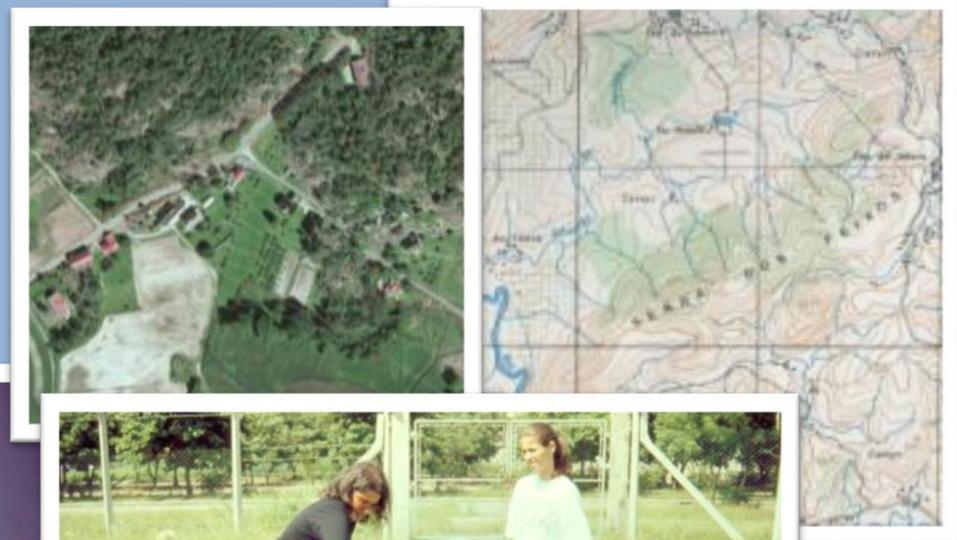


TÉCNICAS DE CAMPO EM GEOMORFOLOGIA

A maioria das pesquisas em Geomorfologia passa por três níveis de análise:

- *trabalho de gabinete*
- *trabalho de campo*
- *trabalho de laboratório*



TÉCNICAS DE CAMPO EM GEOMORFOLOGIA



TÉCNICAS DE CAMPO EM GEOMORFOLOGIA









TÉCNICAS DE CAMPO EM GEOMORFOLOGIA

Os trabalhos de gabinete constituem-se, sobretudo, na elaboração do projeto, nas pesquisas bibliográficas, cartográficas e de dados pré-existentes.

A pesquisa de campo, por sua vez, processa-se de dois modos: um básico inicial que se caracteriza pelo trabalho de **observação e descrição mais precisa possível**, incluindo coletas de amostras para análise laboratorial, e um segundo, **marcado pelos ensaios e experimentos de campo**.

Evolução do Pensamento Geográfico e Geomorfológico e as Geotecnologias



TÉCNICAS DE CAMPO EM GEOMORFOLOGIA

Um dos focos da pesquisa geomorfológica é a relação
entre a forma e o processo.

Entretanto, muitas formas não podem ser totalmente explicadas pela natureza e intensidade dos processos geomórficos atuantes hoje. Desta forma, deve-se considerar os eventos ocorridos no passado para melhor entender as formas da paisagem.

(SUMMERFIELD, 1991)

PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS

EXÓGENOS: Predominantemente envolve a DENUDAÇÃO (remoção do material, que geralmente leva a redução relevo).

Fontes de energia dos vários processos exógenos são:

- radiação solar (evaporação da água, circulação atmosférica)
- gravidade (queda da água, do gelo e de partículas de rocha e de solo)



PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS

ENDÓGENOS:

Processos que geralmente constroem o relevo, levando ao aumento do relevo (Diastrofismo ou Tectonismo)

OROGENIA

Formação de Montanhas
Intensos fraturamentos
e/ou dobramentos

EPIROGENIA

Causa soerguimento e
rebaixamento
(subsidiência)

MAGNITUDE E FREQUÊNCIA

O conhecimento da freqüência com que os eventos de diferentes magnitudes ocorrem é crucial para explicar qualquer formação da paisagem.

Medições de vários processos geomórficos em uma escala de tempo mostraram que eventos extremos e de alta intensidade são *raros* e que eventos de baixa a média intensidade ocorrem em grande parte do tempo.

Disciplina	Contribuição para a Geomorfologia (exemplos)	Contribuição da Geomorfologia (exemplos)
Geofísica	Mecanismos e taxas de soerguimento	Resposta erosiva ao soerguimento
Sedimentologia	Reconstrução de eventos passados a partir de seqüências sedimentares	Formas de canais aluviais na interpretação de sedimentos fluviais
Geoquímica	Taxas e natureza das reações químicas no intemperismo das rochas	Mobilização de elementos nos ambientes da superfície terrestre
Hidrologia	Frequência e intensidade das cheias	Concentração de sedimentos nos canais
Climatologia	Efeitos dos elementos climáticos nas taxas e na natureza dos processos geomórficos.	Efeitos dos depósitos e da morfologia nas variáveis climáticas
Pedologia	Efeito das propriedades dos solos na estabilidade das encostas	Controle topográfico sobre os processos de formação dos solos
Biologia	Papel da cobertura vegetal no controle dos processos erosivos	Controle topográfico sobre micro-ambientes de vida vegetal
Geografia	História e processos das mudanças antrópicas	Repostas dos processos geomorfológicos
Engenharia	Técnicas para análise da estabilidade das encostas	Identificação de feições morfológicas indicativas de instabilidade de encostas
Ciência espacial	Base para o entendimento de ambientes criadores de formas	Interpretação de paisagens planetárias por analogia com formas terrestres.

Exemplos da relação entre a Geomorfologia e outras disciplinas (modificado de SUMMERFIELD, 1991, pg. 4)

TÉCNICAS DE CAMPO EM GEOMORFOLOGIA

O desenvolvimento tecnológico possibilitou a utilização de novos meios:

MAPAS TOPOGRÁFICOS MAIS PRECISOS;
FOTOGRAFIAS AÉREAS E IMAGENS DE SATÉLITES;
INSTRUMENTOS E EQUIPAMENTOS MAIS MODERNOS

Na formação do Geomorfólogo existe a necessidade do aprendizado da Física, Química, Matemática, Estatística e Computação.

TÉCNICAS DE CAMPO EM GEOMORFOLOGIA

EXEMPLO 01:

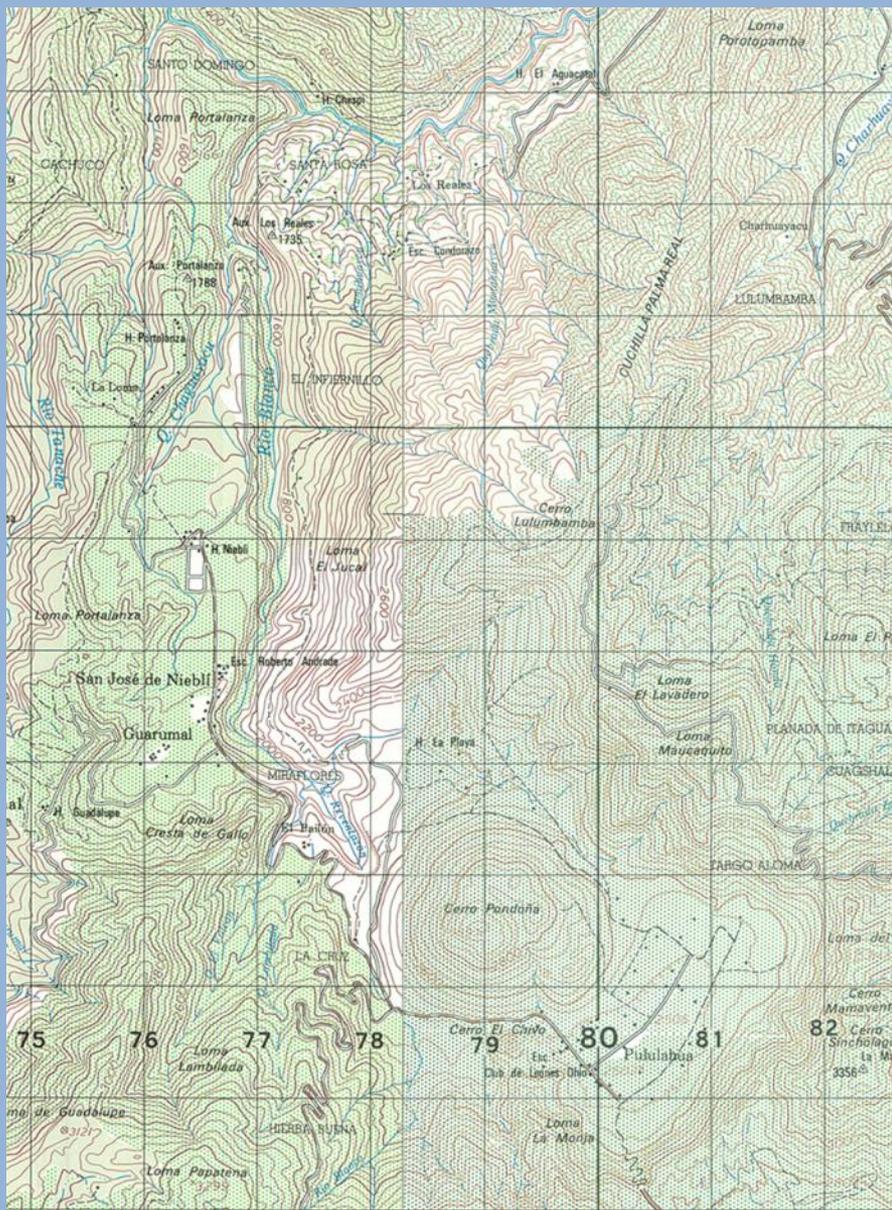
Morfometria Como Técnica De Análise Geomorfológica

EXEMPLO 02:

Técnicas de campo

EXEMPLO 01:

Morfometria Como Técnica De Análise Geomorfológica

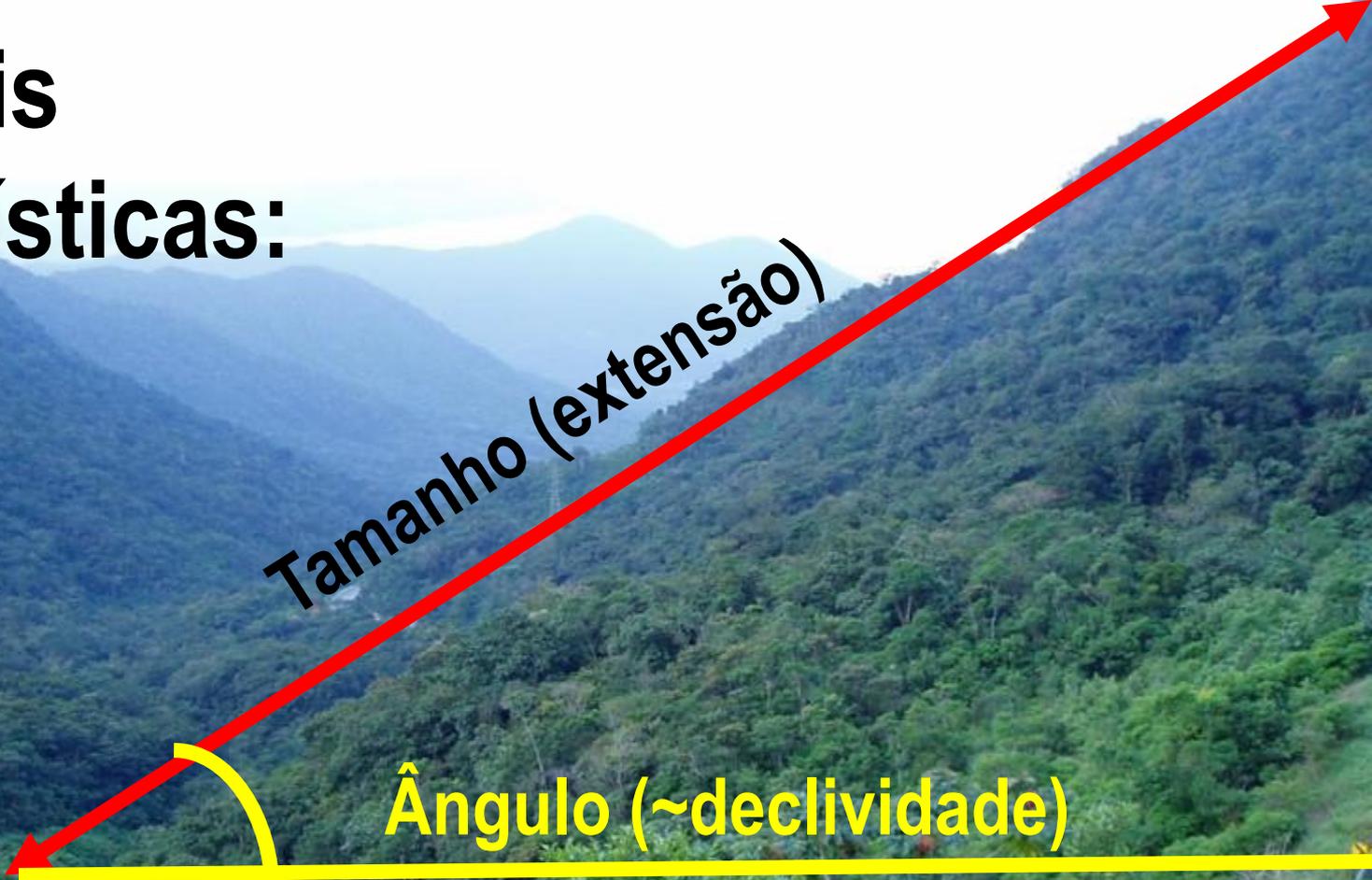


Vertentes:

- Comprimento
 - Altura
 - Declividade
 - Forma (Côncava, Convexa e Retilínea)
-
- Rede de Drenagem
 - Comprimento
 - Largura
 - Densidade

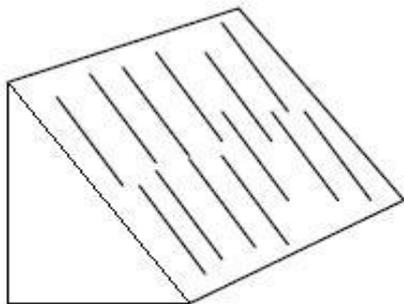
Principais características:

Tamanho (extensão)

