

# **Método das Figuras Geométricas Proporcionais**

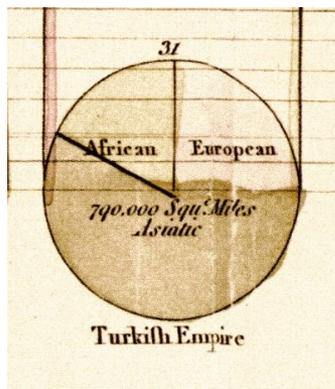
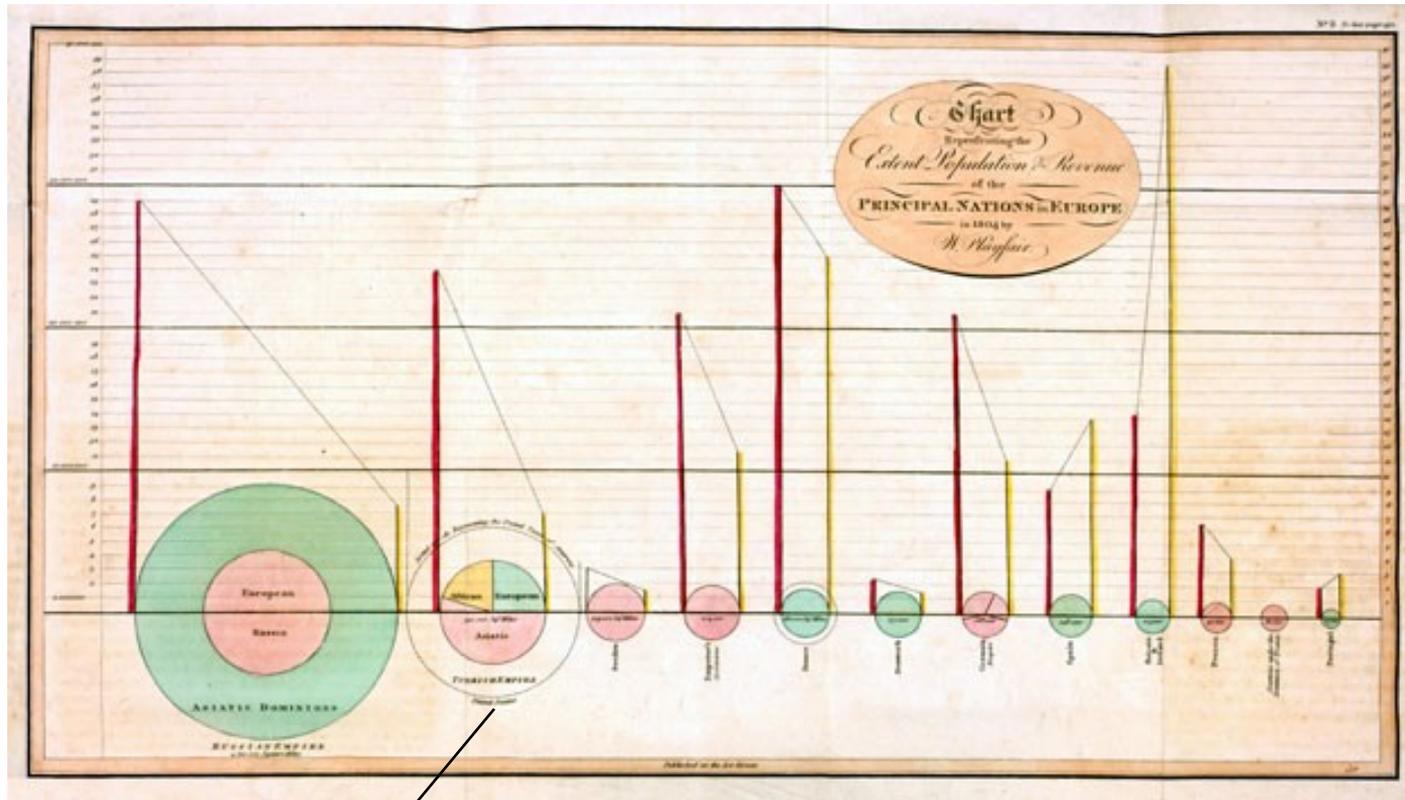
# Os Pioneiros no Método de Figuras Geométricas Proporcionais

Charles de Fourcroy foi pioneiro no desenvolvimento de um **método quantitativo** ao compor em 1782 a obra *Essai d'une table poléométrique*. Nesta obra o autor usa **quadrados com tamanhos proporcionais para representar e comparar quantitativamente as superfícies urbanas das cidades da França.**

O escocês **William Playfair (1801)** idealizou os círculos de tamanhos proporcionais para representar a extensão de países bem como a divisão do círculo em setores: o **setograma.**



# William Playfair: o Uso de Área para Representar Quantidades



Proporção do Império Turco antes de 789

Spence, I. William Playfair and the Psychology of Graphs. ASA Section on Statistical Graphics

