



Universidade Federal do ABC

## *Aula 5*

# **Escalas: Conceitos e Aplicações**

Carolina Moutinho Duque de Pinho

Flávia da Fonseca Feitosa

Vitor Vieira Vasconcelos

Fevereiro de 2025

Universidade Federal do ABC

# Retomando a discussão sobre a questão da representação...



Para representar qualquer porção do território, é necessário fazer escolhas:

- O que representar?
- Em qual período/instante do tempo?
- **Em que nível de detalhamento?**



**ESCALA**

(contexto espacial)

# REPRESENTAÇÃO & ESCALA

O mundo é infinitamente complexo, mas os sistemas computacionais são **finitos**, assim como nossa capacidade de apreensão e interpretação.

Representações precisam, de alguma forma, **limitar a quantidade de detalhes capturados.**

Essas representações nos permitem apreender, explorar e analisar lugares que estão além de nossa experiência imediata

# REPRESENTAÇÃO & ESCALA

## Do Rigor na Ciência - Jorge Luis Borges

(Extraído de Viajes de Varones Prudentes, de Suarés Miranda, livro IV, cap. XIV, Lérida, 1658. Citado por Jorge Luís Borges, História Universal da Infâmia, 1981: 143-144)



“Naquele império, a arte da cartografia atingiu tal perfeição que o mapa de uma só província ocupava toda uma cidade, e o mapa do império, toda uma província. Com o tempo, esses mapas desmesurados não bastaram e os colégios de cartógrafos fizeram **um mapa do império, que tinha o tamanho do império e coincidia exactamente com ele.** Menos interessadas no estudo da cartografia, as gerações seguintes entenderam que **esse extenso mapa era inútil** e sem piedade entregaram-no à inclemência do sol e dos invernos.”

**Como representar uma cidade?  
Ponto, Área ou Volume?**

# Como representar uma cidade?

## Ponto, Área ou Volume?



Representação  
menos detalhada  
(análise regional)

**Cidade = PONTO**

# Como representar uma cidade?

## Ponto, Área ou Volume?



Representação  
mais detalhada

**Cidade = Área**

<http://www.sp-turismo.com>

# Como representar uma cidade?

## Ponto, Área ou Volume?

Representação: Vivência Cotidiana  
(útil no processo de participação popular)

**Cidade = Volume**



Fonte: Cidade 3D

# ESCALA: Vários Significados

*Escala fina?*

*Escala grosseira?*

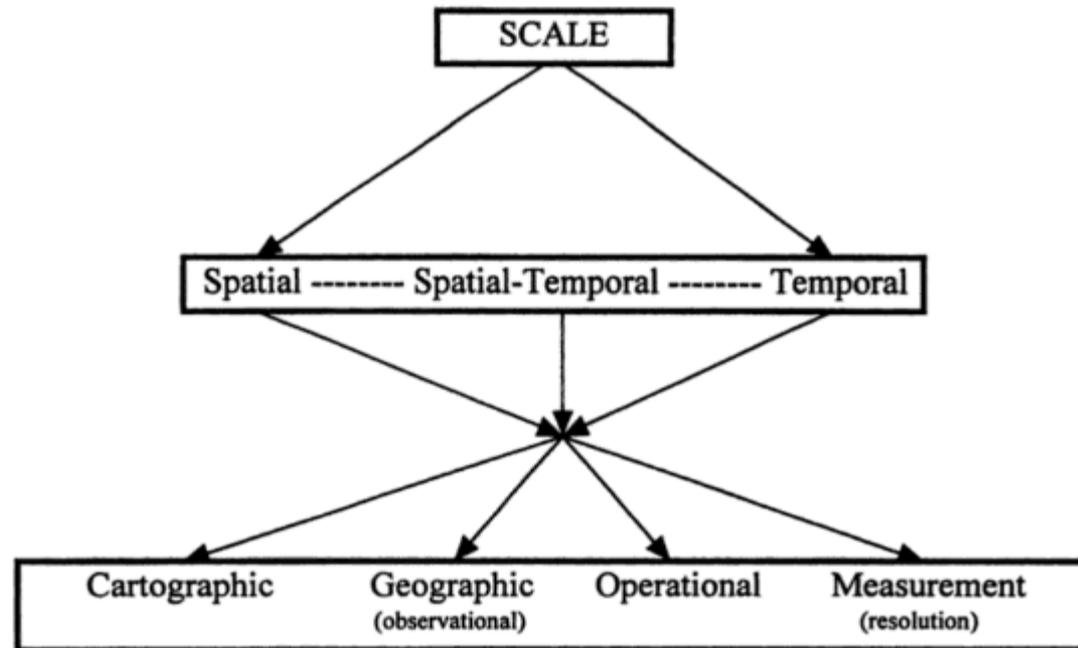
*Escala grande?*

*Escala pequena?*

*Escala local?*

*Escala regional?*

*Escala global?*



**Figure 1** Meanings of scale. (Modified from Lam, N. and Quattrochi, D. A., *Prof. Geogr.*, 44, 88, 1992. With permission.)

## Scale in Remote Sensing and GIS

Dale A. Quattrochi, Michael F. Goodchild

CRC Press, 21 de jan de 1997

# ESCALA: Vários Significados

*... A escala está nos detalhes*

## **RESOLUÇÃO ESPACIAL**

Nível de detalhe espacial nos dados. Os dados estão em escala fina (ou nível fino de granularidade) se incluem registros de objetos pequenos, caso contrário possuem escala grosseira (grão grosseiro)

*... A escala refere-se à extensão*

## **ESCALA GEOGRÁFICA**

Extensão geográfica ou escopo de uma representação. Uma representação em grande/pequena escala cobre uma grande/pequena área. Escalas local, regional, nacional, global.

*... A escala de um mapa*

## **ESCALA CARTOGRÁFICA**

Uma fração que representa a relação entre a distância do mapa e a distância do terreno. Ex: 1:10.000

# ESCALA: Vários Significados

*... A escala está nos detalhes*

## **RESOLUÇÃO ESPACIAL**

Nível de detalhe espacial nos dados. Os dados estão em escala fina (ou nível fino de granularidade) se incluem registros de objetos pequenos, caso contrário possuem escala grosseira (grão grosseiro)

*... A escala refere-se à extensão*

## **ESCALA GEOGRÁFICA**

Extensão geográfica ou escopo de uma representação. Uma representação em grande/pequena escala cobre uma grande/pequena área. Escalas local, regional, nacional, global.

*... A escala de um mapa*

## **ESCALA CARTOGRÁFICA**

Uma fração que representa a relação entre a distância do mapa e a distância do terreno. Ex: 1:10.000

# RESOLUÇÃO ESPACIAL

Corresponde ao menor objeto ou feição que pode ser representada em um conjunto de dados.

Em dados matriciais, equivale à área que representa cada “pixel” no terreno.

## Resolution - interpretation - identification

12.8m



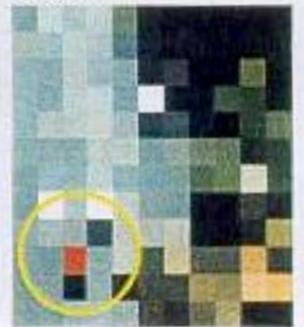
6.4m.