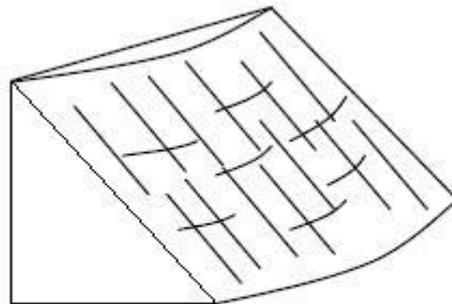


Ângulo (~declividade)

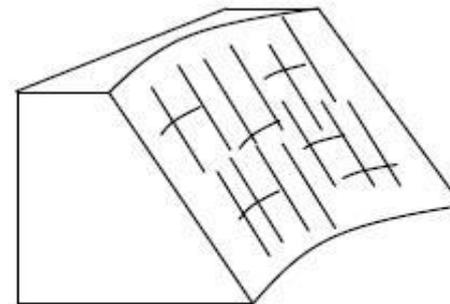




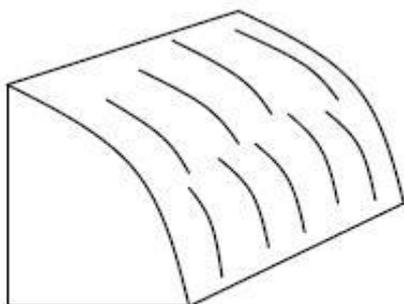
Linear - Linear



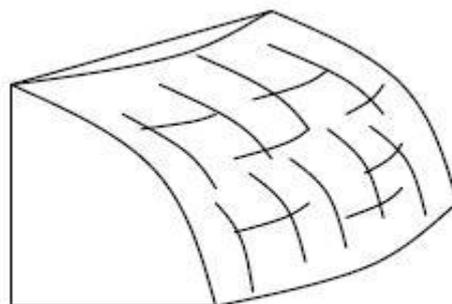
Linear - Convexo



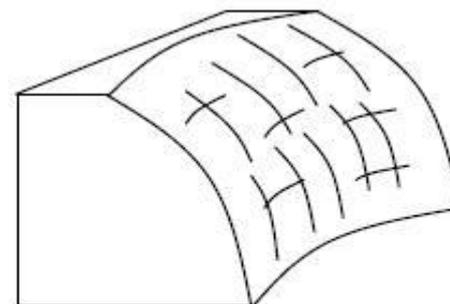
Linear - Côncavo



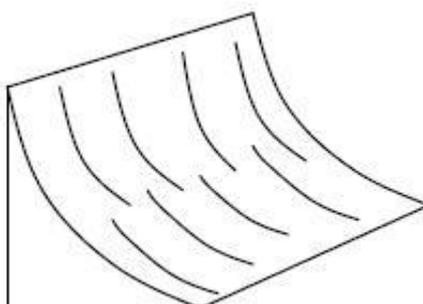
Convexo - Linear



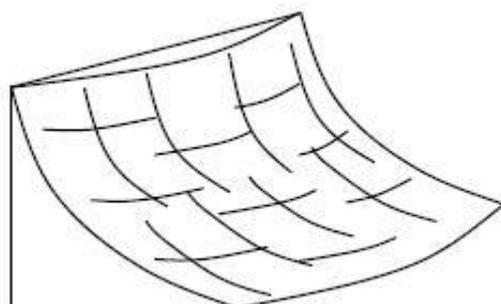
Convexo - Convexo



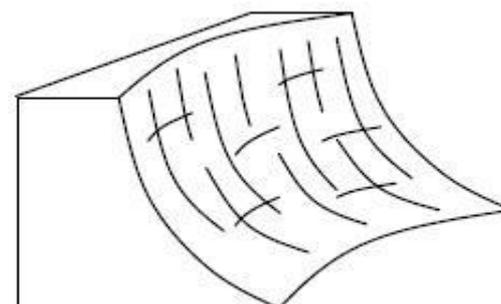
Convexo - Côncavo



Côncavo - Linear

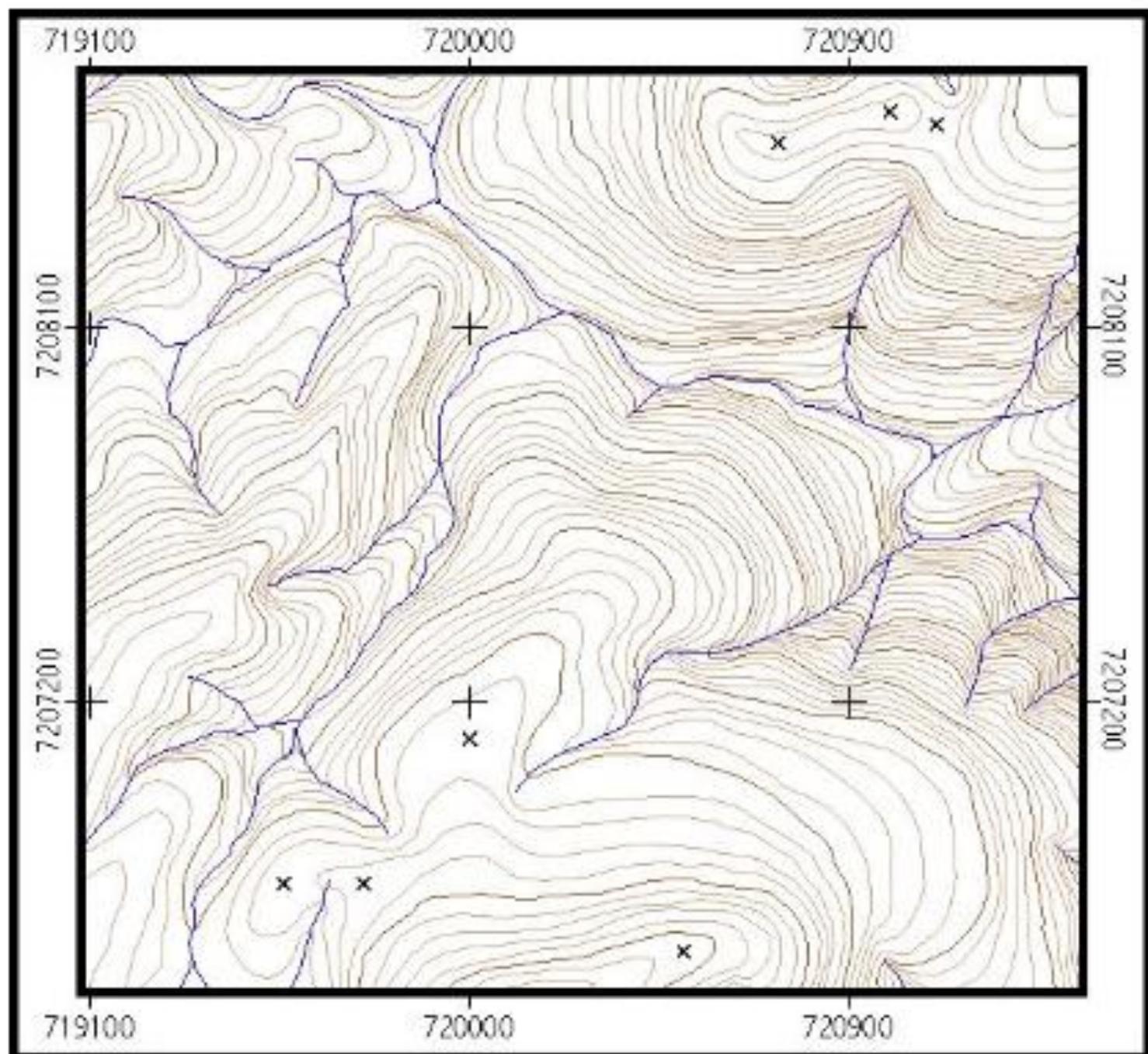


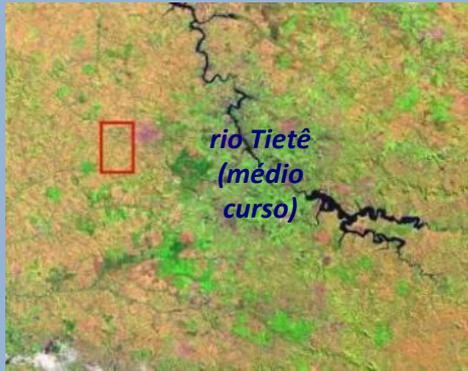
Côncavo - Convexo



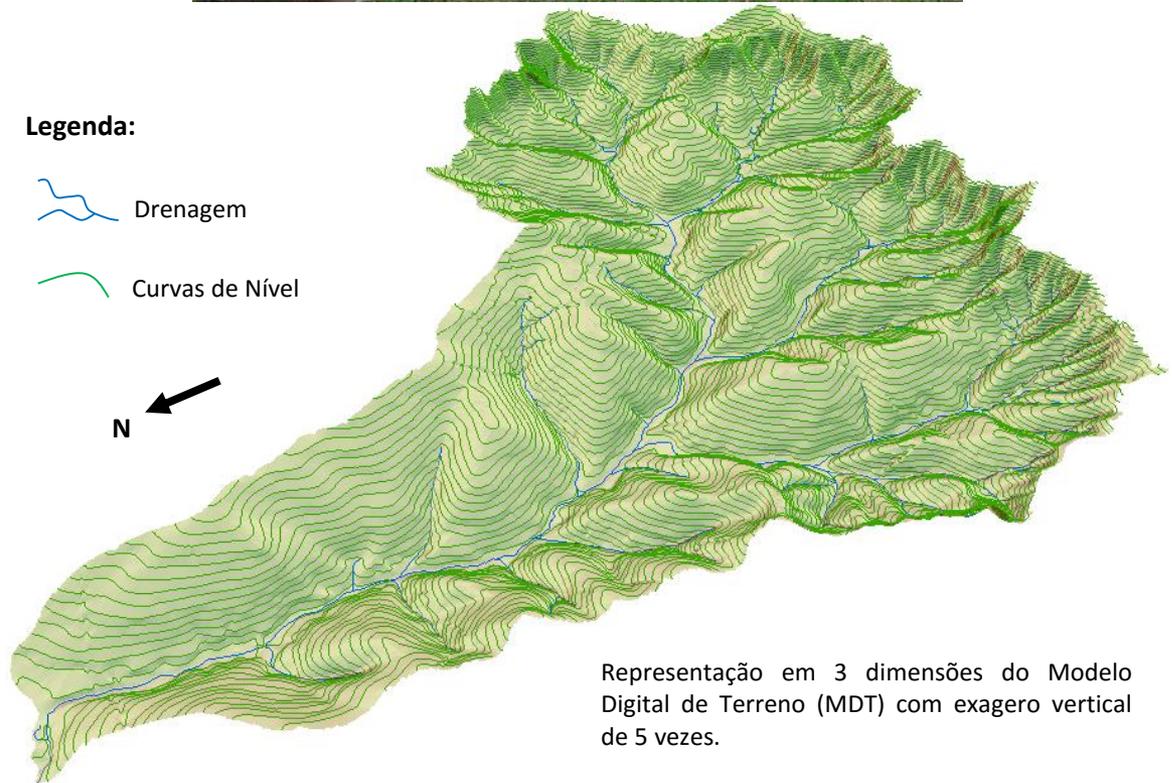
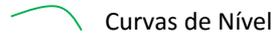
Côncavo - Côncavo