# Charles Joseph Minard Representando o Avanço das Tropas de Napoleon Bonaparte sobre a Russia (1812)

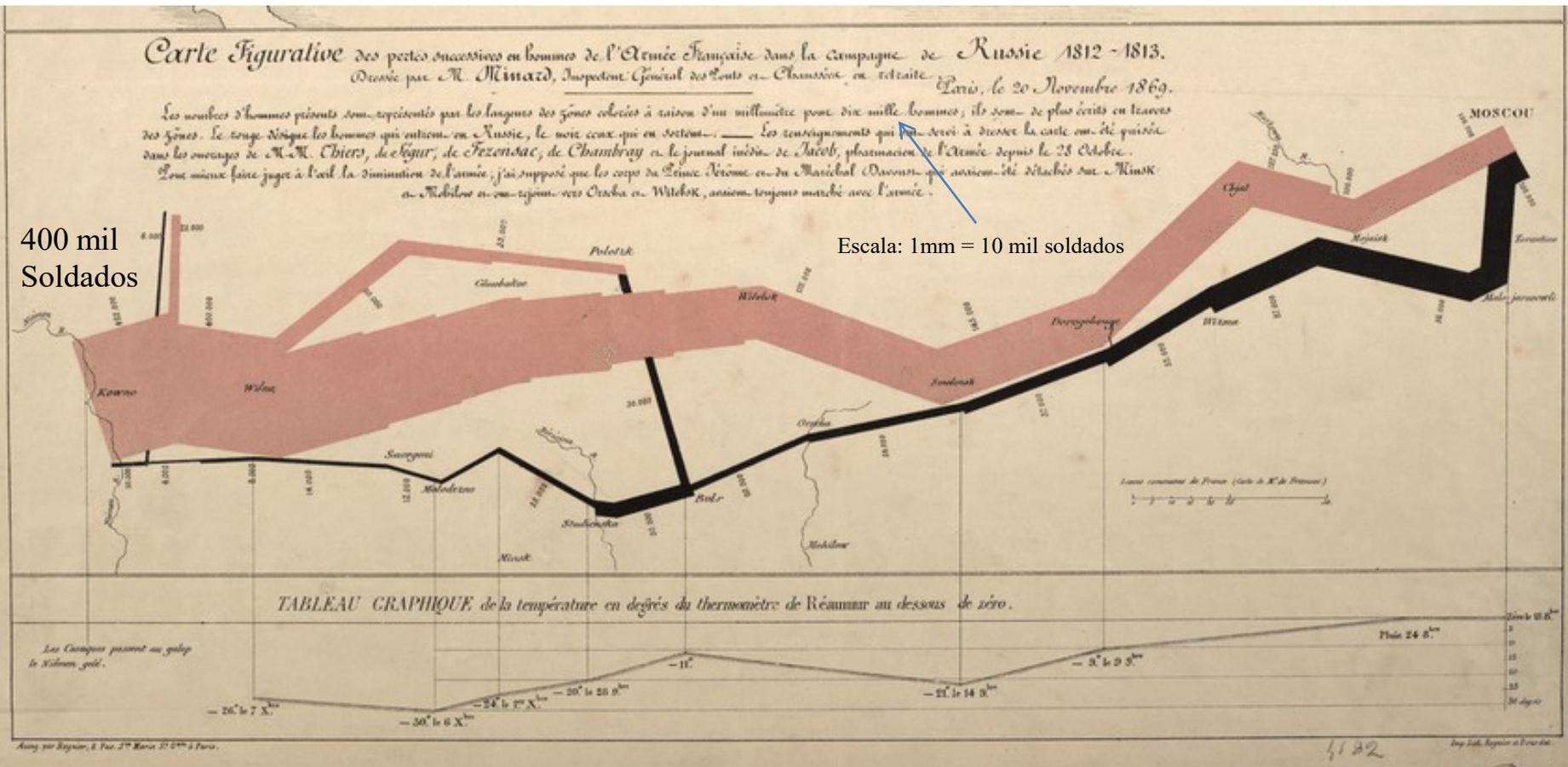
## Carte Figurative des pertes successives en hommes de l'Armée Française dans la Campagne de Russie 1812-1813.

Dessiné par M. MINARD, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées en retraite. Paris, le 20 Novembre 1869.

Les nombres d'hommes présents sont représentés par les largueurs des zones colorées à raison d'un millimètre pour dix mille hommes; ils sont de plus écrits en lettres des zones. Le trait noirique les hommes qui ont été en Russie, le noir ceux qui en sont restés. — Les renseignements qui ont servi à dresser la carte ont été puisés dans les ouvrages de M. M. Chiers, de Cligny, de Fezensac, de Chambray et le journal inédit de Jacob, pharmacien de l'Armée depuis le 23 Octobre. Pour mieux faire juger à l'œil la diminution de l'armée, j'ai supposé que les corps de Prince Jérôme et de Maréchal Davout qui avaient été détachés sur le Niémen et sur le Dniepr, avaient rejoint l'armée à Wilna, ainsi qu'il en est résulté.

