

O Relevo e sua Representação

Maurício Felzemburgh

Estrutura da Aula



1.0. Formas de representação

1.1. Representação horizontal

- a) Pontos cotados
- b) Curvas de nível: Mapas topográficos
- c) Mapas hipsométricos;
- d) Mapas de isodeclividade ou clinográficos;
- e) Bacias de visão.

1.2. Representação vertical

- a) Perfis topográficos
- b) Perfis clinográficos

1.3. Representação tridimensional

Estrutura da Aula



2.0. Obtenção de dados

2.1 Métodos de aquisição de dados

- a) Topografia clássica
- b) Uso de GPS
- c) Detecção remota

2. 2. Modelos para aquisição de dados

- a) Rede regular de pontos
- b) Rede Irregular de triângulos

3.0. Processo de elaboração de Curvas de Nível

4.0. Declividade

Objetivo

- Discutir as aplicações da representação do relevo na arquitetura, engenharia e urbanismo;
- Compartilhar conhecimento a respeito dos principais elementos gráficos de representação da altimetria: as curvas de nível e os perfis.

1.

Formas de Representação

1.0. Formas de Representação



A representação do terreno tem aplicações fundamentais nas áreas de **meio ambiente, hidrologia, planejamento, arquitetura, urbanismo, paisagismo e engenharia**, entre outras.

A representação do relevo nos permite planejar a **implantação** da edificação, a **urbanização** de territórios da cidade, a **integração** com a paisagem, a identificar soluções de **drenagem, acessibilidade**, assim como analisar **interferências no conforto ambiental** e nas **vistas** planejadas da edificação.

1.0. Formas de Representação



Representação do relevo pode se dar de diversas formas, a depender da metodologia utilizada e do objetivo da projeto em questão. Tem-se:

- Pontos cotados
- Curvas de nível
- Representação tridimensional
- Perfis topográficos
- Bacias de visão
- Mapas topográficos
- Mapas hipsométricos
- Mapas de isodeclividade
- Modelos Tridimensionais: MDE, MDT e MDS

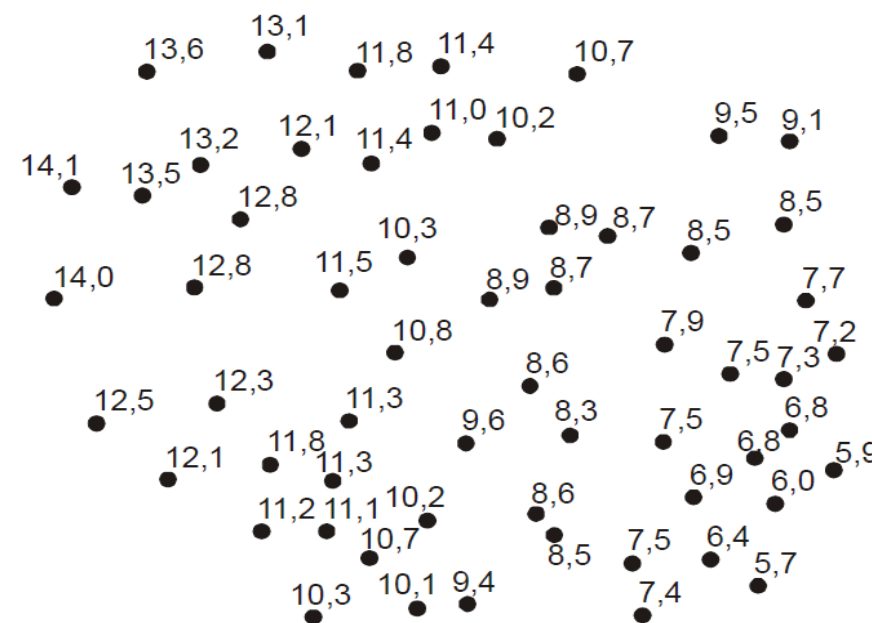
1.0. Formas de Representação

Representação Horizontal

- Pontos Cotados

- Forma mais simples de representação do relevo, a partir de suas coordenadas planas (x,y) ou geográficas (lat, long)
- As projeções dos pontos no terreno têm indicada ao lado a sua altura em relação ao referencial
- Sua leitura é pouco intuitiva, levando a dificuldades de interpretação.

Exemplo

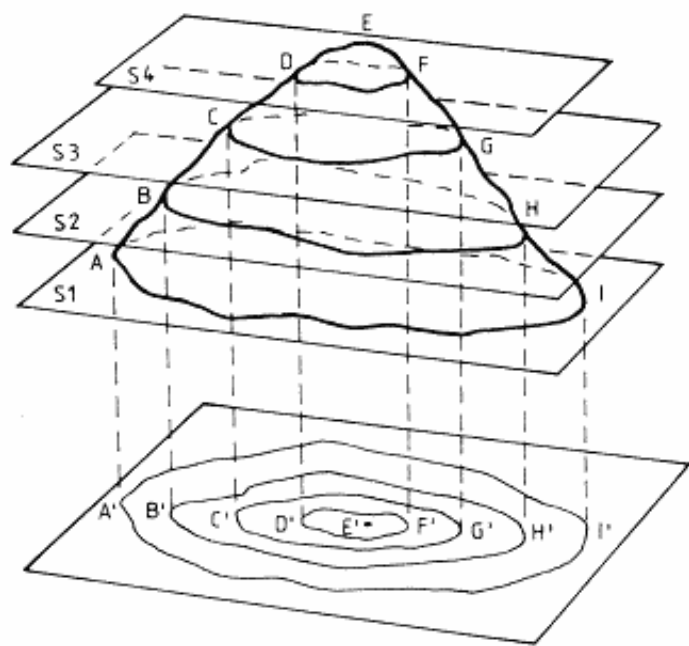


Fonte: (ALVAREZ et al).

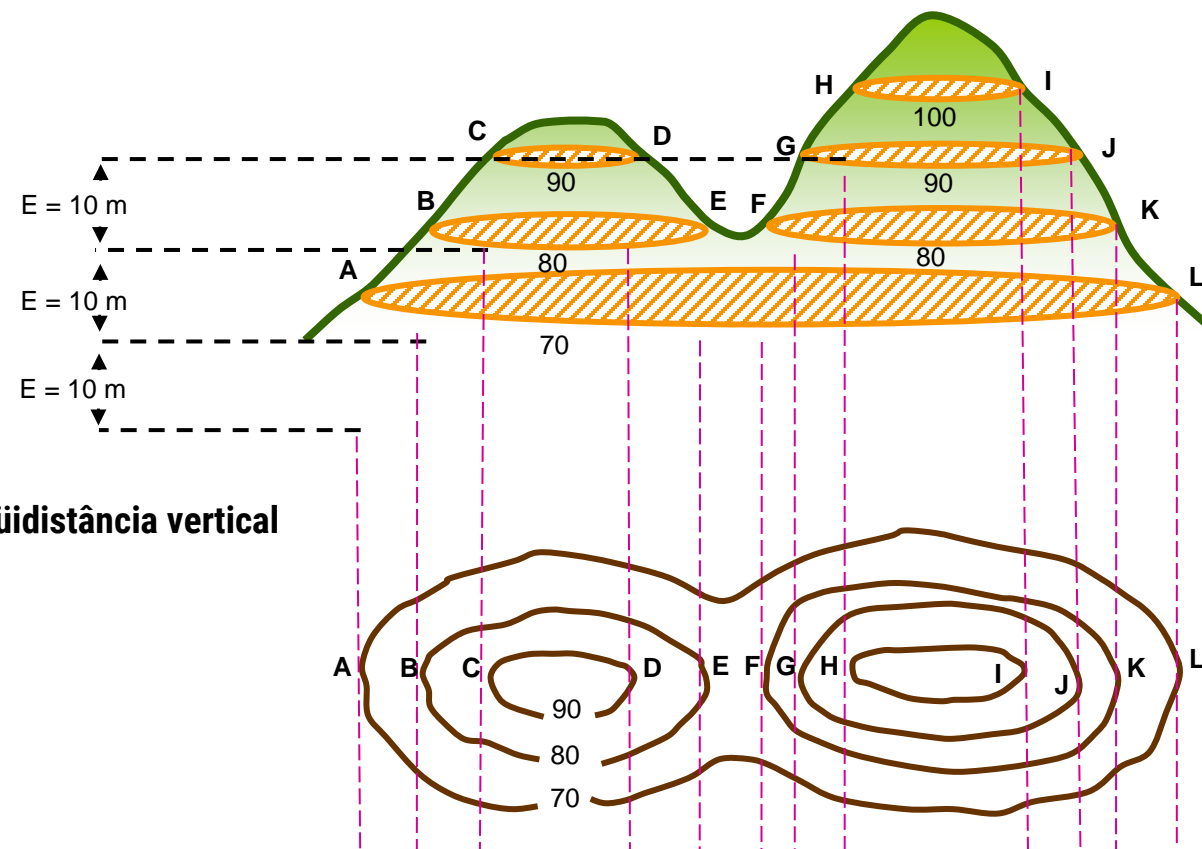
1.0. Formas de Representação

- Curvas de Nível

- Correspondem à projeção ortogonal de **planos horizontais, eqüidistantes e paralelos** que cortam a superfície do terreno.



E → Eqüidistância vertical

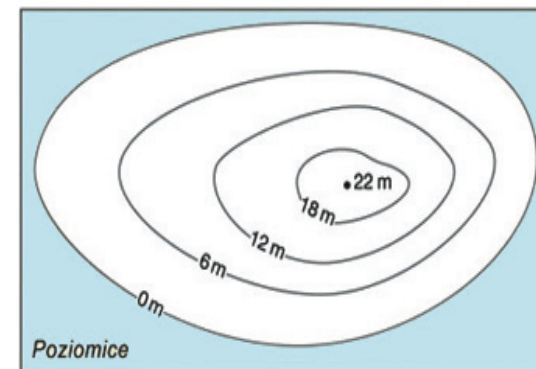
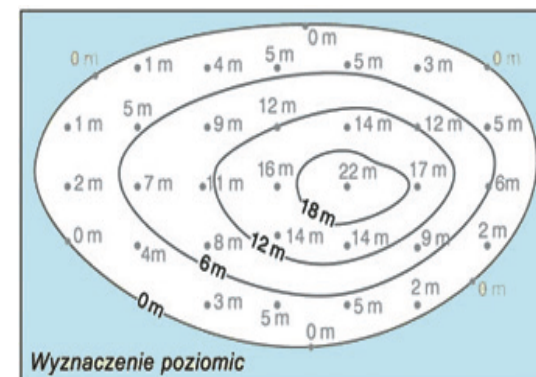


1.0. Formas de Representação

- Curvas de Nível

- Chamamos de curva de nível o lugar geométrico dos pontos de mesma altura
- São um tipo de isolinhas, chamadas de Isoípsas.

- Outras isolinhas:
 - isóbatas - linha dos pontos de igual profundidade no relevo submarino
 - isóbaras - linha dos pontos com a mesma pressão atmosférica
 - isotérmicas - linha dos pontos com a mesma temperatura



1.0. Formas de Representação

- Curvas de Nível

Segundo o seu traçado, as curvas de nível são classificadas em:

- mestras: representadas por traços mais espessos e são todas cotadas
- intermediárias: representadas por traços finos
- meia-eqüidistância: utilizadas na densificação de terrenos muito planos

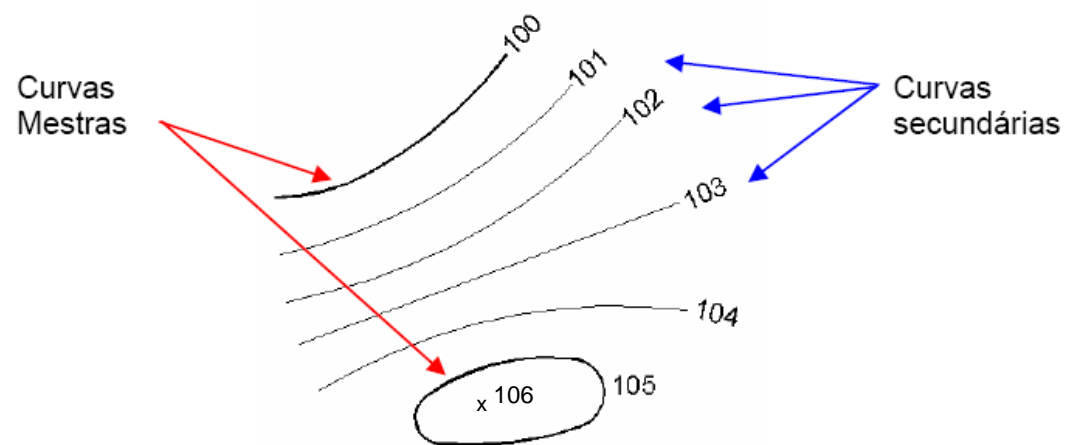


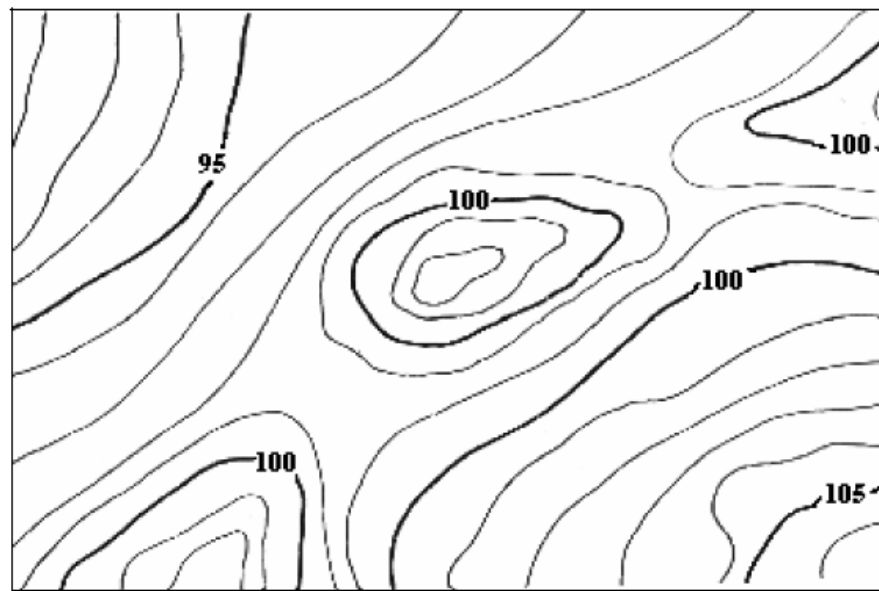
Figura 15.7 - Curvas Mestras e secundárias.