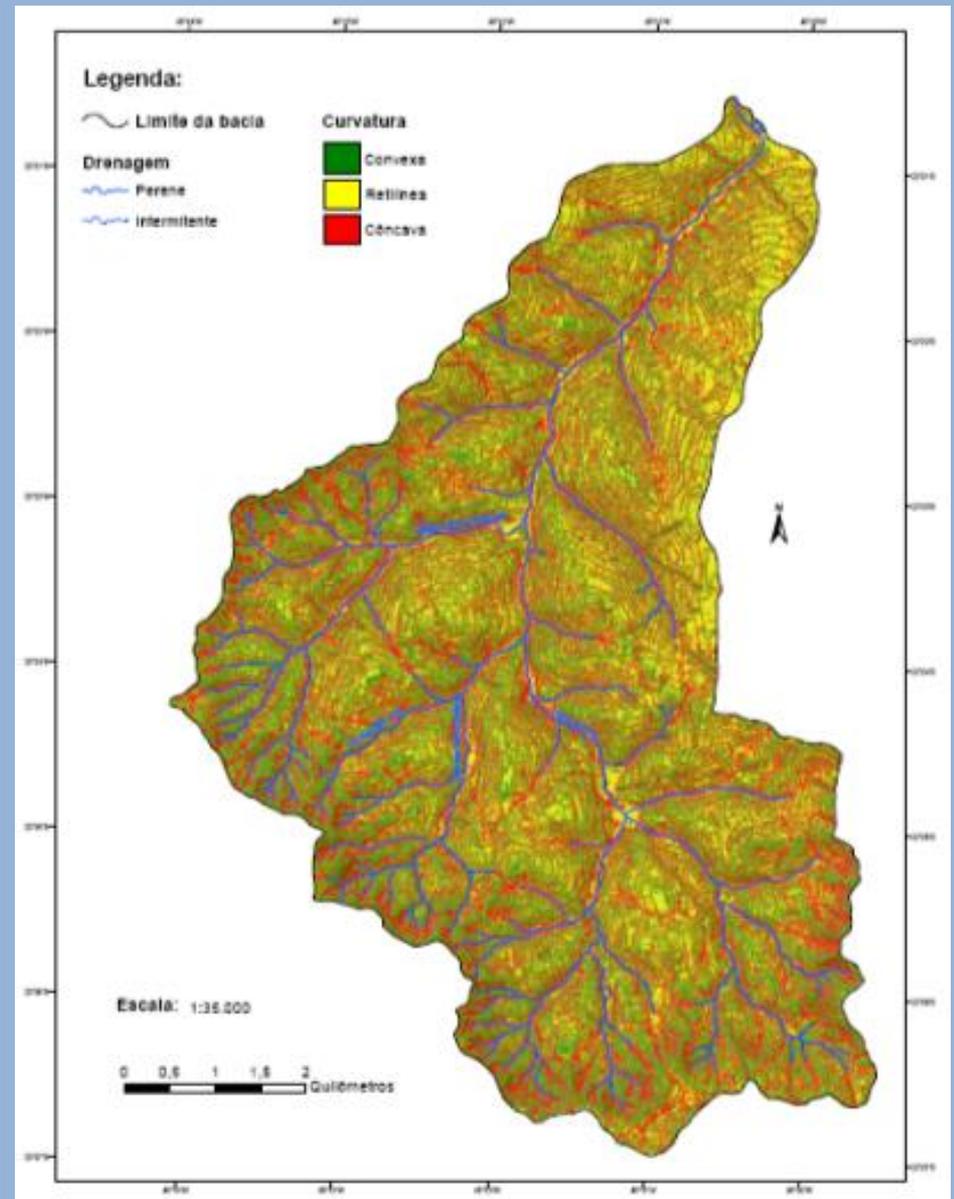
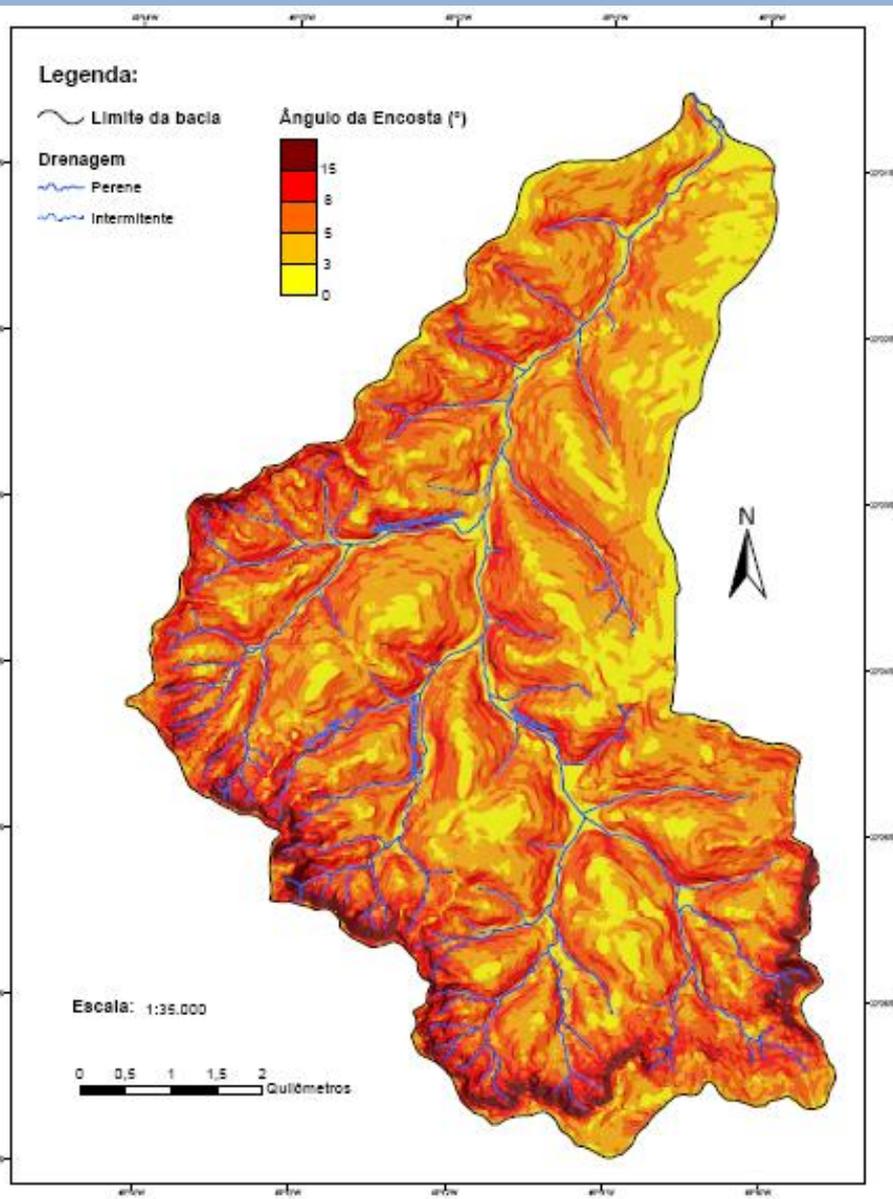
Geometria das formas das vertentes. Associações de formas lineares, côncavas e convexas eventualmente encontradas numa encosta. Figura modificada de: RUHE (1975).





Legenda:

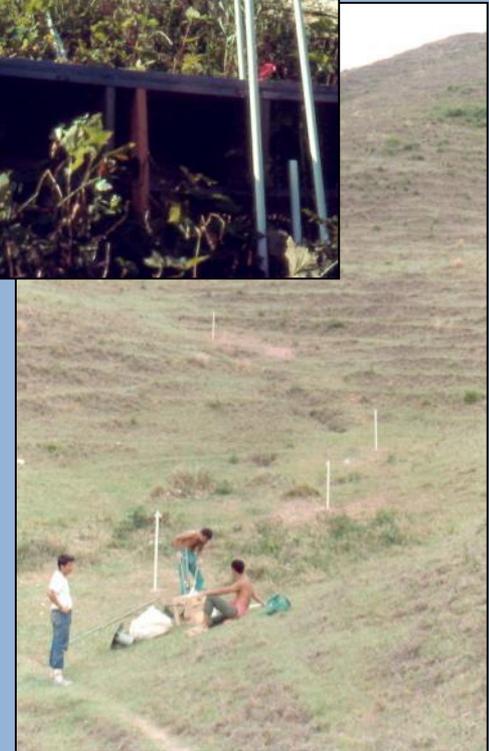




(Fonte: Stabile, 2009)

TÉCNICAS DE CAMPO EM GEOMORFOLOGIA

EXEMPLO 02: MEDIÇÃO/INSTRUMENTAÇÃO EM CAMPO



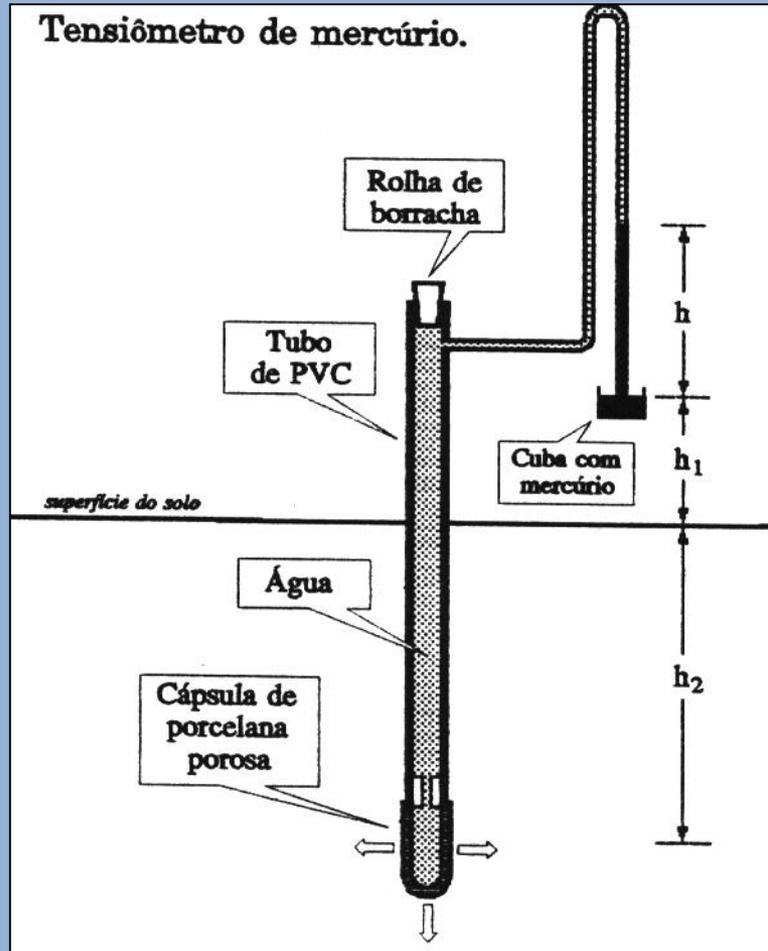
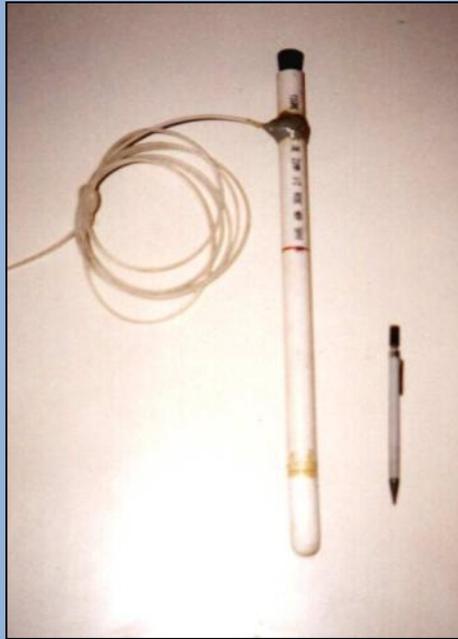
A) MEDIÇÃO DE EROSÃO

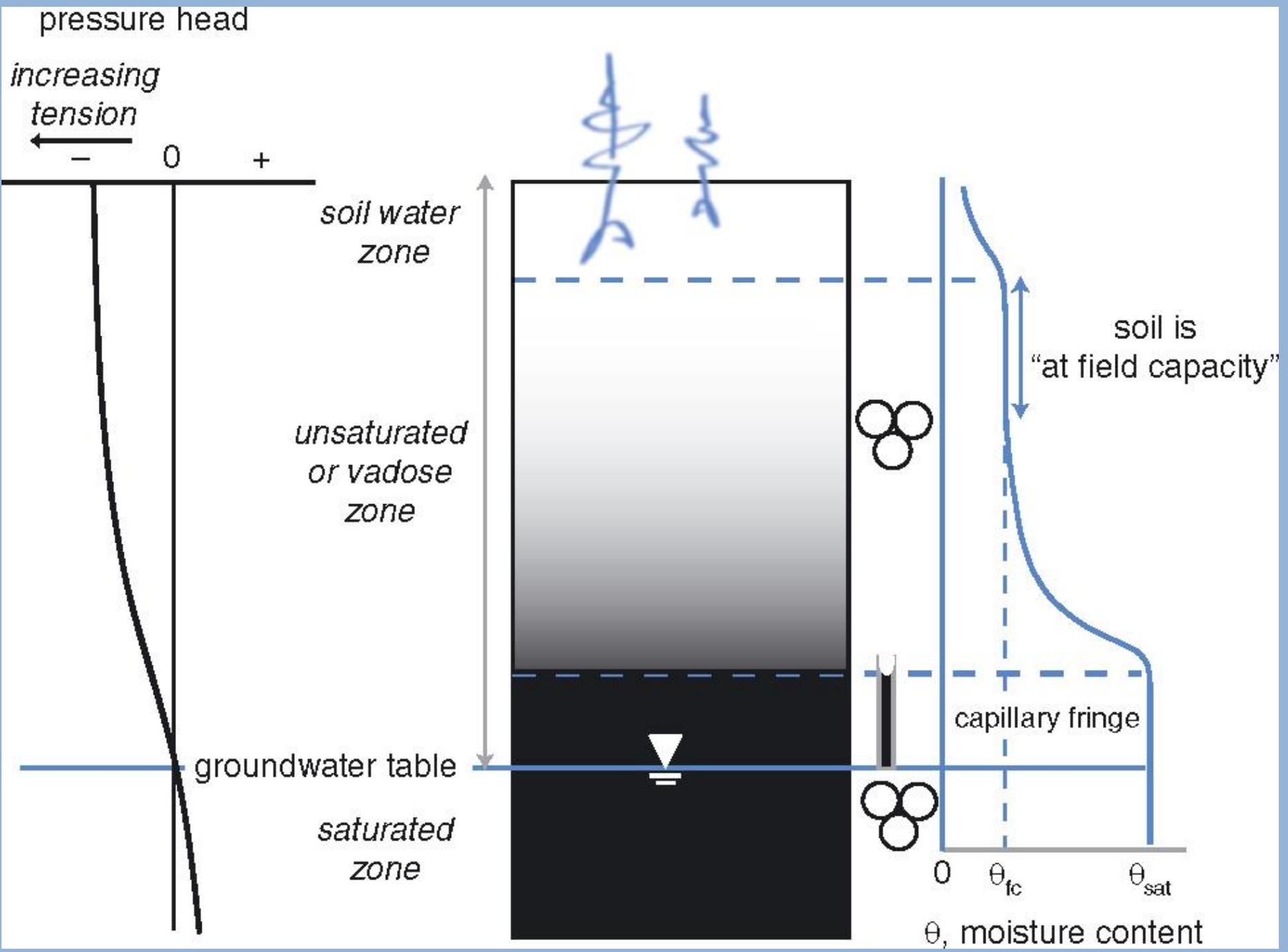


Fonte: <http://www.lagesolos.ufrj.br>

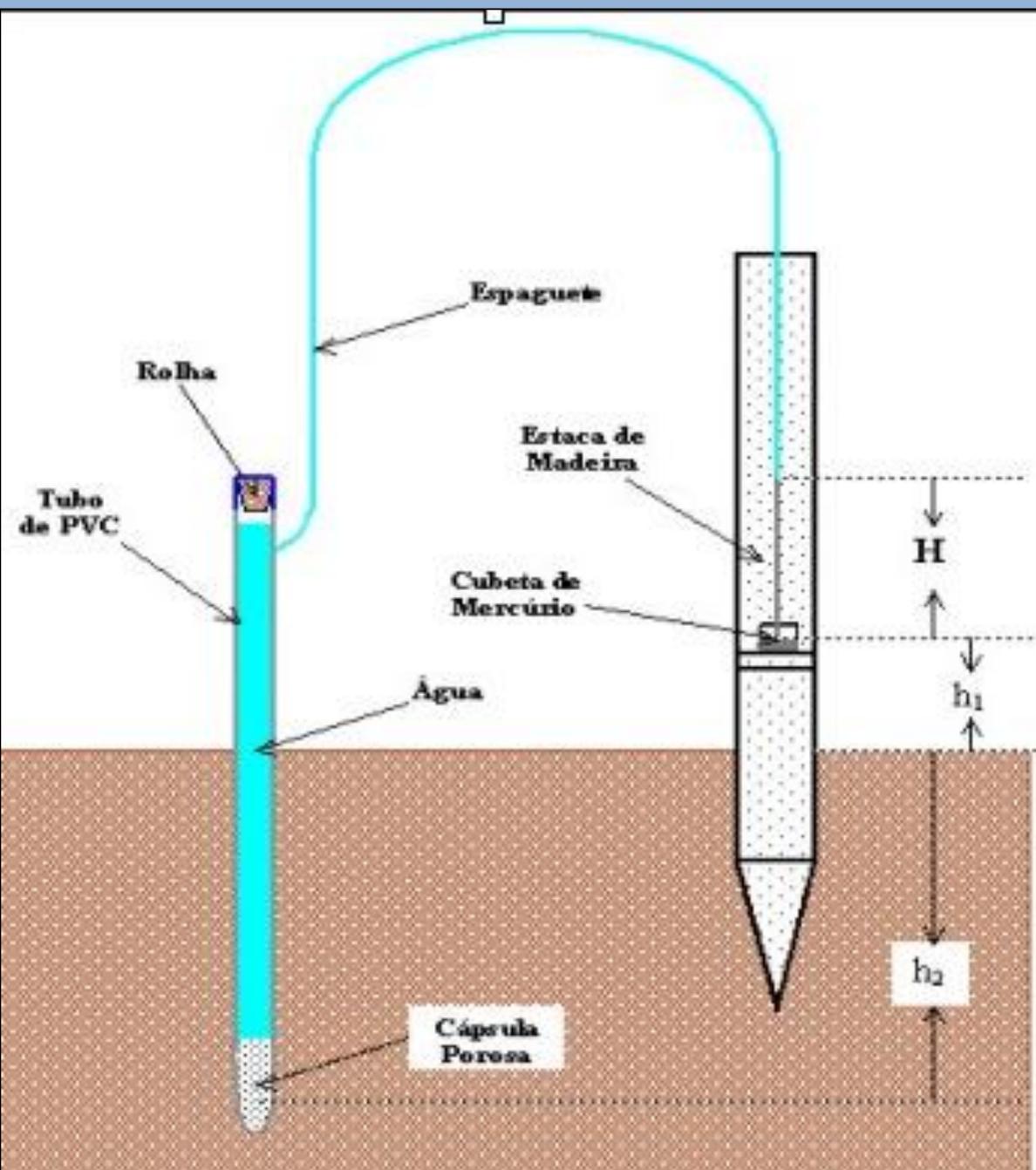
B) MEDIÇÃO DE ÁGUA NO SOLO:

