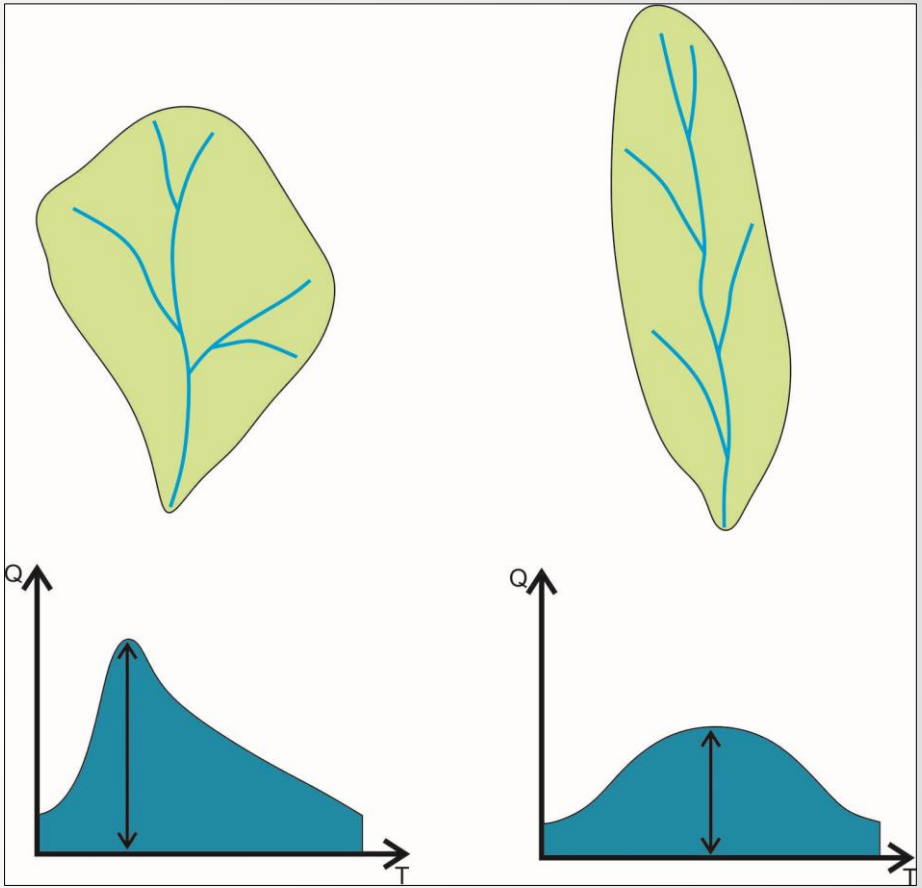
Relevo íngreme, São José do Vale do Rio Preto - RJ

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

Relevo suave, Angélica- MS

3. 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.



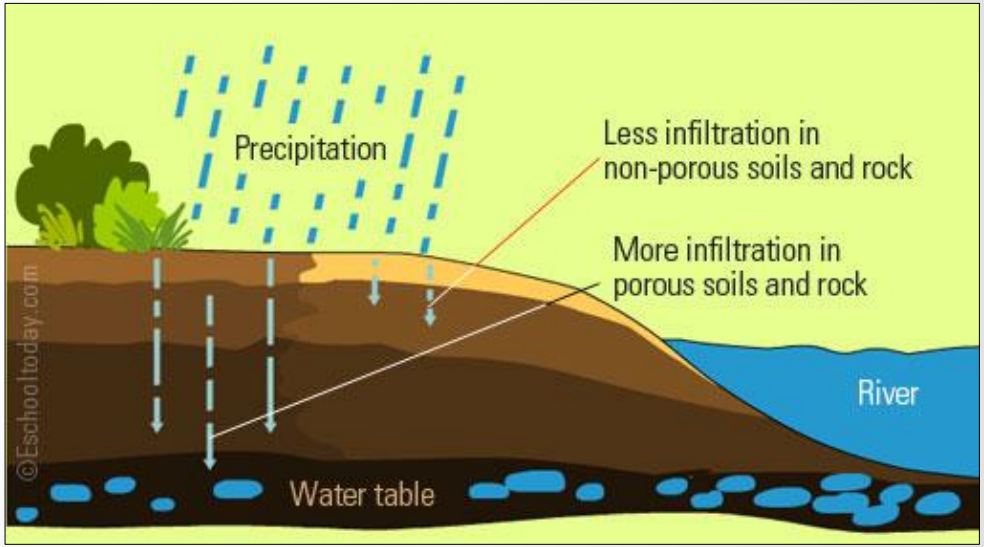
Geometria de bacias hidrográficas e respectivos hidrogramas (relacionamento vazão x tempo)

Créditos: Rafael Silva Araújo CPRM/SGB

4. Solo

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

Quando for pequena a umidade da camada superior do solo e o nível do lençol freático for baixo, parcela ponderável da precipitação poderá ser retida, tornando o escoamento superficial (e, portanto, o hidrograma) reduzido.