1.0. Formas de Representação

- Curvas de Nível

As curvas de nível devem trazer identificadas o valor de sua altura para que possamos efetuar a leitura da altimetria do terreno.

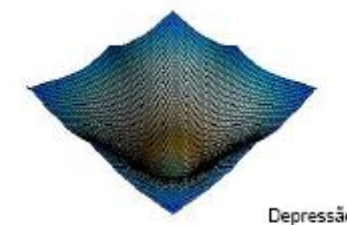
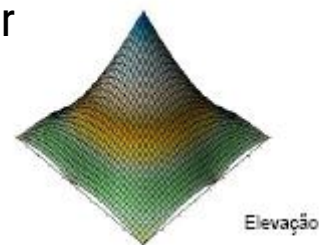
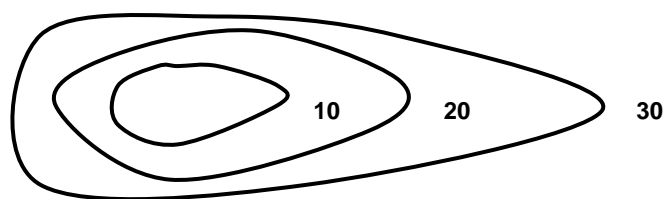
Esta informação é fundamental para a interpretação da representação do relevo.



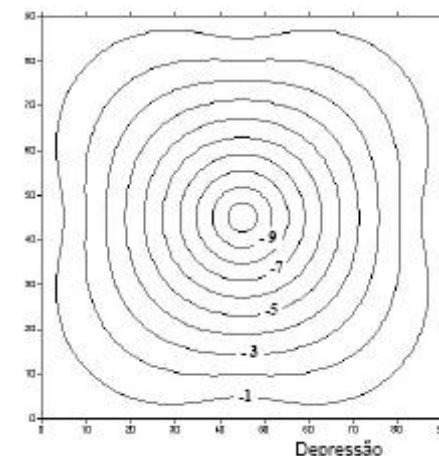
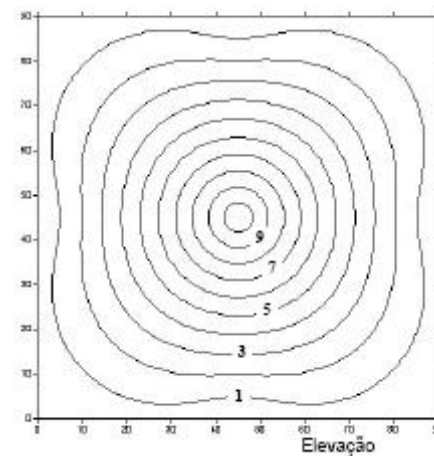
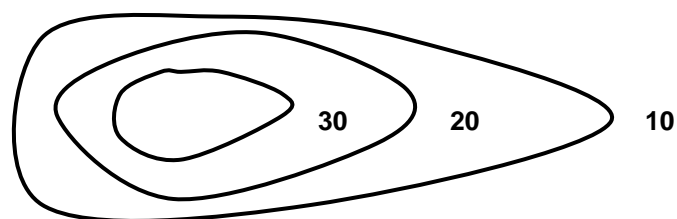
1.0. Formas de Representação

Por exemplo:

- Depressão: as curvas de valor maior envolvem as curvas de valor menor



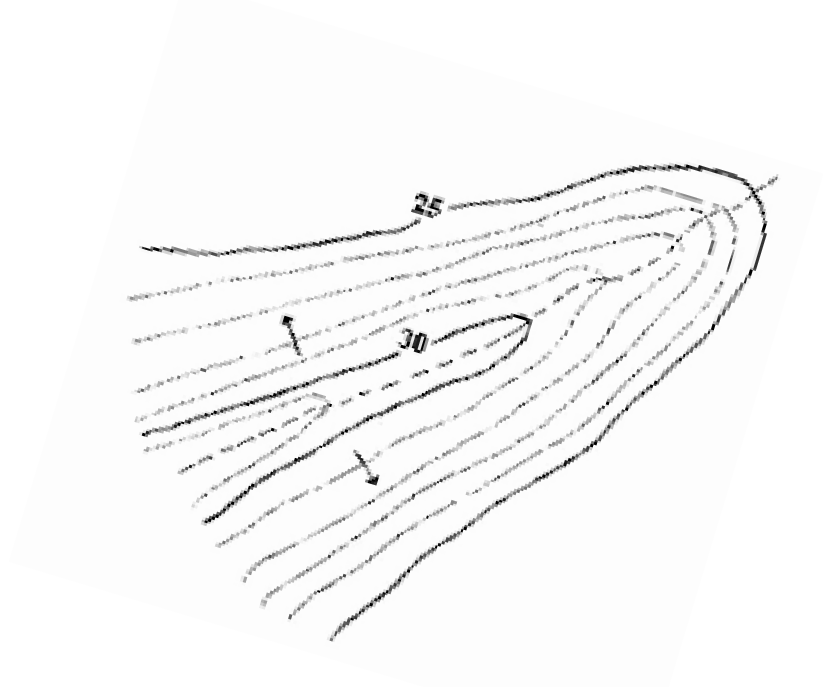
- Elevação: as curvas de menor valor envolvem as de maior valor



1.0. Formas de Representação

Por exemplo:

- Linha de Divisor de Águas: conhecida como linha de cumeada, une os pontos mais altos de uma elevação dividindo as águas da chuva.

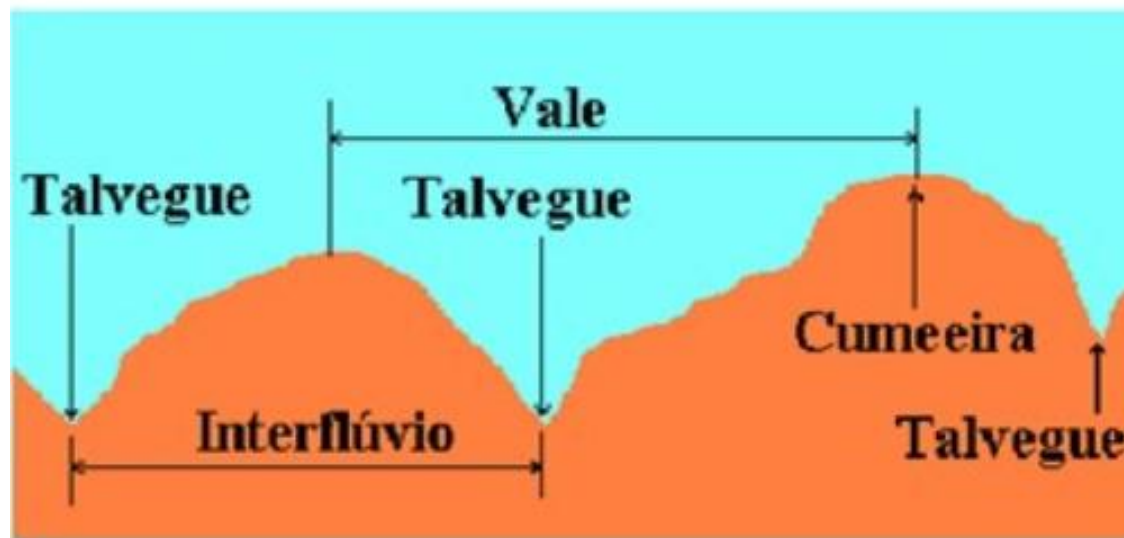
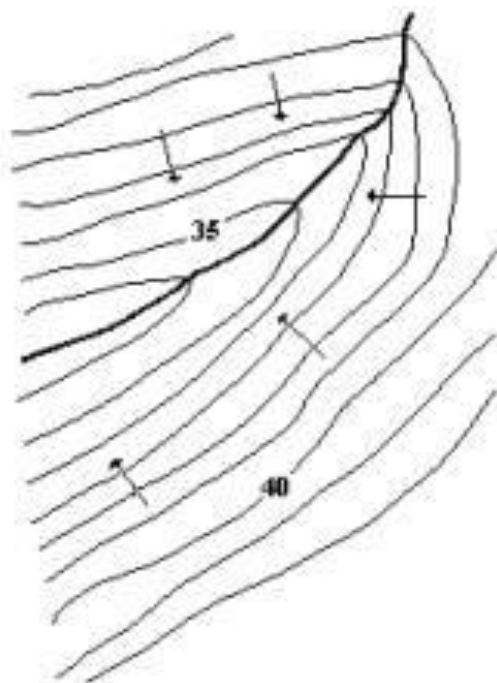


Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/5596440/>

1.0. Formas de Representação

Por exemplo:

- Linha de Talvege: é a linha representativa do fundo dos rios, córregos ou cursos d'água, ou seja, dos pontos mais baixos para onde a água escoa

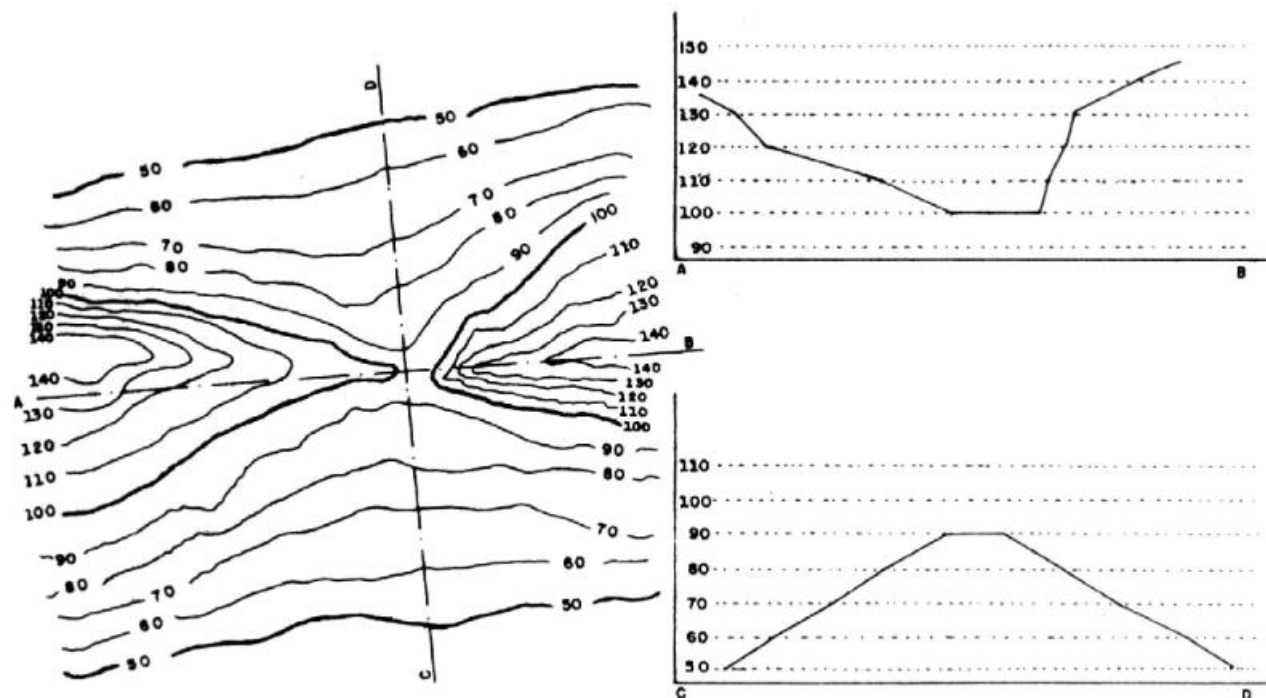


Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/1812798/>

1.0. Formas de Representação

Por exemplo:

- Garganta: é o local onde as linhas de cumeada ou de talvegue se curvam fortemente