3.2m



1.6m



0.80m



0.40m



0.20m



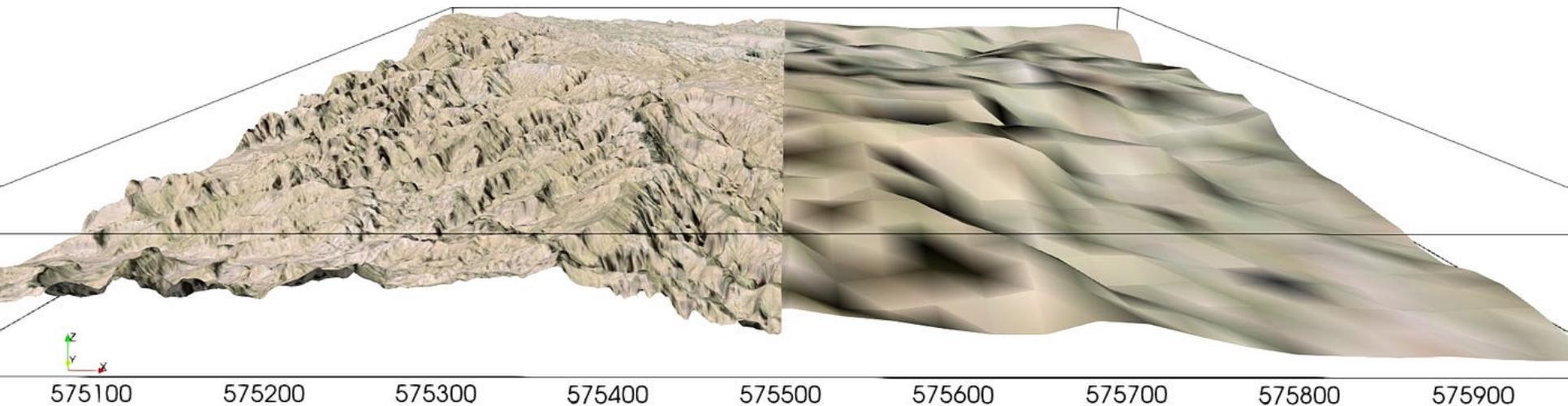
0.10m



# RESOLUÇÃO ESPACIAL

Corresponde ao menor objeto ou feição que pode ser representada em um conjunto de dados.

USGS NED DEM 1m vs ALOS DEM 30m  
San Diego, California, US



Pechnikov, Alexey. Evaluating Open and Commercial Digital Elevation Models. 2023.

<https://medium.com/@pechnikov/evaluating-open-and-commercial-digital-elevation-models-2314c9200556>

# ESCALA: Vários Significados

*... A escala está nos detalhes*

## **RESOLUÇÃO ESPACIAL**

Nível de detalhe espacial nos dados. Os dados estão em escala fina (ou nível fino de granularidade) se incluem registros de objetos pequenos, caso contrário possuem escala grosseira (grão grosseiro)

*... A escala refere-se à extensão*

## **ESCALA GEOGRÁFICA**

Extensão geográfica ou escopo de uma representação. Uma representação em grande/pequena escala cobre uma grande/pequena área. Escalas local, regional, nacional, global.

*... A escala de um mapa*

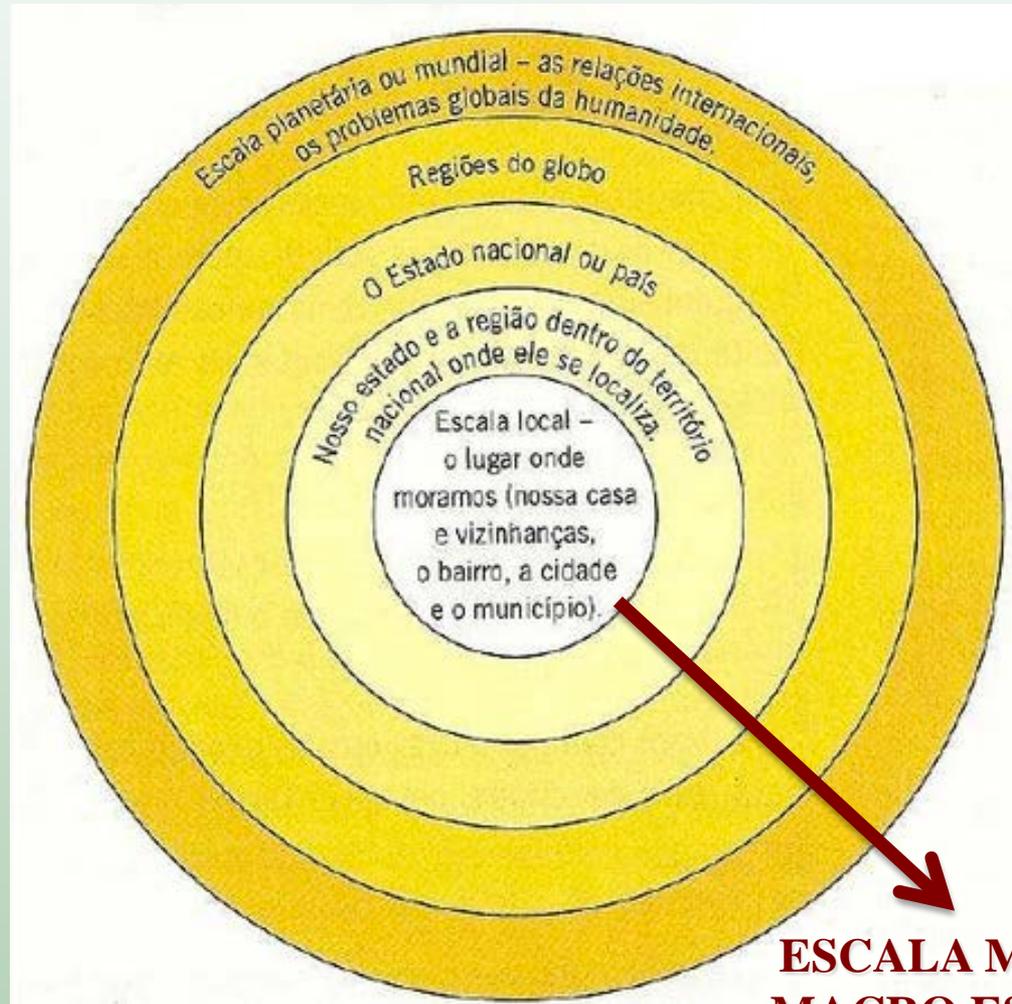
## **ESCALA CARTOGRÁFICA**

Uma fração que representa a relação entre a distância do mapa e a distância do terreno. Ex: 1:10.000

# ESCALA GEOGRÁFICA

Amplitude da área geográfica em estudo.

