



Cartografia

Graduação em Engenharia Ambiental – 3º ano, 1º Semestre, 2020

Profa. Dra. Fernanda Sayuri Yoshino Watanabe (Departamento de Cartografia)

fernanda.watanabe@unesp.br





ESCALA

ESCALA

Definição

Conceito: Em termos cartográficos, a escala é essencial para a representação espacial, uma vez que qualquer visualização gráfica é elaborada segundo uma redução do mundo real.

Escala é a relação entre a dimensão representada do objeto e de sua dimensão real. Em outras palavras, é a razão entre a unidade de representação e do seu tamanho real.

EXEMPLO DE ESCALA

Duas figuras semelhantes têm ângulos iguais e lados homólogos proporcionais.



Através do desenho geométrico é possível obter figuras semelhantes às do terreno.

Relações adimensionais de escala linear

Sendo:

d = medida linear da representação;

D = medida linear real.

$$E = \frac{d}{D}$$

RELAÇÃO DE ESCALA

Um comprimento tomado no **desenho** é denominado **distância gráfica** (d) ou de representação.

Um comprimento homólogo no **terreno** é denominado **distância real** natural (D).

A razão entre esses dois comprimentos é denominada **ESCALA** (E).

$$E = \frac{d}{D}$$

CLASSIFICAÇÃO DE ESCALA

A escala pode ser classificada em 3 categorias, de acordo com sua natureza:

- ✓ **1ª Categoria**: a relação $d > D$, onde a distância gráfica é maior que a distância real \Rightarrow **Escala de ampliação.**

$E = 100/1$ (100 unidades lineares na carta equivalem a uma unidade linear no terreno).

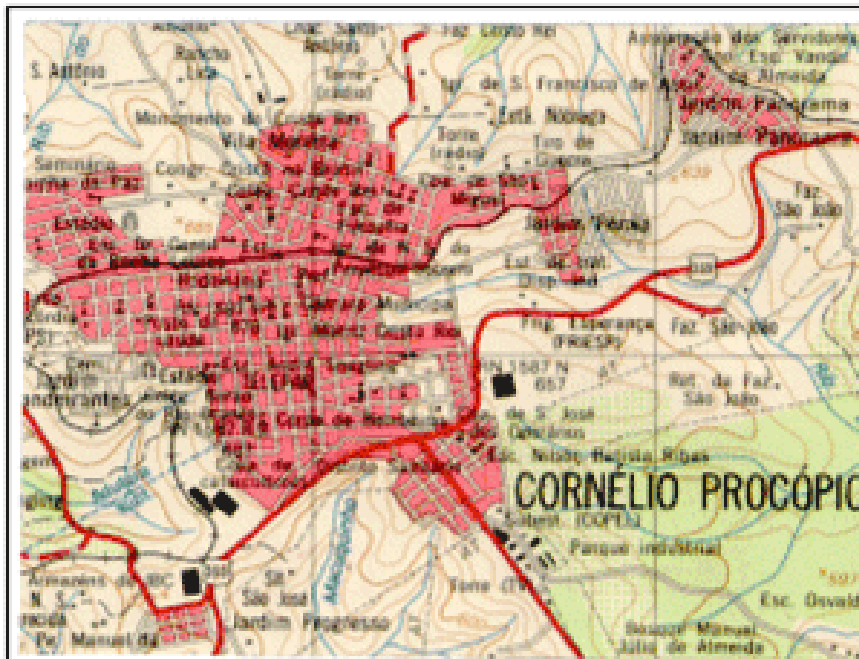
- ✓ **2ª Categoria**: a relação $d = D$, onde a distância gráfica é igual a distância real \Rightarrow **Escala natural.**

- ✓ **3ª Categoria**: a relação $d < D$, onde a distância gráfica é menor que a distância real \Rightarrow **Escala de redução.**

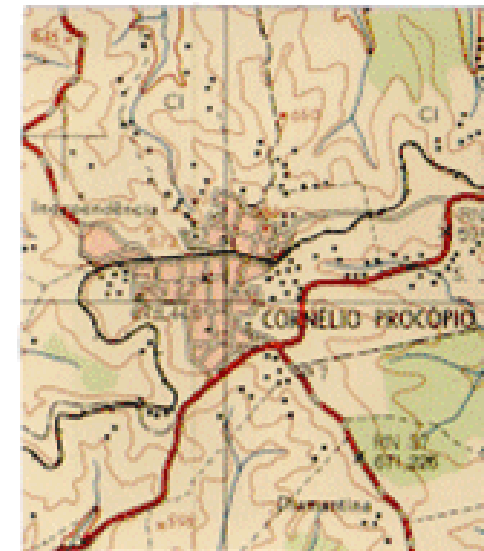
$E = 1/1000$ (1 unidade linear na carta equivale a 1000 unidades lineares no terreno).