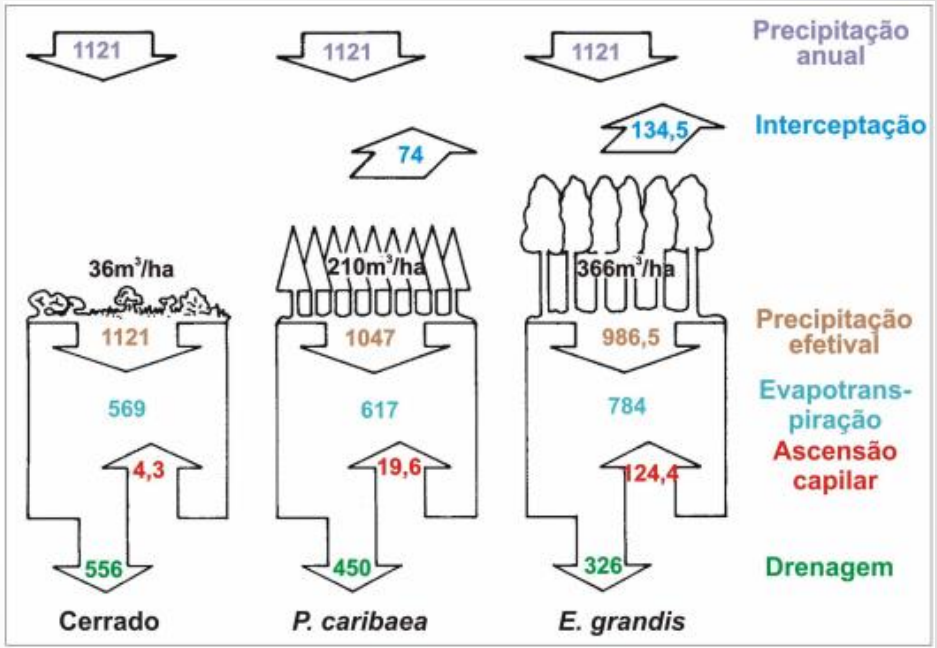


Fonte: <http://www.eschooltoday.com>. Acesso em 08/01/2018

5. 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.



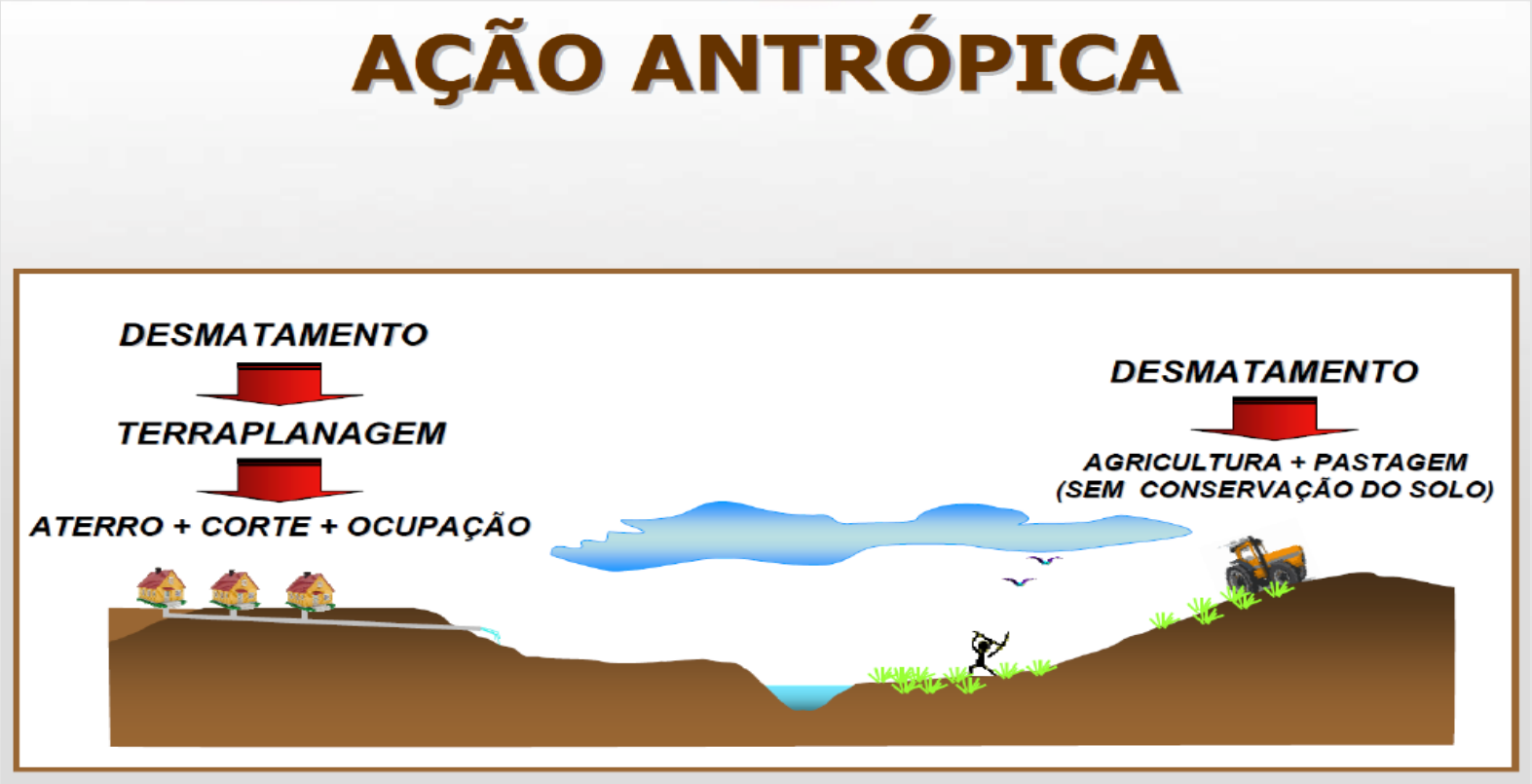
Créditos: Lima 1993. Fonte: Luiz de A. P. Bacellar, 2005.