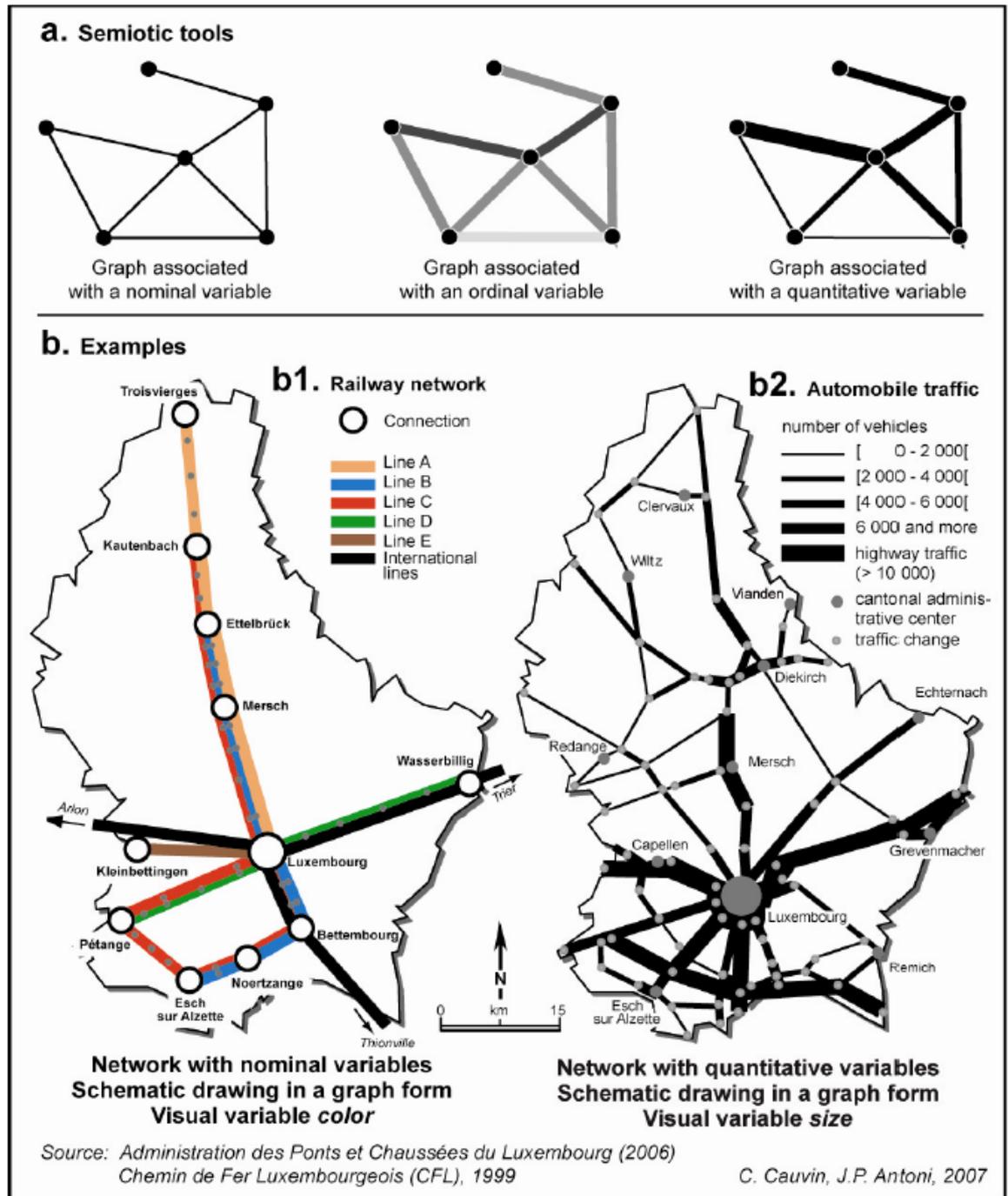
400 mil Soldados

Escala: 1mm = 10 mil soldados



<https://www.youtube.com/watch?v=HrEuJO3wz3k>

# Largura de Linhas para Representar Quantidades



# Método das Figuras Geométricas Proporcionais

A realidade é vista como quantidades absolutas

Estabelece relação entre valor absoluto e área

A área da figura geométrica (modulação  $Q$ ) é proporcional a grandeza numérica

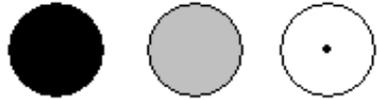
Ideal para representação de fenômenos localizados com efetivos elevados. Ex.: população

Representações em pontos, linhas e áreas

Círculos centrados nas áreas observacionais

Aceitam subdivisões (setores)

# Modulações Visuais

Relações entre objetos			Conceitos	Transcrição gráfica
Caderno	Lápis	Borracha	$\neq$ Diversidade	
Medalha de ouro	Medalha de prata	Medalha de bronze	 Ordem	
1 kg de arroz	4 kg de arroz	16 kg de arroz	 Proporcionalidade	

Mantinelli, M. Cartografia Temática: Caderno de Mapas. São Paulo: EDUSP, 168p. , 2003.

# Variável Visual e Percepção Empregada

## As variáveis da imagem segundo J. Bertin (2001)

	PONTOS	LINHAS	ÁREAS	
<b>XY</b> 2 dimensões do plano				
<b>Z</b> TAMANHO				
VALOR				
<b>VARIÁVEIS DE SEPARAÇÃO DA IMAGEM</b>				
GRANULAÇÃO				
COR				
ORIENTAÇÃO				
FORMA				

Fig. Geom. Prop.  
Ex. PIB

Fig. Geom. Prop.  
Ex. PIB +  
setograma  
(Prim+Sec+Ter)

≠ - dissociativa (a variação de tamanho e negrito na tabela corresponde ao potencial de dissociabilidade da variável)  
 ≡ - associativa  
 O - ordenada  
 Q - quantitativa