Tensiômetro





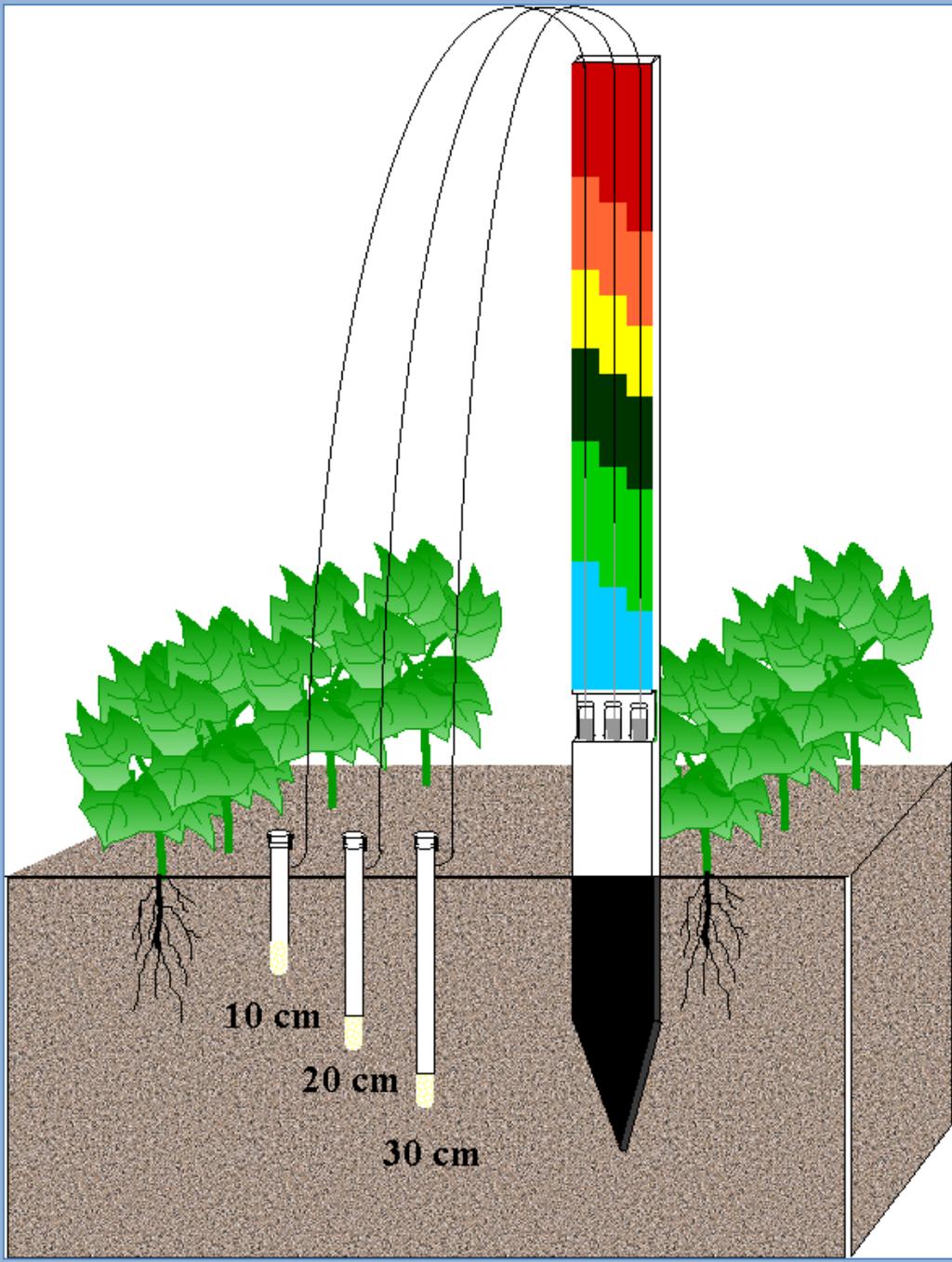




UNESP Ilha Solteira

<http://irrigacao.blogspot.com.br/2010/10/boletim-do-clima-25-de-outubro-de-2010.html>

<http://www.agr.feis.unesp.br/manejoirrigacao.html>



Tensiômetro de Pressão



Tensiômetro Digital



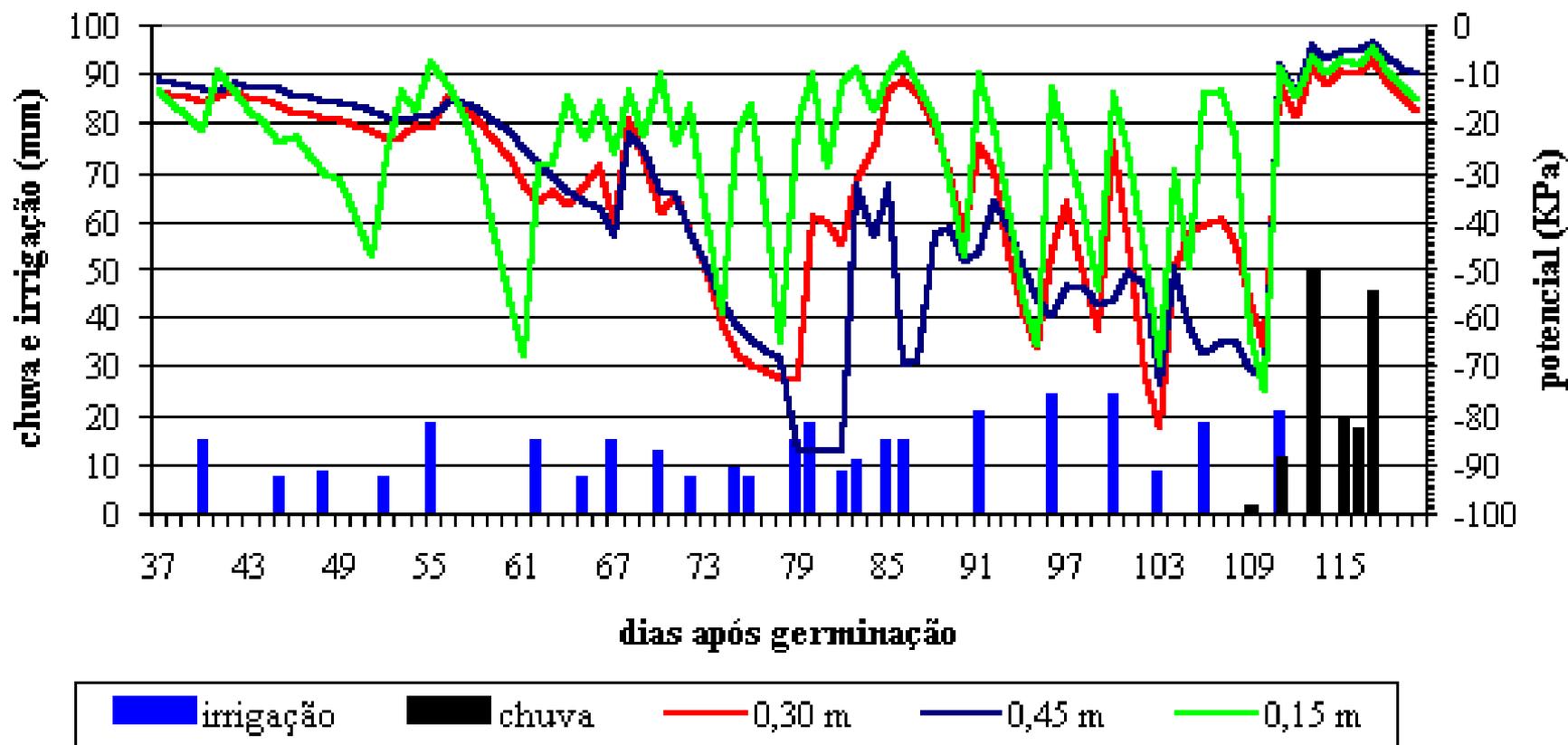
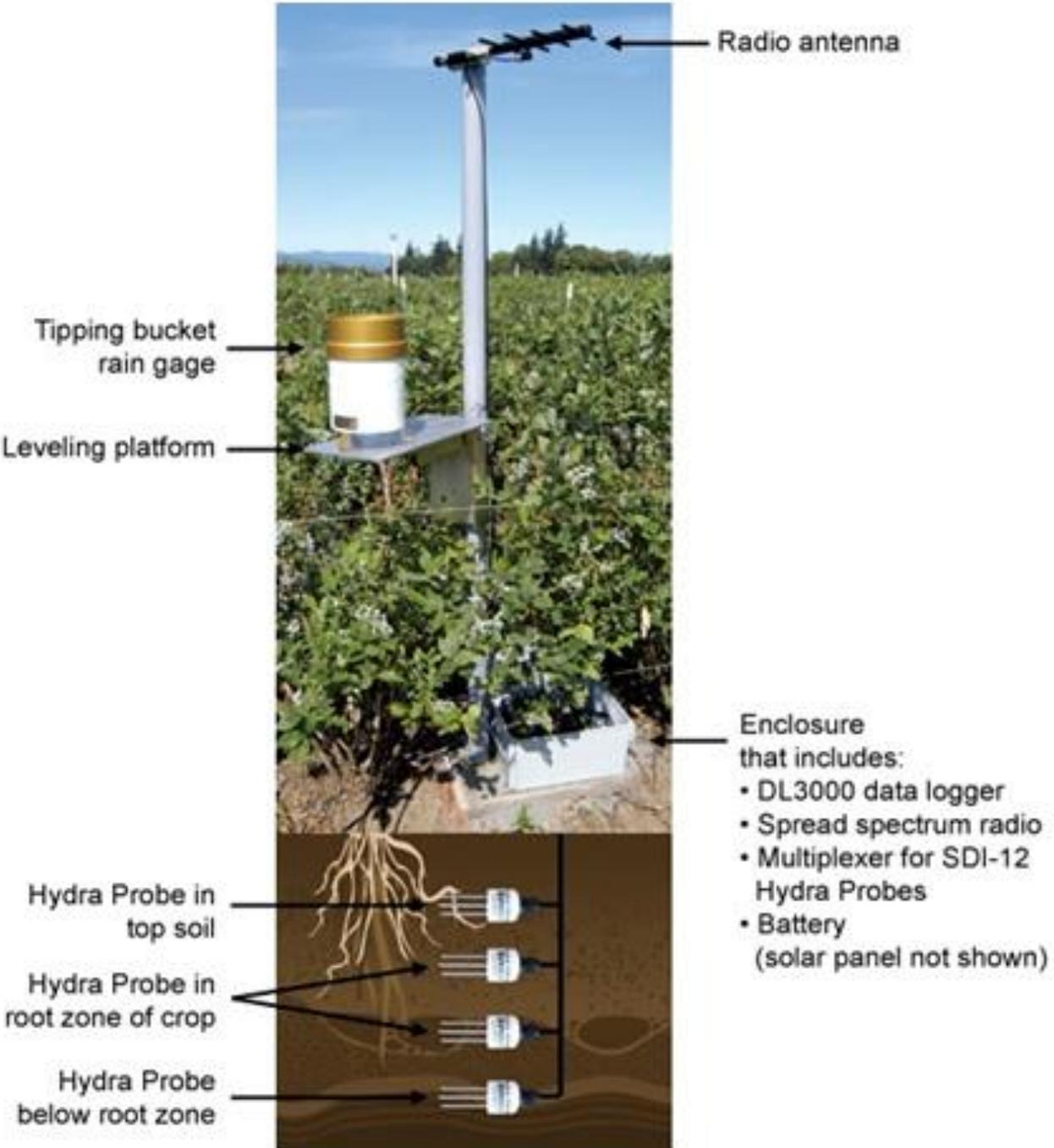


Figura 1 - Potencial mátrico, irrigação e precipitação pluvial durante o ciclo de uma cultura do milho, Guaíra, SP.- 1993.