EXEMPLO DE ESCALA

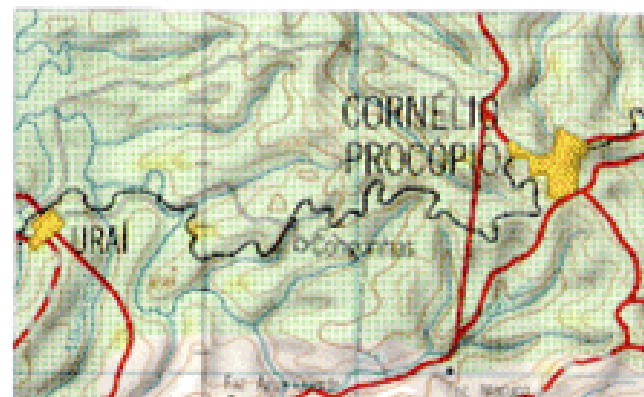
Diferentes escalas cartográficas



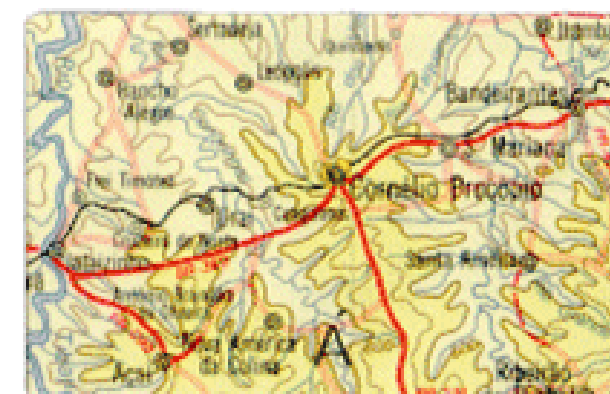
a) escala 1:50.000



b) escala 1:100.000



c) escala 1:250.000



d) escala 1:1.000.000

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala numérica

A expressão numérica de escala é dada pelo relacionamento direto entre medidas lineares ou planares na representação (mapa) e na superfície terrestre.

$$E = \frac{d}{D} = \frac{1}{N}$$

Sendo:

E = escala;

N = denominador da escala;

d = distância medida na carta;

D = distância real (no terreno).

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala numérica

Exemplo

$$E = \frac{d}{D} = \frac{1}{N} = \frac{1}{100.000}$$

Qual é a escala de representação? Um para cem mil.

Mapa	Terreno
1 mm	100.000 mm
1 cm	100.000 cm
1 dm ²	100.000 dm ²
1 m ³	100.000 m ³

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala numérica

Exemplo \Rightarrow escalas mais comuns e equivalências.

Escala	1 cm (mapa)/equivalência no Terreno
1:2.000	20 m
1:5.000	50 m
1:10.000	0,1 km (100 m)
1:20.000	0,2 km (200 m)
1:25.000	0,25 km (250 m)
1:50.000	0,5 km (500 m)
1:100.000	1 km (1.000 m)
1:250.000	2,5 km (2.500 m)
1:500.000	5 km (5.000 m)
1:1.000.000	10 km (10.000 m)

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala numérica

$$E = \frac{1}{N}$$

Quanto maior o denominador da escala (N) \Rightarrow menor será a escala (E).

Por exemplo: **1:50.000** é maior do que **1:100.000**

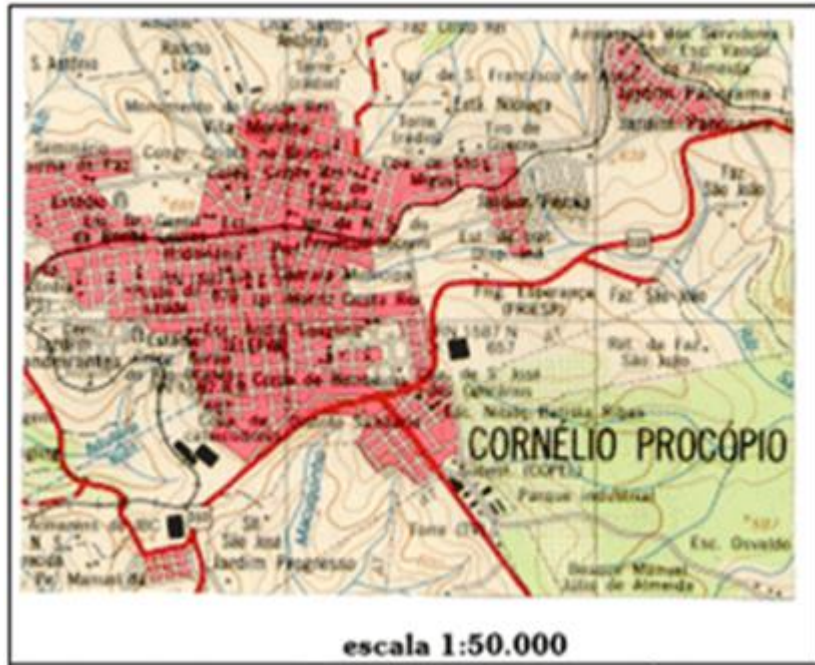
Escala maiores acarretam em um **maior** grau de **detalhamento** dos objetos terrestres, sendo aplicadas em áreas menores.

Por outro lado, **escalas menores** possuem um **menor** grau de **detalhamento** dos objetos terrestres.

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala numérica

Exemplo:



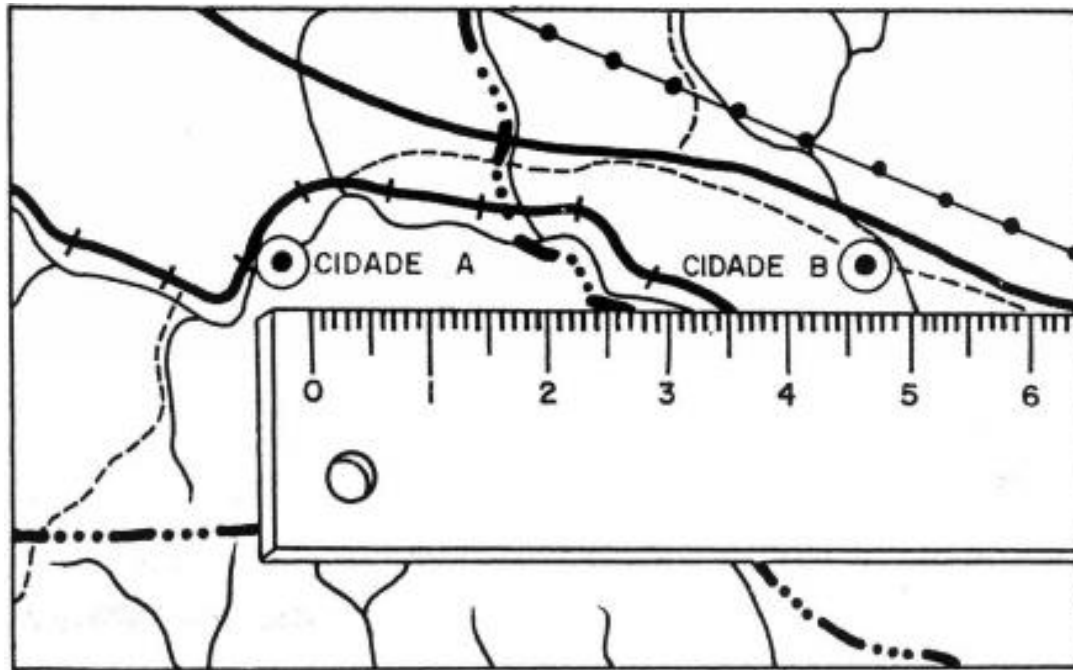
O **nível de detalhamento** da informação, a **área mapeada** e a **generalização** de um mapa estão relacionados intimamente à **escala**.

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala numérica

Exercício: Calcule a distância no terreno (D), a partir da escala numérica (E).

1) Medir com uma régua graduada a distância entre dois pontos no mapa.



Esc. 1 : 100 000
1 cm = 1 km

$$E = \frac{d}{D} = \frac{1}{100.000}$$

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala numérica

Exercício: Calcule a distância no terreno (D), a partir da escala numérica (E).

2) Multiplicar a medida obtida (em centímetros) pelo denominador da escala.

Ou seja:

$$E = \frac{d}{D} \Rightarrow D = \frac{d}{E}$$

Logo,

$$D = \frac{4,5}{\frac{1}{100.000}} = 4,5 \times 100.000 = 450.000 \text{ cm} = 4,5 \text{ km}$$

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala numérica

Exercício: Calcule a escala numérica (E), sabendo que a distância real (D) entre duas cidades é 15 km e sua distância equivalente no mapa (d) é 30 cm.

$$E = \frac{d}{D}$$

Solução:

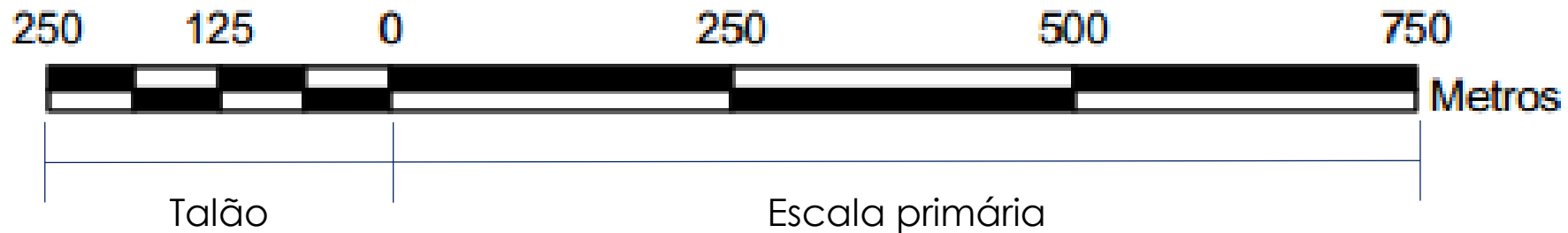
$$E = \frac{30 \text{ cm}}{15 \text{ km}} = \frac{30 \text{ cm}}{1.500.000 \text{ cm}} = \frac{1}{50.000}$$

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala gráfica

A escala gráfica ou de barra é a representação gráfica da escala □ são representadas várias distâncias do terreno sobre uma linha reta graduada.

Normalmente, a escala gráfica apresenta-se dividida em duas partes a partir da origem:



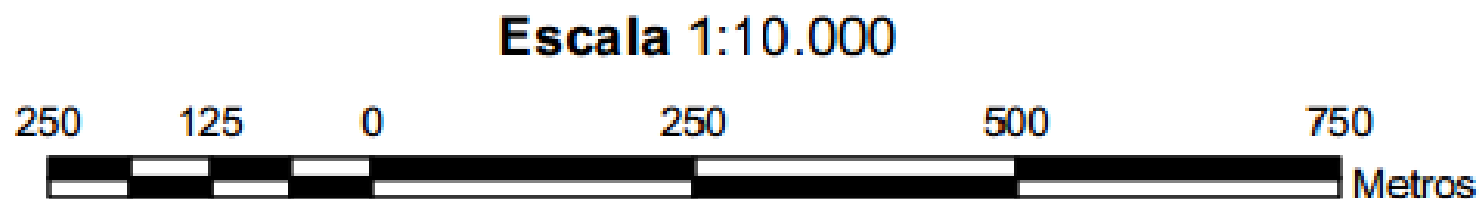
O talão é subdividido em intervalos menores de uma unidade da escala, permitindo uma mensuração mais precisa.

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala gráfica

Escala Gráfica permite realizar as transformações de dimensões gráficas em dimensões reais sem a necessidade de efetuar cálculos.

Para sua construção, entretanto, torna-se necessário o emprego da escala numérica.

