

8 de Abril de 2025



CAPACITAÇÃO EM PERCEPÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO

Processos Erosivos



EROSÃO - Processo de **desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas** pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos (plantas e animais). (IPT, 1986)

Podem ser acelerados pela ação humana*

Erosão Pluvial



Voçoroca em Ouro Preto – MG.
Créditos: Ítalo Prata, CPRM/SBC

Erosão Glacial



Fonte:
<<https://i2.wp.com/meioambienterio.com/wp-content/uploads/2017/04/Eros%C3%A3o-Glacial.jpg?ssl=1>>. Acesso em: 14/11/17.

Erosão Eólica



Fonte:
<http://images.nationalgeographic.com/wpf/me-dia-live/photos/000/008/cache/arizona-rock_824_990x742.jpg>. Acesso em: 14/11/17.



EROSÃO HÍDRICA NAS VERTENTES

Escoamento superficial e subsuperficial

- Erosão por salpicamento
- Erosão laminar
- Erosão linear – sulcos
- Erosão linear – ravinas
- Fluxo subterrâneo – ***piping***
- Voçorocas



- Erosividade da Chuva
- Erodibilidade do solo
- Característica das encostas
- Cobertura vegetal

A interação destes fatores causa variações na taxa de erosão entre uma área e outra



EROSIVIDADE DA CHUVA

 capacidade da chuva de causar erosão.

- Chuvas mais intensas causam mais erosão.
- A intensidade da chuva influencia no **escoamento superficial** quando a capacidade de infiltração é excedida.
- Força da gota e força de arraste.



Fonte:
<[https://pt.wikipedia.org/wiki/Chuva#/media/File:Chuva-\(gotas\).JPG](https://pt.wikipedia.org/wiki/Chuva#/media/File:Chuva-(gotas).JPG)>. Acesso em 16/11/2017.



Fonte:
<<http://www.portalnovasaterraosa.com.br/uploads/2017-10-30-12-42-36-chuvas-6.jpg>>. Acesso em 16/11/2017.



Erodibilidade do Solo



maior ou menor resistência à ação erosiva das águas.

Textura (granulometria)

- Algumas frações granulométricas são removidas mais facilmente que outras
- Frações areia média e silte são mais facilmente removidas.

Estrutura (arranjo)

- Tipo: laminar, prismática, colunar, blocos angulares, blocos subangulares, granular
- Grau de desenvolvimento: solta, fraca, moderada, forte

Presença de matéria orgânica

- Agrega partículas e dificulta erosão

Densidade aparente

- O aumento da densidade aparente reduz a infiltração
- Menores taxas de infiltração resultam em mais fluxo superficial



Erosão diferencial entre camadas de rochas alteradas, Material argiloso x material siltoso Nova Lima – MG.





Erodibilidade das Rochas

Condicionantes:

- **Propriedades da rocha** (textura, estrutura, mineralogia, etc...);
- **Grau de alteração** (intensidade da transformação dos minerais);
- **Meteorização** (temperatura, humidade, pH, potencial de oxi-redução, actividade biológica);
- **Grau de faturamento** (fragmentação).

Rochas com diferentes competências, sofrem erosão com diferentes intensidades:



Erosão diferencial entre camadas de arenito x folhelho. BR-116, em Santa Catarina.

Créditos: Marcelo Ambrosio, CPRM/SBC



Vegetação

A cobertura vegetal é o fator mais importante de defesa natural do solo contra a erosão.

- Intercepta gotas d'água;
- Diminui escoamento superficial;
- Aumenta taxa de infiltração;
- Aumenta absorção de água nos solos orgânicos.



Fonte: <<http://profwladimir.blogspot.com.br/2016/05/experimento-importancia-vegetacao-agua.html>>. Acesso em 14/11/17.

Erosão pluvial



Fonte: <<https://docplayer.com.br/81714632-Livro-eletronico-aula-00-geografia-p-colegio-naval-2018-com-videoaulas.html>>, pag. 36. Acesso em 17/08/2020.