5. Vegetação

Fonte: IPT

FATORES ANTRÓPICOS E RISCO

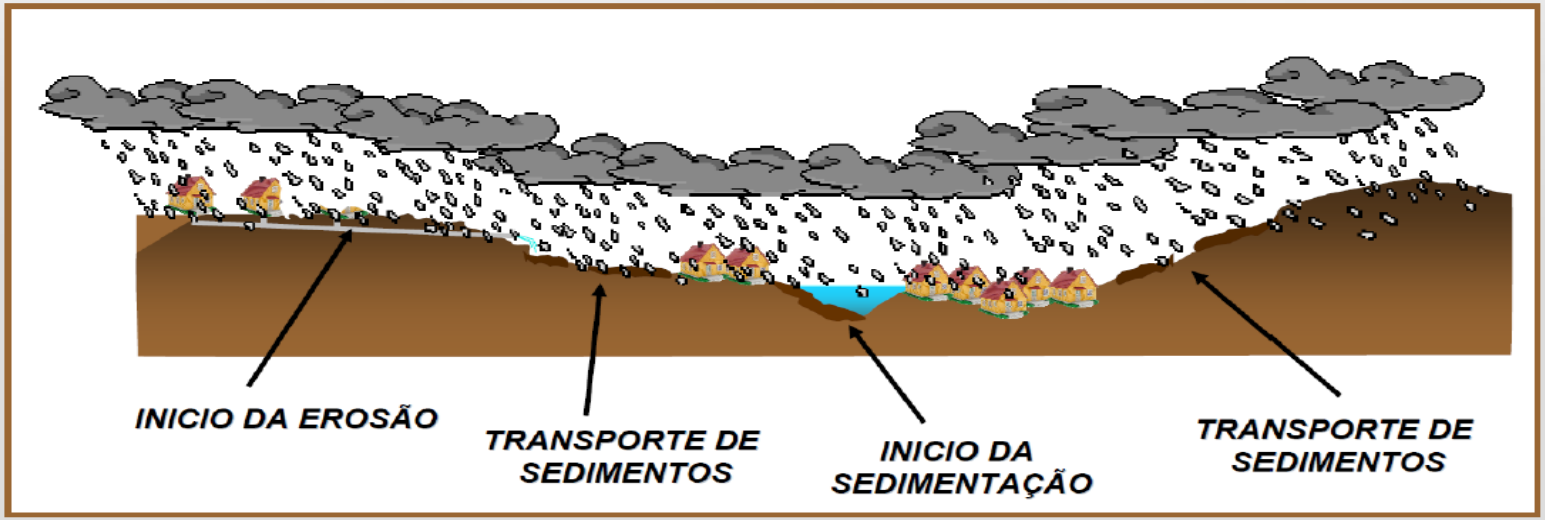
5. Vegetação



Fonte: IPT

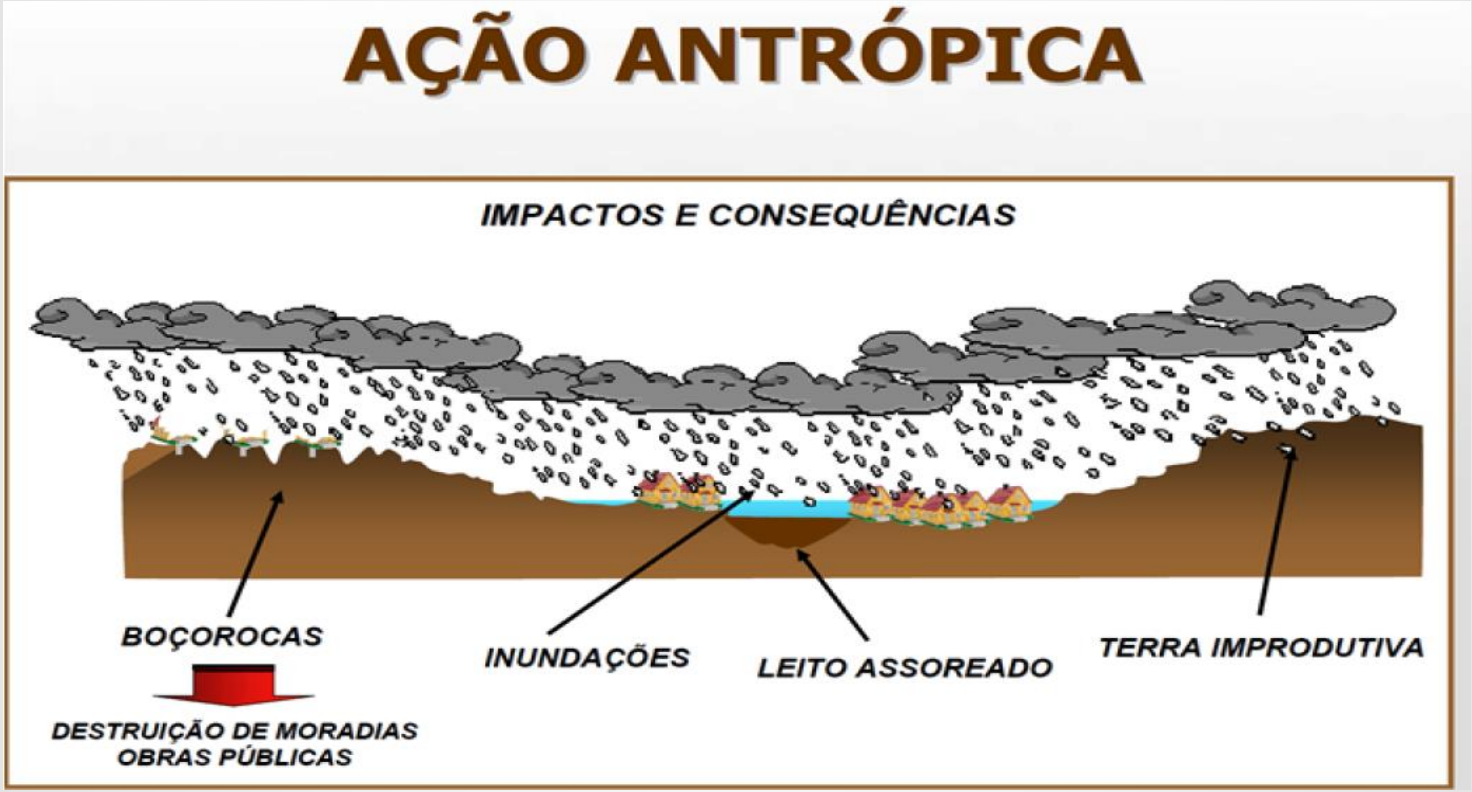
5. Vegetação

AÇÃO ANTRÓPICA