# Variável Visual e Transições no Espaço

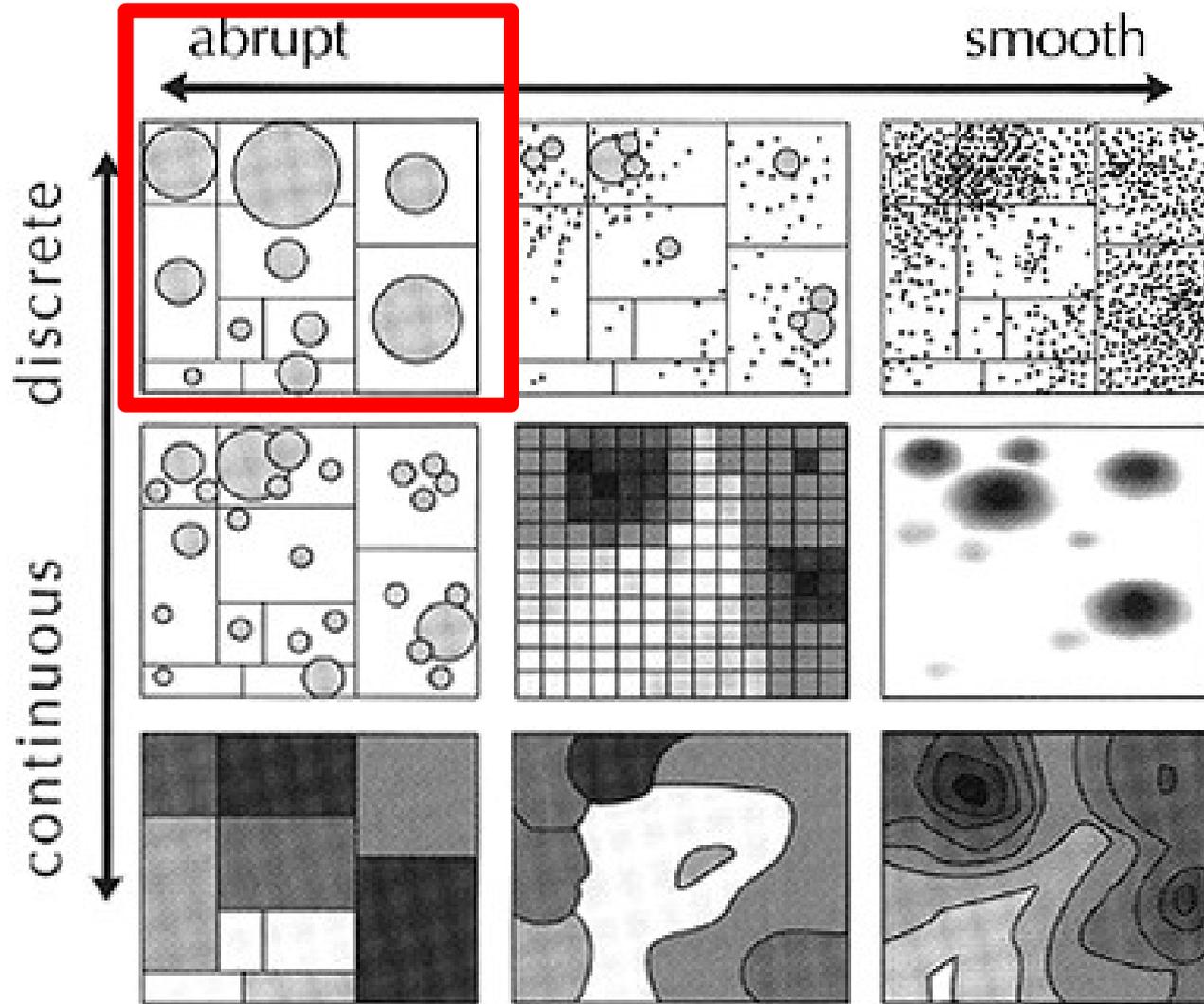
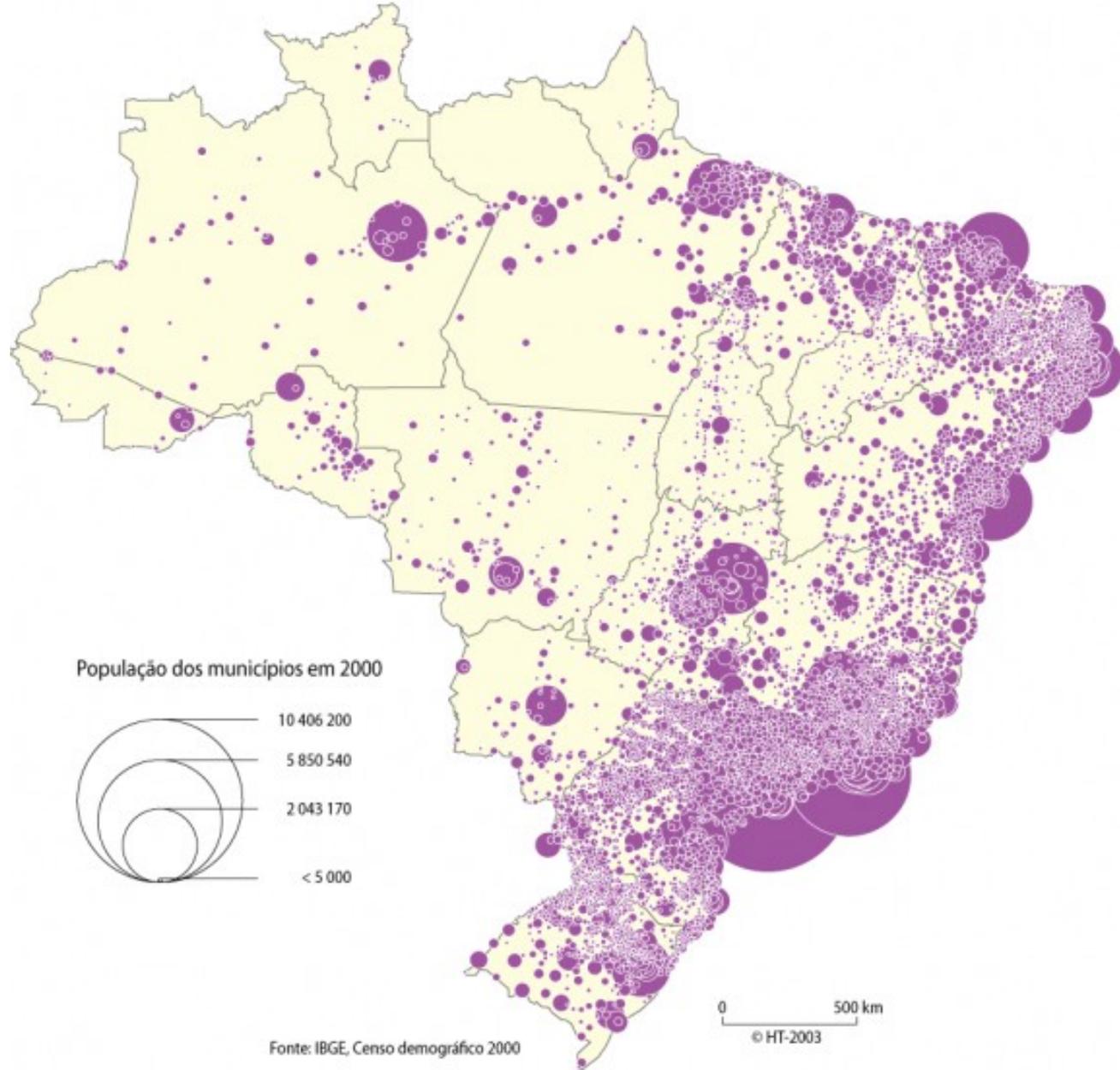


Figure 3.24 Matching map types to data models. Reproduced from MacEachren (1992) with permission.