Quanto maior a extensão da área, maior a escala geográfica

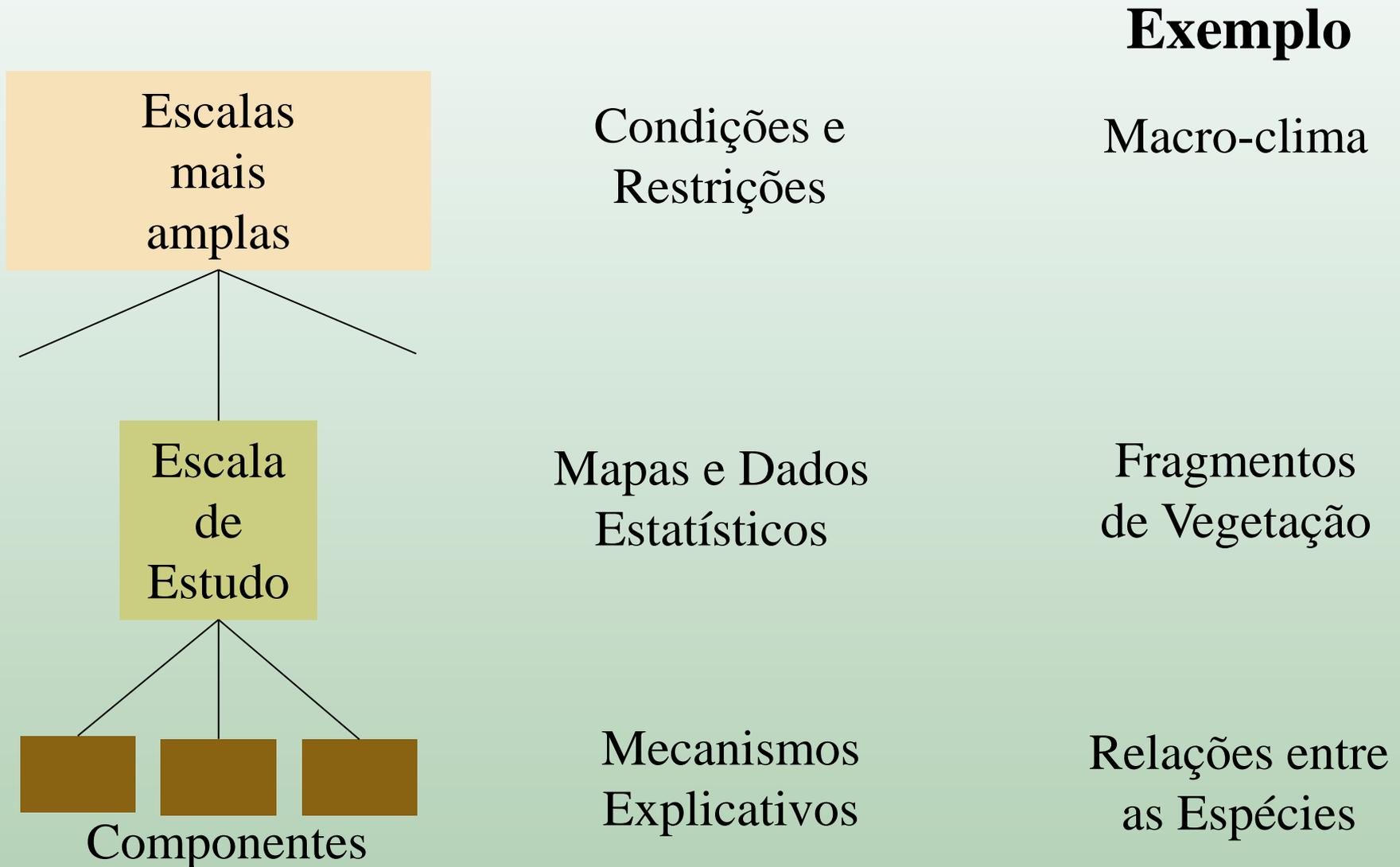


**ESCALA MAIOR  
MACRO ESCALA**

# Escalas Geográficas Espaço-Temporais



# Relações entre Escalas



# ESCALA: Vários Significados

*... A escala está nos detalhes*

## **RESOLUÇÃO ESPACIAL**

Nível de detalhe espacial nos dados. Os dados estão em escala fina (ou nível fino de granularidade) se incluem registros de objetos pequenos, caso contrário possuem escala grosseira (grão grosseiro)

*... A escala refere-se à extensão*

## **ESCALA GEOGRÁFICA**

Extensão geográfica ou escopo de uma representação. Uma representação em grande/pequena escala cobre uma grande/pequena área. Escalas local, regional, nacional, global.

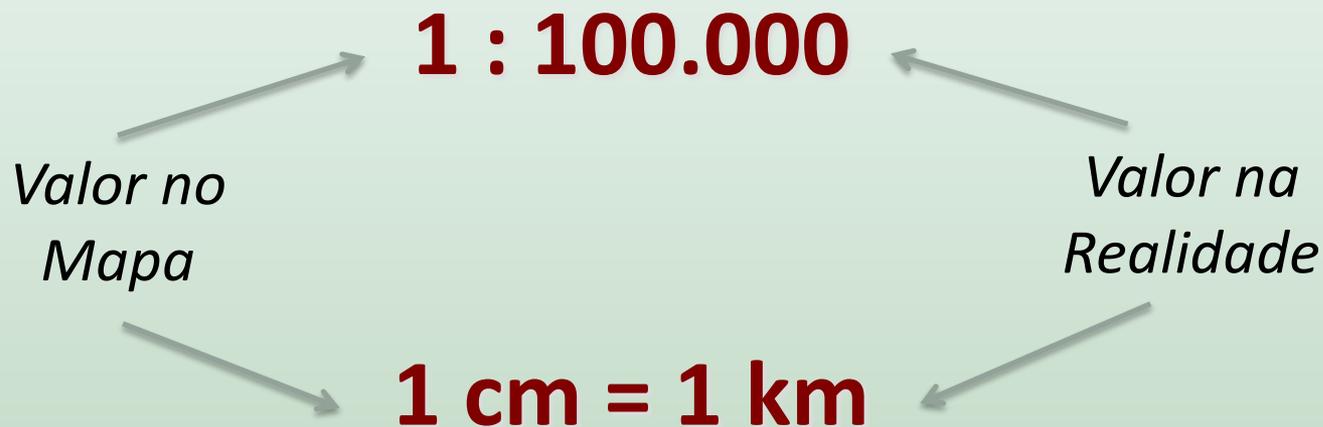
*... A escala de um mapa*

## **ESCALA CARTOGRÁFICA**

Uma fração que representa a relação entre a distância do mapa e a distância do terreno. Ex: 1:10.000

# ESCALA CARTOGRÁFICA

Relação entre a distância medida sobre um mapa e a sua medida real na superfície terrestre.



Pode ser NUMÉRICA, GRÁFICA ou NOMINAL

# ESCALA CARTOGRÁFICA

## ESCALA NUMÉRICA

Representada por uma **razão** em que o numerador corresponde a uma unidade medida no mapa, enquanto o denominador expressa a medida real da unidade no terreno.

É a mais utilizada em **mapas impressos**.

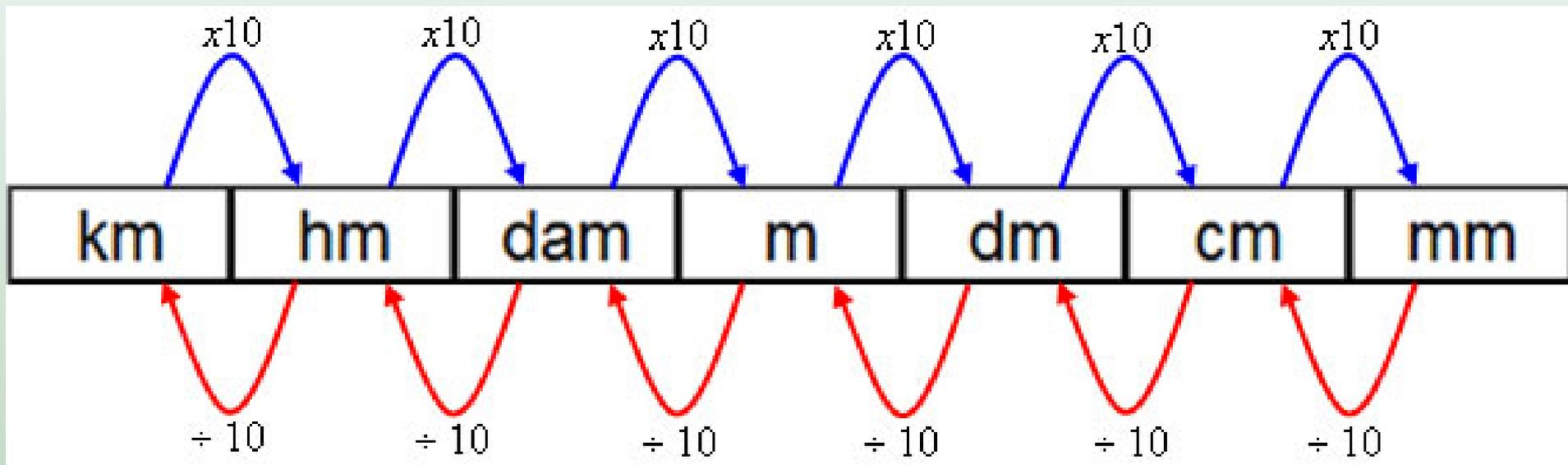
Esta razão é **adimensional**, já que relaciona quantidades físicas idênticas de mesma unidade.