1.0. Formas de Representação

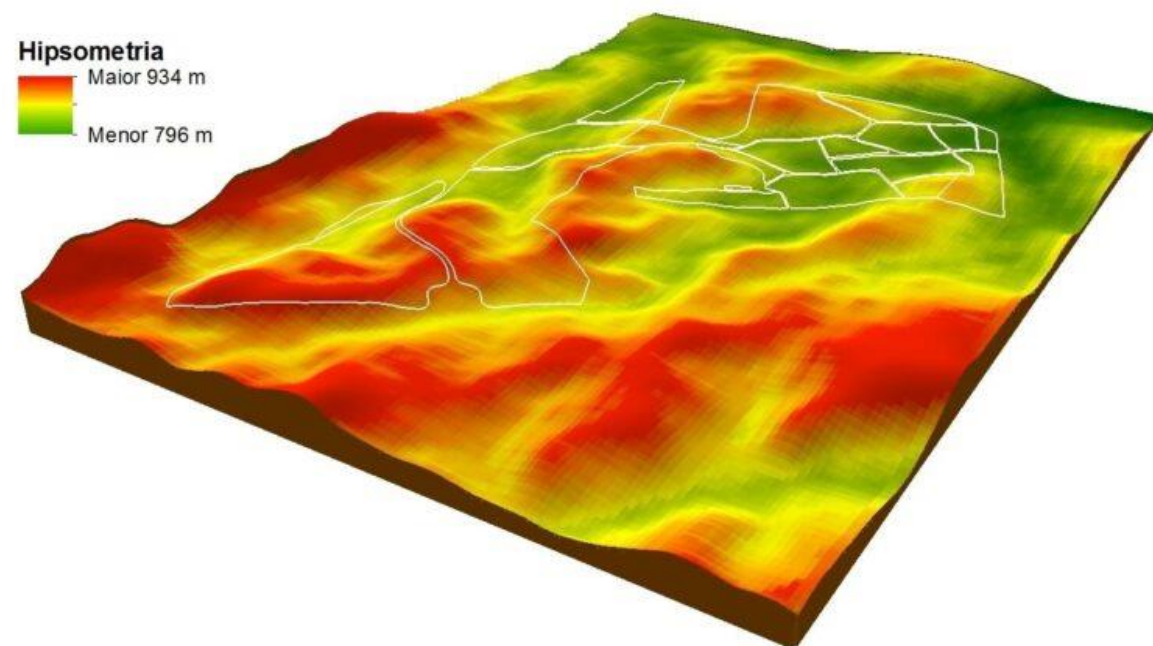


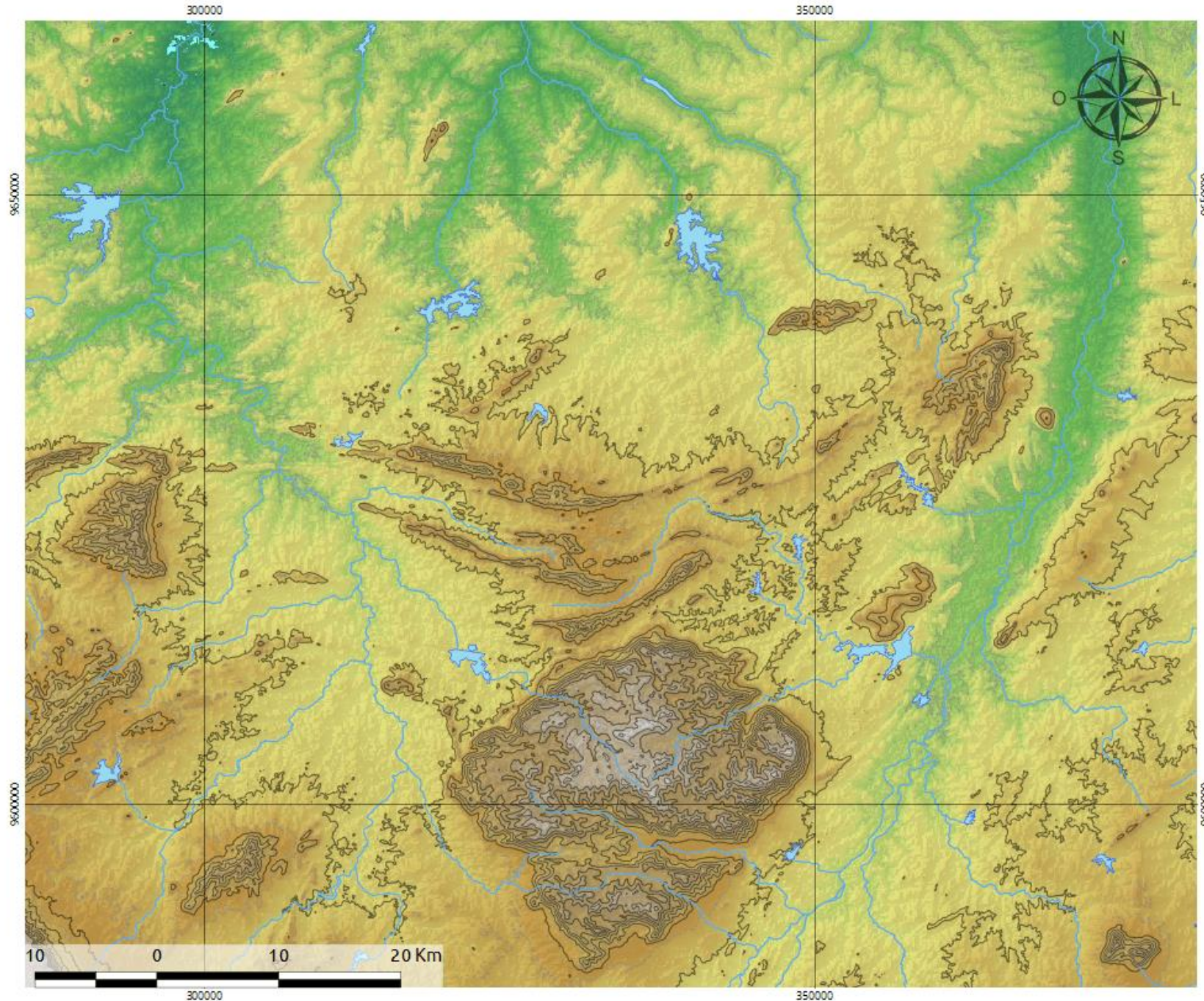
1.0. Formas de Representação

1.2. Representação Horizontal

c) Mapas hipsométricos

- Nos mapas ou plantas hipsométricos, as diferenças de altura são representadas por colorações diferentes, conforme legenda específica.
- O objetivo é ter uma representação com visualização mais clara do que simplesmente através das curvas de nível.





Mapa Hipsométrico

Legenda

— Açudes

— Hidrografia

Curvas de Nível

— Mestras

— Intmediárias

Hipsometria

1017

678

339

170

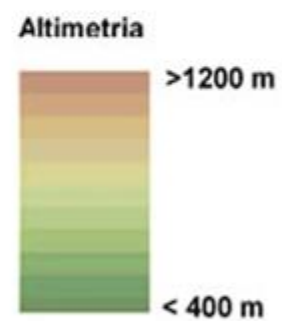
68

34

3

0

<https://i2.wp.com/narceliodesa.com/wp-content/uploads/2014/01/Como-criar-mapas-hipsom%C3%A9tricos-C%C3%B3pia.png>



Fonte: SRTM, USGS-USA (2000)

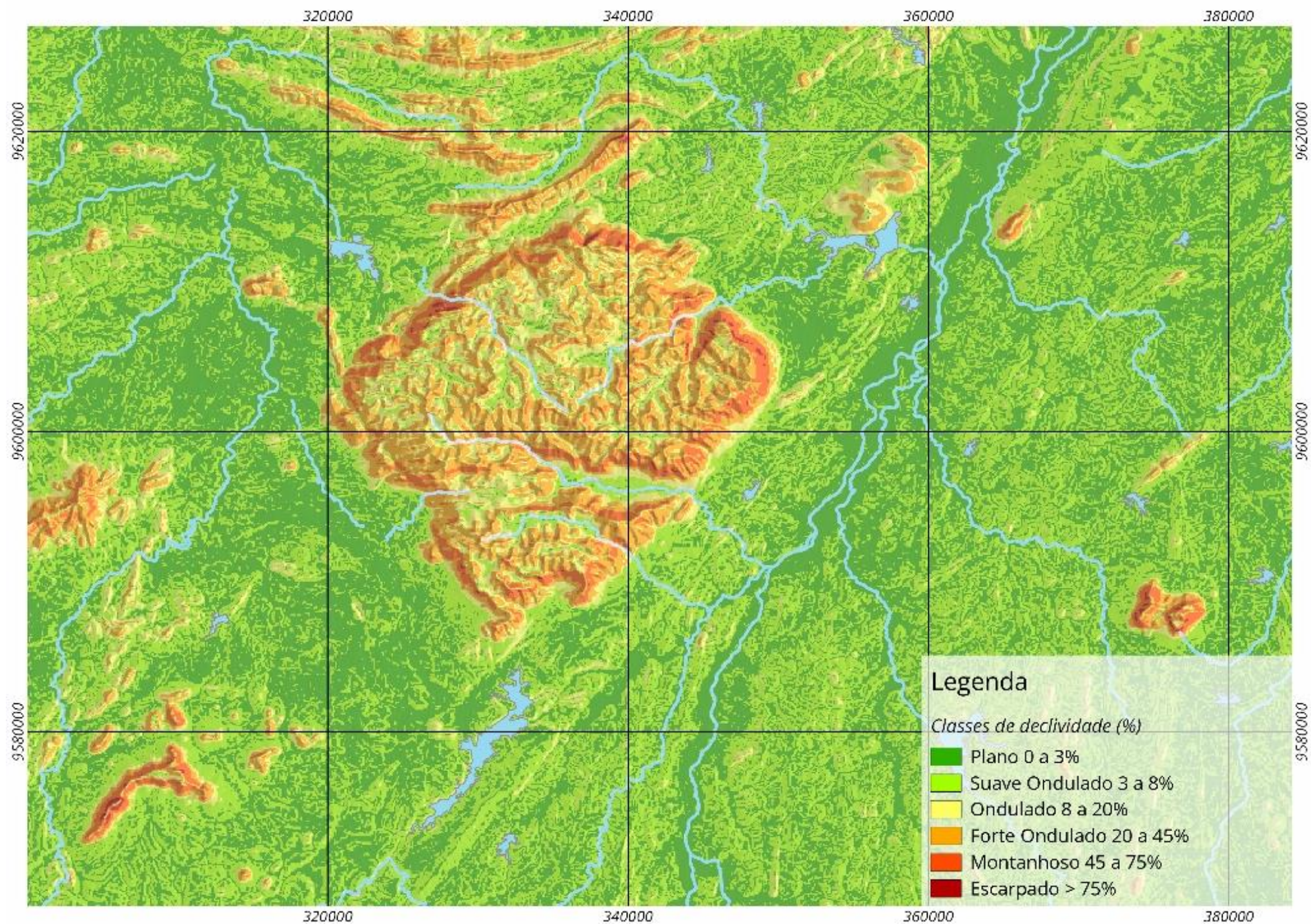
1.0. Formas de Representação

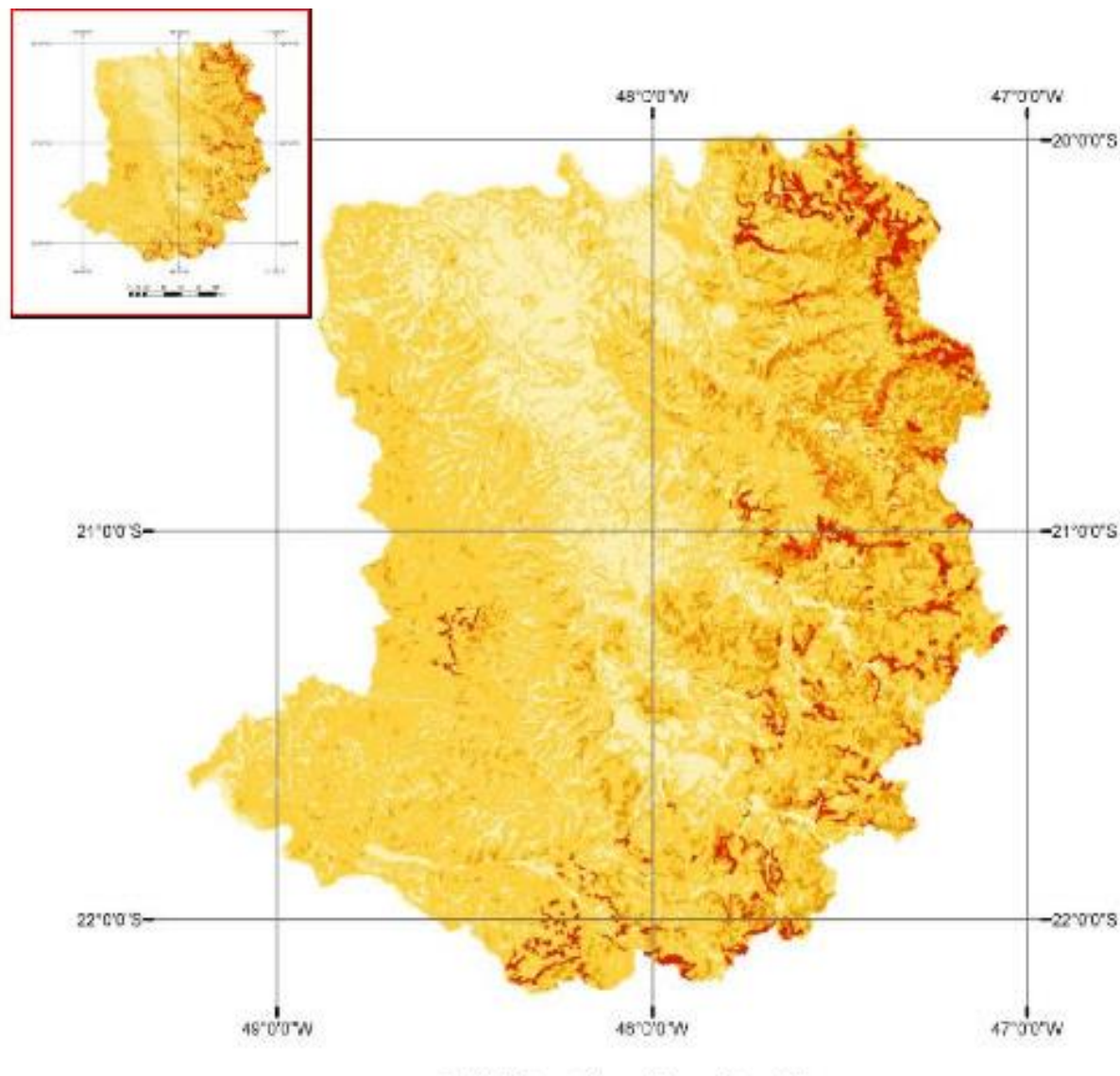


1.2. Representação Horizontal

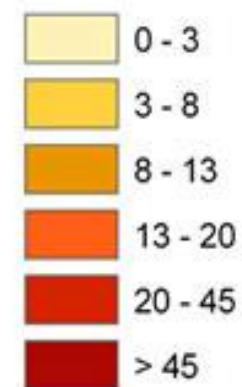
d) Mapas de isodeclividade ou clinográficas