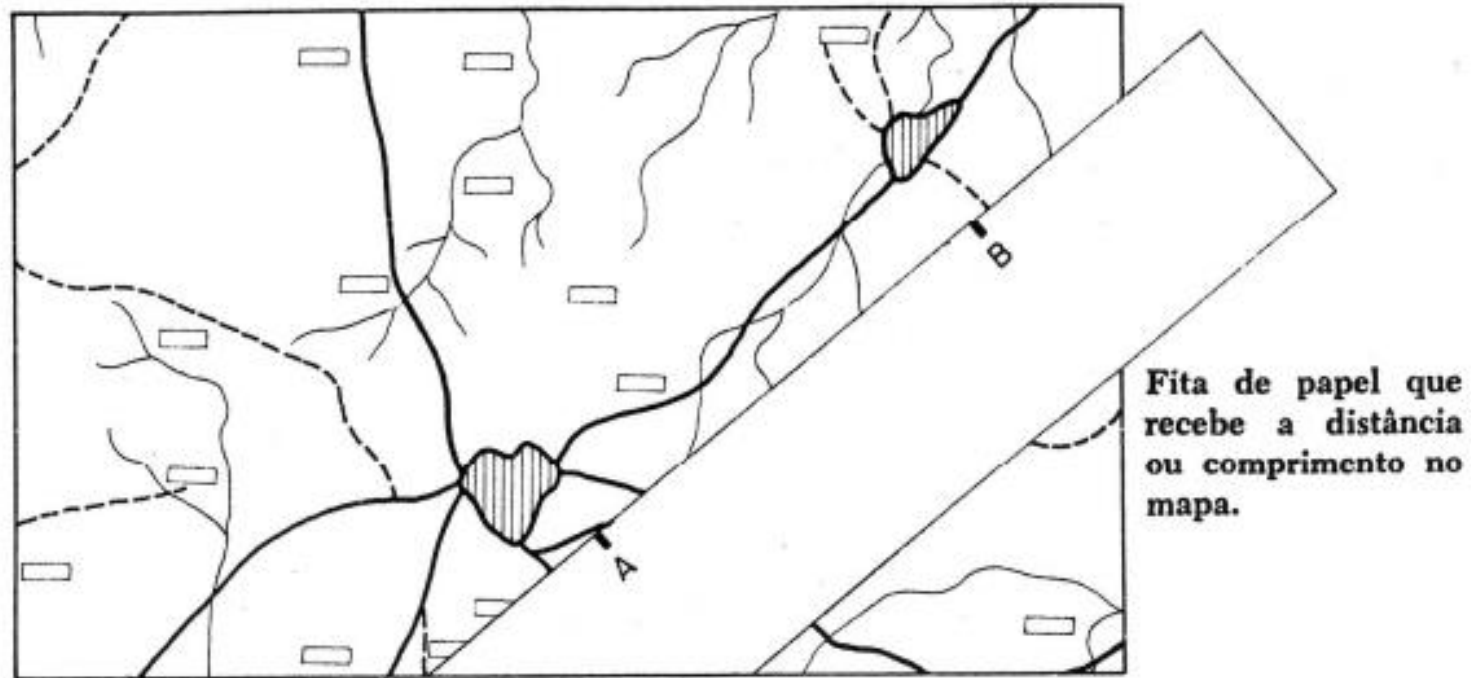


FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala gráfica

Medição de um segmento na escala gráfica

1) Toma-se na carta/mapa a distância que se pretende medir.

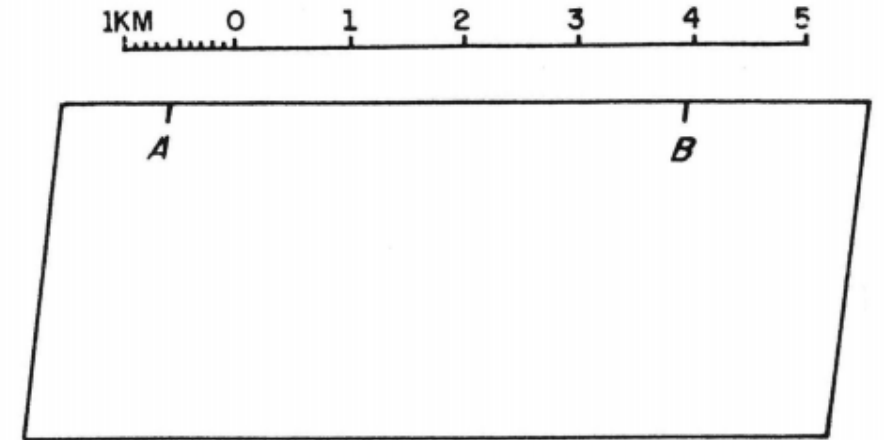


FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala gráfica

Medição de um segmento na escala gráfica

2) Transportar essa distância para a Escala Gráfica.



O ponto da direita (B) deve ficar exatamente justaposto a um traço da escala;

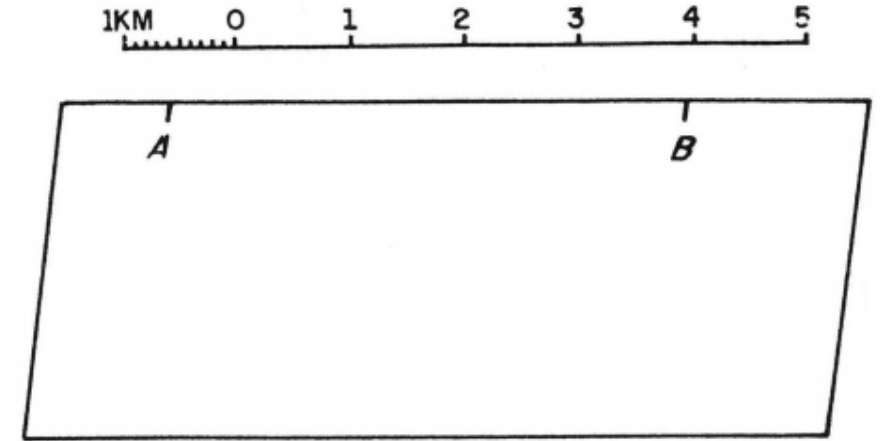
O ponto da esquerda (A) deve ficar à esquerda do ponto zero (origem da escala graduada).