Exemplo: 1:50.000 ou  $1/50.000$

A escala é de um para cinquenta mil – Uma unidade no mapa corresponde a 50.000 unidades no terreno

1 cm no mapa = 50.000 cm no terreno (500 m)

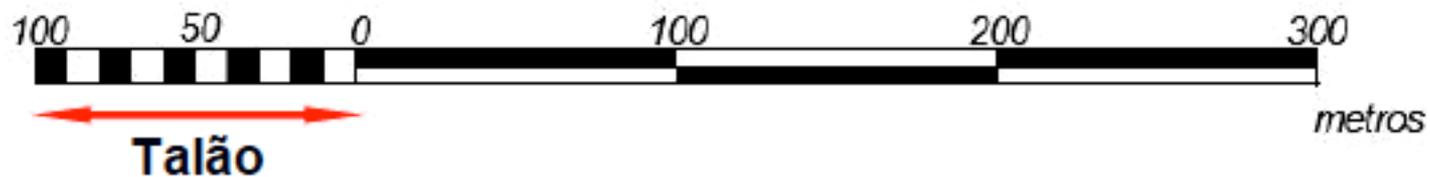
# Lembrete!



# ESCALA CARTOGRÁFICA

## ESCALA GRÁFICA

Representada por uma **régua graduada**, contendo subdivisões. Cada subdivisão apresenta a relação de seu comprimento com o valor correspondente no terreno. É a mais utilizada em **mapas digitais**.



## ESCALA NOMINAL

Apresentada por uma igualdade entre o valor representado no mapa e a correspondência no terreno.

$$1\text{cm} = 10\text{ km}$$

# ESCALA GRANDE E PEQUENA

## CARTOGRÁFICA VS. GEOGRÁFICA

Qual escala é MAIOR:  
1:100 ou 1:100.000?

# ESCALA GRANDE E PEQUENA

## CARTOGRÁFICA VS. GEOGRÁFICA

### ESCALA CARTOGRÁFICA

Escala Grande = Denominador Pequeno → 1:50, 1:100, 1:200

Escala Pequena = Denominador Grande → 1:200.000, 1:1.000.000

Quanto maior o denominador, menor a escala, menor o detalhamento e maior a extensão da área mapeada, considerando a mesma dimensão do plano de representação

**É o contrário da ESCALA GEOGRÁFICA!!!**

|        |             |                             |                           |
|--------|-------------|-----------------------------|---------------------------|
| BAIRRO | 1:20.000    | ESCALA CARTOGRÁFICA GRANDE  | ESCALA GEOGRÁFICA PEQUENA |
| PAÍS   | 1:2.000.000 | ESCALA CARTOGRÁFICA PEQUENA | ESCALA GEOGRÁFICA GRANDE  |

# ESCALA & REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA

## MAPAS, CARTAS & PLANTAS

**MAPAS: “representação gráfica, em geral uma superfície plana e numa determinada escala, com a representação de acidentes físicos e culturais da superfície da Terra, ou de um planeta ou satélite”. (ABNT)**

# ESCALA & REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA

## MAPAS, CARTAS & PLANTAS

**CARTA: “representação dos aspectos naturais e artificiais da Terra, destinada a fins práticos da atividade humana, permitindo a avaliação precisa de distâncias, direções e a localização plana, geralmente em média ou grande escala, de uma superfície da Terra, subdividida em folhas, de forma sistemática, obdecendo a um plano nacional ou internacional”. (ABNT)**

# ESCALA & REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA

Mapa Geológico do Brasil e Brasil dividido em folhas para formar a Carta Geológica do Brasil

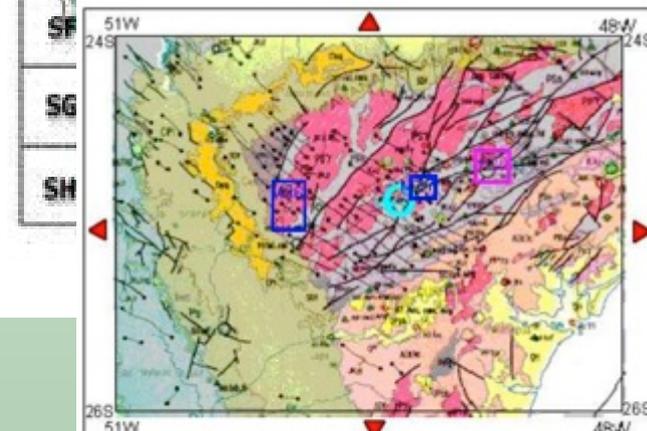
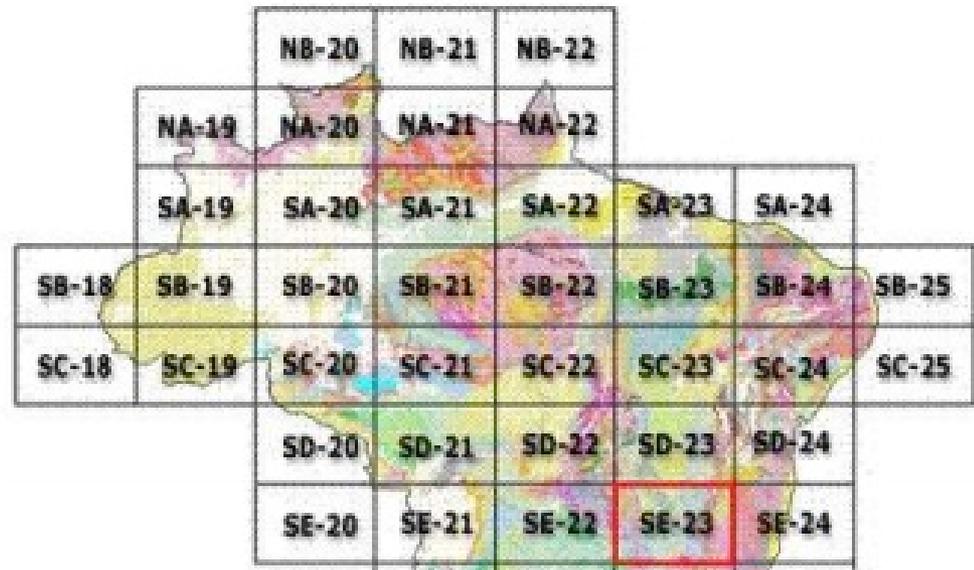


Figura 03 – Folha da Carta Geológica do Brasil (SG 22 X – Curitiba – Nordeste na escala 1:250.000)