- Representam através de cores áreas de mesma declividade

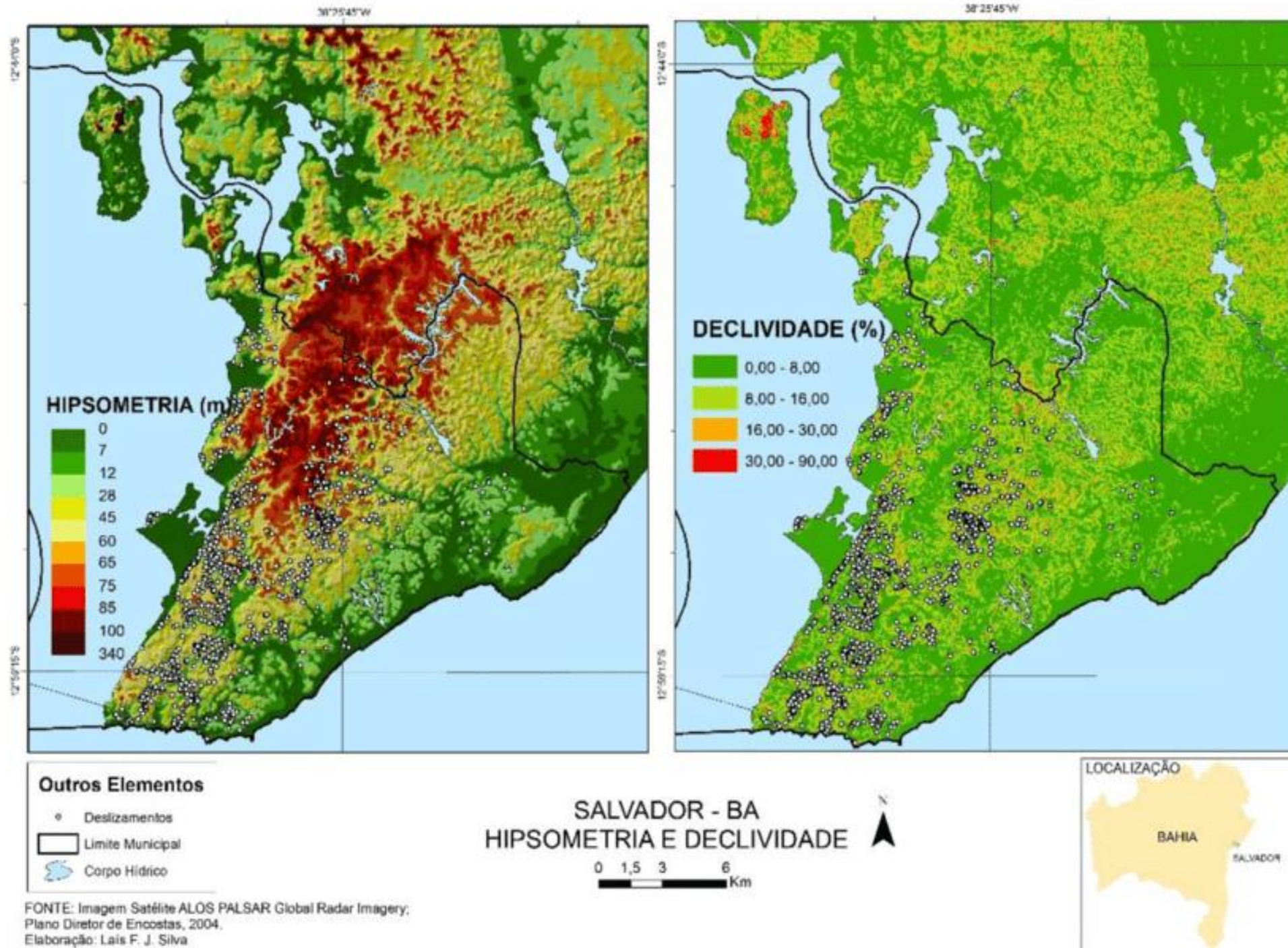




Declividade (%)



USGS-USA (2000)



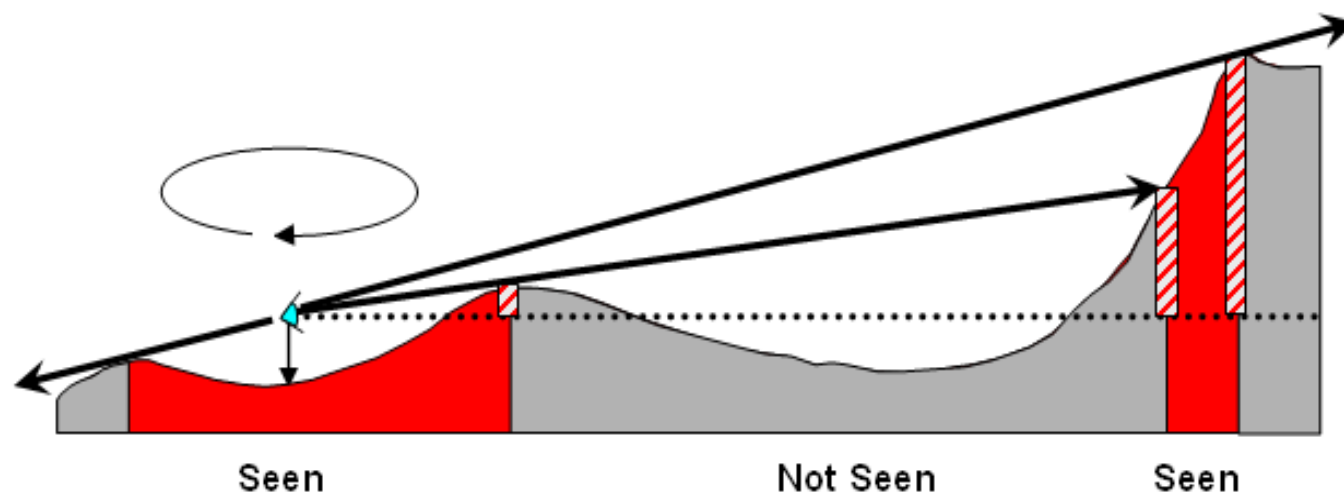
FONTE: Imagem Satélite ALOS PALSAR Global Radar Imagery;
Plano Diretor de Encostas, 2004.
Elaboração: Laís F. J. Silva

https://www.researchgate.net/figure/Hipsometria-e-declividade-de-Salvador-BA-com-ocorrencias-de-deslizamentos_fig2_334045641

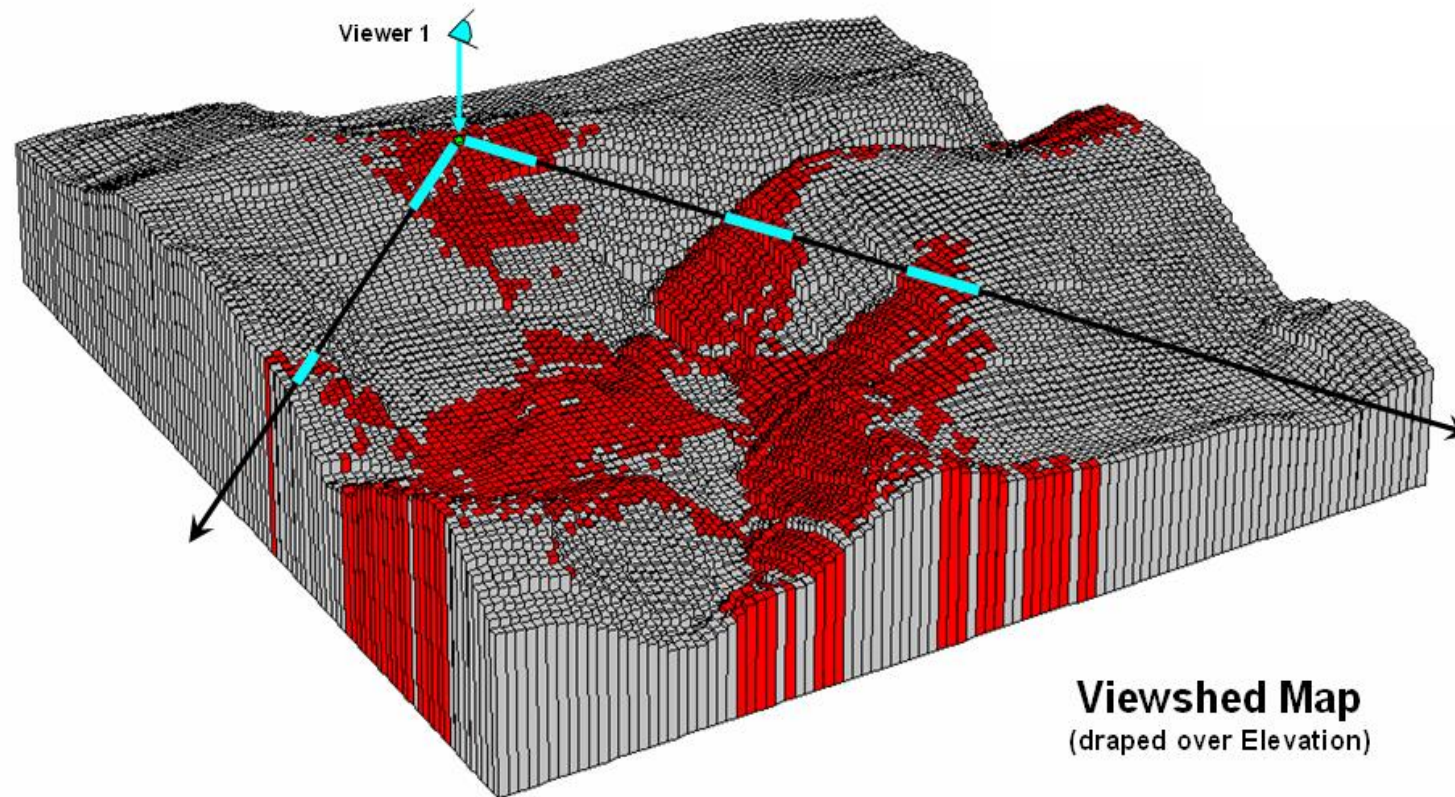
1.0. Formas de Representação

e) *Viewshed* ou bacia de visão

- representa conjunto de pontos na paisagem visíveis a partir de um ponto determinado, considerando as barreiras visuais relacionadas ao relevo.