Fonte: IPT

5. Vegetação



Fonte: IPT

1. Ocupação das margens de cursos d'água e fundos de vale

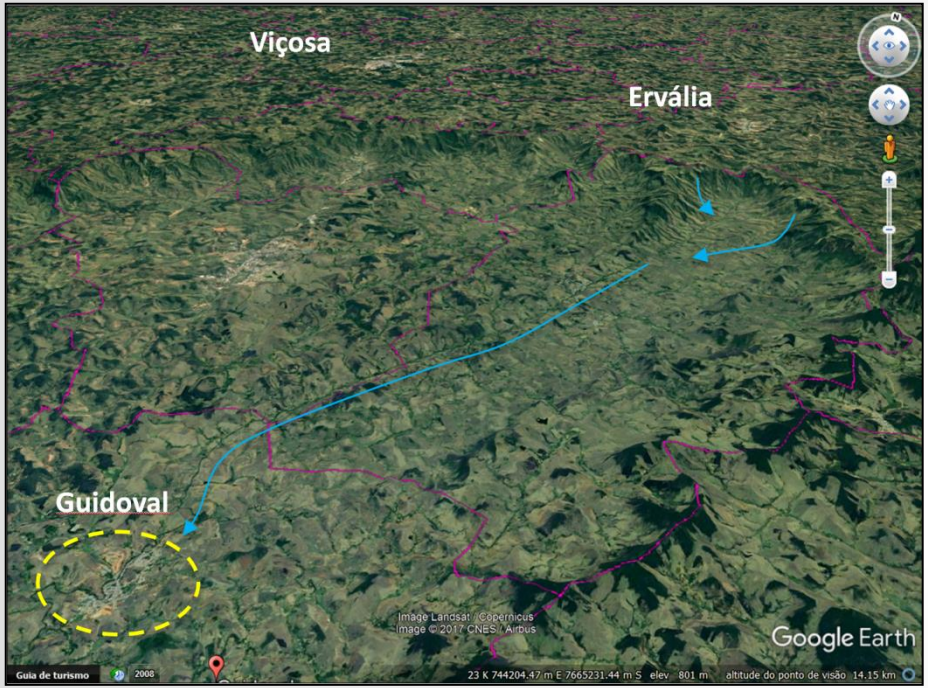


Imagem retirada do Google Earth. Acesso em 22/12/17.