Soil Moisture Sensor



<http://www.thegardenwateringsystems.com/81/what-is-a-soil-moisture-sensor-and-what-are-its-practical-applications/>



<http://www.stevenswater.com/article/s/irrigationscheduling.aspx>

automatic real-time presentation

GPRS-Datalogger



Alarms (SMS, e-mail)
Devices operate online

GPRS/
Internet



Horizontal profiles for the measurement of water distribution

rain-collector

bus-distributor

pF-meter

- Measurement of soil moisture as pF or hPa / mbar
- Spontaneous redrenching reaction
- With soil temperature
- Measuring range 1-10.000.000 mBar / hPa (pF 0-7)
- Maintenance free (no filling) with water
- frost-proof

GPRS-Datenlogger

- 9-14V, with optional solar panel and battery pack
- To 24 pF-meters per logger (48 channel)
- <1 € transport cost per month at an hourly Measurement and daily transfer



pF-meter soil-moisture-sensor

100 cm

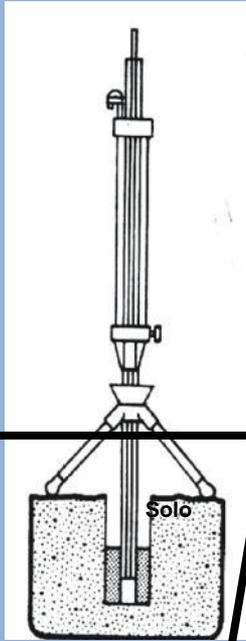


200 cm

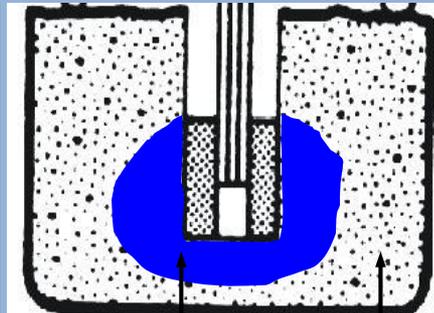
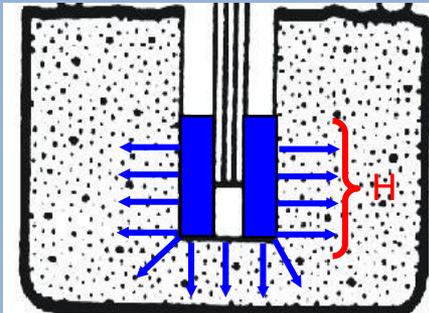
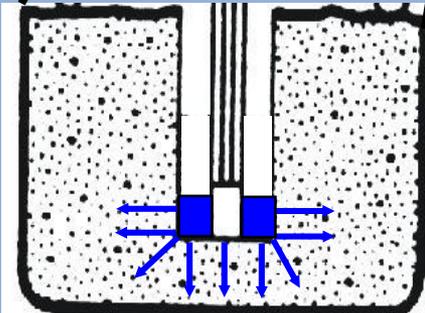


300 cm

To measure the vertical movement of water

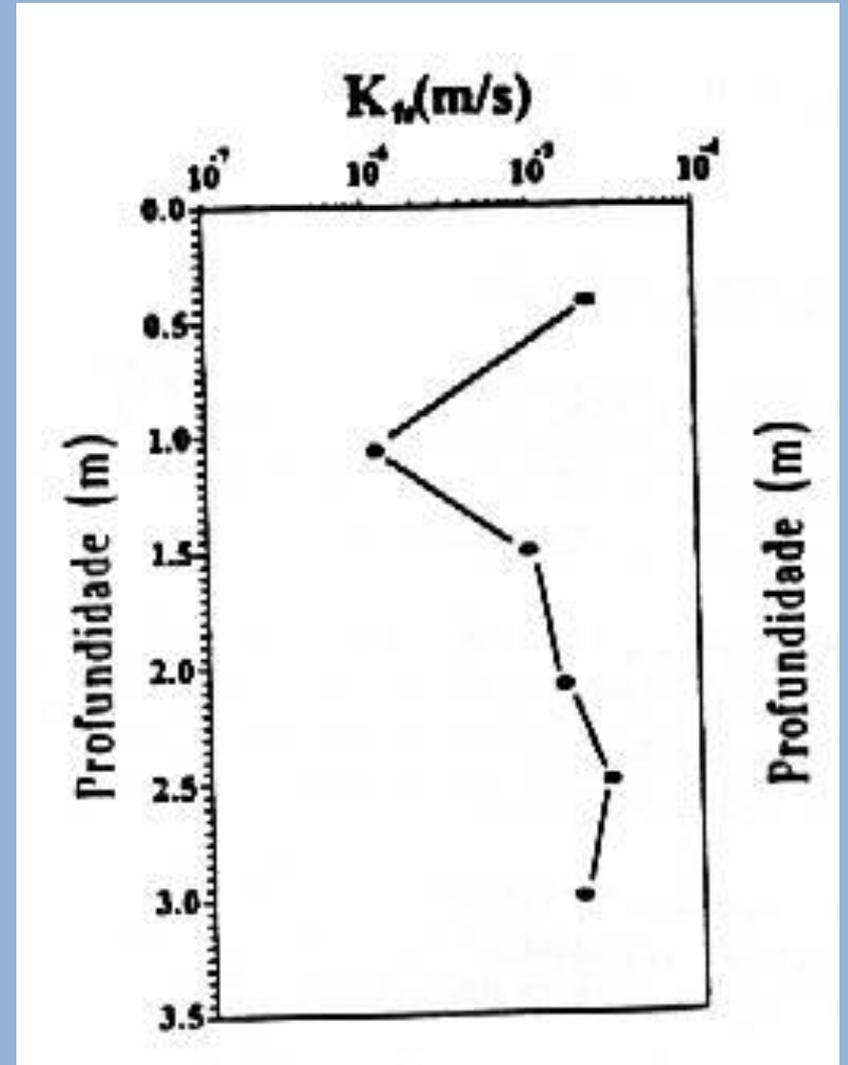


Tempo →

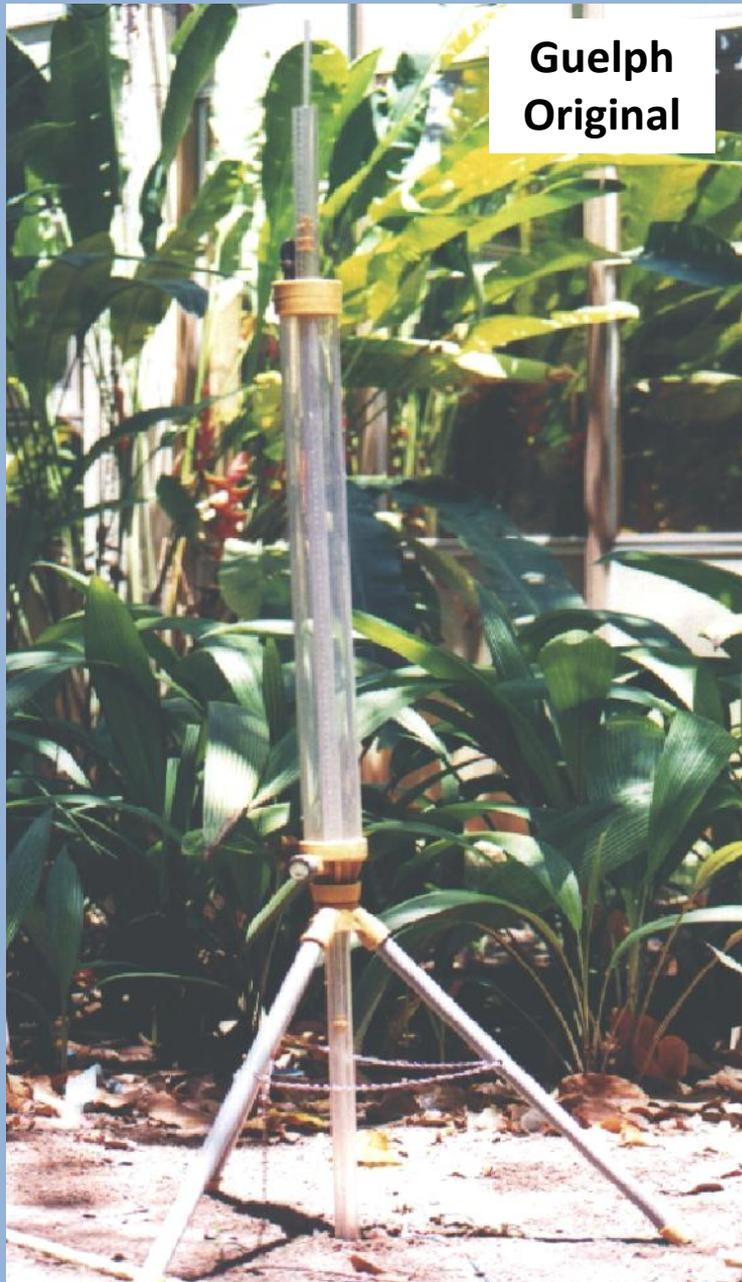


Bulbo saturado

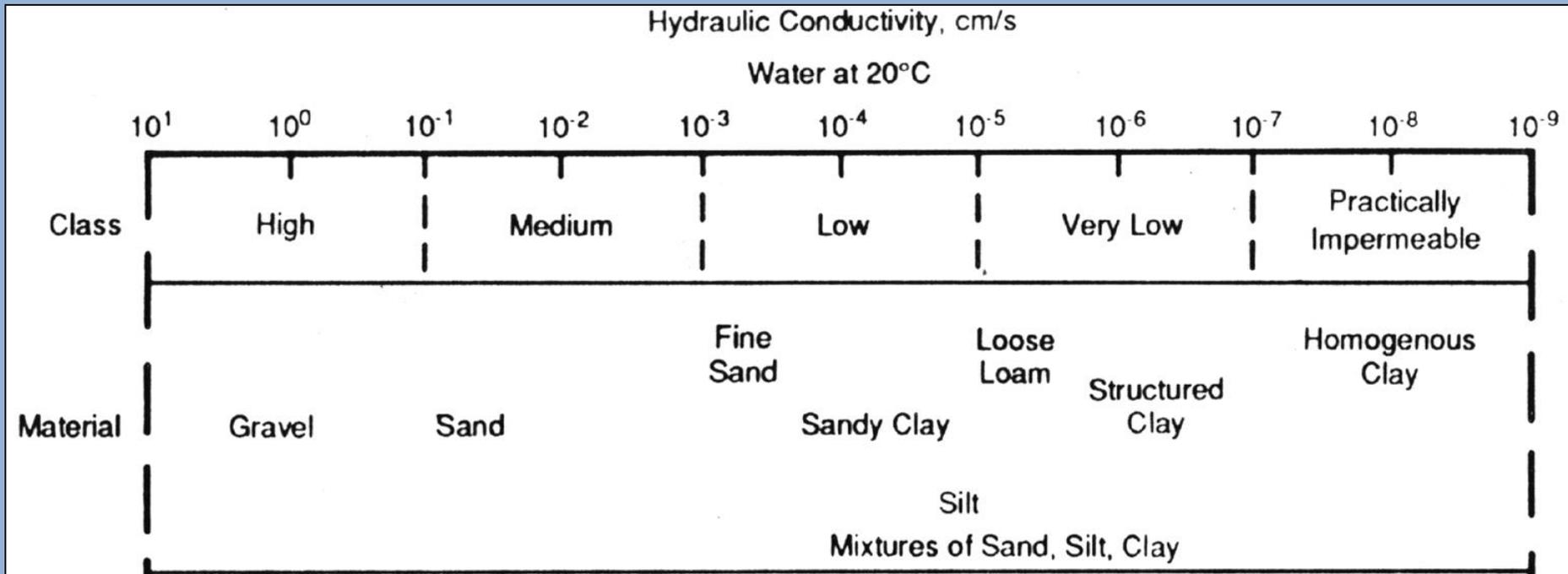
Solo não saturado



(Campos et al. 1992).



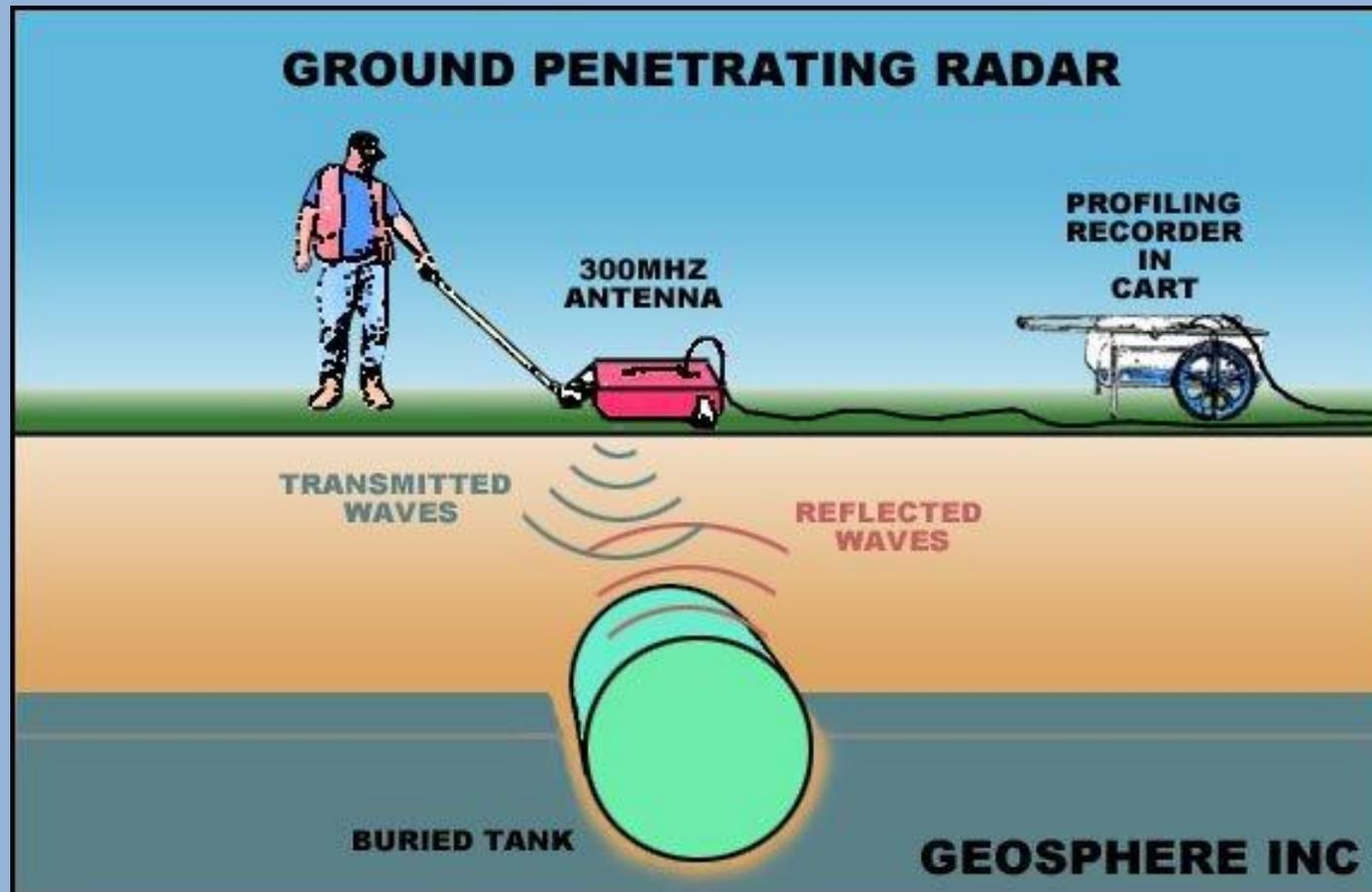
Classificação aproximada da condutividade hidráulica de acordo com os diferentes faixas texturais.