1.0. Formas de Representação



Exit viewshed

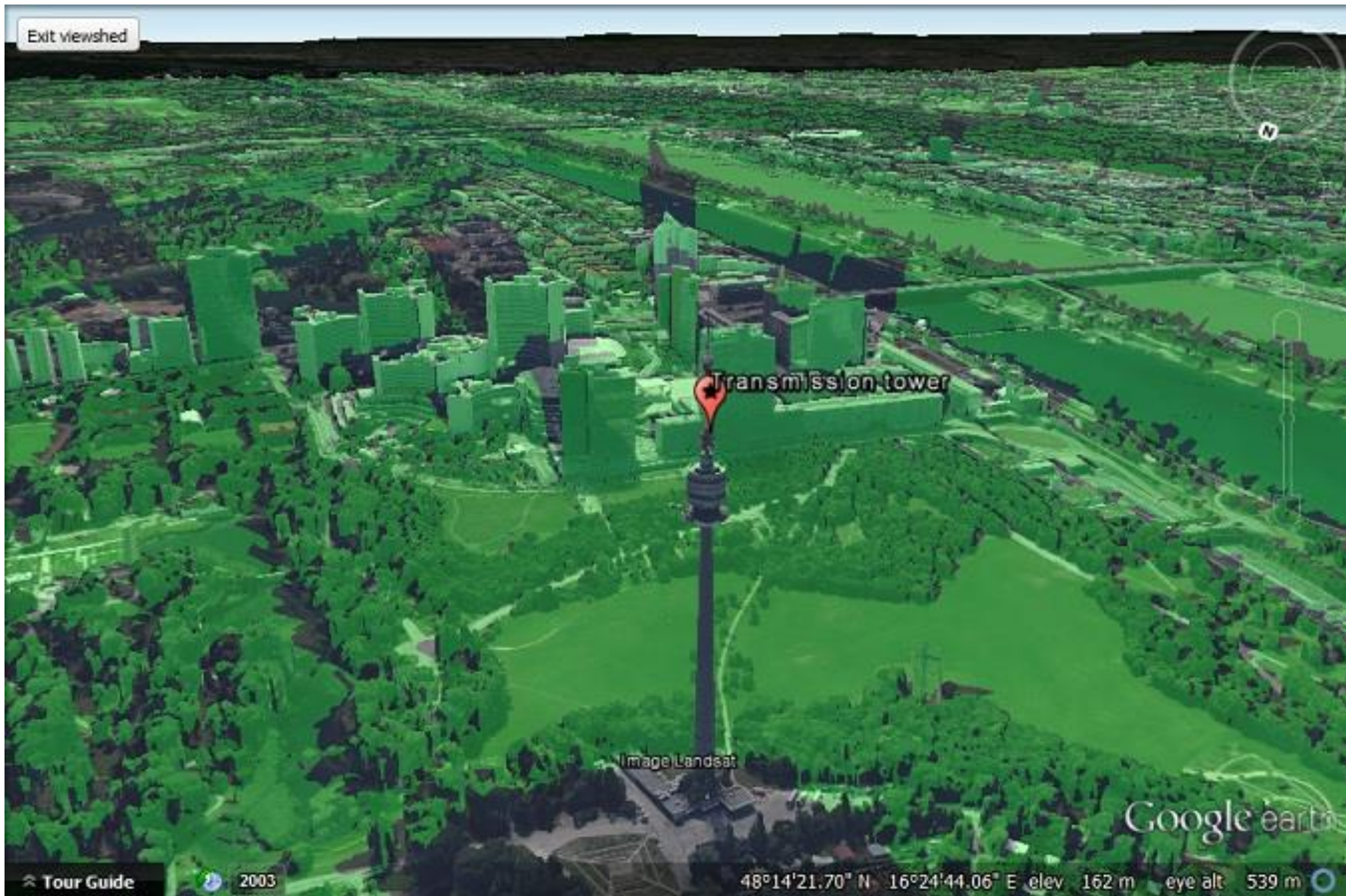


Image Landsat

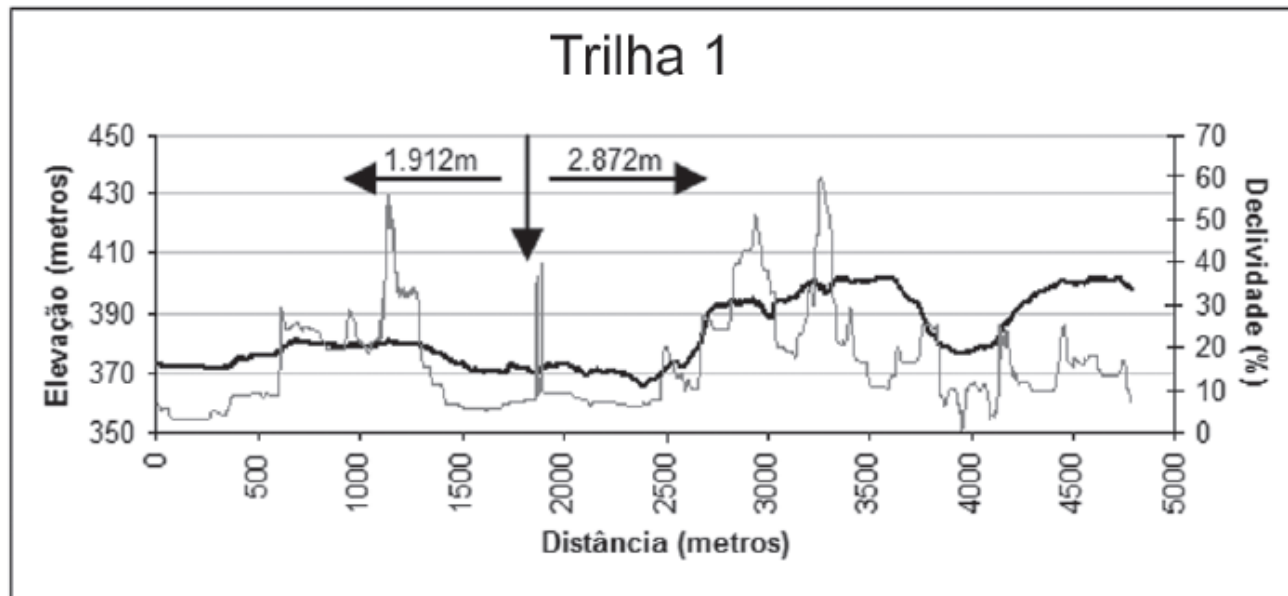
Google Earth

<https://www.gearthblog.com/>

1.0. Formas de Representação

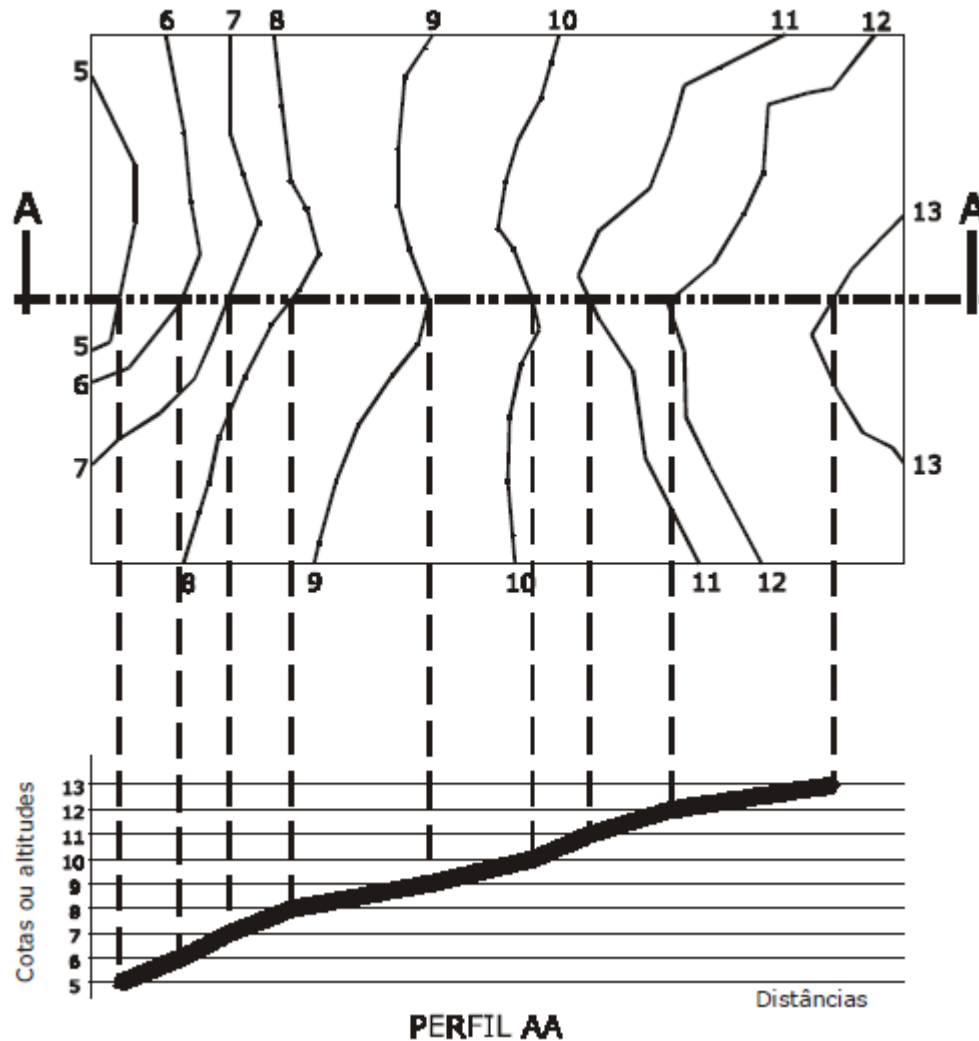
1.3. Representação Vertical

- a) **Perfis Topográficos.** Expressam diferentes cotas ao longo de uma linha de corte estabelecida.
- b) **Perfis Clinográficos.** Expressam as variações de declividades ao longo de um linha corte escolhida.



<http://www6.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/1949/1094>

6.4. Traçado de perfil



- Seções transversais;

- Perfis longitudinais. Para acentuar o relevo, a representação desta peça em geral tem a escala vertical dez vezes maior que a horizontal.

1.0. Formas de Representação



1.4. Representação Tridimensional

a) Maquetes

b) Modelos Digitais de Elevação (MDE) ou *Digital Elevation Model* (DEM)

1.0. Formas de Representação



<https://br.freepik.com/>



<https://edificarto.wordpress.com/tag/curvas-de-nivel/>

1.0. Formas de Representação

Exemplo representação tridimensional



<http://www.abagr.org.br>

1.0. Formas de Representação

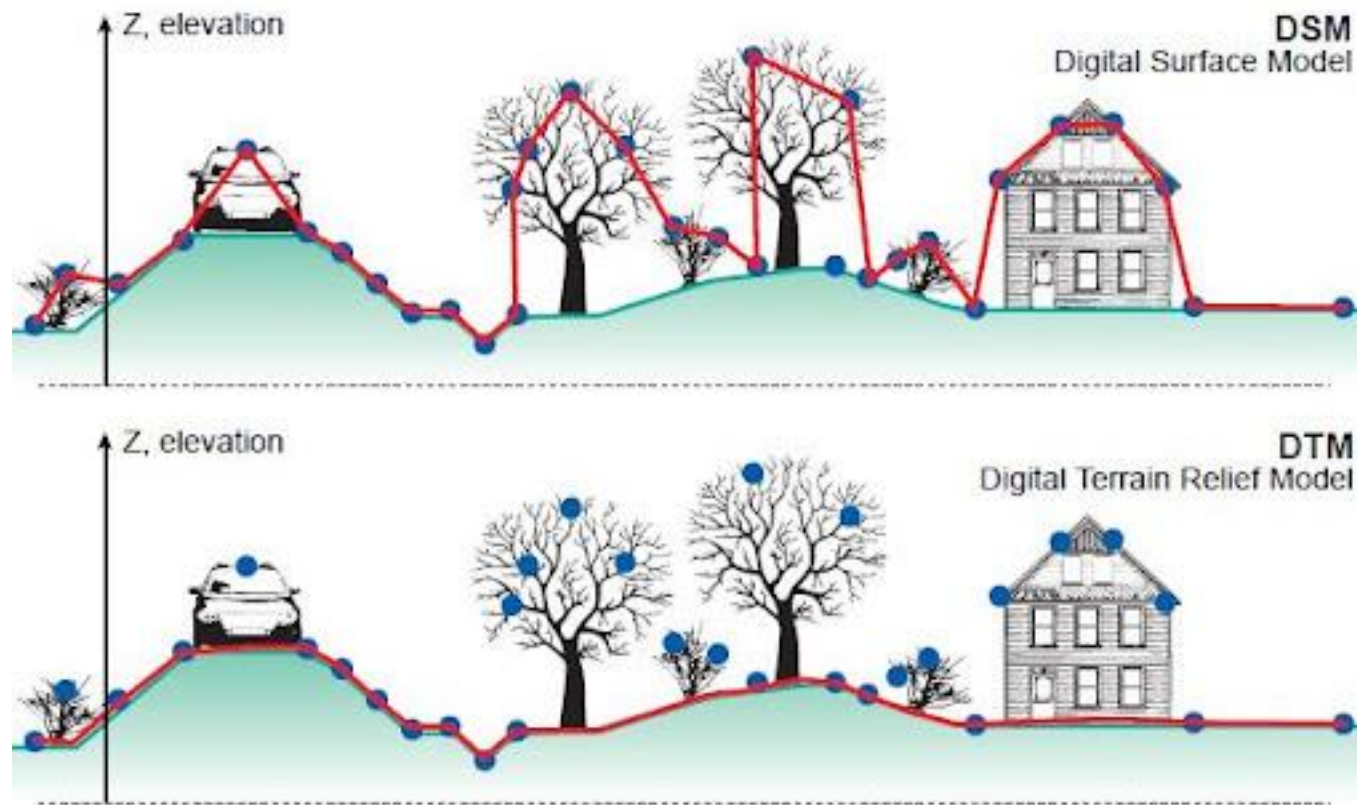


1.4. Representação Tridimensional

b) Modelos Digitais de Elevação (MDE) ou *Digital Elevation Model* (DEM)

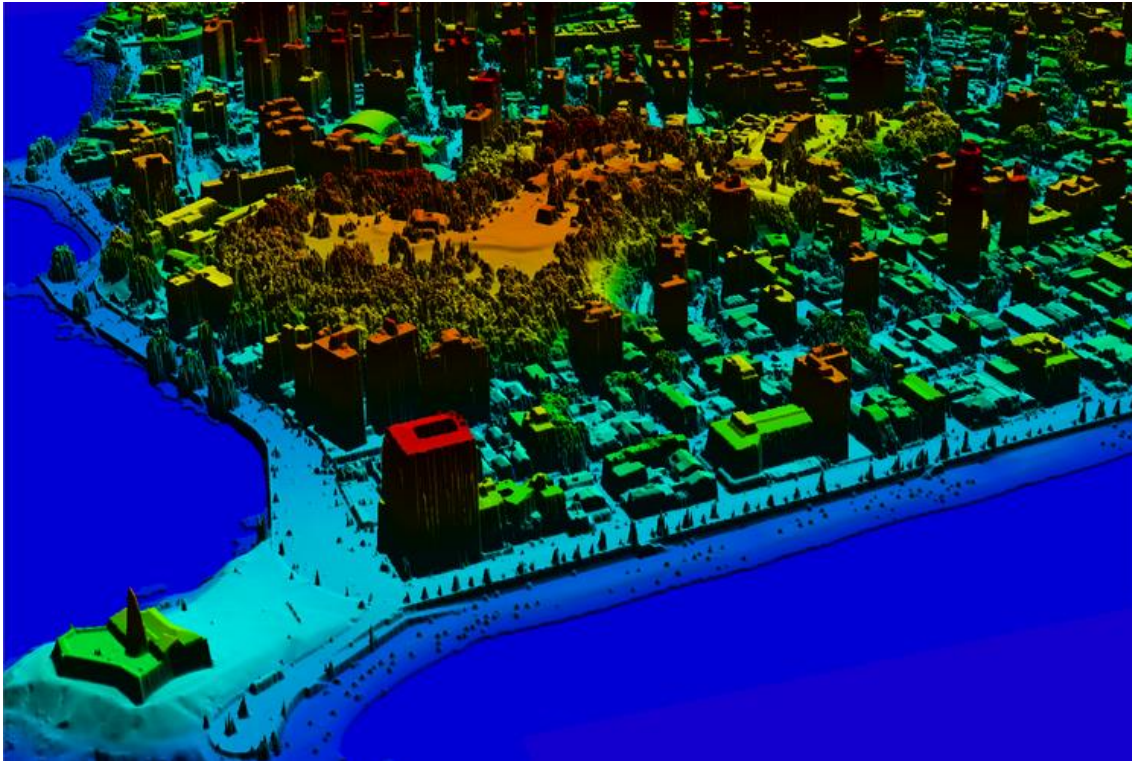
- **Modelo Digital de Superfície (MDS)** ou *Digital Surface Model* (DSM)
- **Modelo Digital de Terreno (MDT)** ou *Digital Terrain Model* (DTM)

1.0. Formas de Representação

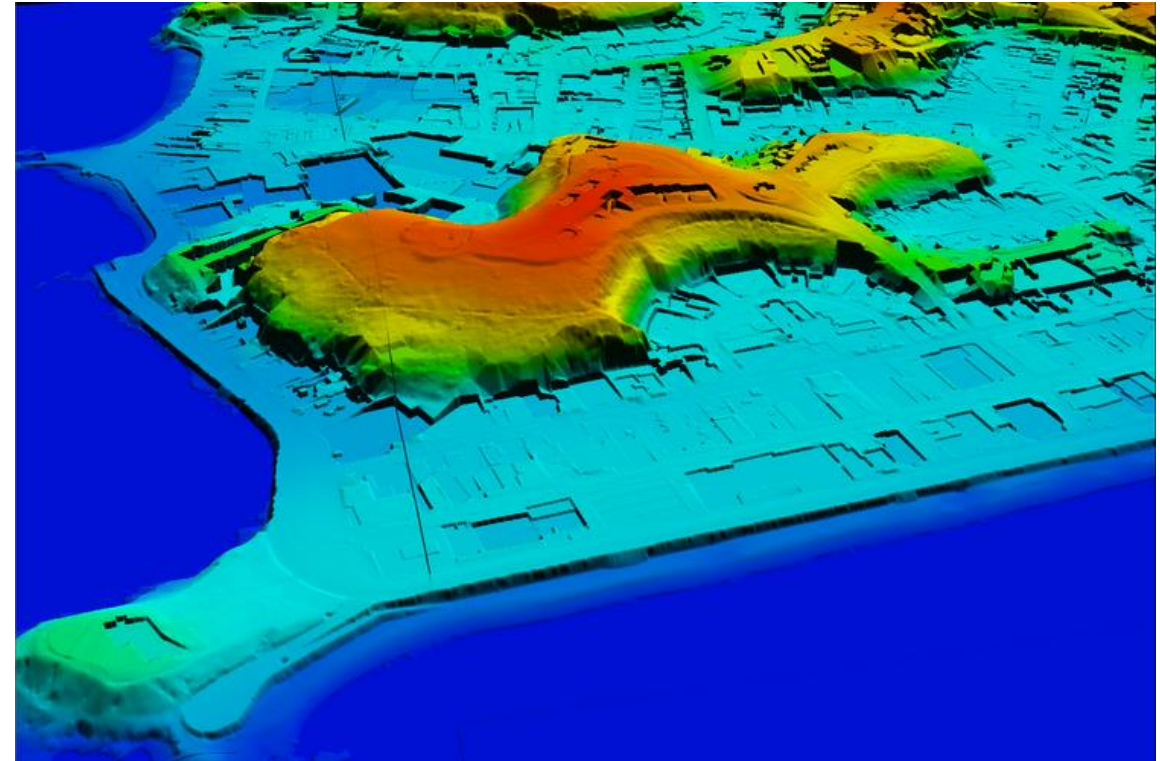


1.0. Formas de Representação

MDS



MDT



<http://cartografia.salvador.ba.gov.br/index.php/menu-cartografia/cartografia-de-referencia>

2.