EROSÃO POR SALPICAMENTO

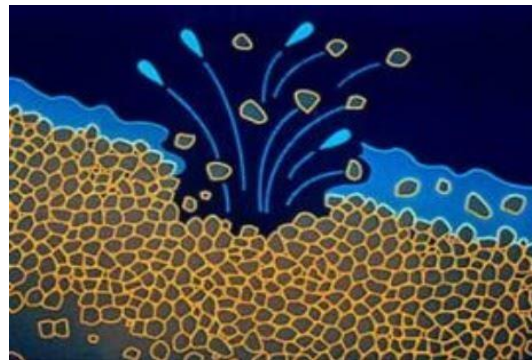
- Remove partículas pelo impacto de gotas de chuva;
- Pode formar crostas no solo diminuindo a infiltração e aumentando o fluxo superficial;



Fonte: <<http://static.panoramio.com/photos/large/65770.jpg>>. Acesso em 14/11/17.



Fonte: <<http://www.alphay.com>>. Acesso em 27/11/2017.



Fonte: <<http://www.hillsdalecounny.info>>. Acesso em 14/11/17.

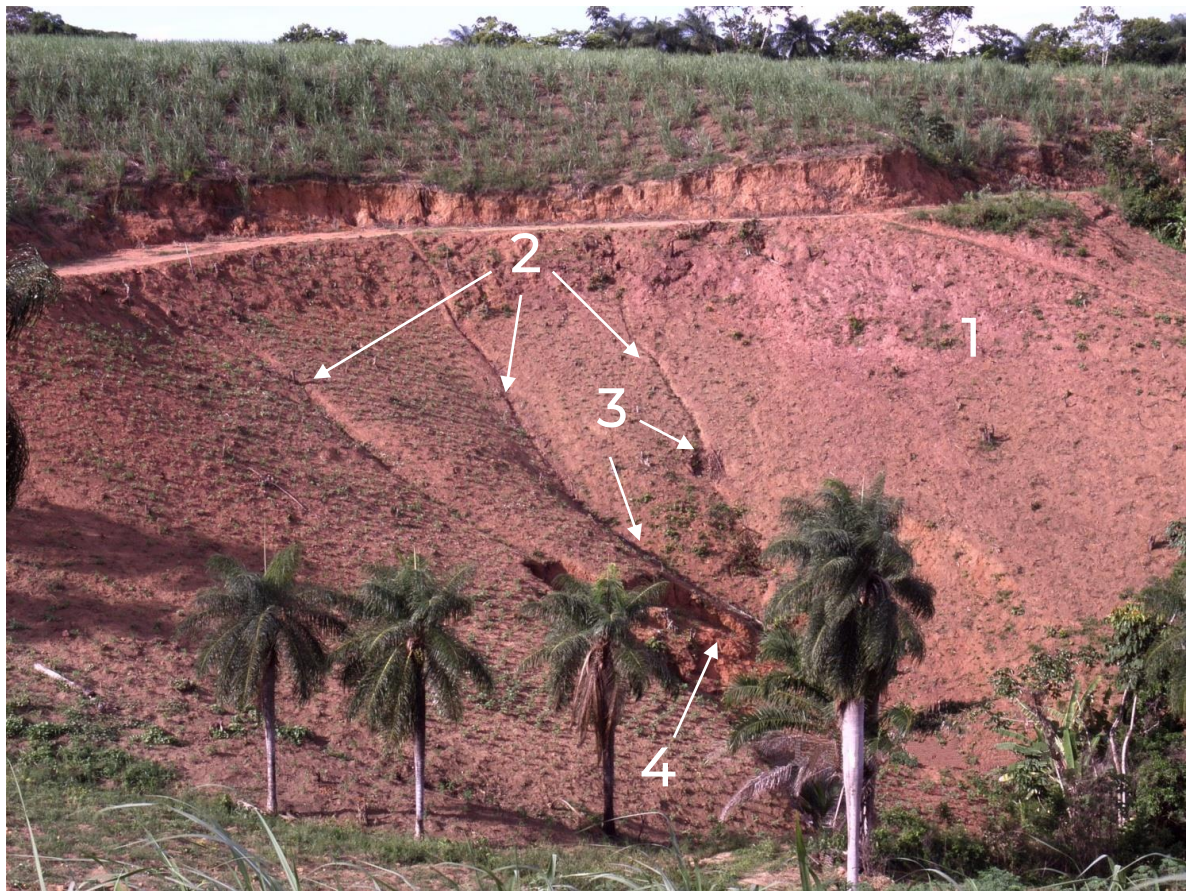




Erosão pluvial

Tipos de escoamento superficial

- 1- Laminar
- 2- Sulcos
- 3- Ravinas
- 4- Voçorocas



Fonte: Jorge Pimentel



Erosão Laminar (Lençol)

Escoamento difuso da água, remoção progressiva e uniforme do solo.