Fonte: <http://cazetaonline.blogspot.com.br>. Acesso em 21/12/17.

Enxurrada no Rio Xopotó em Guidoval - MG

Altitude região de Ervália: aprox. 850m
Altitude do rio em Guidoval: aprox. 300m
Distância: aprox. 40 km

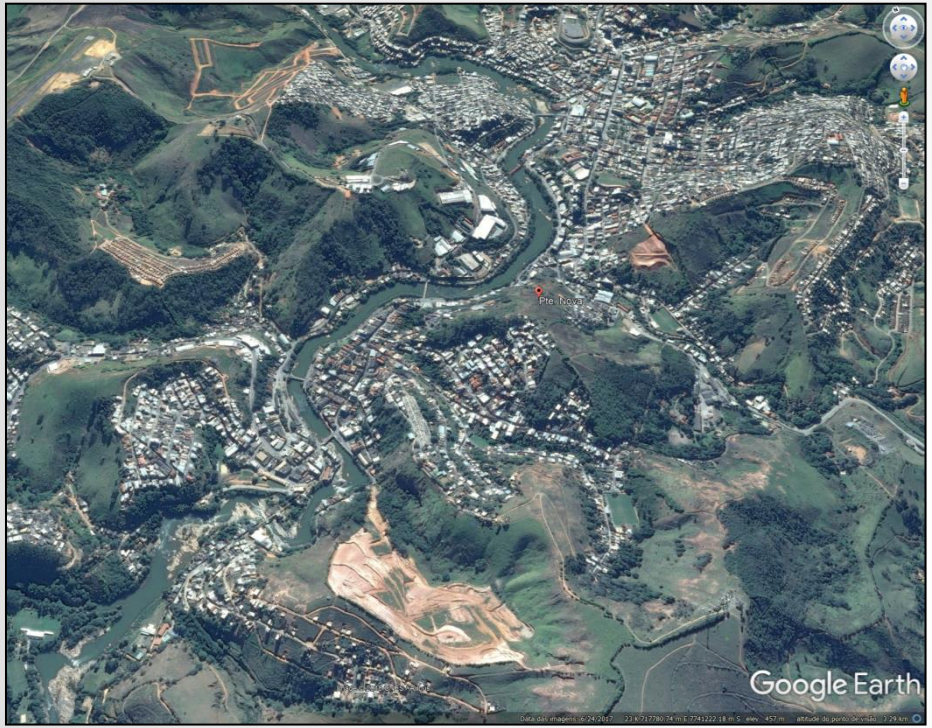


Imagem retirada do Google Earth. Acesso em 12/01/18.

Cidade de Ponte Nova ocupa toda a margem do rio, muitas vezes com obras de aterramento e elevação das margens.