Obtenção de Dados

2.0. Obtenção de Dados



2.1 Métodos de aquisição de dados

- a) Topografia clássica
- b) Uso de GNSS
- c) Fotogrametria
- d) Detecção remota
 - LIDAR – Light Detection And Ranging (topografia e batimetria);
 - SONAR – Sound Navigation and Ranging (batimetria).
 - InSAR – Interferometric Synthetic Aperture Radar.

2.0. Obtenção de Dados

a) Topografia clássica



<https://biomapengenharia.com.br/>

2.0. Obtenção de Dados



b) Sistema Global de Navegação por Satélite ou *Global Navigation Satellite System* (GNSS)

- Consistem em sistemas de posicionamento por satélites artificiais.
- Para conseguir coordenar com eficiência um sistema global de localização são necessários pelo menos 24 satélites, fornecendo uma possível interação do receptor com pelo menos 4 satélites para reconhecimento de sua posição. Os satélites emitem continuamente um sinal de rádio, permitindo aos receptores o cálculo de sua posição.
- São exemplos de Sistemas Globais de Navegação além do *Global Positioning System* (GPS), o sistema russo GLONASS, o europeu GALILEO e o chinês BEIDOU.

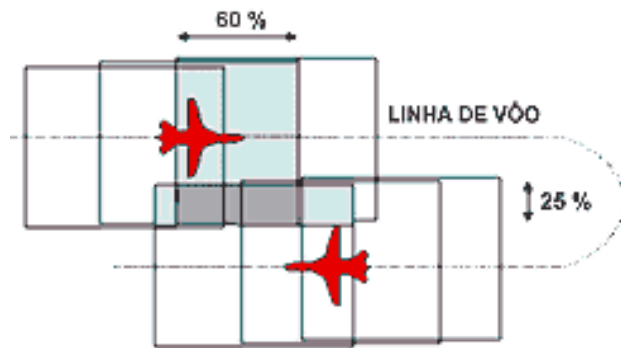
2.0. Obtenção de Dados

c) Fotogrametria

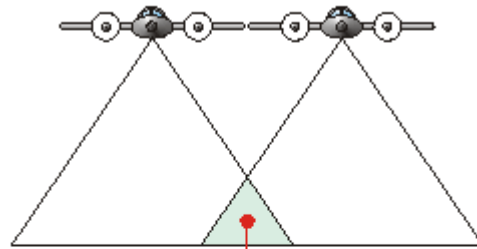
A Aerofotogrametria refere-se às operações fotogramétricas realizadas com fotografias da superfície terrestre obtidas por uma câmara de precisão acoplada em uma aeronave, com o eixo ótico do sistema de lentes mais próximo da vertical possível.



Fotogrametria Aérea ou Aerofotogrametria

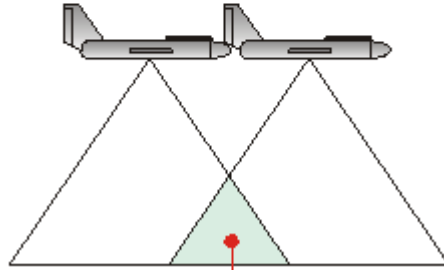


RECUBRIMIENTO TRANSVERSAL

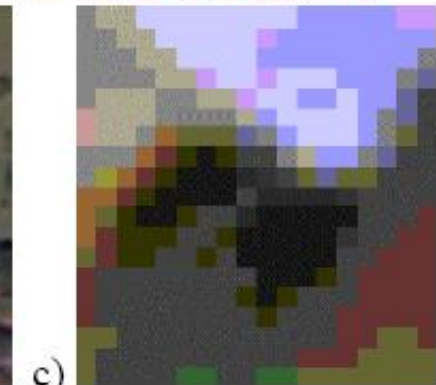


RECUBRIMIENTO

RECUBRIMIENTO LONGITUDINAL



RECUBRIMIENTO



2.0. Obtenção de Dados

Produtos Digitais

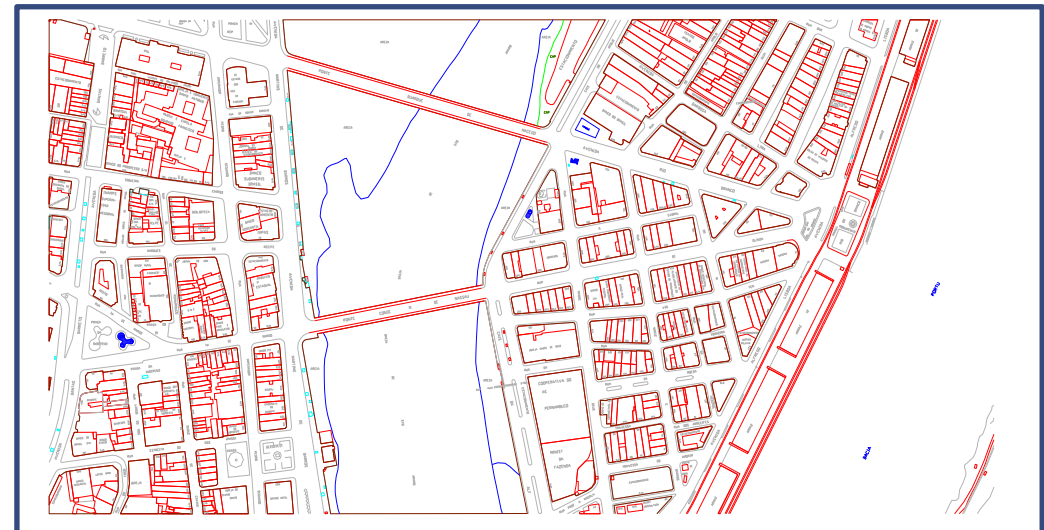
Produtos *Raster*:

- Ortofotos, ortofotocartas, mosaicos



Produtos Vetoriais:

- Plantas, Cartas e Mapas



2.0. Obtenção de Dados

d) Detecção remota

LIDAR (*Light Detection And Ranging*) é uma tecnologia óptica de detecção remota que mede propriedades da luz refletida permitindo a leitura de distância e outras informações de um objeto.