# ESCALA & REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA

## MAPAS, CARTAS & PLANTAS

**PLANTA:** É uma carta que representa uma área suficientemente restrita (escala cartográfica grande) para que sua curvatura não precise ser levada em consideração. Ou seja, as medidas executadas adotam, como superfície de referência da Terra, uma superfície plana

# Loteamento



- LOTES EM PERMUTA (Solidoc)
- LOTES À VENDA (F.A. Oliveira)
- LOTES VENDIDOS

**PLANTA DE IMPLANTAÇÃO**  
Escala 1/1000

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL CHARRA PRIMAVERA  
LOTE 03

ÁREA DESMEMBRADA DO LOTE B-1  
MIRA DIOCESANA DE JUNDIAÍ  
PAROQUIA SÃO JOÃO BOSCO



**PLANTA DE SITUAÇÃO**  
ESCALA 1:20.000

**DETALHE**  
FAIXA NÃO EDIFICANTE DE SERVIÇO DE PASSEIO  
ESGOTOS SANITÁRIOS E ÁGUAS PLUVIAIS  
ESCALA 1:500



<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-194-92.htm>

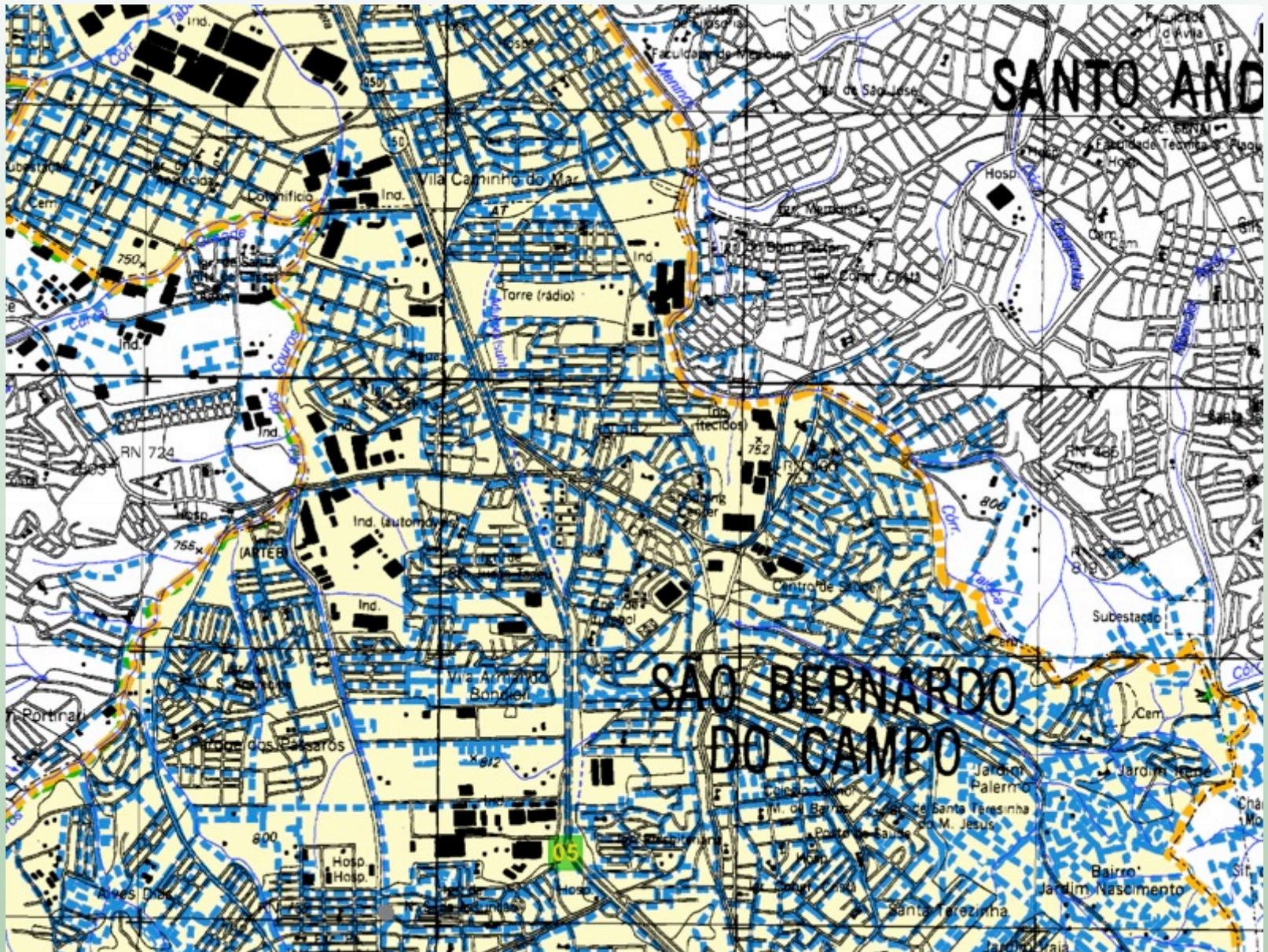
# APLICABILIDADE

| CATEGORIA      | ESCALA<br>CARTOGRÁFICA  | FINALIDADE  |
|----------------|---|---|
| <b>Grande</b>  | 1:100 e 1:200<br>1:500 e 1:1.000<br><br>1:1.000 a 1:5.000<br>1:5.000 a 1:25.000 | Plantas de pequenos lotes e edifícios<br>Planta de arruamentos e loteamentos,<br>redes de água e esgoto<br>Plantas de propriedades rurais<br>Carta/Planta cadastral de cidades e<br>grandes propriedades rurais ou<br>industriais |
| <b>Média</b>   | 1:50.000 a 1:100.000<br>1:25.000 a 1:250.000                                    | Cartas de municípios<br>Cartas/Mapas topográficos   |
| <b>Pequena</b> | Acima de 1:250.000  | Mapas de estados, países, continentes...<br>Atlas geográficos e globos  |

# APLICABILIDADE

| CATEGORIA | ESCALA<br>CARTOGRÁFICA  | FINALIDADE  |
|-----------|---|---|
| Grande    | 1:100 e 1:200<br>1:500 e 1:1.000<br><br>1:1.000 a 1:5.000<br>1:5.000 a 1:25.000 | Plantas de pequenos lotes e edifícios<br>Planta de arruamentos e loteamentos,<br>redes de água e esgoto<br>Plantas de propriedades rurais<br>Carta/Planta cadastral de cidades e<br>grandes propriedades rurais ou<br>industriais |
| Média     | <b>1:50.000 a 1:100.000</b><br><b>1:25.000 a 1:250.000</b>                      | <b>Cartas de municípios</b><br><b>Cartas/Mapas topográficos</b>   |
| Pequena   | Acima de 1:250.000  | Mapas de estados, países, continentes...<br>Atlas geográficos e globos  |

# Mapa Municipal – São Bernardo do Campo - 1:50.000





# APLICABILIDADE

| CATEGORIA | ESCALA<br>CARTOGRÁFICA  | FINALIDADE  |
|-----------|---|---|
| Grande    | 1:100 e 1:200<br>1:500 e 1:1.000<br><br>1:1.000 a 1:5.000<br>1:5.000 a 1:25.000 | Plantas de pequenos lotes e edifícios<br>Planta de arruamentos e loteamentos,<br>redes de água e esgoto<br>Plantas de propriedades rurais<br>Carta/Planta cadastral de cidades e<br>grandes propriedades rurais ou<br>industriais |
| Média     | 1:50.000 a 1:100.000<br>1:25.000 a 1:250.000                                    | Cartas de municípios<br>Cartas/Mapas topográficos   |
| Pequena   | <b>Acima de 1:250.000</b>   | <b>Mapas de estados, países, continentes...</b><br><b>Atlas geográficos e globos</b>  |



# Resolução vs. Escala Cartográfica

Qual a resolução de imagem necessária para a elaboração de um mapa em escala 1:50.000?