Fonte: <http://www.atlasdasaguas.ufv.br>. Acesso em: 11/01/18

Destruição após inundação do Rio Piranga, Ponte Nova - MG

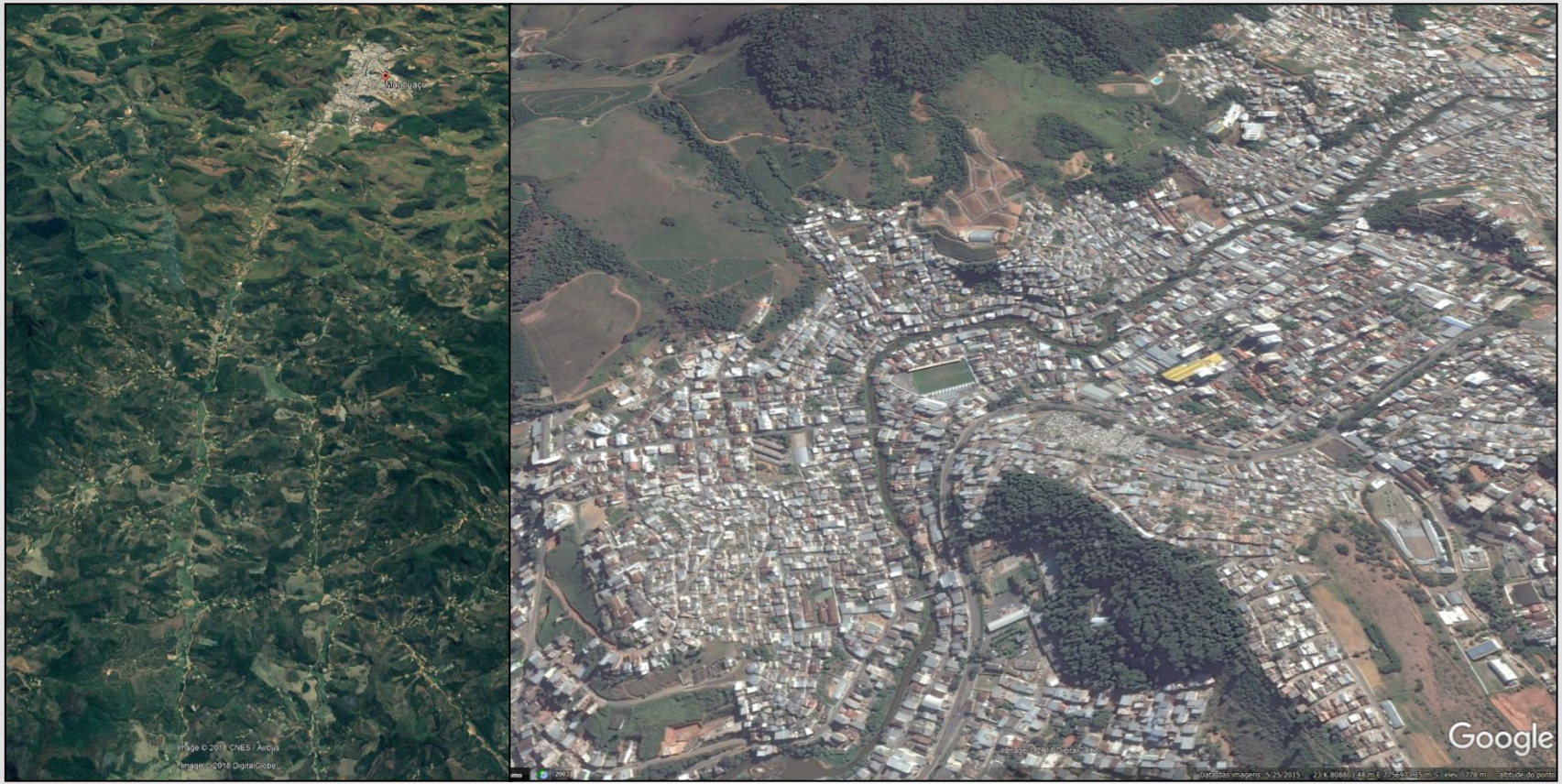


Imagem retirada do Google Earth. Acesso em 22/12/17.

Cidade de Manhuaçu – MG, ocupa toda a margem do rio Manhuaçu próxima a seu alto curso, com canal retilíneo.

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, e invadem também porções do leito menor.

2. Aterros nos leitos dos cursos d'água

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

Aterro em planície de inundação, Natal - RN

Fonte: <http://imgsapp.impresso.em.com.br>. Acesso em 11/01/18.

Disposição de entulhos no canal do Rio das Velhas, Sabará - MG

3. 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

Fonte: <http://brasilescola.uol.com.br>. Acesso em 10/01/18

Créditos: Rafael Araújo CPRM/SGB

Assoreamento no Rio Gualaxo do Norte, Ouro Preto - MG

Créditos: Rafael Araújo CPRM/SGB

Assoreamento no Rio Uruçu, Carlos Chagas - MG

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

Carreamento de sedimentos para curso d'água.

Créditos: HVL. Fonte:<https://pt.wikipedia.org>. Acesso em 11/01/18.

Assoreamento no Ribeirão Caladinho em Coronel Fabriciano - MG.