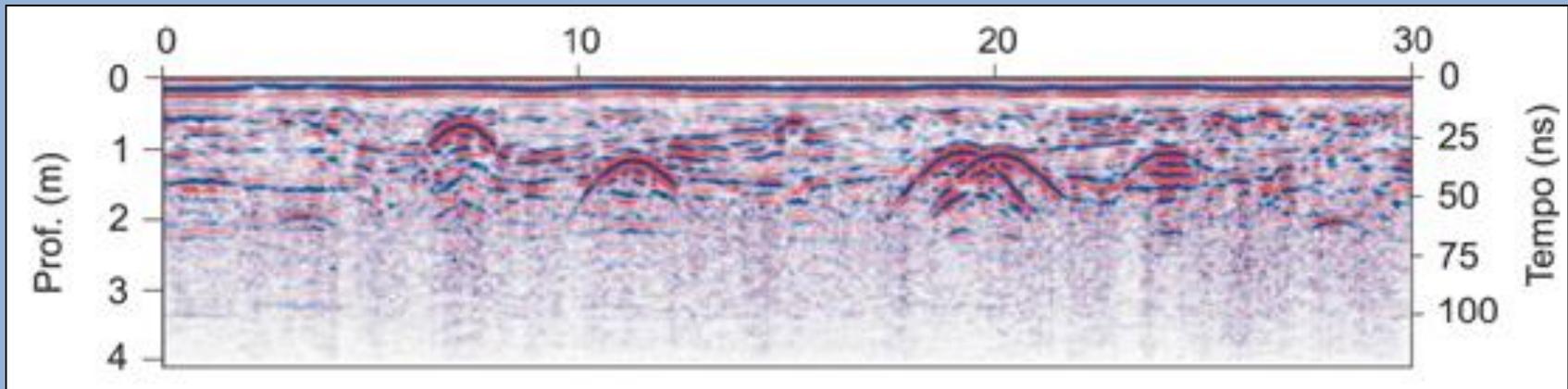
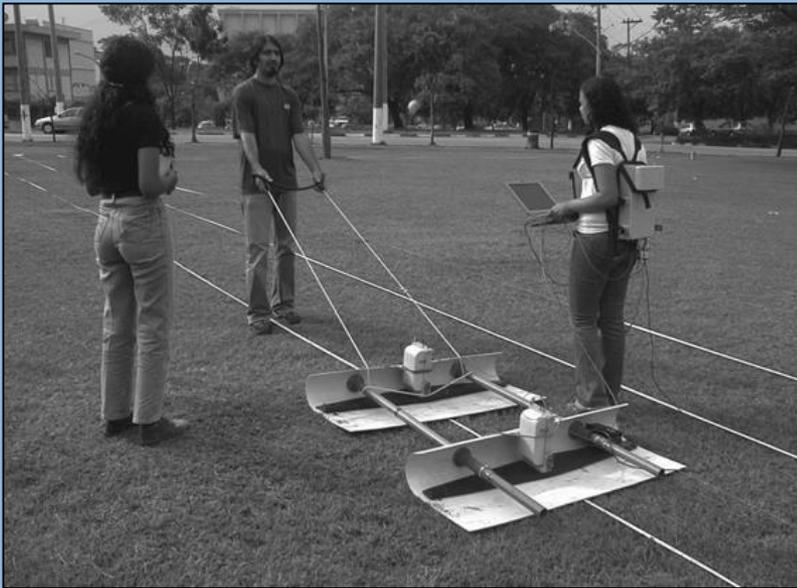


Fonte: Klute e Dirksen, 1986 *apud* Stephens, 1996).

E) MEDIÇÕES INDIRETAS

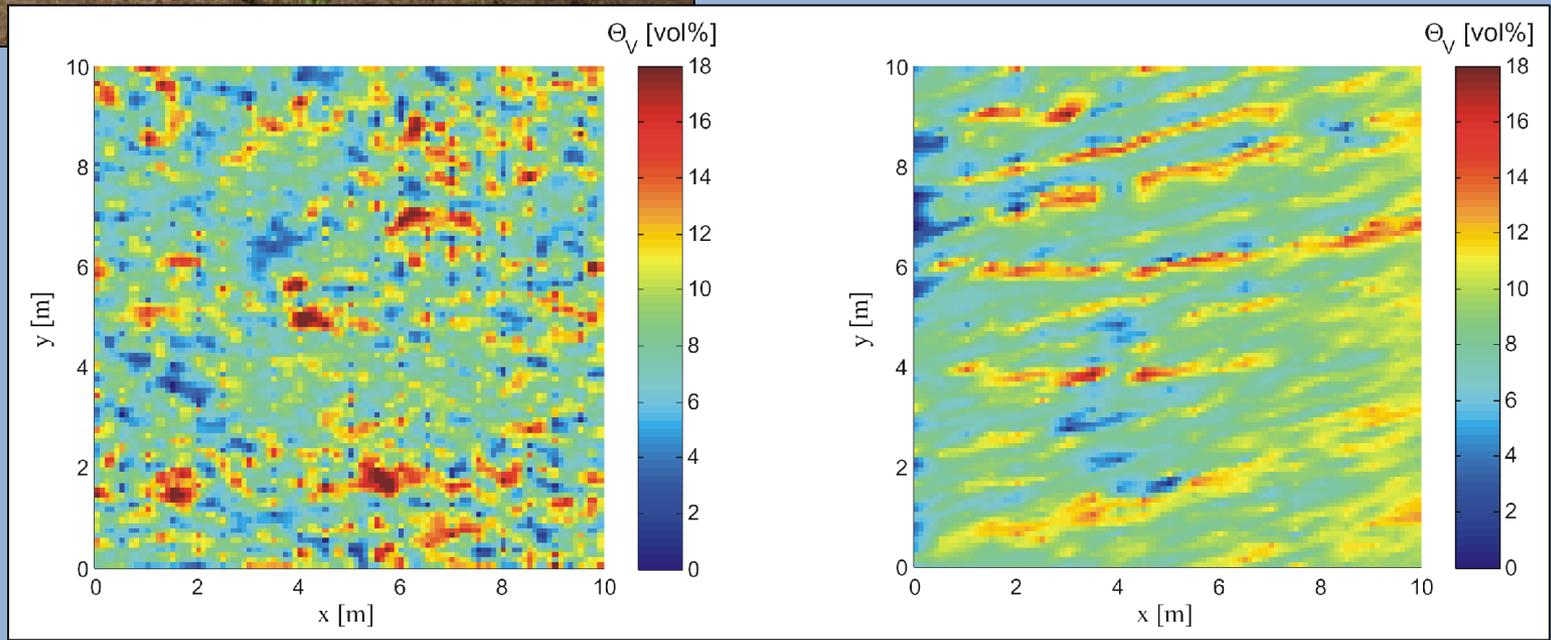
GPR (*Grounded Penetrating Radar*): Consiste em adquirir informações da subsuperfície da Terra com um sensor de radar que tem a capacidade de rastrear o subsolo.





Resultado de um perfil GPR realizado sobre os tambores metálicos

Fonte: Porsani et al. O sítio controlado de geofísica rasa do IAG/USP: instalação e resultados GPR 2D-3D Rev. Bras. Geof. vol.24 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2006.



F) MÉTODOS DE DATAÇÃO

DATAÇÃO RELATIVA: Consiste em procedimentos que permitem estabelecer a sequência temporal de eventos, representada por registros situados num contexto espacial definido, entretanto sem expressar as idades em número de anos.

Base: Princípio da superposição das camadas.

1. Estudo Paleontológico;
2. Técnicas geomorfológicas;
3. Grau de Intemperismo Químico;
4. Datação Arqueológica.

DATAÇÃO ABSOLUTA: Técnicas geocronológicas que variam quanto ao seu alcance (idades mínimas e máximas) e precisão.

Quaternário: dezenas a centenas de milhares de anos.

Fenômenos rítmicos naturais (dendrocronologia)

Radionuclídeos cosmogênicos (radiocarbono);

Danos causados por radiação;

Métodos químicos.

DATAÇÃO RELATIVA Métodos Estratigráficos

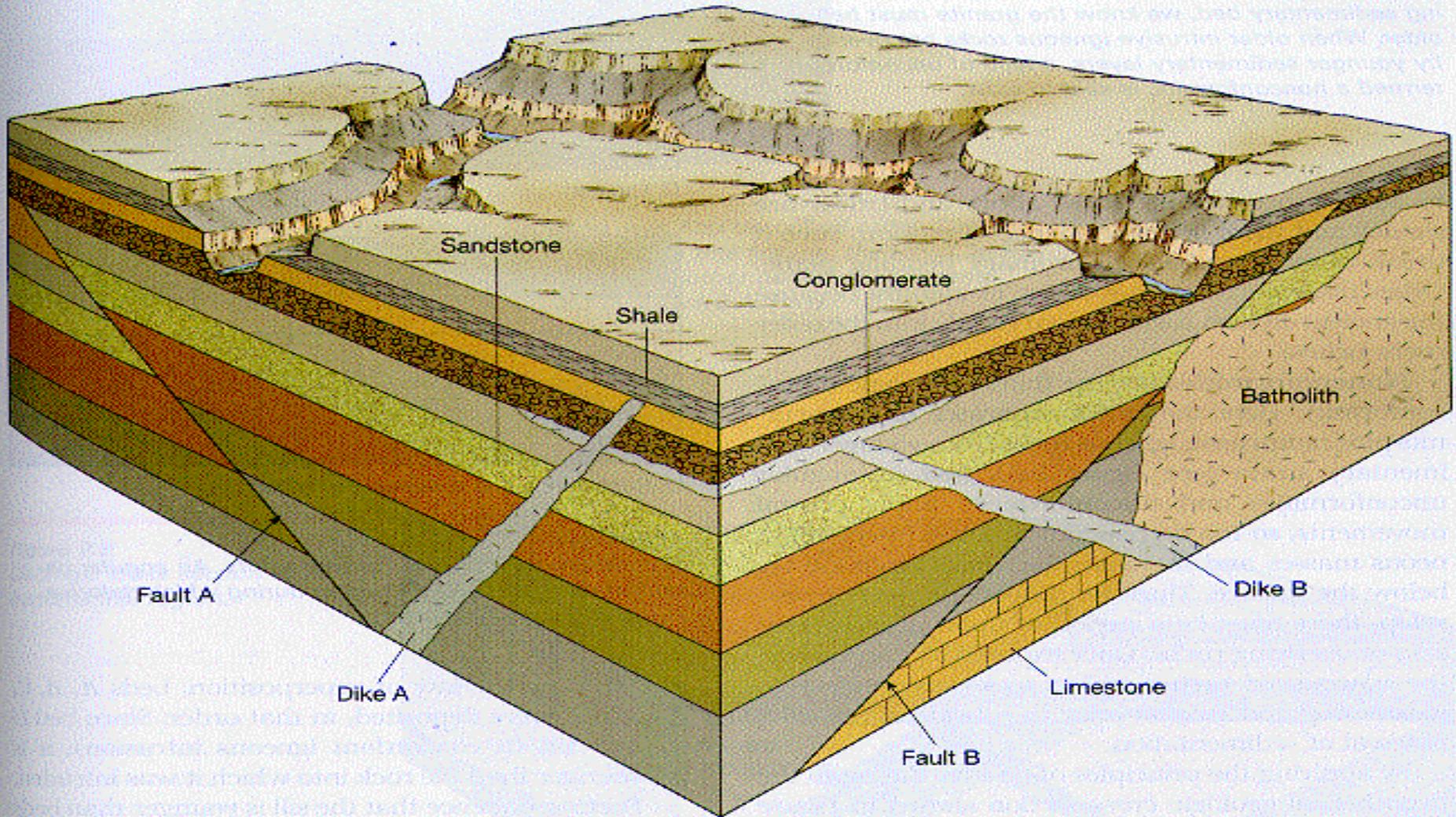


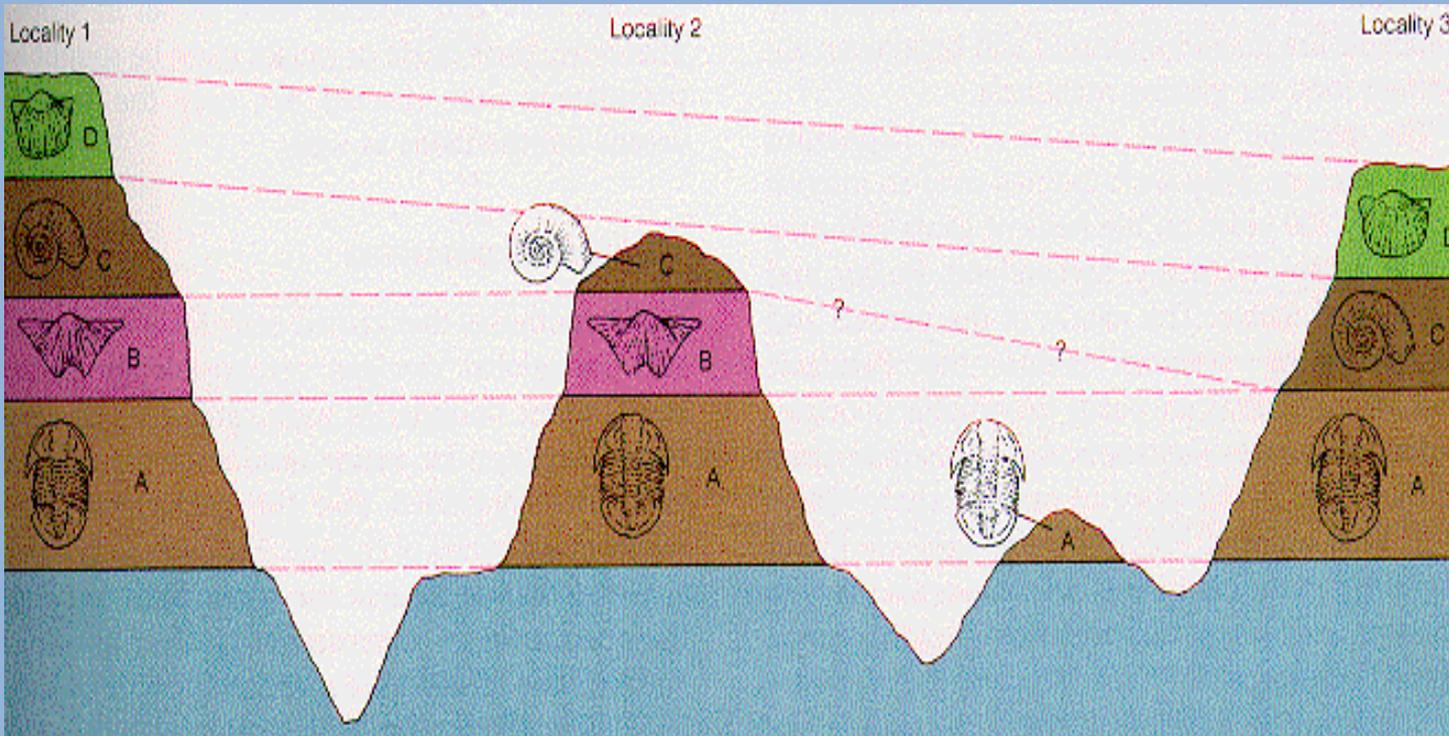
Figure 9.5

Cross-cutting relationships represent one principle used in relative dating. An intrusive rock body is younger than the rocks it intrudes. A fault is younger than the rock layers it cuts.