**ACUIDADE VISUAL:** Olho humano distingue até 0,2 mm

**RESOLUÇÃO:** Menor grandeza medida/representada no terreno.

Qual dimensão corresponde à 0,2mm em um mapa 1:50.000 ???

Regra de Três → Se 1 = 50.000, ENTÃO 0.2 = ?

$$\text{RESOLUÇÃO} = 50.000 \times 0.2 = 10.000\text{mm} = 10\text{m}$$

**RESOLUÇÃO = ESCALA X ACUIDADE VISUAL**

A resolução espacial é equivalente a um conceito cartográfico conhecido como **PRECISÃO GRÁFICA**

# Escala Cartográfica & Mapa Digital

Com a disseminação dos mapas digitais, ganhamos a capacidade de transformar facilmente a escala de um mapa para qualquer valor.

No entanto, é importante lembrar que a qualidade das informações continuará vinculada à do **mapa original**.

O que realmente condiz com a realidade é a origem das informações geradas.

**Um mapa criado em meio digital, originalmente concebido na escala de 1:50.000, NUNCA terá a precisão maior do que a permitida para essa escala (10 m).**

# Escala Cartográfica & Mapa Digital

$$E_g = 0,0002 \times F_e$$

$$E = 1/F_e$$

sendo,  $E_g$ = erro tolerável em metros

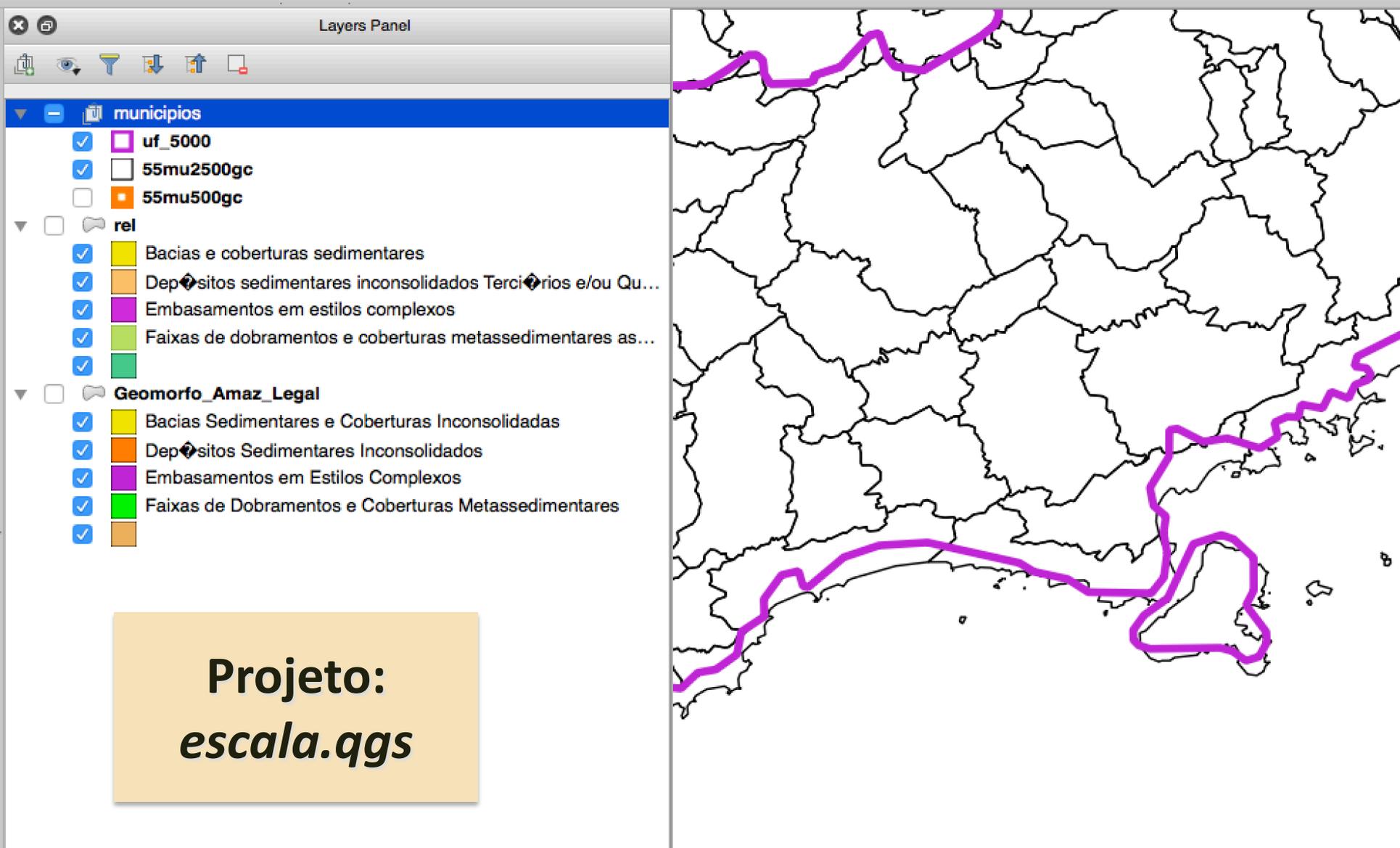
$E$ = escala do documento cartográfico

$F_e$ = fator de escala do documento cartográfico

Tabela 15.11 Precisão em função da escala adotada

| Escala   | Precisão (m) | Menor Objeto (m <sup>2</sup> ) |
|----------|--------------|--------------------------------|
| 1:500    | 0,1          | 0,01                           |
| 1:1.000  | 0,2          | 0,04                           |
| 1:2.500  | 0,5          | 0,25                           |
| 1:5.000  | 1            | 1                              |
| 1:10.000 | 2            | 4                              |
| 1:25.000 | 5            | 25                             |
| 1:50.000 | 10           | 100                            |

# Escala Cartográfica & Mapa Digital



The image shows a screenshot of a GIS software interface. On the left is the 'Layers Panel' with a list of layers. On the right is a map view showing a network of black lines representing a geographical area, with a thick purple line overlaid on it.

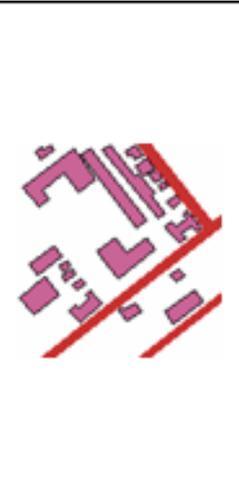
**Layers Panel:**

- municipios**
  - uf\_5000
  - 55mu2500gc
  - 55mu500gc
- rel**
  - Bacias e coberturas sedimentares
  - Depósitos sedimentares inconsolidados Terciários e/ou Qu...
  - Embasamentos em estilos complexos
  - Faixas de dobramentos e coberturas metassedimentares as...
  -
- Geomorfo\_Amaz\_Legal**
  - Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas
  - Depósitos Sedimentares Inconsolidados
  - Embasamentos em Estilos Complexos
  - Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares
  -

**Map View:** A map showing a network of black lines representing a geographical area. A thick purple line is overlaid on the map, tracing a path through the network.