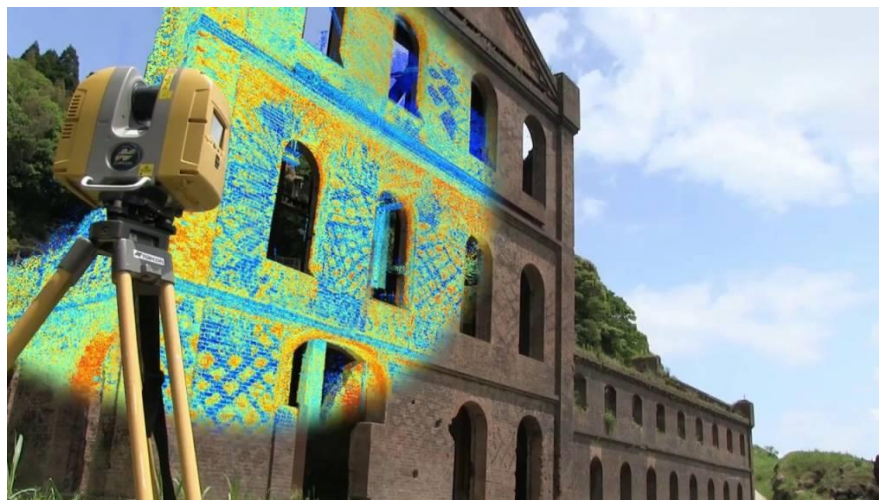


<https://leica-geosystems.com/pt-br/products/laser-scanners>

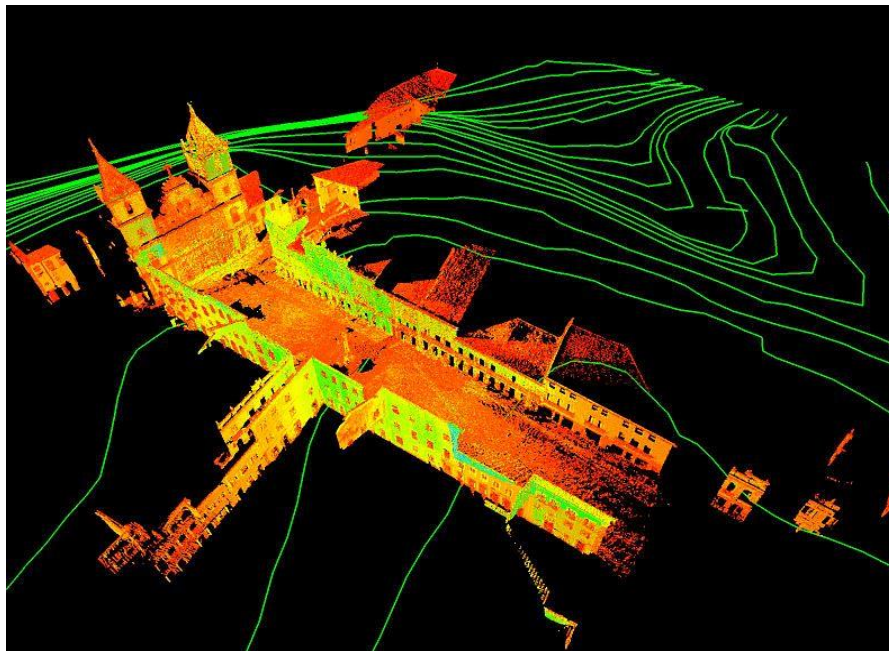
2.0. Obtenção de Dados



www. <http://www.litholdoengenharia.com.br/laser-scanner-3d.php.com>

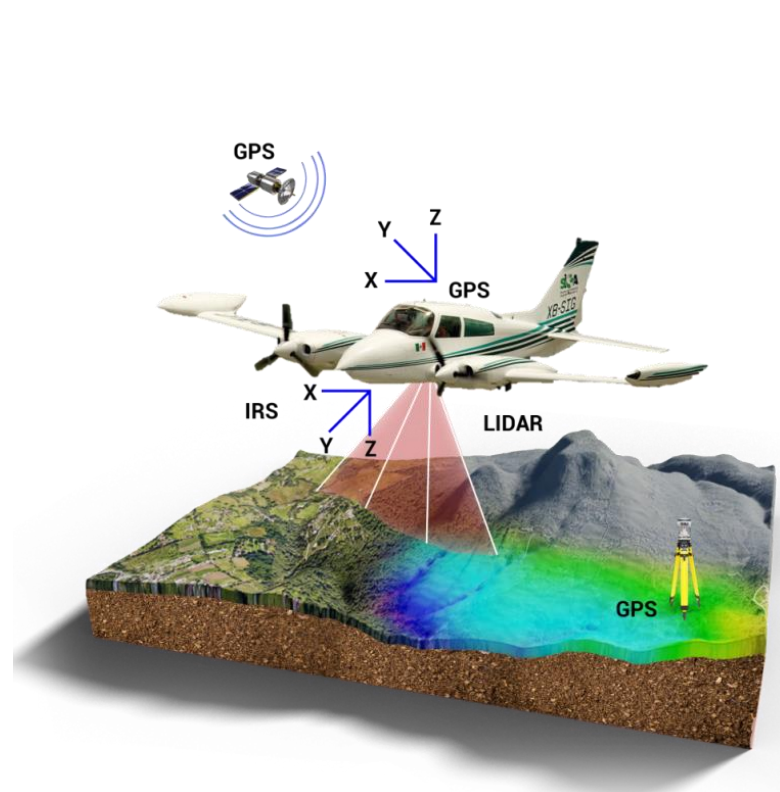


<https://www.embratop.com.br/site/laser-scanner-3d-e-um-olhar-sobre-o-futuro/>

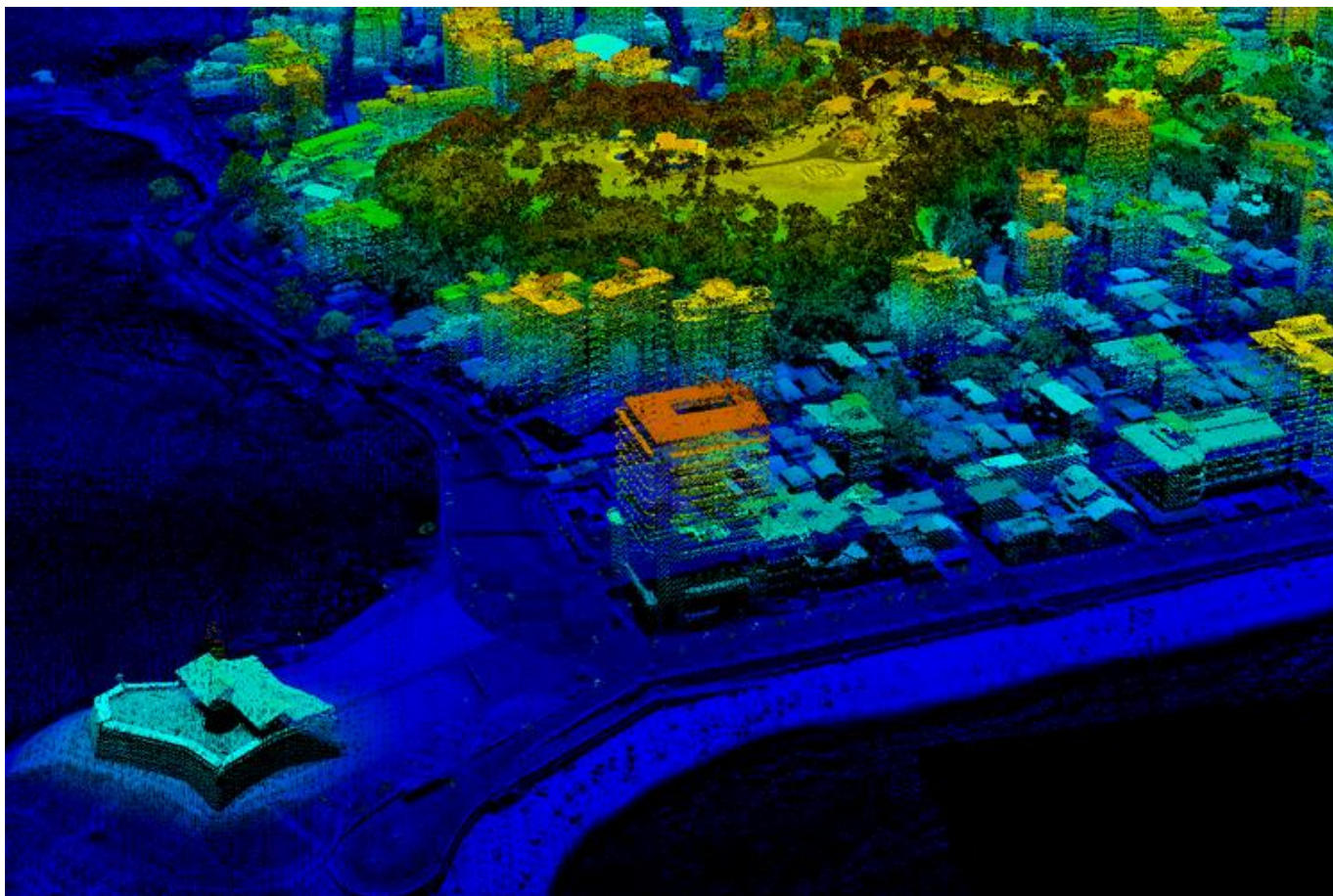


<https://mundogeoconnect.com/2020/seminario-topografia-3d-e-laser-scanning-no-droneshow-e-mundogeo-connect-100-online-em-setembro/>

2.0. Obtenção de Dados



2.0. Obtenção de Dados

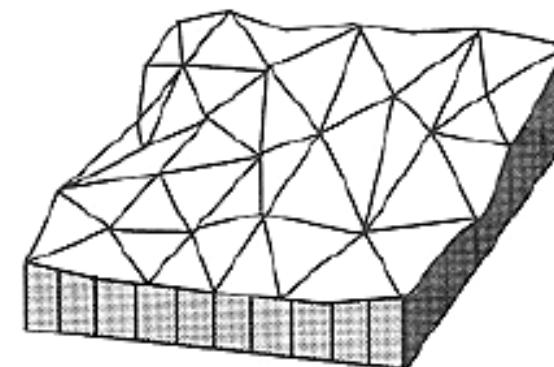
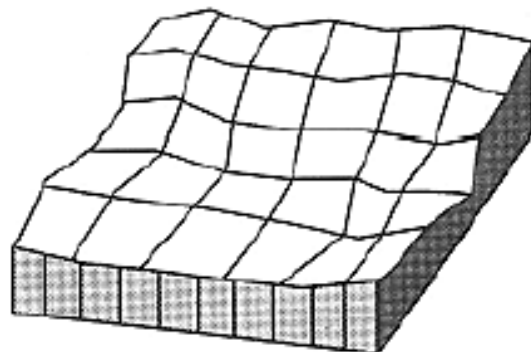


Coleta de dados do aerolevantamento por Sistema de Perfilamento à Laser nos 415 Km2 da área continental, insular e adjacências, sobrevoada por uma aeronave equipada com sensor laser RIEGL modelo VQ480 e câmera digital PhaseOne modelo IXU 1000-R

2.0. Obtenção de Dados

2.2. Modelos para aquisição de dados

- a) Rede regular de pontos
- b) Rede Irregular de triângulos

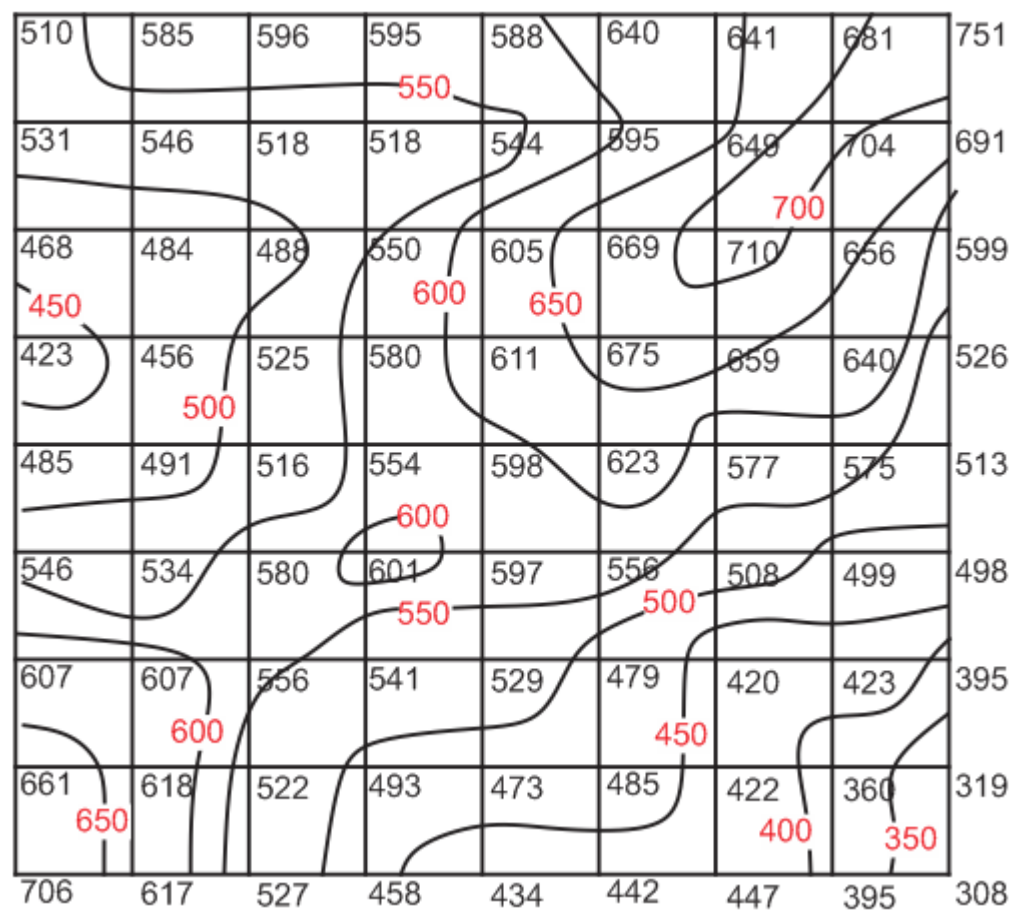


3.

Processos de Elaboração

3.0. Processo de Elaboração

3.1. Desenho de Curvas de Nível



<https://docplayer.com.br/17133142-Interpolacao-das-curvas-de-nivel-no-programa-surfer-8-0-atraves-de-imagens-do-google-earth.html>

3.0. Processo de Elaboração



3.1. Desenho de Curvas de Nível

Podem ser obtidas basicamente por três processos diferentes:

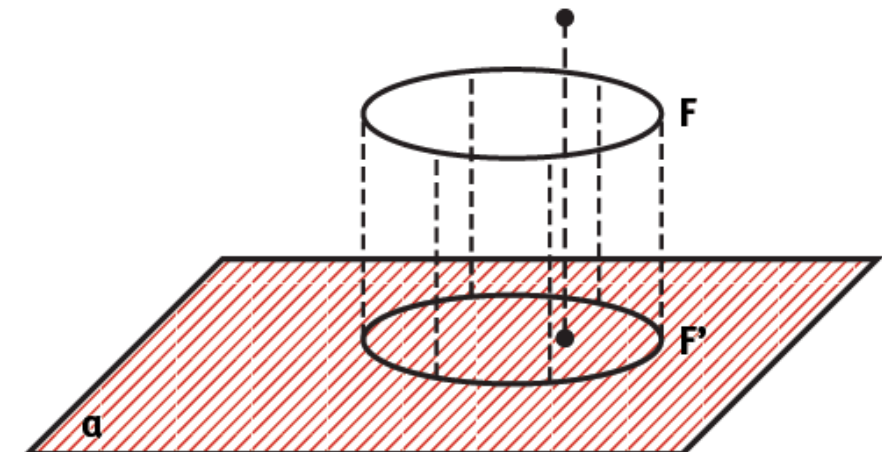
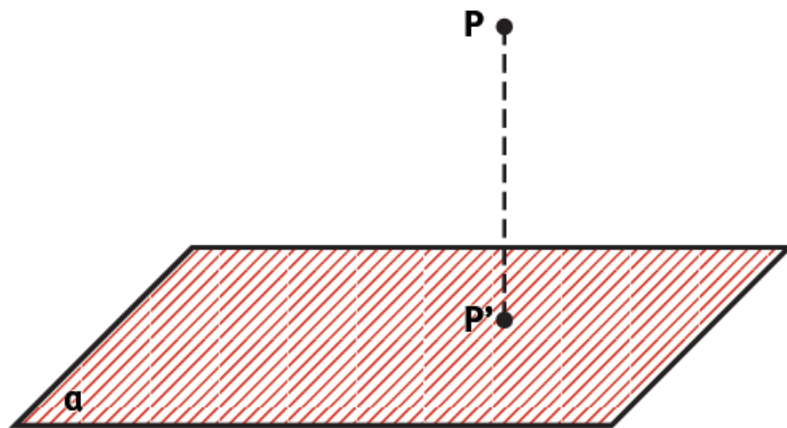
- Projeção
- Interpolação gráfica
- Interpolação numérica

1.0. Formas de Representação

- Curvas de nível

- Projeção: a projeção ortogonal é a mais usual no traçado das curvas de nível

A projeção ortogonal P' , de um ponto P sobre um plano α (plano topográfico), é a intersecção do alinhamento do ponto P em uma reta perpendicular ao plano α .

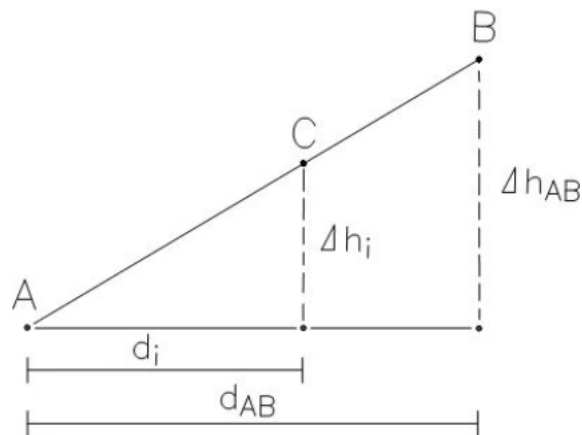


1.0. Formas de Representação

- Interpolação gráfica

O método consiste em determinar os pontos de cota inteira e múltiplos da equidistância vertical por semelhança de triângulos:

$$d_i = \frac{d_{AB'}}{\Delta h_{AB}} \times \Delta h_i$$



Exemplo I:

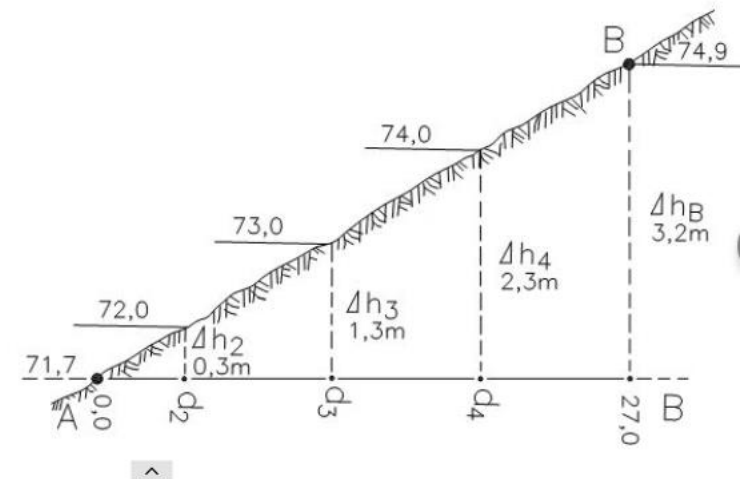
Calcular as distâncias a partir do ponto A das cotas inteiras conforme croqui:

$$d_1 = \frac{d_{AB'}}{\Delta h_{AB}} \times \Delta h_i$$

$$d_2 = \frac{27,0}{3,2} \times 0,3 = 2,5m$$

$$d_3 = \frac{27,0}{3,2} \times 1,3 = 11,5m$$

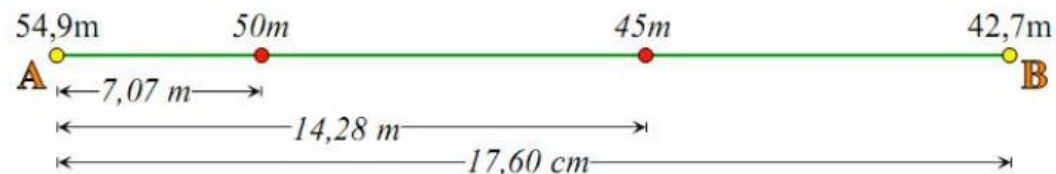
$$d_4 = \frac{27,0}{3,2} \times 2,3 = 19,4m$$



1.0. Formas de Representação

- Interpolação Numérica por Regra de Três simples

Exemplo: interpolar dois pontos de cotas 42,7m e 54,9m.