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala gráfica

Medição de um segmento na escala gráfica

3) Ler o resultado obtido.



O número de divisões inteiras à direita e o número de divisões fracionárias à esquerda informam que o **segmento AB mede 4,5 km no terreno**; uma vez que o espaçamento de unidades à direita é de 1 km e o da esquerda de 100 m (ou 0,1 km).

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala gráfica

Construção de uma escala gráfica

Técnicas de desenho geométrico (Argento; Cruz, 1996).

*ARGENTO, M. S. F.; CRUZ, C. B. M. **Mapeamento geomorfológico**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. 1 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 265-282.

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

Escala gráfica

Construção de uma escala gráfica

- 1) Define-se a escala numérica (exemplo 1:50.000)
- 2) Define-se a divisão da escala primária (ex. 1 km) e do talão (ex. 100 m)
- 3) Calcula-se o tamanho representativo da divisão principal (escala primária) considerando a escala.

$$E = \frac{d}{D} \Rightarrow \frac{1}{50.000} = \frac{d}{1.000} \Rightarrow d = \frac{1}{50} = 0,02 = 2 \text{ cm} = 20 \text{ mm}$$

FORMAS DE EXPRESSÃO DA ESCALA

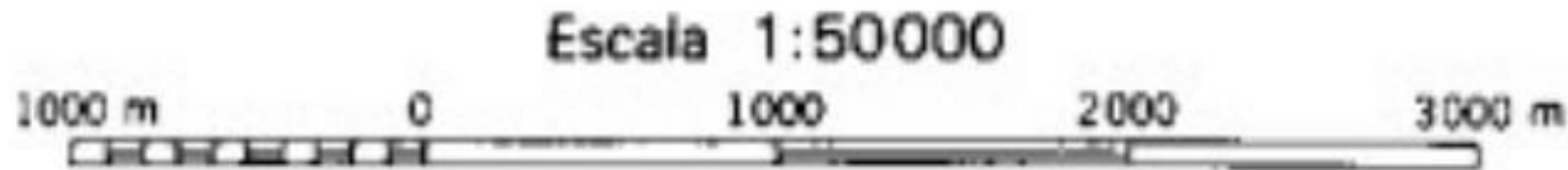
Escala gráfica

Construção de uma escala gráfica

4) Calcula-se o comprimento total da escala gráfica

$$4 (3 \text{ da escala} + 1 \text{ do talão}) \times 20 \text{ mm} = 80 \text{ mm.}$$

5) Traça-se as retas e as divisões



ERRO E PRECISÃO GRÁFICA

A escala de representação está ligada a um conceito de evolução espacial e de precisão de observação.

O menor comprimento gráfico que se pode representar em um desenho (perceptível ao olho humano) é de 0,2 mm.

Este valor de 0,2 mm é adotado como a **precisão gráfica** percebida pela maioria dos usuários e caracteriza o **erro gráfico** vinculado à **escala de representação**.

Erro de medição permitido (e_m):

$$E = \frac{1}{N}$$

Sendo:

e_m = erro tolerável em metros;

N = denominador da escala.

$$e_m = 0,0002 * N$$

ERRO E PRECISÃO GRÁFICA

Dessa forma, a precisão gráfica de um mapa está diretamente ligada a este valor fixo (0,2 mm), estabelecendo-se, em função direta da escala, a precisão das medidas da carta, por exemplo:

$$E = 1/10.000 \Rightarrow e_m = 2 \text{ m}$$

$$E = 1/20.000 \Rightarrow e_m = 4 \text{ m}$$

$$E = 1/40.000 \Rightarrow e_m = 8 \text{ m}$$

$$E = 1/100.000 \Rightarrow e_m = 20 \text{ m}$$

Quanto menor for a escala, maior será o erro admissível.

Dimensões menores que os valores de e_m não serão representados graficamente.

DEFINIÇÃO DA ESCALA

No projeto cartográfico (planejamento de um produto cartográfico), um dos primeiros itens a se discutir é a **ESCALA**

A escala varia em função da finalidade do produto e da conveniência da escala.

Condicionantes básicas para a escolha de uma escala de representação:

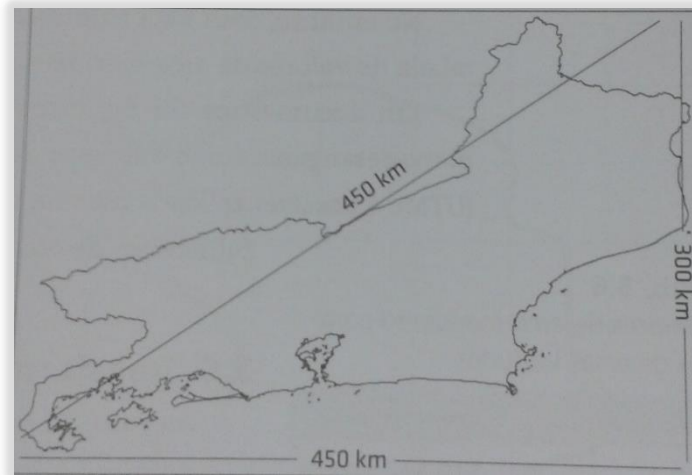
- Dimensões da área do terreno que será mapeado;
- Tamanho do papel em que será mapeado;
- A orientação da área;
- Erro gráfico;
- Precisão do levantamento e/ou das informações a serem plotadas no mapa.