**Projeto:**  
*escala.qgs*

# Escala Cartográfica & Mapa Digital

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
| Initial map (1 :1000)   | 1 : 1582   | 1 : 2550  | 1 : 4100  | 1 :<br>27176  |

A passagem de uma escala cartográfica para outra menor envolve um processo de **GENERALIZAÇÃO** → Simplificação ou eliminação de alguns objetos, de modo a facilitar a visualização de informações, ao mesmo tempo que surgem novas informações antes ignoradas.

# Generalização

Vários métodos de generalização foram estabelecidos: simplificação, suavização, colapso, agregação, etc.

(McMaster e Shea, 1992)

**Não é um processo automático!**

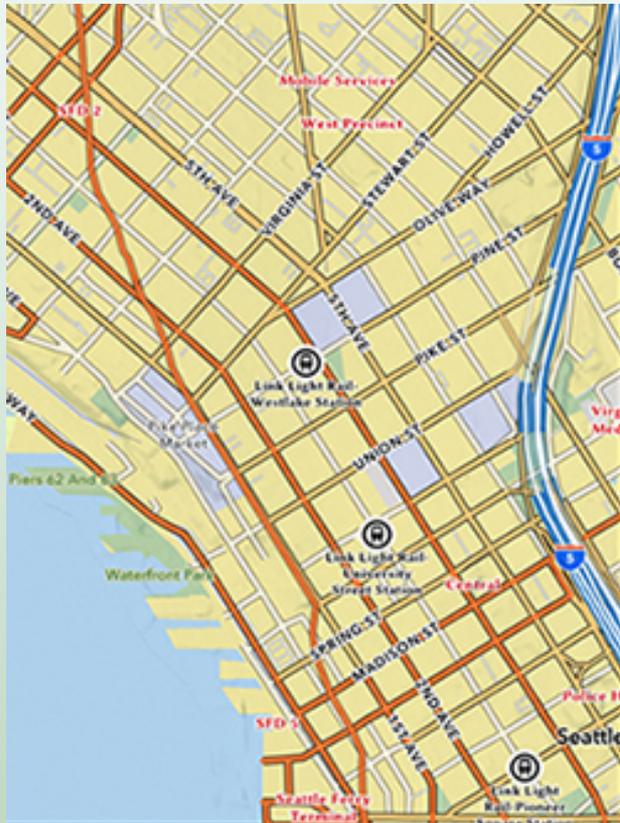
Figura 1 - Operadores de transformação espacial.

| Operadores         | Carta original | Carta generalizada |
|--------------------|----------------|--------------------|
| Seleção/Eliminação |                |                    |
| Colapso            |                |                    |
| Agregação          |                |                    |
| Exagero            |                |                    |
| Deslocamento       |                |                    |
| Simplificação      |                |                    |
| Unificação         |                |                    |
| Realce             |                |                    |

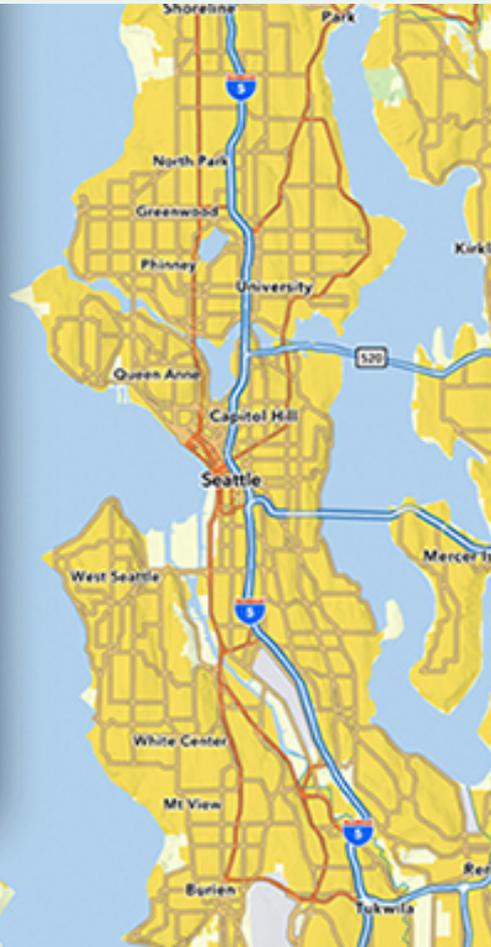
FONTE: adaptado de McMASTER & SHEA (1992)

É realizado intelectualmente, pela seleção de informações que podem compor a nova escala de trabalho de modo coerente com os objetivos do estudo. (Monmonier, 1996)

# Generalização



Zoom 14



Zoom 11



Zoom 8

# Generalização

Zoom 1  
10 px

Seattle



Zoom 9  
15 px

Seattle



Zoom 10  
17 px

Seattle



Zoom 15  
24 px

Seattle



**1:100.000**

Número de  
linhas 20  
vezes maior

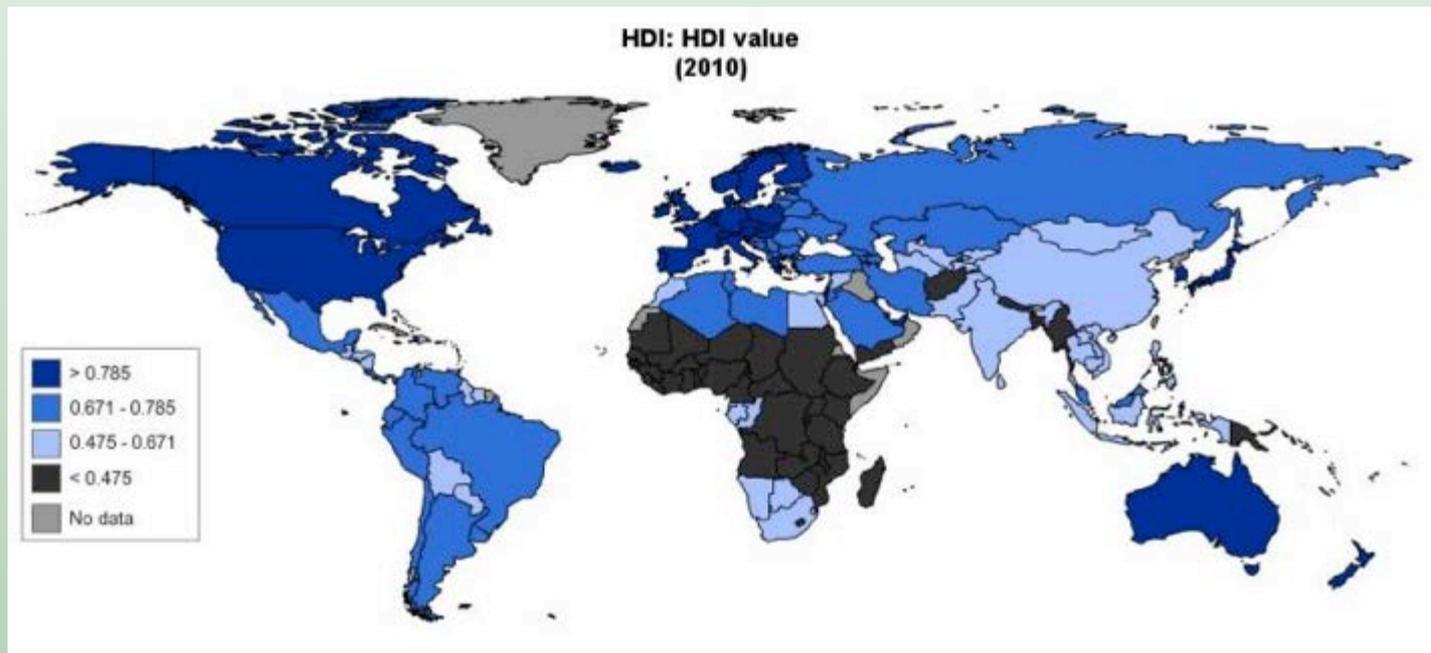
Comprimento  
de linhas 3  
vezes maior

**1:24.000**

# Escala & Unidades Espaciais

A definição de uma escala de trabalho, em seu sentido amplo (nível de detalhe espacial, extensão geográfica, escalas cartográficas) está diretamente relacionada à escolha de