4. Mineração descontrolada em áreas de várzea

Fonte: <http://www.atlasdasaguas.ufv.br>. Acesso em: 11/01/18

Fonte: <http://www.atlasdasaguas.ufv.br>. Acesso em: 11/01/18

Garimpo nas margens do rio do Carmo, Mariana - MG

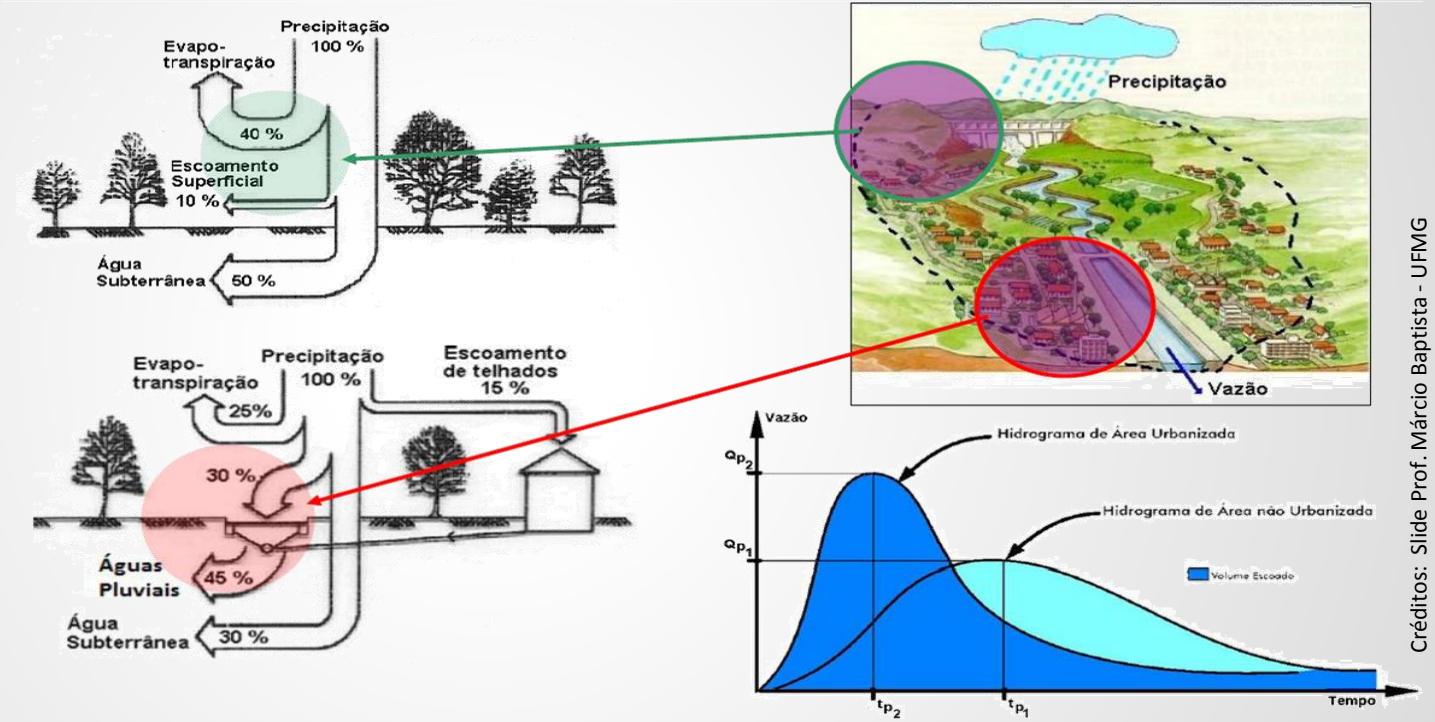
Fonte: <http://ambientalistageografico.blogspot.com.br>.
Acesso em 11/01/18.

Créditos: Júlio Lana CPRM/SGB

Antiga área de extração de argila, Nanuque - MG

5. Impermeabilização do solo;

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



Créditos: Slide Prof. Márcio Baptista - UFMG

5. Impermeabilização do solo;

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

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?

Fonte: <http://fontehidrica.blogspot.com.br>.

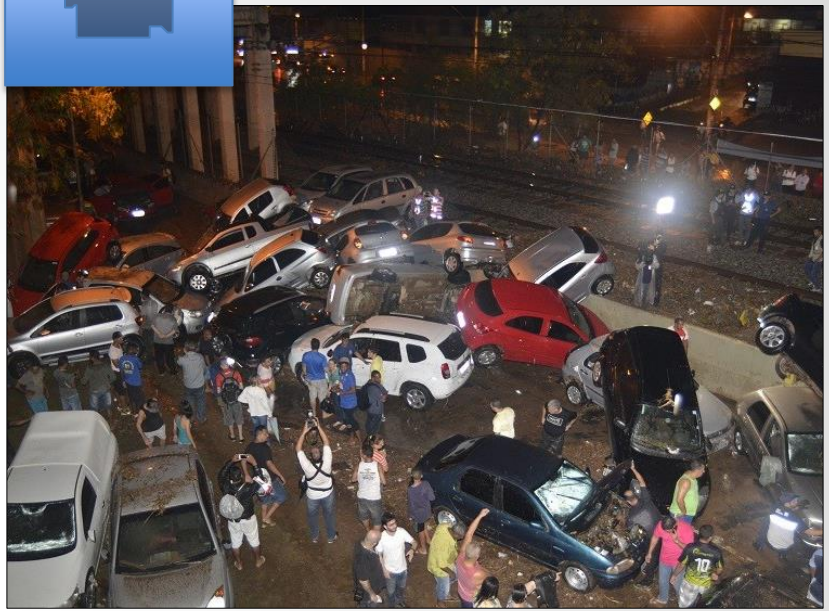
Inundação brusca urbana, Ribeirão Arrudas, Belo Horizonte - MG

Fonte: <http://ribeiraoarrudas.blogspot.com.br/> . Acesso em 18/12/17.

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

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

Altura cabeceira: aprox. 870m. Altura local da enxurrada: aprox. 750m.
Extensão até local: aprox. 8km.