Fonte: <<http://l.bp.blogspot.com/-JwGsMBO7lu4/UXnsoyP4ZsI/AAAAAAAAACLM/vlHC1HCkTII/s1600/eros%C3%A3o+laminar.jpg>>. Acesso em 14/11/17.



Fonte: <https://d2gne97vdumgn3.cloudfront.net/api/file/nULssdISSum0MtG4PtsQ>>. Acesso em 14/11/17.





Sulcos

- Tendem a ser efêmeros
- Em períodos secos, podem ser preenchidos



Imagem: Anselmo Pedrazzi



Fonte: <<http://static.panoramio.com/photos/large/85775035.jpg>>. Acesso em 14/11/17.



Ravinas

- Não são sazonais – mais profundas
- Sem associação com o lençol freático



Imagem: Anselmo Pedrazzi



© Alamy Live News.

Fonte: <http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2014/02/04/article-2551912-1B31735F00000578-452_634x423.jpg>. Acesso em 14/11/17.





Fluxo Subterrâneo - Piping

Formação dos dutos relacionada à dissolução e carreamento de minerais em subsuperfície.



Fonte: <<https://www.soils.org/files/images/news/soil-pipe-openings.jpg>>. Acesso em 14/11/17.



Fonte: <<https://gsoil.files.wordpress.com/2012/10/kwaad1.jpg>>. Acesso em 14/11/17.

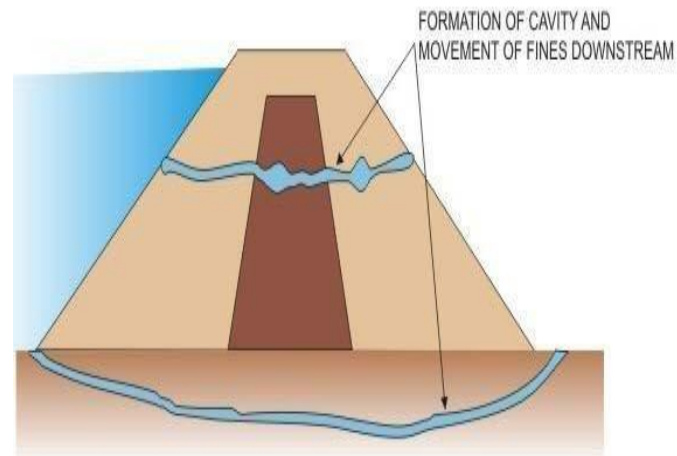




Fluxo Subterrâneo - Piping



https://www.researchgate.net/figure/Earth-dam-failure-by-internal-erosion-piping-3_fig1_297714057



https://www.researchgate.net/figure/21-Internal-erosion-and-piping-through-dam-body-and-foundation_fig14_330113598



- Não são sazonais;
- Rápida evolução;
- Associação com o lençol freático;
- Conectadas à rede de drenagem local;
- Combinação de diversos fenômenos:
- Erosão superficial & subsuperficial;
- Solapamentos;
- Deslizamentos.



Voçoroca em Loanda– PR.

Créditos: Prefeitura Municipal de Loanda.

Acúmulo de lixo.



Voçoroca em Brasília, DF. Créditos: Anselmo Pedrazzi.

Saída de rede de drenagem.



Voçoroca em Brasília, DF.

Créditos: Defesa Civil de Brasília.

Rápida evolução.



Santo Antônio do Leite, Ouro Preto - MG. Foto:
Anselmo Pedrazzi.

Solapamento das margens.



Caucáia - CE.
Foto: Anselmo Pedrazzi.