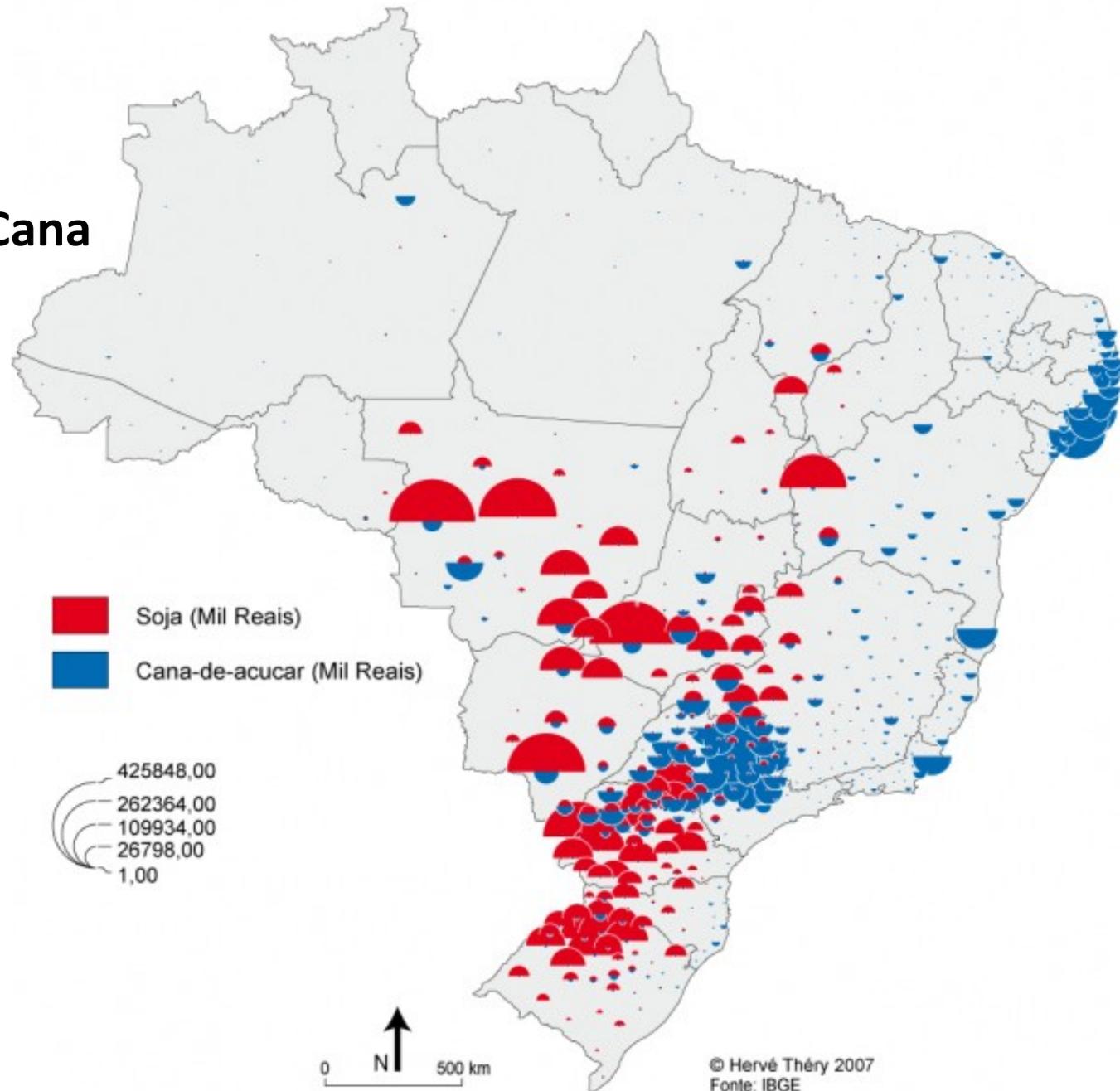
# Distribuição da população em 2000

## Método de Circulos Proporcionais

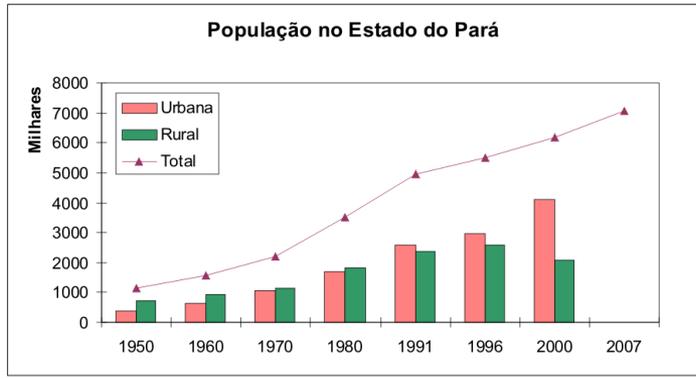
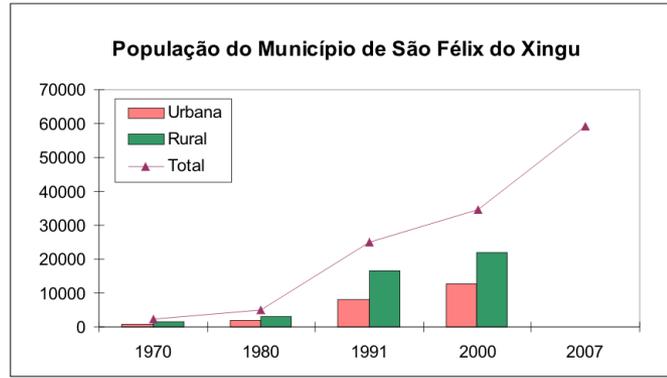
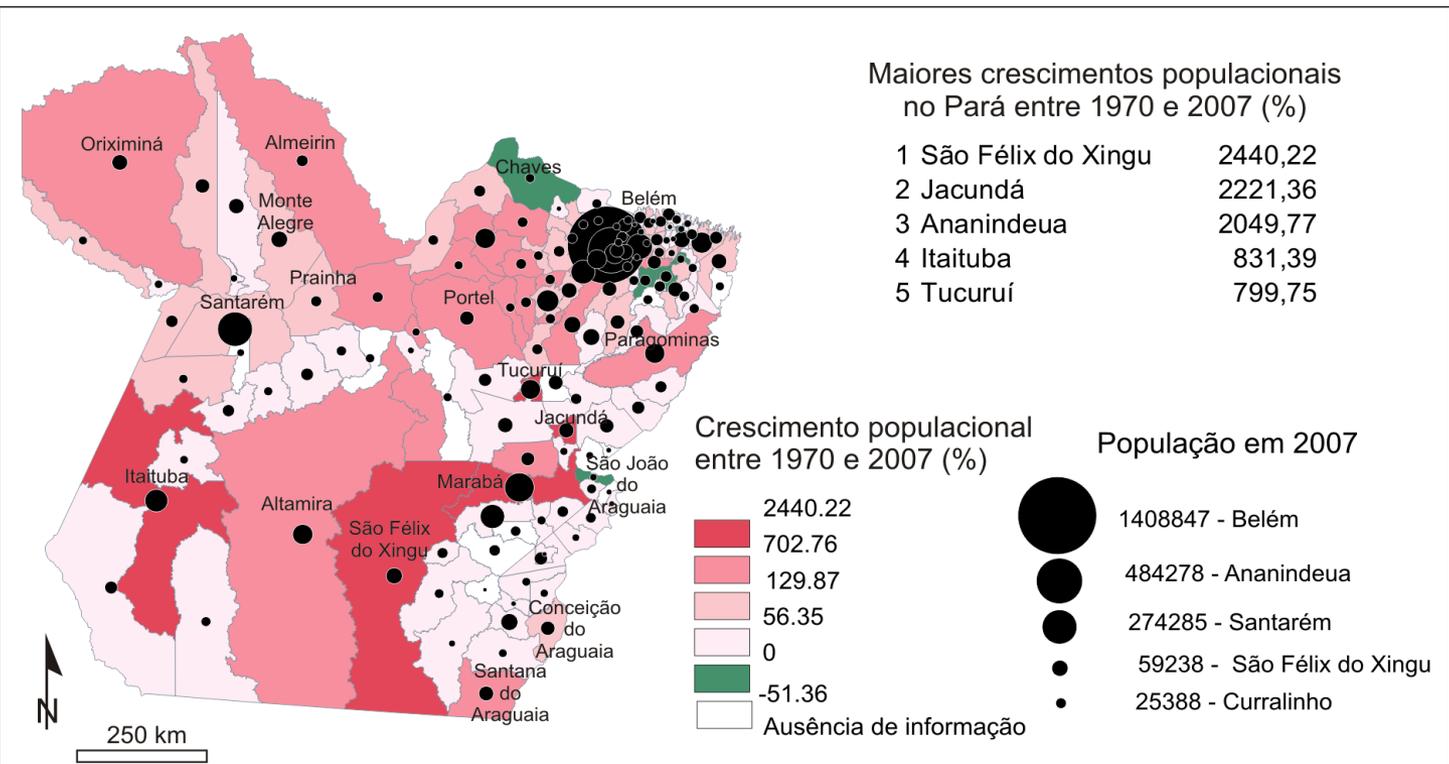