Skinner & Porter (1985)

DATAÇÃO RELATIVA

1. Estudo Paleontológico - Fósseis-guia (correlação de rochas sedimentares na mesma faixa de idade): fósseis de mamíferos q. evoluíram + rapidamente (tanto por extinção como por aparecimento de novas formas)

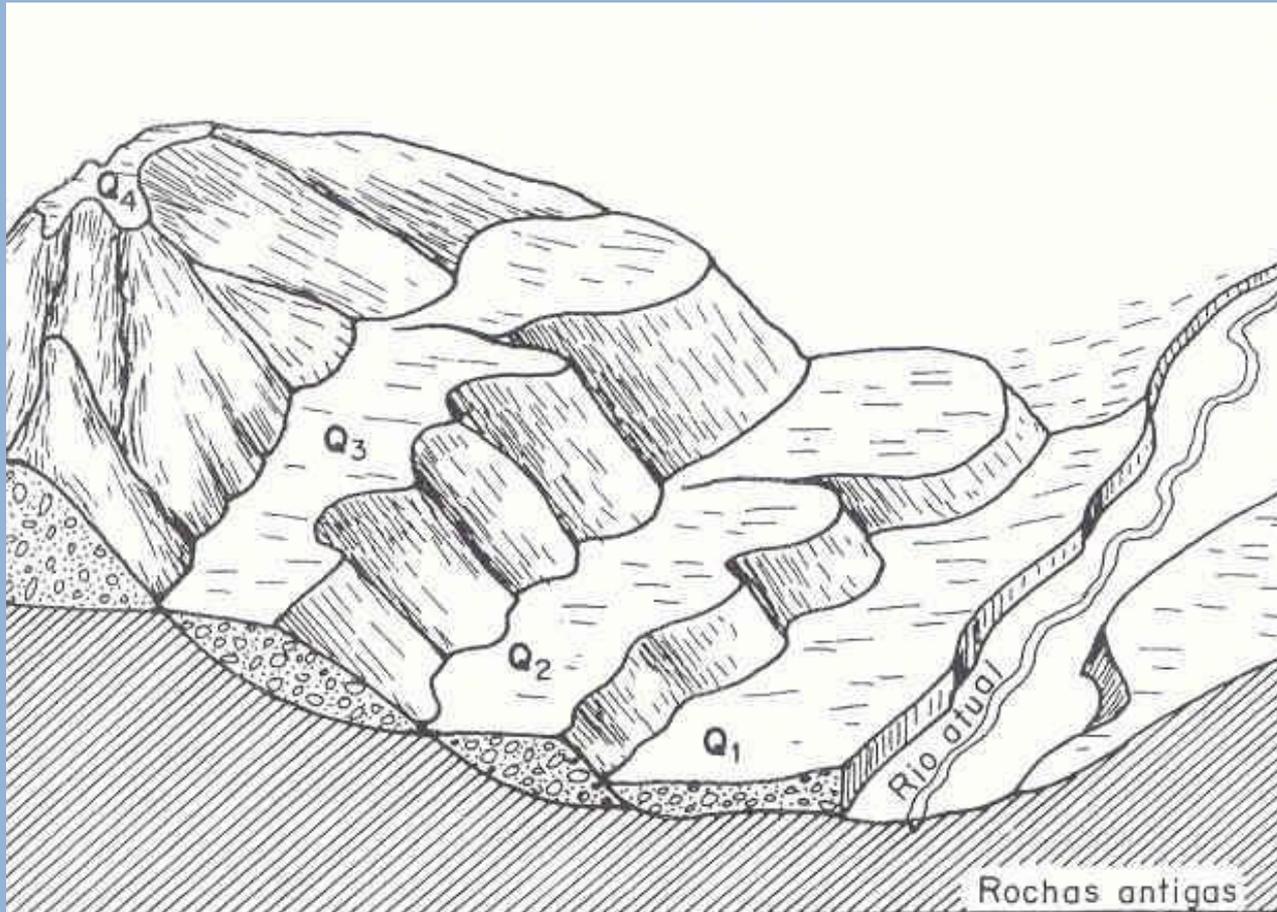


Skinner & Porter (1985)



2. Técnicas Geomorfológicas - adotam procedimentos bastante variados:

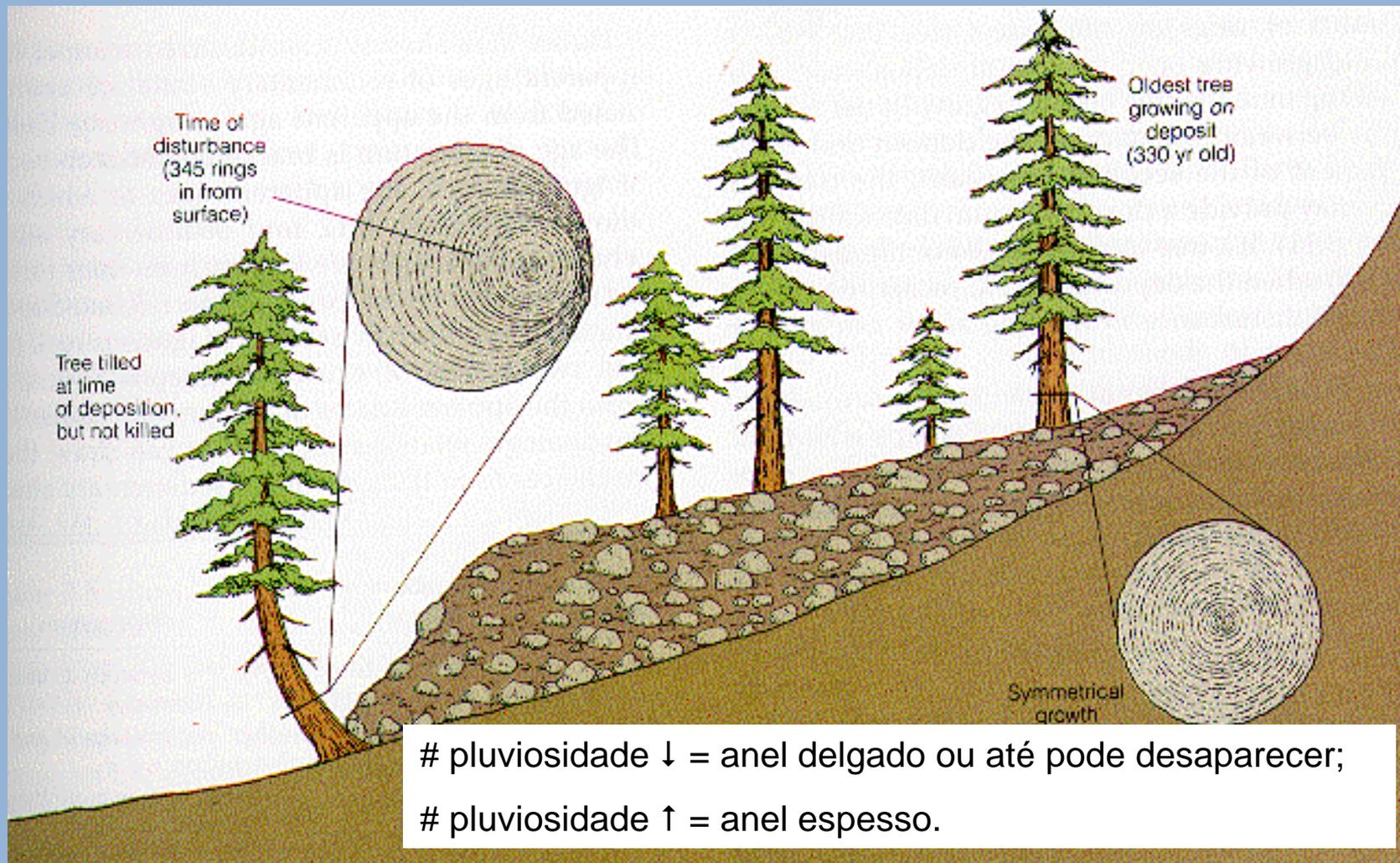
- Depósitos sedimentares - terraços marinhos e fluviais, dunas, depósitos coluviais... -
- Posição Topográfica - (altitudes dos depósitos - idades relativas)



Seqüência de quatro terraços fluviais, desde o mais alto Q₄ (mais antigo e mais reafeiçoado) até Q₁ (mais jovem e menos reafeiçoado).

DATAÇÃO “ABSOLUTA”

1. Fenômenos rítmicos naturais: **Dendrocronologia** - contagem do número dos anéis de crescimento das árvores (+ espessos na primavera e verão e (-) no outono e inverno).



Na década de 1980 ...

- 3.000 voçorocas (Estado de São Paulo)
- 80% das terras cultiváveis: Processos erosivos (além dos limites de recuperação natural do solo)
- 200 milhões de toneladas de solo.

O custo para a correção e para estabilização dessas voçorocas = 20% do orçamento do Estado

Erosão natural ou geológica:

Se desenvolve em condições de equilíbrio com a formação do solo.

Erosão acelerada ou antrópica:

Intensidade superior à da formação do solo, não permitindo a sua recuperação natural.

(Oliveira & Brito, 1998).

EROSÃO HÍDRICA

- *Splash* ou Salpicamento: as gotas de chuva atuam na fragmentação dos agregados do solo, salpicando grãos no ar e podendo dispersar partículas de argila, formando crostas no solo que dificultam a infiltração.





EROSÃO HÍDRICA

Escoamento Superficial:

transporta o material das vertentes em fluxos d'água concentrados e não concentrados.

**Escoamento superficial concentrado em Jacarezinho, PR.
Fonte:Gerson Sobreira, 2009**

EROSÃO HÍDRICA

- **Erosão tubular (*piping*):** causada pela retirada de partículas do solo ou sedimentos no interior das vertentes, pela ação de linhas de fluxo situadas ao longo de descontinuidades estruturais ou texturais, bem como em orifícios deixados pela atividade de raízes ou de animais perfuradores.

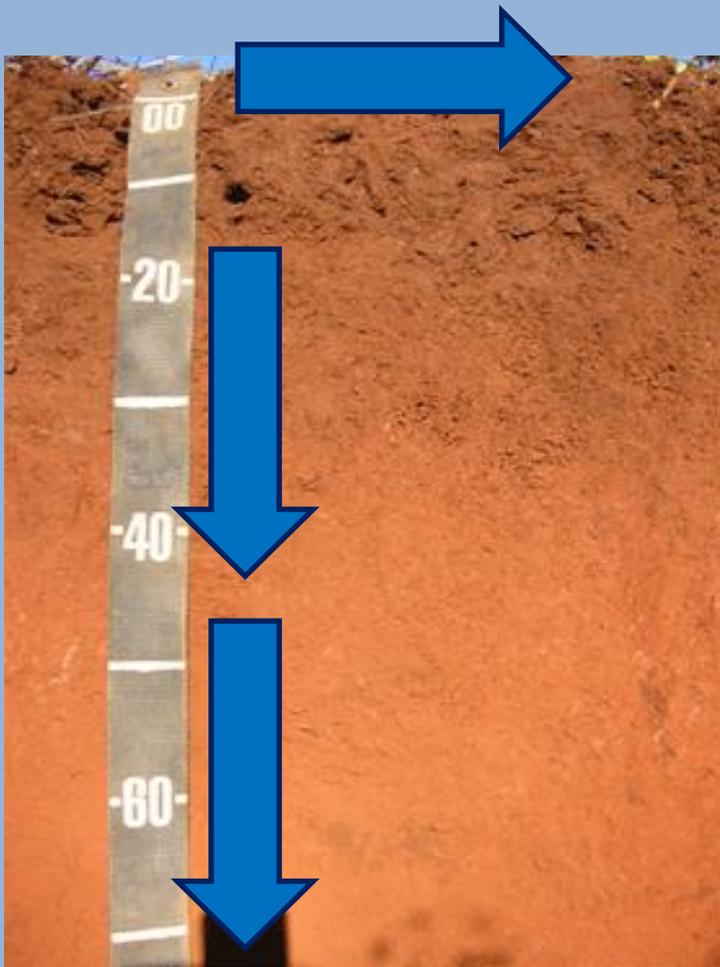
FATORES CONTROLADORES

- **Erosividade (capacidade da chuva provocar erosão):** totais de chuva e sua distribuição, intensidade da precipitação, tamanho das gotas de chuva.
- **Cobertura Vegetal ou Tipo de Uso da Terra:** estabilidade dos agregados do solo, na energia e concentração da água pluvial e no escoamento superficial e subsuperficial.