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

Prejuízos após enxurrada no córrego Vilarinho em Belo Horizonte - MG

6. Barramentos, estrangulamentos de canal

Créditos: Júlio Lana CPRM/SGB

Canalização de córrego, Franciscópolis - MG

Créditos: Júlio Lana CPRM/SGB

Córrego confinado em pequeno canal, Nanuque - MG

6. Barramentos, estrangulamentos de canal

Créditos: Rafael Araújo CPRM/SGB

Afunilamento de canal de drenagem sujeito a enxurradas, Ouro Preto - MG

Créditos: Rafael Araújo CPRM/SGB

Casa construída sobre canal de drenagem, Ouro Preto - MG

7. Despejo de resíduos sólidos urbanos;

Fonte: <http://gestaocompartilhada.pbh.gov.br/>. Acesso em 11/01/2018

Lixo e entulhos retirados após limpeza de córrego urbano, Belo Horizonte - MG

Créditos: Júlio Lana CPRM/SGB

Lixo e entulhos lançados no Rio Uruçu, Carlos Chagas - MG

8. Problemas ne 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.

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

Avenida José de Alencar. Porto Alegre - RS

AÇÕES DE MITIGAÇÃO

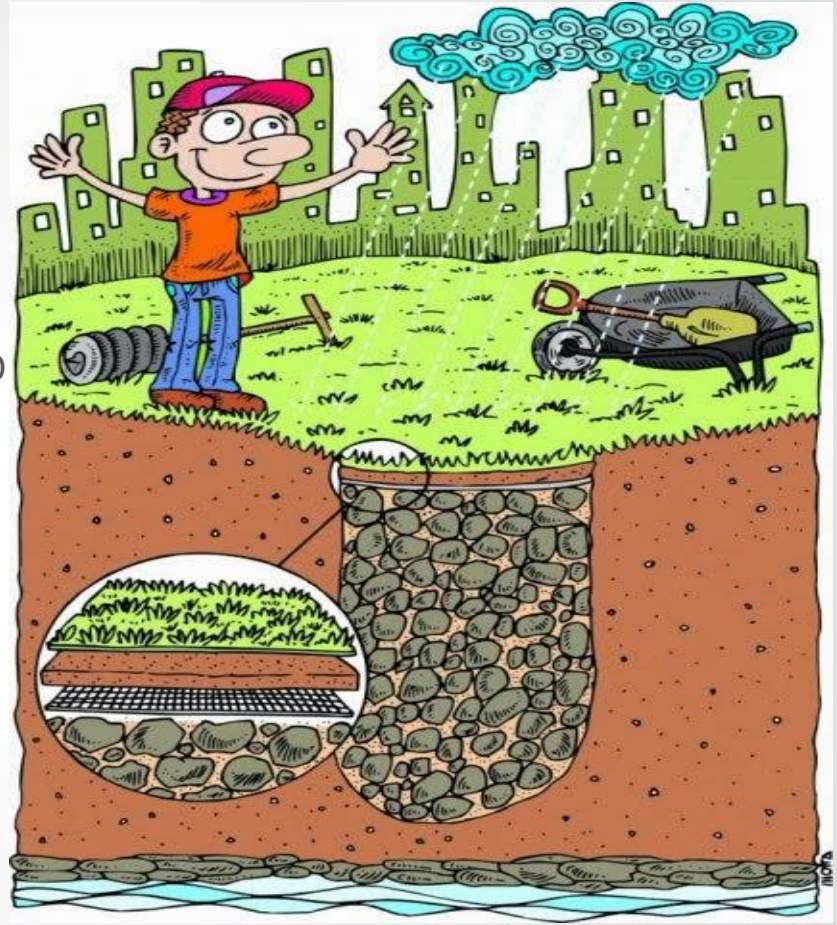
Ações estruturais

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

- Thomas Dunne; Luna B. Leopold. Water in Environmental Planning. Nova York: W.H. Freeman &Co., 1978. 818p.
- Lídia Keiko Tominaga, Jair Santoro, Rosangela do Amaral (orgs). Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo : Instituto Geológico, 2009, 196 p.
- Luís Marcelo de Oliveira. Acidentes Geológicos Urbanos. Curitiba: MINEROPAR, 2010 (1ª Edição), 78 p.
- Antônio José Guerra; Sandra Baptista da Cunha (orgs). Geomorfologia: Uma Atualização de bases e conceitos. 12ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. 474p.
- Maurício Dalpiaz Mello, Rosemy da Silva Nascimento, Sung Chen Lin. Educação para a prevenção e redução de riscos climáticos . Florianópolis: UFSC, 2014. 98p.
- Antenor Rodrigues Barbosa Júnior . Escoamento Superficial . Antenor Rodrigues Barbosa Júnior . In: Elementos de Hidrologia Aplicada. s.d. 92- 155p.
- Carlos E.M. Tucci. Gestão de águas pluviais urbanas. Brasília :Ministério das Cidades, 2006. 194p.(Saneamento para Todos; 4º volume).
- GOERL, R.F.; KOBIYAMA, M. Considerações sobre as Inundações no Brasil. XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2005, João Pessoa. Anais... Porto Alegre, ABRH, 2005.
- Bacellar, L de A. P. O papel das florestas no regime hidrológico de bacias hidrográficas. Geo.br. Ouro Preto, p. 1-39, 2005.

Michele Silva Santana
Geógrafa – Analista em Geociências

Superintendência de Belo Horizonte: Av. Brasil, 1731 - Funcionários
Cep: 30.140-002 – Belo Horizonte - MG
Tel.: 31 3878-0335 - Fax: 31 3878-0322

E-mail: michele.santana@cprm.gov.br
www.cprm.gov.br