Erosão Fluvial



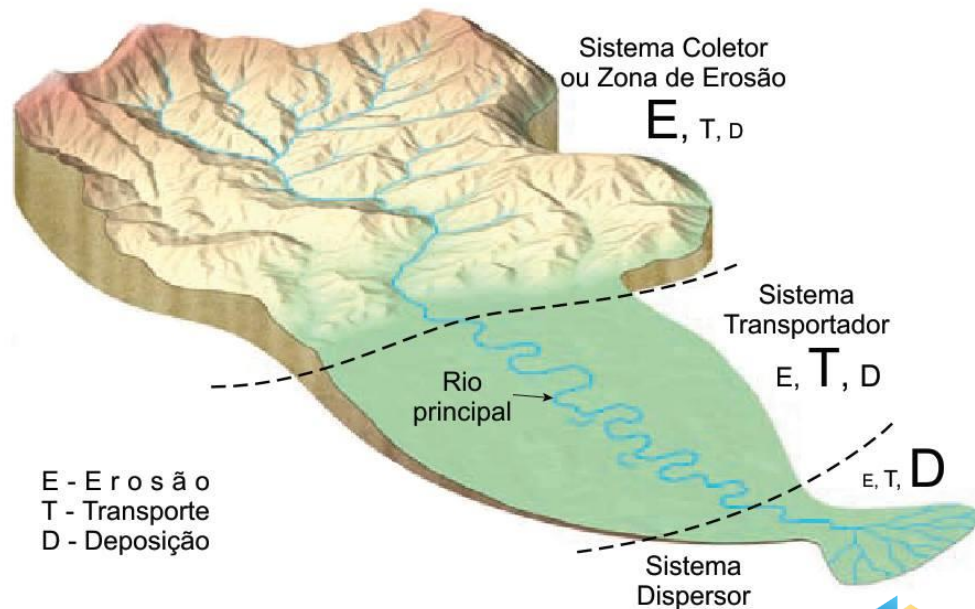
Erosão Fluvial

Ao longo do percurso de um rio, existem regiões preferenciais para erosão e deposição.

EROSÃO → ENERGIA

A **velocidade** das águas de um rio tem **caráter dinâmico ao longo do canal**, e depende de diversos fatores como:

- Declividade do perfil longitudinal do rio;
- Rugosidade do leito;
- Volume;
- Forma do canal.



Créditos: Modificado de Lutgens et al. 2012.

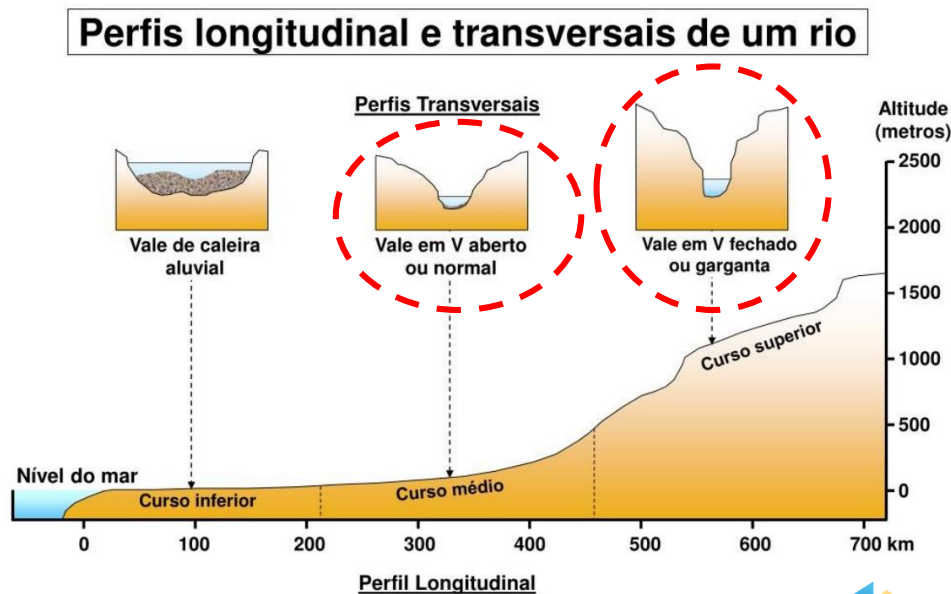


Erosão Fluvial

A **Erosão Fluvial** corresponde ao processo erosivo que ocorre nas calhas dos rios.