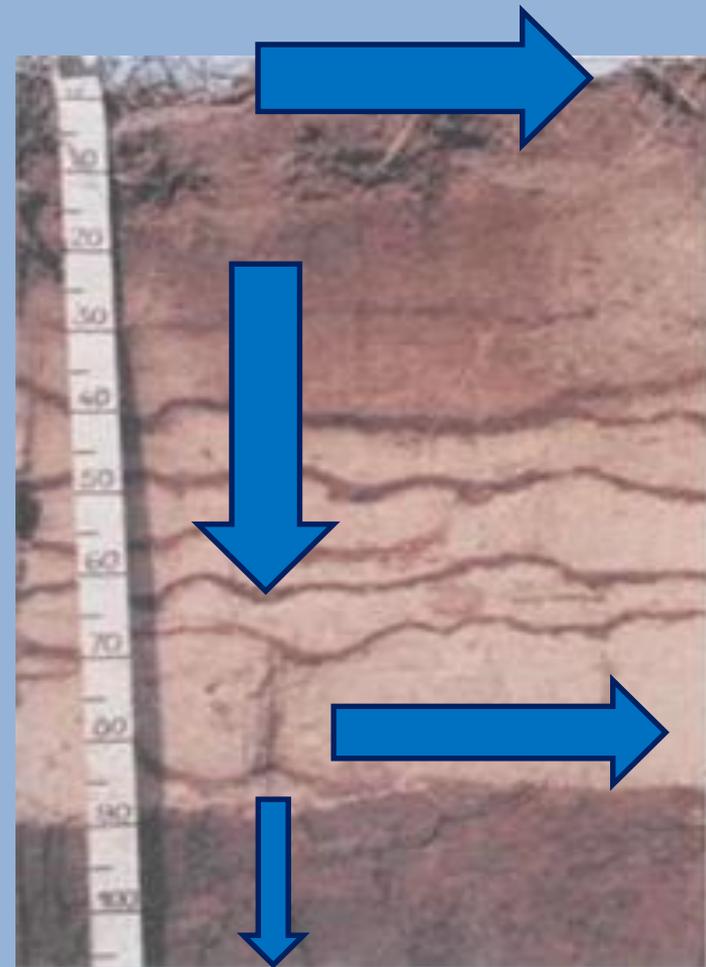
FATORES CONTROLADORES

- **Erodibilidade (capacidade do solo em resistir à remoção e ao transporte): textura, estrutura, profundidade, distribuição dos horizontes, etc.**

Influência da distribuição dos horizontes



Latossolo Vermelho
Fonte: www.pedologiafacil.com.br



Argissolo Vermelho-Amarelo
Fonte: www.pedologiafacil.com.br

FATORES CONTROLADORES

- **Relevo: declividade, comprimento das vertentes, forma das vertentes, etc.**

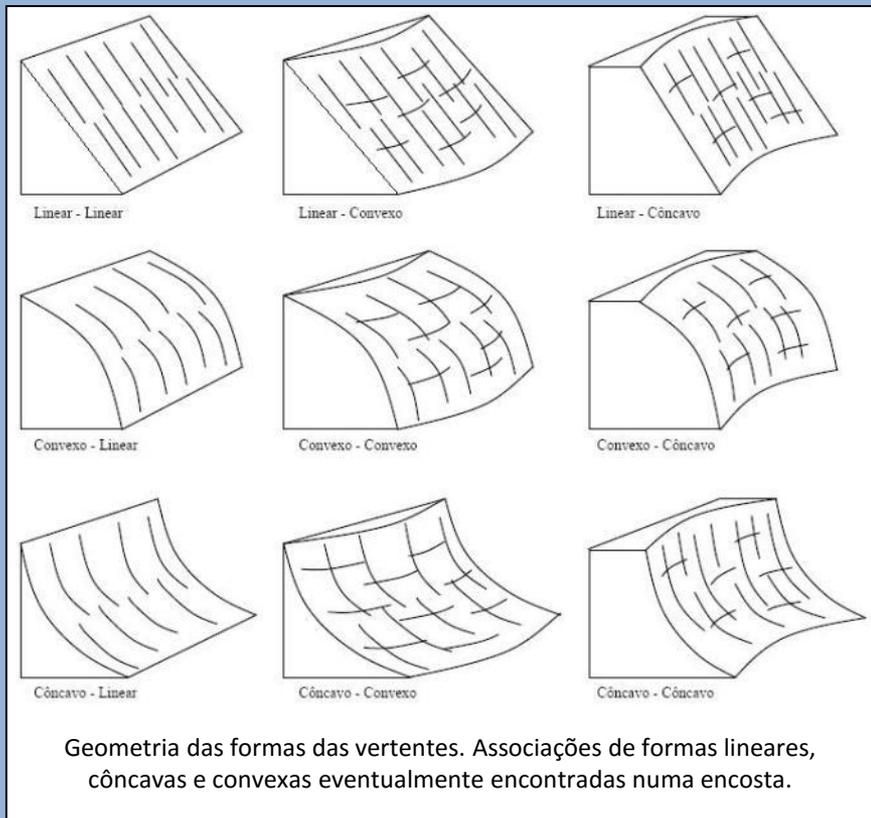
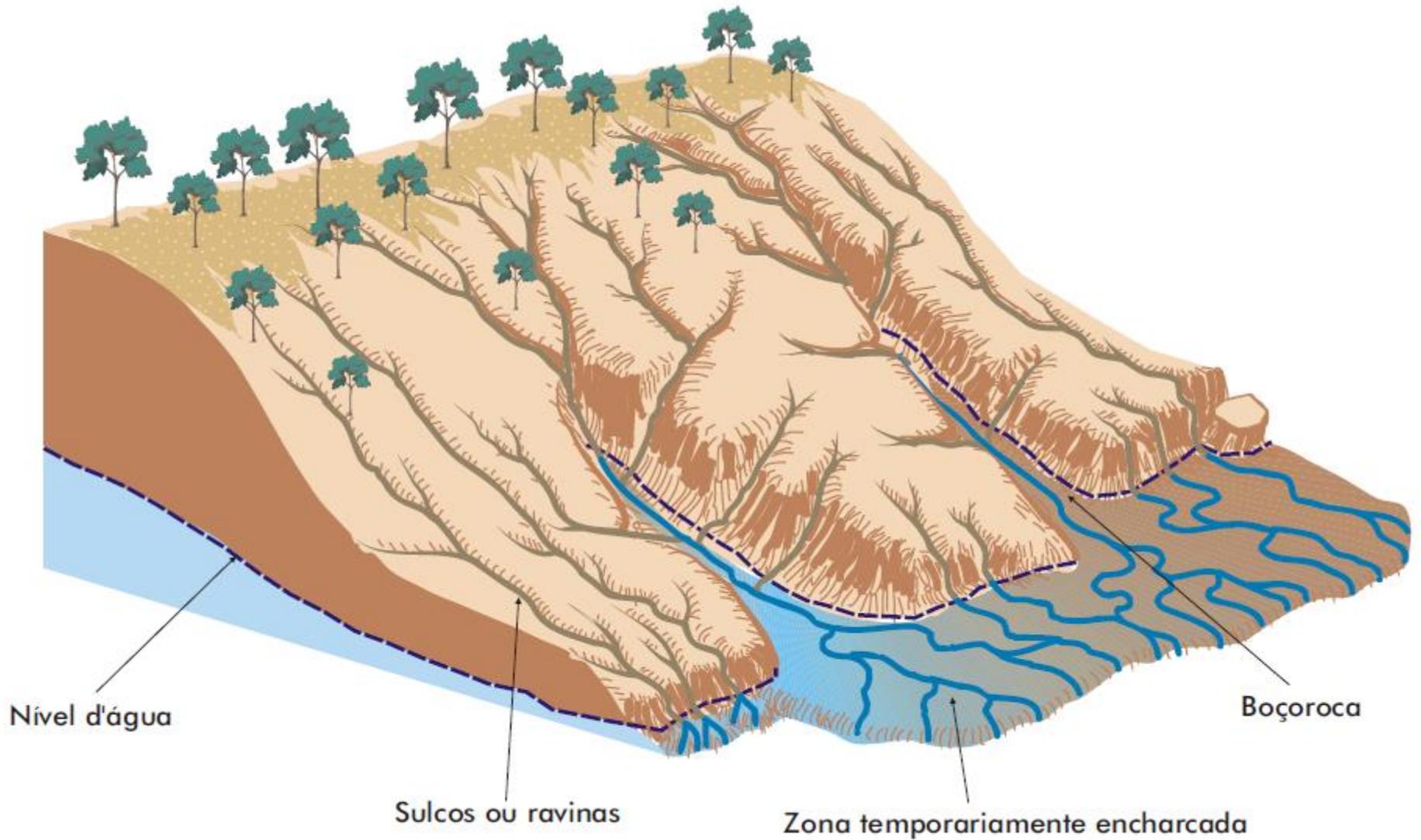


Figura modificada de: RUHE (1975).

CLASSIFICAÇÃO





- **Erosão Laminar (ou em lençol):** O fluxo de água com solo desloca-se vertente abaixo na forma de lençol, removendo de forma progressiva finas lâminas do solo.

SULCOS (ou erosão linear):

Erosão por escoamento concentrado da água

- **Formam-se onde surgem os filetes de água (Bigarella, 2003).**
- **Feições efêmeras e descontínuas que podem desenvolver-se rapidamente durante um “aguaceiro” (Bigarella, 2003).**
- **Feições primárias da erosão linear, são pouco profundos e facilmente corrigidos através de manejo do solo (Canil, 2000).**

Erosão em sulcos em loteamento na periferia da RMSP



Fonte: www.geologiadoBrasil.com.br

RAVINAS:

Erosão por escoamento concentrado da água

- **Resultado do aumento do fluxo de água (concentrado) na encosta (Guerra, 1994 e Salomão, 1994).**
- **Resultado do fluxo concentrado das águas superficiais**
- **Maiores que os sulcos e com forma alongada. Predominam mecanismos de desprendimento de material dos taludes laterais, devido à concentração das águas superficiais e transporte das partículas do solo (Canil, 2000). Forma original em “V”.**

Ravinas – São Pedro (SP)



VOÇOROCAS:

Erosão por escoamento concentrado da água

- **Quando há interceptação do lençol freático pela feição erosiva existe uma somatória de processos erosivos superficiais e subsuperficiais, fazendo com que a forma erosiva atinja grandes dimensões (Salomão, 1994).**

VOÇOROCAS: **Erosão por escoamento** **concentrado da água**

- **Permanente na encosta, tem paredes laterais íngremes e fundo chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante eventos chuvosos. Algumas vezes as voçorocas se aprofundam tanto que atingem o lençol freático (Guerra, 1994).**

Voçoroca próxima à área urbana de Bauru, SP



Fonte: IPT-SP



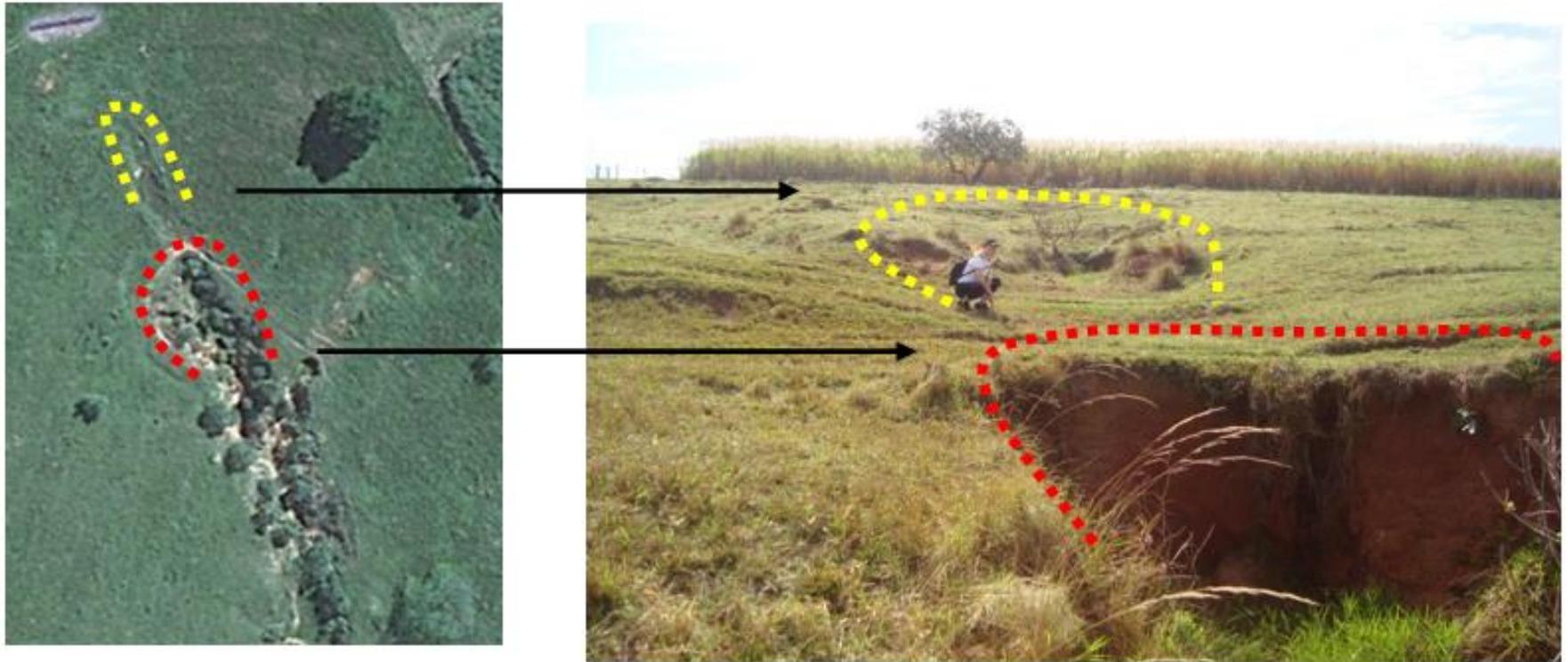


Figura 11: Demonstração da variação nas características ao longo das feições erosivas em uma das feições em estudo. As bordas amarelas circundam as cabeceiras denominadas “de montante”, enquanto que as bordas vermelhas circundam as cabeceiras denominadas de “de jusante”. Fonte: *Google Earth*, 2010





Figura 14: Exemplo da utilização do pantômetro na mensuração da declividade a montante da cabeceira de uma feição erosiva (a) e, detalhe da leitura do ângulo no transferidor e do nível de bolha (b).