DEFINIÇÃO DA ESCALA

Exemplo: definição da escala de representação de um mapa do Estado do Rio de Janeiro em um papel de tamanho A4.

1) Tamanho do papel \Rightarrow A4: 21,03 cm x 29,71 cm

2) Mensuração das dimensões do Estado \Rightarrow Aproximadamente 450 km na linha de maior comprimento.



3) Delimitação de uma área útil. Adotando-se uma margem de 2 cm por borda \Rightarrow a área útil será de 19,03 cm x 27,71 cm \Rightarrow aproximadamente 18 cm x 26 cm (margem de segurança).

DEFINIÇÃO DA ESCALA

Exemplo: definição da escala de representação de um mapa do Estado do Rio de Janeiro em um papel de tamanho A4.

4) Determinação da orientação de tal forma que a área fique com a base voltada para a margem inferior

$$E = \frac{26 \text{ cm}}{45.000.000 \text{ cm}} \Rightarrow \frac{1}{1.730.769}$$

Em que:

26 cm – maior lado da área útil estabelecida

45.000.000 cm – maior extensão da área do Estado do Rio de Janeiro

Arredondar a escala e testar \Rightarrow 450 km na escala 1:1.700.000 \Rightarrow 26,47 cm

300 km na escala 1:1.700.000 \Rightarrow 17,64 cm

E = 1:1.700.000

DEFINIÇÃO DA ESCALA

Exercício: Considerando uma região da superfície da Terra que se queira mapear e que possua muitos acidentes de 10 m de extensão, qual a menor escala que se deve adotar para que esses acidentes tenham representação?

$$e_m = 0,0002 \text{ m} * N \quad \Rightarrow \quad N = \frac{e_m}{0,0002 \text{ m}}$$

$$N = \frac{10 \text{ m}}{0,0002 \text{ m}} = 50.000$$

$$E = \frac{1}{N} \quad \Rightarrow \quad E = \frac{1}{50.000}$$

TRANSFORMAÇÃO DA ESCALA

Muitas vezes, faz-se necessário unir cartas ou mapas em escalas diferentes a fim de compatibilizá-los em um único produto.

Para isto, é necessário **reduzir** alguns produtos cartográficos e **ampliar** outros.

Uma ampliação acarretará também uma ampliação dos erros existentes.

O problema é, então, passar de um fator de escala para outro.

Uma vez determinado o novo fator, basta efetuar a transformação de todas as medidas para a nova unidade.

TRANSFORMAÇÃO DA ESCALA

Exemplo: Método para se descobrir o fator de redução e ampliação

$$E_i = 1:25.000$$

$$E_f = 1:125.000$$

$$FE = \frac{E_f}{E_i} = \frac{\frac{1}{125.000}}{\frac{1}{25.000}} = \frac{25.000}{125.000} = \frac{1}{5}$$

Sendo,

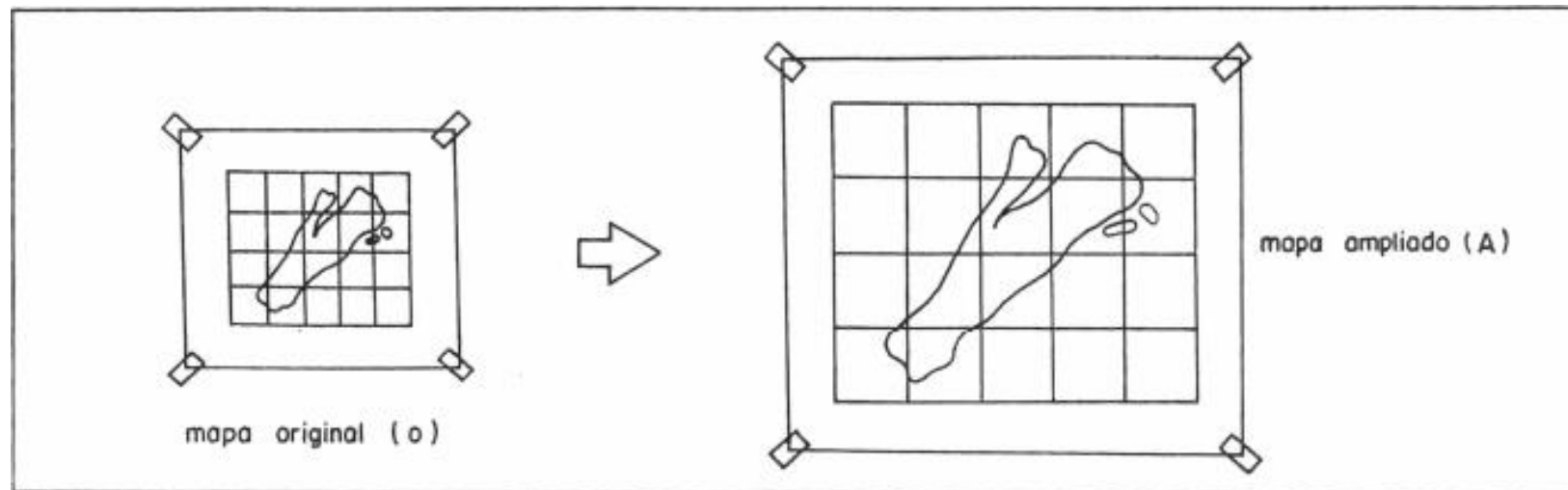
FE = Fator de Escala.

TRANSFORMAÇÃO DA ESCALA

Métodos para a transformação de escala

Quadrículado

A quadrícula é um processo expedito (pouco preciso) de ampliação ou redução de um mapa sem o auxílio do pantógrafo. É o mais usado pela simplicidade.