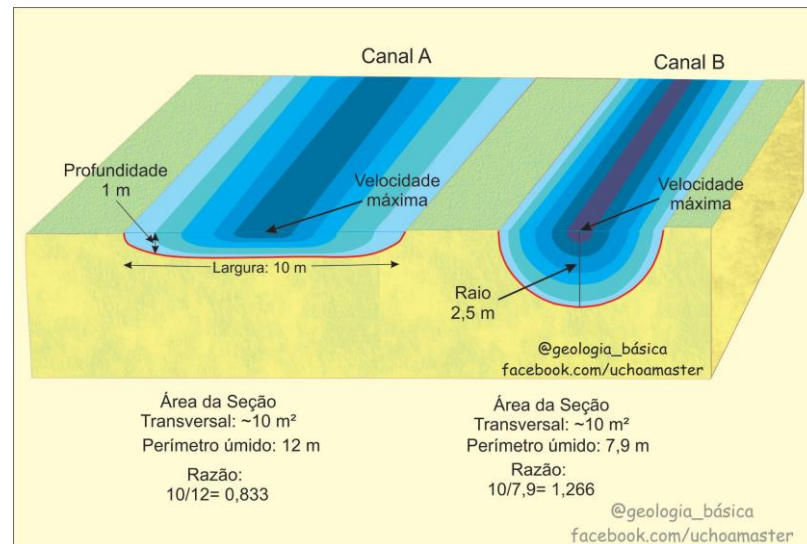
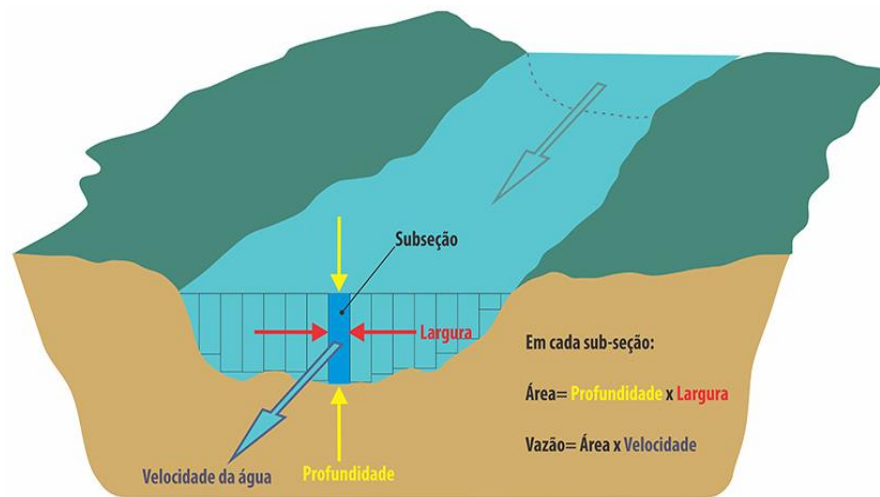
Pode ocorrer de duas formas genéricas:

- **Lateral** (desgaste nas margens, contribuindo para alargamento dos vales)
- **Vertical** (aprofundamento do leito dos rios)



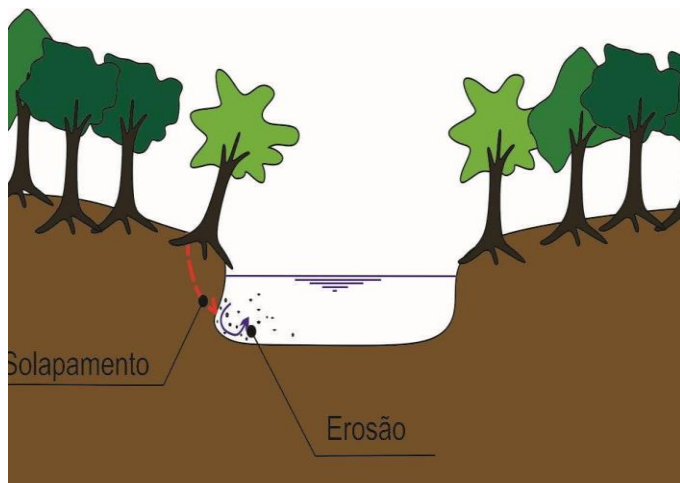
Descarga Fluvial

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



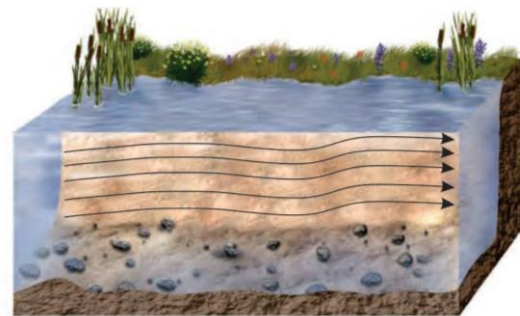
Erosão Lateral – Fluxo Lento

- É aquela em que o rio remove os sedimentos das áreas marginais do rio, causando a ampliação da largura do leito do rio;
- Predominam fluxos laminares, menor capacidade de transporte;
- O rio transporta partículas predominantemente finas.