# Soja e cana de açúcar

Método de Círculos  
Proporcionais:  
Semi-círculos para Cana  
e Soja



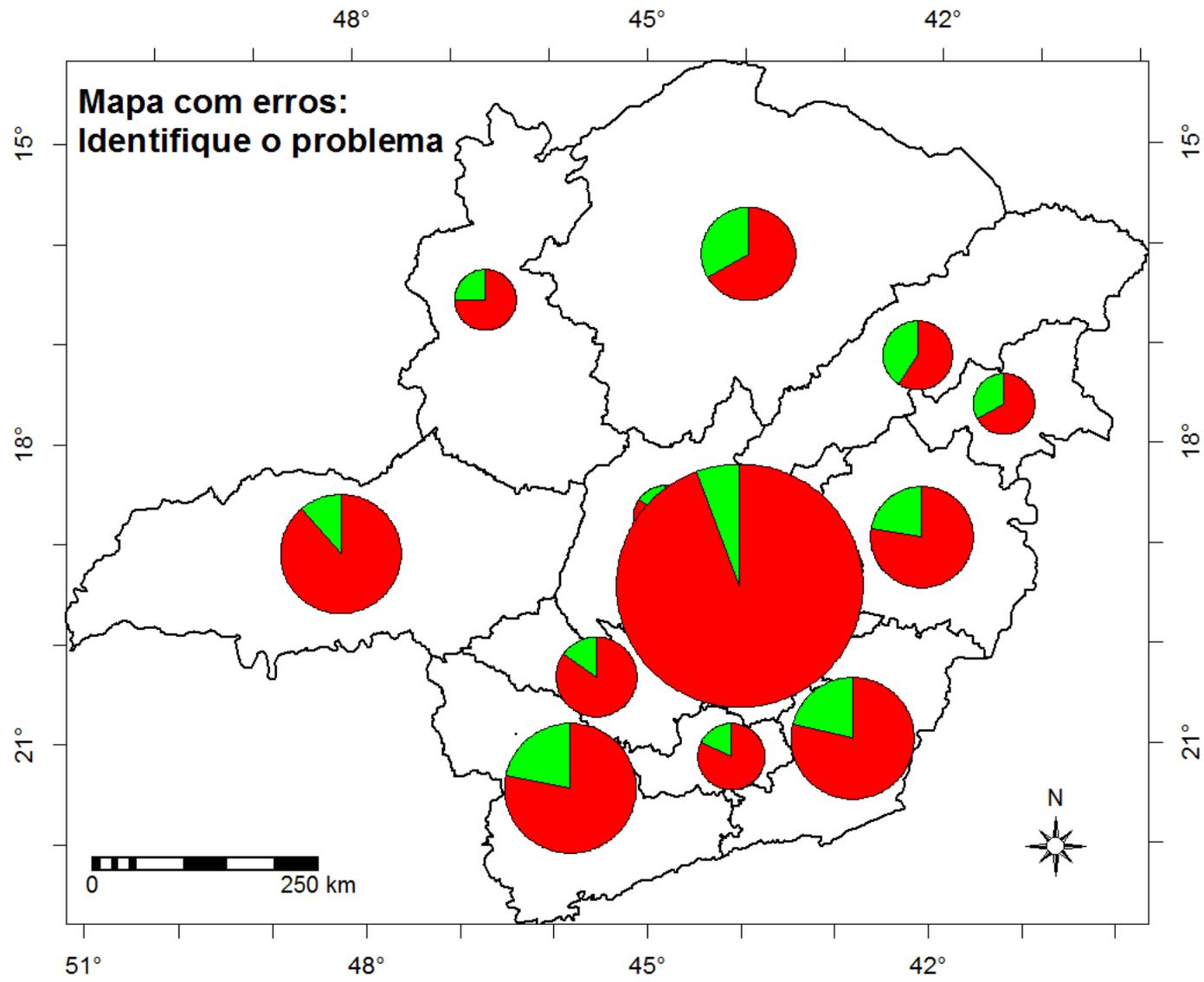
# População e Crescimento Populacional no Pará



	1970	1980	1991	2000	2007	Crescimento (%)
São Félix do Xingu	2332	4954	24891	34621	59238	2440,22
Pará	2197072	3507312	4950060	6192307	7065573	221,59

Fonte: IBGE - Censos populacionais de 1970, 1980, 1991, 2000 e Contagens da população de 1996 e 2007.

# Representação da População com Setograma



Fonte: IBGE (2010) Censo Demográfico 2000.  
(<http://sidra.ibge.gov.br/>)

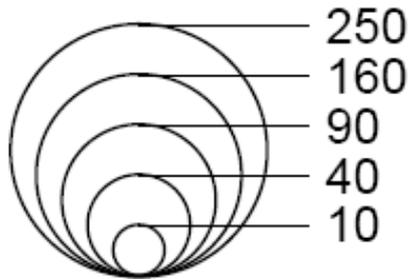
## Procedimentos Operacionais

A área da figura escolhida (Ex. círculo) deve ser igual à quantidade (Q) representada:

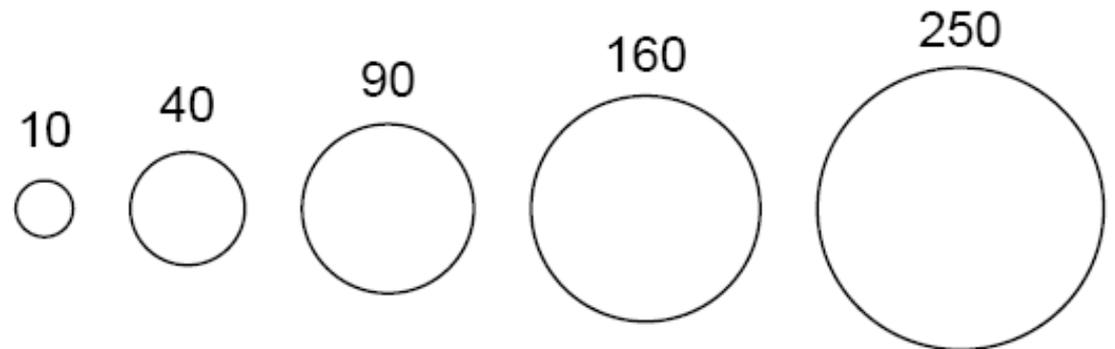
$$A = Q$$

A = área do círculo (cm<sup>2</sup>)

Q = quantidade



Nested-legend arrangement



Linear legend arrangement

# Definição do Raio do Círculo

Definição do raio para regiões com grande amplitude na distribuição dos valores:

- Utilização de escala logarítmica
- Construção do ábaco
- Definição de constante ( $k$ )
- etc.