Exemplo de **ampliação** pelo método do quadrículado.

TRANSFORMAÇÃO DA ESCALA

Métodos para a transformação de escala

Quadriculado

Permite a ampliação ou a redução com figuras em papel quadriculado, ampliando e reduzindo a figura livremente, aumentando e diminuindo o tamanho dos quadrados \Rightarrow

Cada quadrado opera como uma unidade de medida.

Na Redução \Rightarrow deve-se diminuir os quadrados (pela metade, por exemplo) reproduzindo cada traço, nas mesmas posições que ocupavam nos quadrados originais.

Na Ampliação \Rightarrow fazer o processo inverso da redução. Deve-se aumentar o tamanho dos quadrados.

A **quantidade de quadrados** do desenho final não se altera, mostrando que a mudança na escala mantém a proporção original.

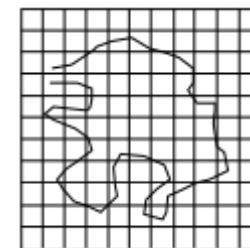
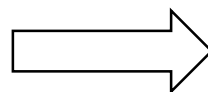
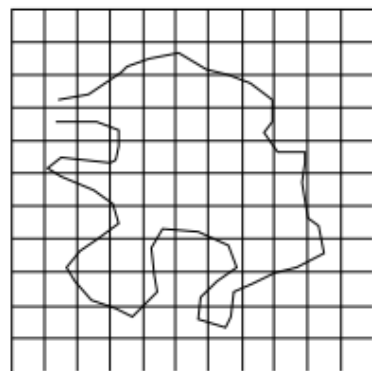
TRANSFORMAÇÃO DA ESCALA

Métodos para a transformação de escala

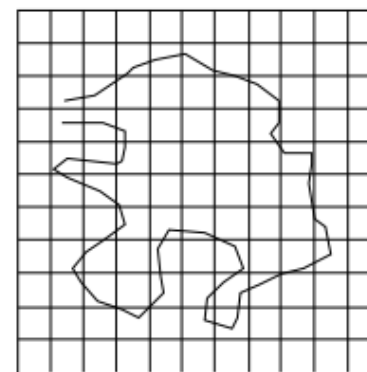
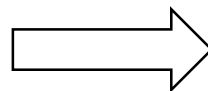
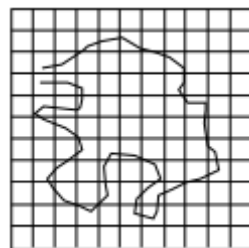
Quadriculado

Exemplo:

Redução



Ampliação



TRANSFORMAÇÃO DA ESCALA

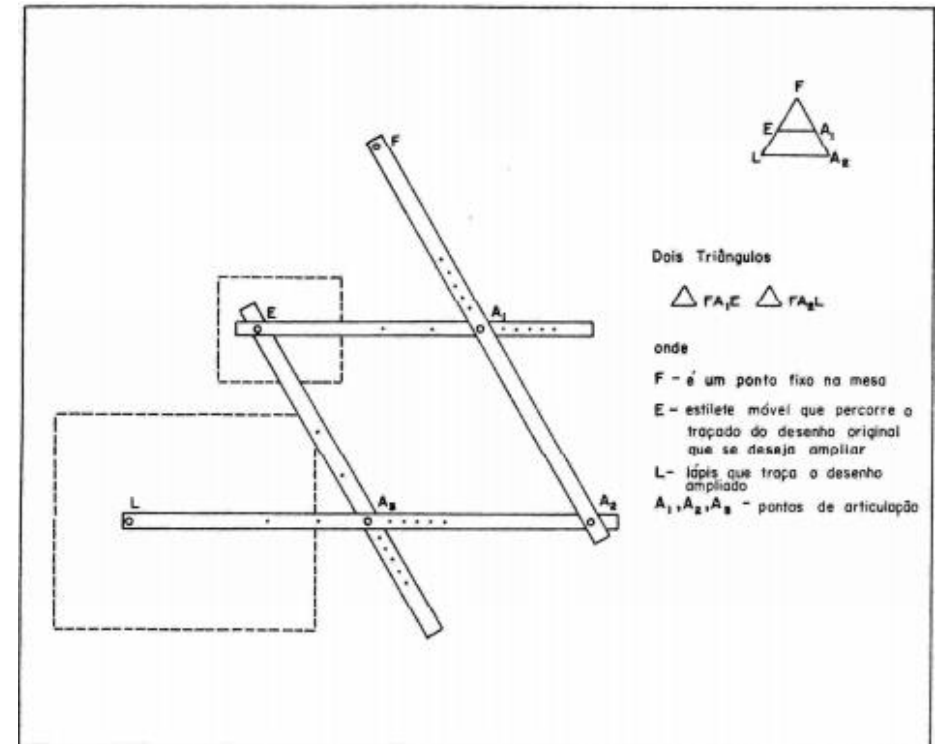
Métodos para a transformação de escala

Pantógrafo

Paralelogramo articulado tendo em um dos 'polos' uma ponta seca e no outro um lápis, o qual vai traçar a redução ou ampliação do detalhe que percorremos com a ponta seca.

Vantagem \Rightarrow rapidez de seu emprego.

Quatro réguas articuladas em quatro pontos \Rightarrow formando necessariamente dois triângulos semelhantes.