## UNIDADES ESPACIAIS DE ANÁLISE.



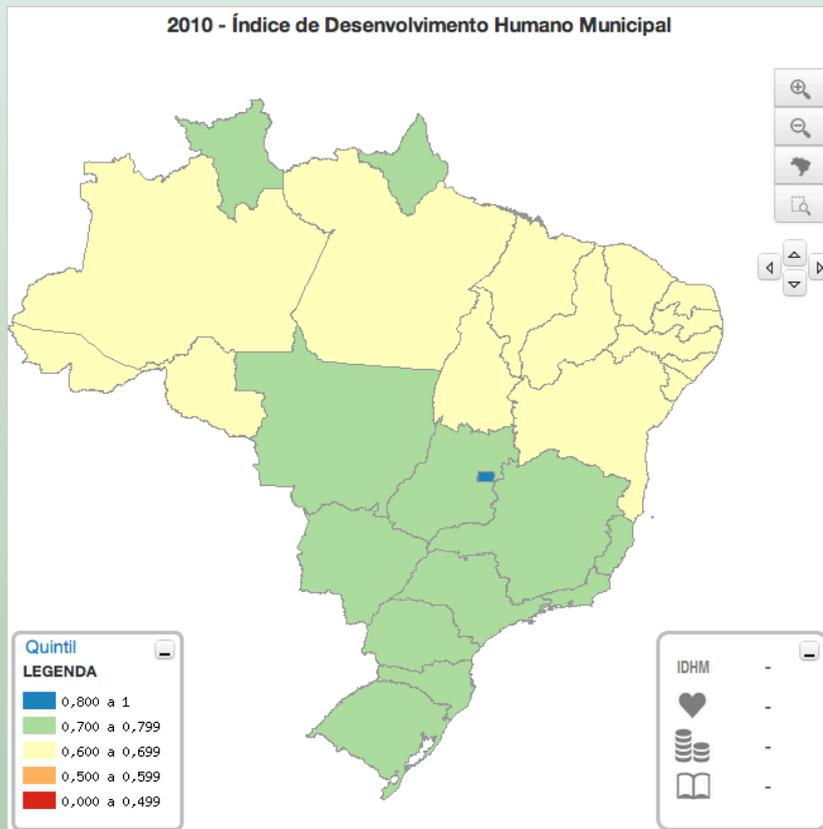
IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) – MUNDO.

Unidade de Análise: Países (Unidade Político-administrativa)

# Escala & Unidades Espaciais

A definição de uma escala de trabalho, em seu sentido amplo (nível de detalhe espacial, extensão geográfica, escalas cartográficas) está diretamente relacionada à escolha de

## UNIDADES ESPACIAIS DE ANÁLISE.



## IDH

Índice de Desenvolvimento Humano

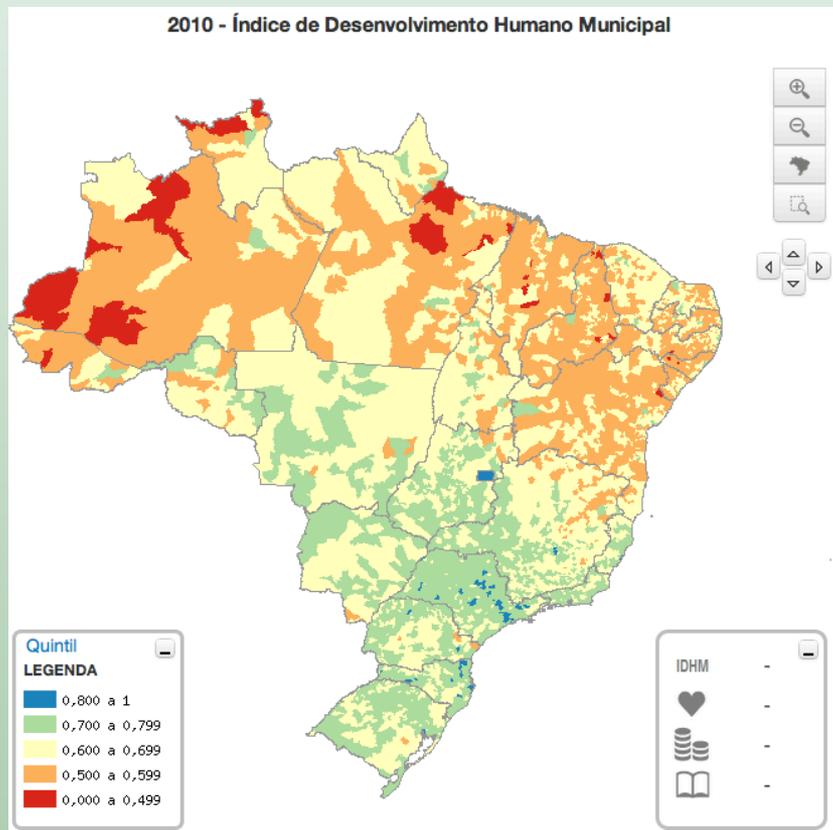
Unidade de Análise: Estados

(Unidade Político-administrativa)

# Escala & Unidades Espaciais

A definição de uma escala de trabalho, em seu sentido amplo (nível de detalhe espacial, extensão geográfica, escalas cartográficas) está diretamente relacionada à escolha de

## UNIDADES ESPACIAIS DE ANÁLISE.



## IDH

Índice de Desenvolvimento Humano

Unidade de Análise: Municípios

(Unidade Político-administrativa)

# Unidades Espaciais Mais Comuns

## FÍSICO-TERRITORIAIS

Bacia hidrográfica

Ecossistema

Quadra

Lote

## TÉCNICAS

Micro região geográfica (IBGE)

Área de influência de cidades (IBGE)

“Região homogênea” (diversos)

## POPULARES

Bairro

Favela

# Unidades Espaciais Mais Comuns

## POLÍTICO-ADMINISTRATIVAS

Estado

Município

Distrito

## OPERACIONAIS

Setor Censitário (IBGE)

Área de ponderação (IBGE)

Distrito de água e esgoto (Ag. Saneamento)

CEP (Correios)

Distrito sanitário (SMS)

# Escolha da Escala e Unidade Espacial

- **Fenômeno a ser estudado**
  - Ocupação urbana → município ou região metropolitana
  - Imigração → nacional ou internacional
- **Disponibilidade de dados**
  - Dados demográficos: setores censitários ou municipais
  - Recursos + Tempo para levantamento de dados
- **Escala de Intervenção**
  - Plano Diretor → município ou região metropolitana
  - Plano de Manejo → unidade de conservação + entorno

**Unidades Espaciais  
dos Trabalhos da  
Disciplina  
???**

# Reflexão final

**Escala**

Condiciona

Representação  
da realidade  
(modelo, mapa)

Muda

**Percepção  
do mundo**

Escolha