Ábaco

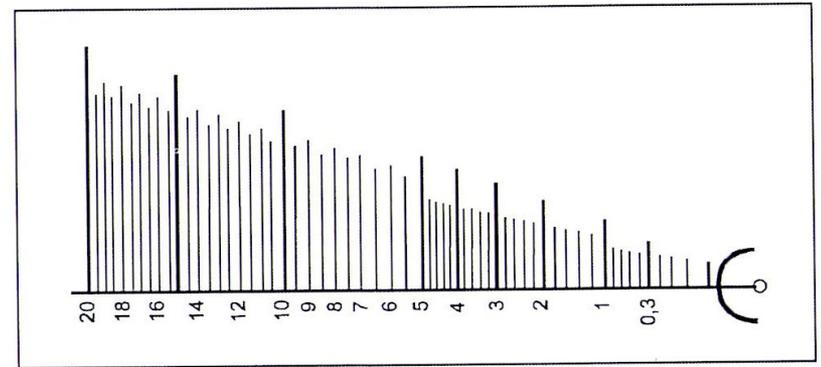
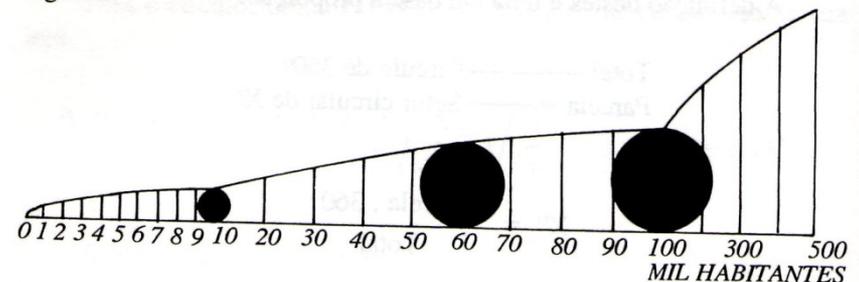


Figura 2



## Definição do Raio do Círculo

Fórmula para calcular o raio (R):

$$R = \sqrt{Q}$$

R = raio do círculo (cm)

$$R = \sqrt{Q} / K$$

R = raio do círculo (cm)

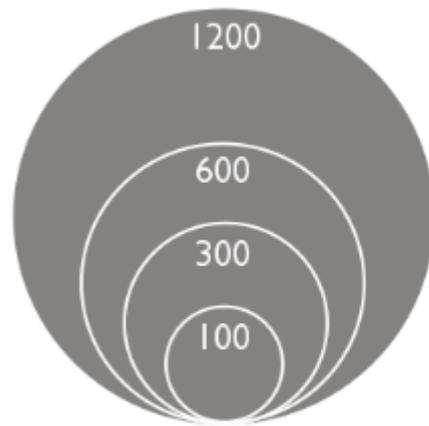
K = constante

Dica: Definir o R com base no maior círculo e aplicar o K para as outras regiões.

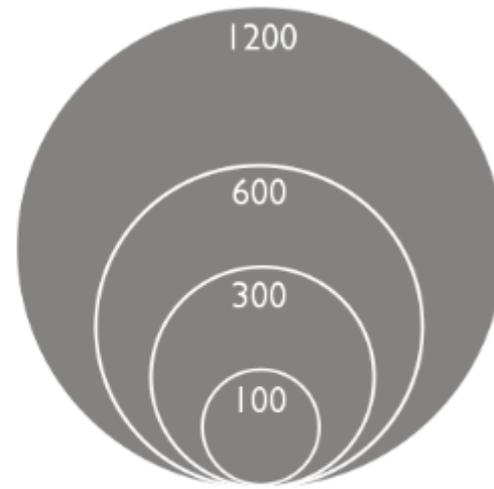
# Definição do Raio do Círculo

Legenda:

Escolher três ou quatro círculos como referência para a leitura dos valores



Absolute Scaling



Apparent Scaling  
(Flannery's Compensation)

# Exercício

A tabela seguinte apresenta os valores adicionados brutos das principais atividades econômicas das sub-regiões da Região Metropolitana de São Paulo em 2015 (Mil Reais). Não estão incluídos os impostos e administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social (Mil Reais). Com base nesses dados construa um mapa utilizando o método das figuras geométricas proporcionais.

Demonstre o cálculo do raio para cada subregião.

<b><i>Sub-Região</i></b>	<b><i>Agropecuária</i></b>	<b><i>Indústria</i></b>	<b><i>Serviços</i></b>	<b><i>Soma</i></b>
São Paulo	40.982	63.665.138	431.465.442	495.171.562
Leste	1.173.515	21.784.462	49.505.014	7.2462.991
Norte	6.964	4.150.687	10.663.989	14.821.640
Oeste	94.092	12.426.910	90.202.066	102.723.068
Sudeste	12.231	25.993.400	56.309.438	82.315.069
Sudoeste	74.006	7.305.327	17.408.591	24.787.924
<b><i>Totais da RMSP</i></b>	<b><i>1.401.790</i></b>	<b><i>135.325.924</i></b>	<b><i>655.554.540</i></b>	<b><i>792.282.254</i></b>

# Sub-regiões da RMSP

## **São Paulo**

**Leste:** Arujá, Biritiba-Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Guararema, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Mogi das Cruzes, Poá, Salesópolis, Santa Isabel e Suzano