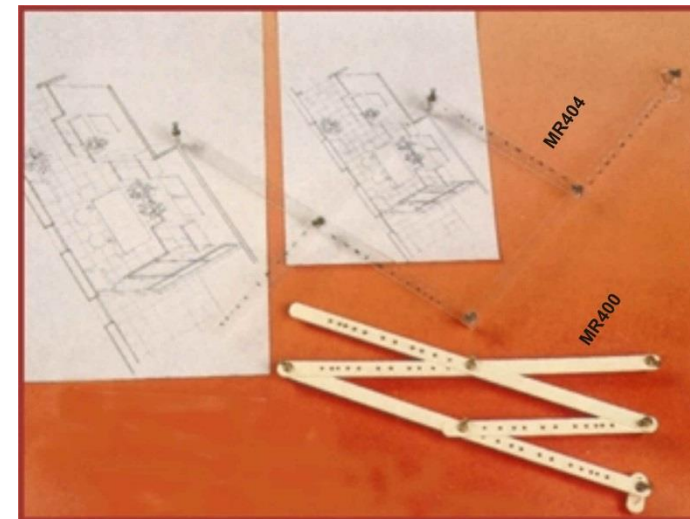
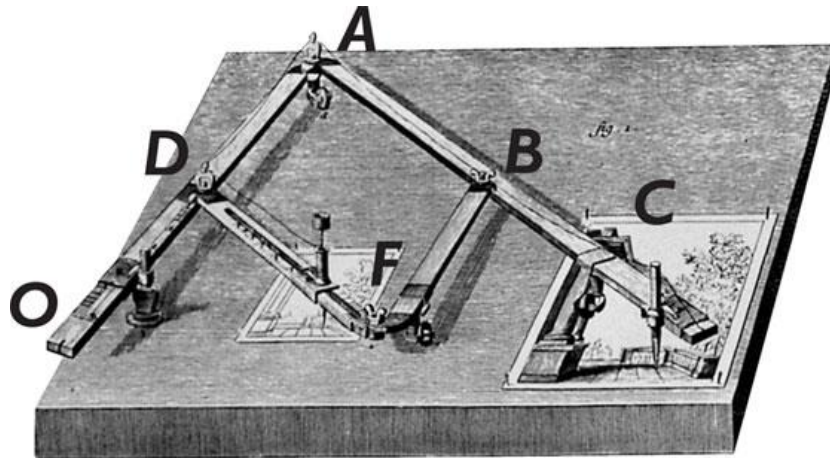


TRANSFORMAÇÃO DA ESCALA

Métodos para a transformação de escala

Pantógrafo

Exemplo:



CLASSIFICAÇÃO DE MAPAS

Quanto à Escala – Escala grande, média ou pequena

Escala pequena ⇒ quando o denominador da escala assume um valor elevado.

Isto significa que a área, ao ser representada, sofreu **grande redução**, por exemplo, **1:500.000; 1:1.000.000; 1:5.000.000** ⇒ mostram menor número de detalhes.

De modo geral, os mapas em escalas pequenas **representam o país como um todo**, suas grandes subdivisões político-administrativas, e fornecem informações gerais, a nível nacional, do sistema de transportes, da agricultura, das principais localidades, dos cursos d'água significativos e dos limites das grandes unidades regionais.

CLASSIFICAÇÃO DE MAPAS

Quanto à Escala – Escala grande, média ou pequena

Escala pequena



CLASSIFICAÇÃO DE MAPAS

Quanto à Escala – Escala grande, média ou pequena

Escala média

Um mapa desenhado em escala média apresenta relativa precisão.

É usado principalmente em planejamentos em grandes áreas, em análise de áreas municipais, por exemplo \Rightarrow observar as subdivisões administrativas, a distribuição gráfica das localidades menores, as vias de comunicação entre elas, os cursos d'água e as principais elevações do relevo.

As escalas médias são, por exemplo, de **1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000**.

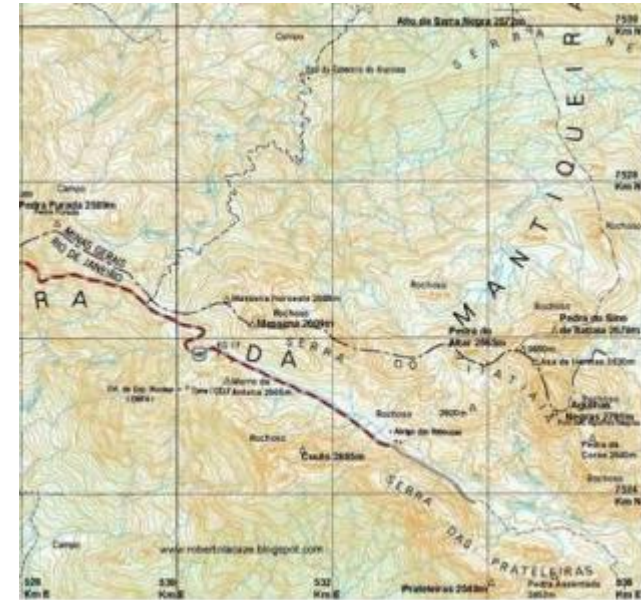
CLASSIFICAÇÃO DE MAPAS

Quanto à Escala – Escala grande, média ou pequena

Escala média



$E = 1 : 25.000$



$E = 1 : 50.000$

CLASSIFICAÇÃO DE MAPAS

Quanto à Escala – Escala grande, média ou pequena

Escala grande

As escalas grandes, por exemplo, de **1:500**, **1:2.000**, **1:10.000**, **1:20.000** são apropriadas para áreas densamente povoadas, principalmente urbanas.

Permitem a representação de levantamentos com mínimos detalhes, além de oferecer **grande precisão geométrica** ⇒ utilizados na administração geral de obras públicas, sistemas de saneamento, distribuição de água, barragens, pontos, viadutos, estradas de ferro e de rodagem.

São de uso imprescindível aos coletores de dados estatísticos, servem de instrumento básico para o registro geográfico e cadastral e de áreas pequenas, tais como quarteirões de cidades, vilas e povoados.