Créditos: Rafael Silva Araújo CPRM/SGB

As partículas de
água se movem em
linhas paralelas!



Fluxo Laminar

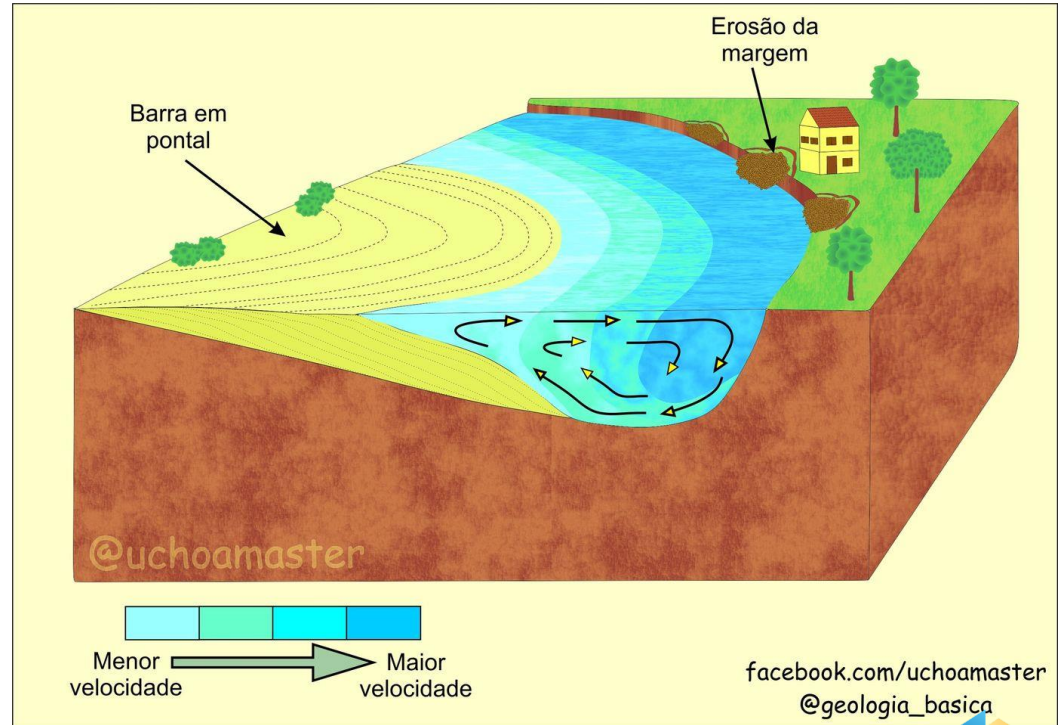
Crédito: Modificada de Monroe et al., 2007



Rios Meandrantes

A velocidade da água no lado externo da curva é maior do que no lado interior porque a distância a ser percorrida é maior.

Esta diferença e o atrito da água na parede do canal promovem a erosão na parte externa da curva e deposição na interna.



Erosão Lateral



Fonte: <<http://files.professoralexeihowatzki.weebnode.com.br/>> Acesso em 14/11/17