Sabe-se que entre as cotas calculadas de 42,7m e 54,9m existem as cotas inteiras de 45 e 50, se a equidistância entre as curvas de nível for de 5 em 5 metros.

$$54,9 - 42,7 = 12,2\text{m}$$

$$\begin{array}{rcl} 54,9 - 50 = 4,9\text{m} & \Rightarrow & 17,6\text{m} \quad \text{---} \quad 12,2\text{m} \\ x & & \text{---} \quad 4,9\text{m} \quad \Rightarrow x = 7,07\text{m de A} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} 54,9 - 45 = 9,9\text{m} & \Rightarrow & 17,6\text{m} \quad \text{---} \quad 12,2 \\ x & & \text{---} \quad 9,9 \quad \Rightarrow x = 14,28\text{m de A} \end{array}$$

3.0. Processo de Elaboração



3.1. Desenho de Curvas de Nível

a) Considerações sobre as curvas de nível

- Duas curvas de nível não cruzam. Se isso aparentemente ocorrer é porque uma curva passa sob a outra devendo ser representada com uma linha tracejada ou pontilhada;
- Duas ou mais curvas de nível jamais poderão convergir para formar uma curva única, com exceção das paredes verticais de rocha.
- Uma curva de nível sempre fecha-se em si mesma, dentro ou fora dos limites do papel;
- Uma curva de nível não pode bifurcar-se;
- Terrenos planos apresentam curvas de nível espaçadas; em terrenos acidentados as curvas de nível mais próximas uma das outras.
- Por convenção, as linhas de representação das curvas de níveis não apresentam cantos.

3.0. Processo de Elaboração



3.1. Desenho de Curvas de Nível

b) Vantagens da representação por curvas de nível

- A aplicação da equidistância gráfica nos permite rapidamente ter noção da declividade no terreno representado;
- Fácil leitura;
- Simplificação da planta, fazendo com que esta possa abrigar mais informações;
- Cálculo da cota em qualquer ponto.

c) Desvantagens da representação por curvas de nível

- Imprecisão;
- Em terrenos muito planos, as curvas são muito afastadas perdendo a função de representação do relevo;
- Em terreno com declividades muito acentuadas a representação trona-se complexa;

4.

Declividade

4.0. Declividade



Declividade

A declividade é a expressão da inclinação do terreno, dada pela relação entre a diferença de nível entre dois pontos e a distância horizontal que separa estes dois pontos. (ORTH, dora)

Pode ser expressa de diversas maneiras:

- valor do ângulo de inclinação;
- valor da tangente;
- percentual.

4.0. Declividade

Declividade

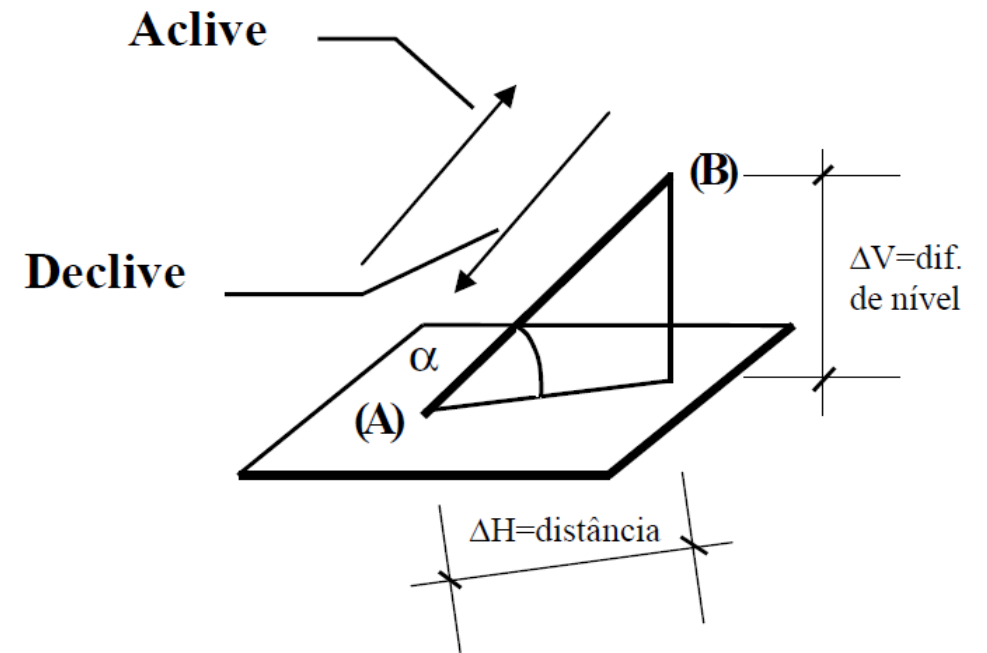
DV = Diferença de altura BC (Eqüidistância vertical)

DH = Distância horizontal AC (distância entre os pontos)

Declividade (D) é a relação : dV/dH

Quando expressamos em percentual a declividade de uma inclinação:

Rampa = $D \times 100 = (dV/dH) \times 100$



Fonte. <http://www.ltc.ufes.br>

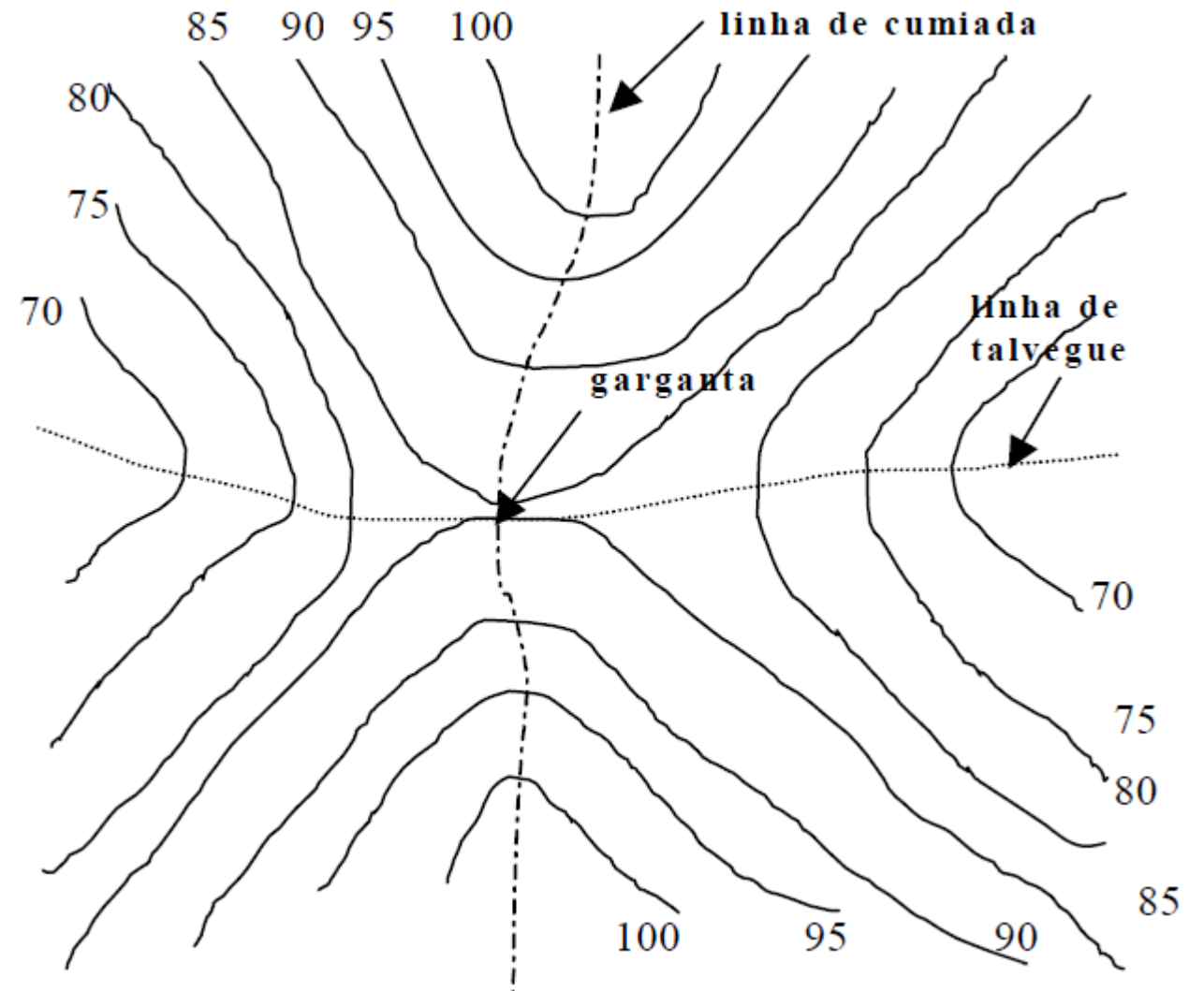
5.

Pontos Notáveis

5.3. Linhas Notáveis

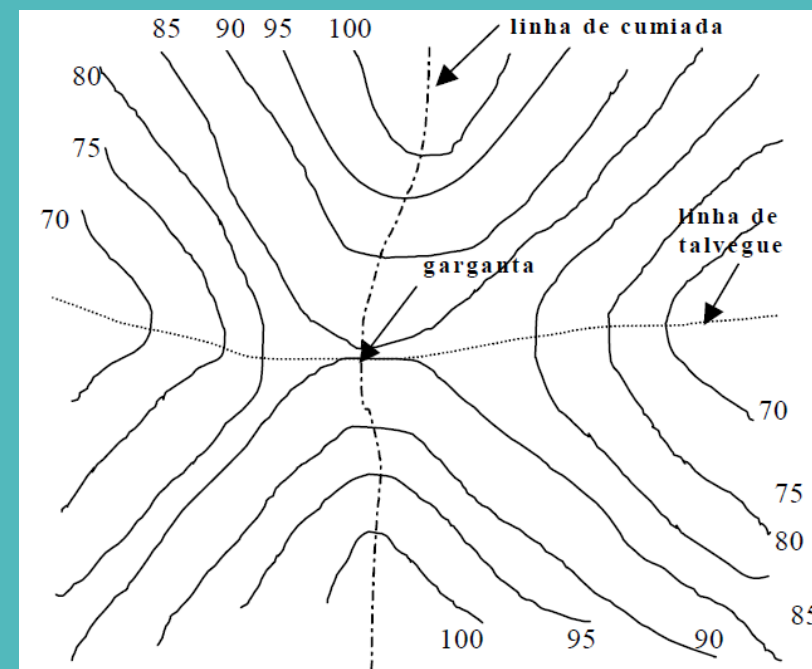
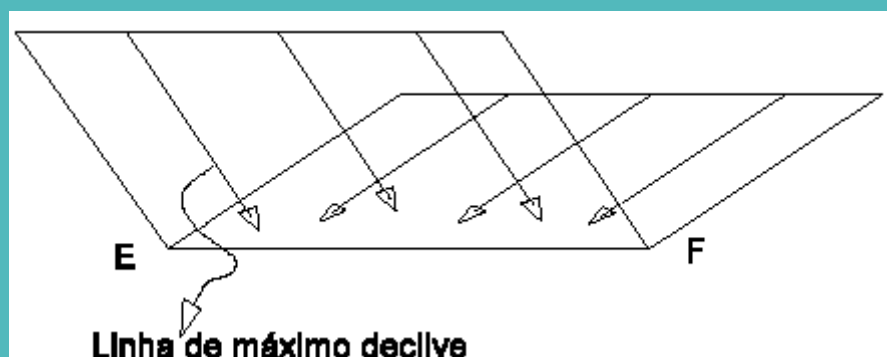
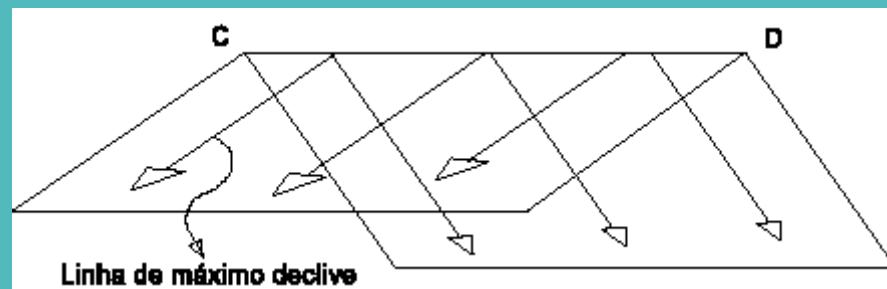
- Vertentes, flancos ou encostas;
- Linha de talvegue;
- Linha de cumiada;
- Garganta.

Fonte: (ALVAREZ et al).



Na cumeadas (divisores de água) , as curvas de nível de menor cota envolvem as de maior cota, enquanto nos vales (recolhedores de água) sucede o contrário.

Fonte: (ALVAREZ et al).



Elevação e depressão

- **Elevação** - resulta da reunião de duas ou mais cumeadas;
- **Depressão** - resulta da junção de vales