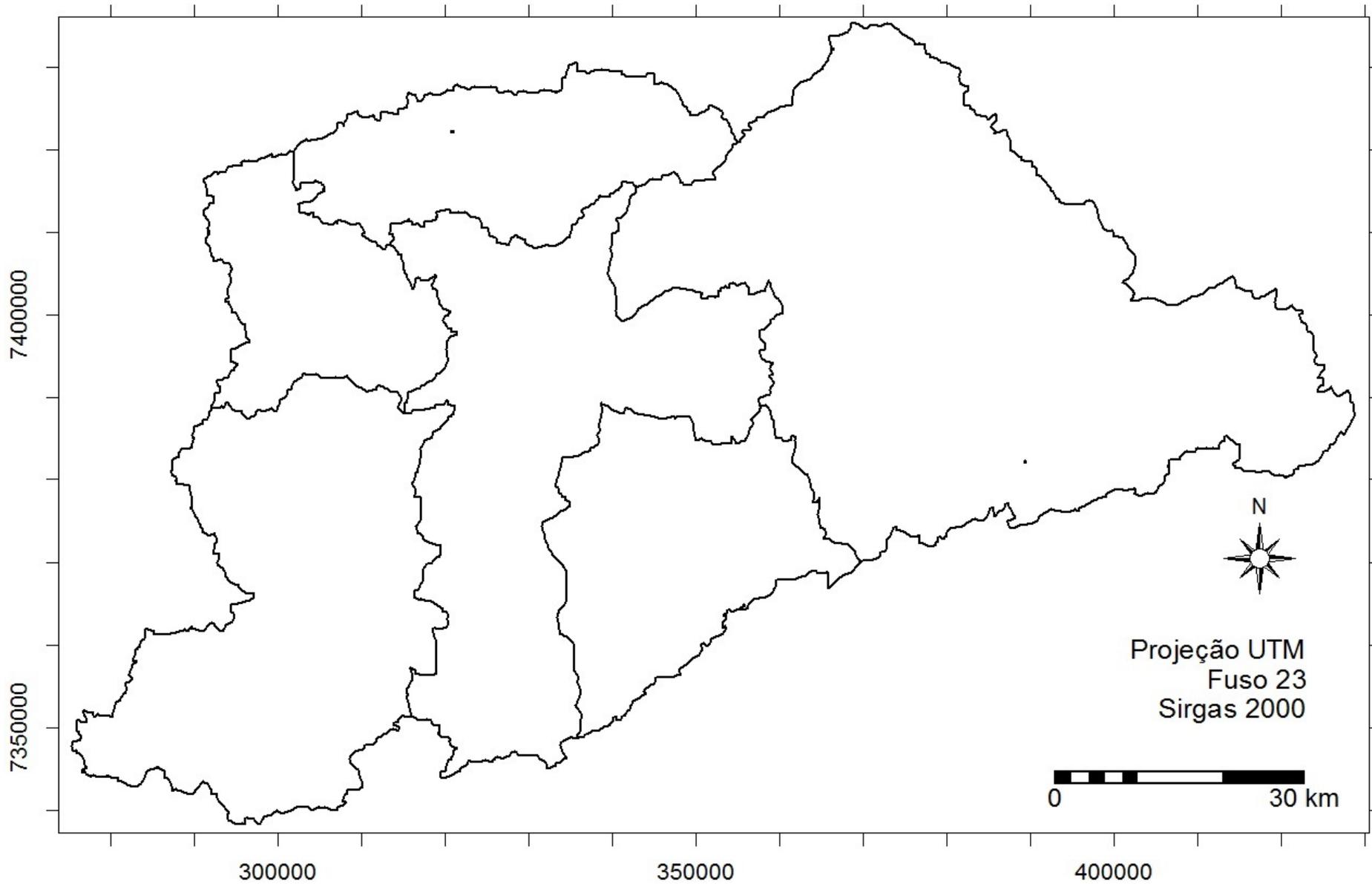
**Norte:** Caieiras, Cajamar, Francisco Morato, Franco da Rocha e Mairiporã

**Oeste:** Barueri, Carapicuíba, Itapevi, Jandira, Osasco,

Pirapora do Bom Jesus e Santana de Parnaíba

**Sudeste:** Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul

**Sudoeste:** Cotia, Embu das Artes, Embu-Guaçu, Itapeçerica da Serra, Juquitiba, São Lourenço da Serra, Taboão da Serra e Vargem Grande Paulista



<b><i>Agrop.</i></b> <b>%</b>	<b><i>Indúst.</i></b> <b>%</b>	<b><i>Serv.</i></b> <b>%</b>	<b><i>Ângulo</i></b> <b><i>Agrop.</i></b>	<b><i>Ângulo</i></b> <b><i>Ind.</i></b>	<b><i>Ângulo</i></b> <b><i>Serv.</i></b>	<b><i>Raio</i></b> <b><i>(cm) K</i></b>
			-	-	-	-

## Procedimentos Operacionais

$$R = \sqrt{Q} / K$$

Definindo o  $K$ :

São Paulo com raio de **3,5cm**

$$3,5 = \sqrt{495171562} / K$$

$$3,5K = 22252$$

$$K = 22252 / 3,5$$

$$k = 6357$$

Raio para sub-região leste:

$$R = \sqrt{72462991} / 6357$$

$$R = 8512,5 / 6357$$

$$R = 1,33cm$$

<b><i>Agrop.</i></b> <b><i>%</i></b>	<b><i>Indúst.</i></b> <b><i>%</i></b>	<b><i>Serv.</i></b> <b><i>%</i></b>	<b><i>Ângulo</i></b> <b><i>Agrop.</i></b>	<b><i>Ângulo</i></b> <b><i>Ind.</i></b>	<b><i>Ângulo</i></b> <b><i>Serv.</i></b>	<b><i>Raio</i></b> <b><i>(cm) K</i></b>
0,01	12,86	87,13				
1,62	30,06	68,32				
0,05	28,00	71,95				
0,09	12,10	87,81				
0,01	31,58	68,41				
0,30	29,47	70,23				
<i>0,18</i>	<i>17,08</i>	<i>82,74</i>	-	-	-	-

<b><i>Agrop. %</i></b>	<b><i>Indúst. %</i></b>	<b><i>Serv. %</i></b>	<b><i>Ângulo Agrop.</i></b>	<b><i>Ângulo Ind.</i></b>	<b><i>Ângulo Serv.</i></b>	<b><i>Raio (cm) K</i></b>
0,01	12,86	87,13	0.04	46.30	313.67	3,5
1,62	30,06	68,32	5.83	108.23	245.94	1,33
0,05	28,00	71,95	0.17	100.82	259.02	
0,09	12,10	87,81	0.33	43.55	316.12	
0,01	31,58	68,41	0.05	113.68	246.27	
0,30	29,47	70,23	1.07	106.10	252.83	
0,18	17,08	82,74	-	-	-	-