Rio Meandrante



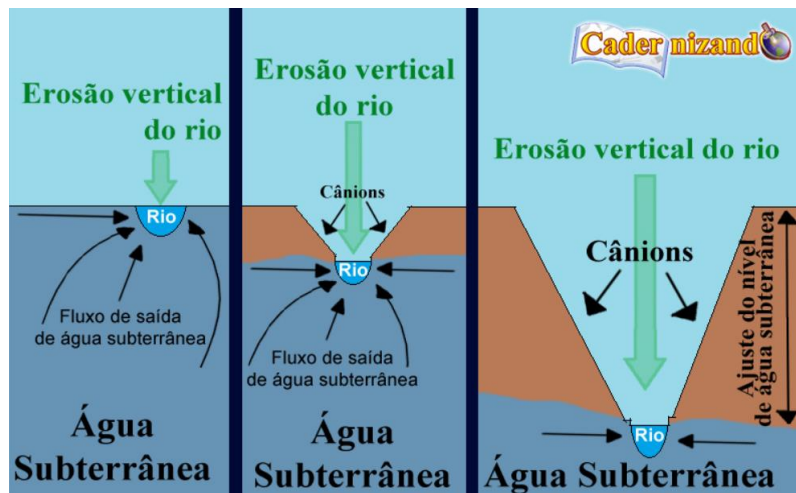
Fonte: <<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/30/ce/15/30ce15acf99f2a6c2996502afa8ba77.jpg>> Acesso em 14/11/17

Rio Meandrante

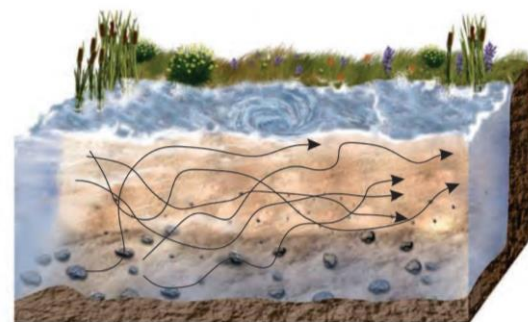


Erosão Vertical – Fluxo Rápido

- É aquela em que o rio remove os sedimentos do seu fundo, ou esculpe o assoalho rochoso, causando o aprofundamento do rio;
- Predominam fluxos turbulentos, maior capacidade de transporte;
- A capacidade de transporte atinge partículas maiores.



O fluxo laminar é rompido por vórtices que geram fluxos em diferentes direções do fluxo principal!



Fluxo Turbulento

Erosão Vertical



Créditos: Geraldo Salomão. Fonte: <http://static.panoramio.com/photos/large/188771941.jpg> Acesso em 23/11/17

Erosão em leito rochoso, Mariana – MG.



Imagem: Anselmo Pedrazzi

Cachoeira Casca D'Anta, Serra da Canastra, MG



Erosão Fluvial

Exemplos



Fonte: <<https://guiaecologico.files.wordpress.com>>. Acesso em 14/12/17.



Fonte: <<https://guiaecologico.files.wordpress.com>>. Acesso em 14/12/17.



Fatores Antrópicos

Abertura de ruas sem a devida proteção e drenagem – Formação de sulcos e ravinas.



Créditos: Júlio Lana, CPRM/SBG

Ravina aberta em rua, com comprometimento de sistema de esgoto.
Capelinha – MG. Créditos: Júlio Lana, CPRM/SBG.



Fatores Antrópicos

Drenagem sem finalização adequada* – Ruptura e erosão remontante

(*Escada hidráulica, caixas de dissipação, etc)



Erosão causada por sobrecarga do sistema de drenagem pluvial. Capelinha – MG.

Créditos: Júlio Lana, CPRM/SBG



Fatores Antrópicos

- Reativação ou aceleração de feições erosivas
- Lançamento de esgoto dentro de feições erosivas;
- Ocupação de borda de feições erosivas.



Lançamento de esgoto em ravina e casas construídas em bordas de voçoroca.
Capelinha – MG. Créditos: Júlio Lana, CPRM/SGB.



Fatores Antrópicos

- Ocupação de margem de rios

- Habitações em margens ou dentro de canais de rios sem obras protetivas ou controle de erosão podem ser destruídas por **solapamento**;



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

Em decorrência das fortes chuvas o rio subiu rapidamente durante a madrugada, destruindo as casas em sua margem, Teresópolis – RJ.



Foto: Kassilene Teixeira, <<http://bioclimaufv.blogspot.com.br>>. Acesso em 24/11/2015.

Casa tomba na margem do rio Xopotó, Visconde do Rio Branco – MG.

Fatores Antrópicos

- Exposição de solo, drenagem deficiente e concentração de fluxo pluvial;
- Formação de sulcos e ravinas devido à concentração de fluxos pluviais.



Via sem pavimentação, Antônio Dias – MG.
Créditos: Rafael Araújo, CPRM/SBC



Erosão em via pavimentada, Ouro Preto – MG.
Créditos: Júlio Lana, CPRM/SBC

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

