

CST 310: População, Espaço e Ambiente

Abordagens Espaciais em Estudos de População: Métodos Analíticos e Técnicas de Representação

Parte III – Integração de Dados: Conceitos

1. Questões de Escala
2. Escala de Inventário e Escala de Integração
3. Agregação/Desagregação de Dados

Silvana Amaral

Antonio Miguel V. Monteiro

{silvana@dpi.inpe.br, miguel@dpi.inpe.br}





GeoDado: Posicional

Dado Espacial → Geometria

O que diferencia um *Dado* de um
Dado Espacial?

LOCALIZAÇÃO !

GeoInformação: Relacional

Geometria → Arranjo Espacial

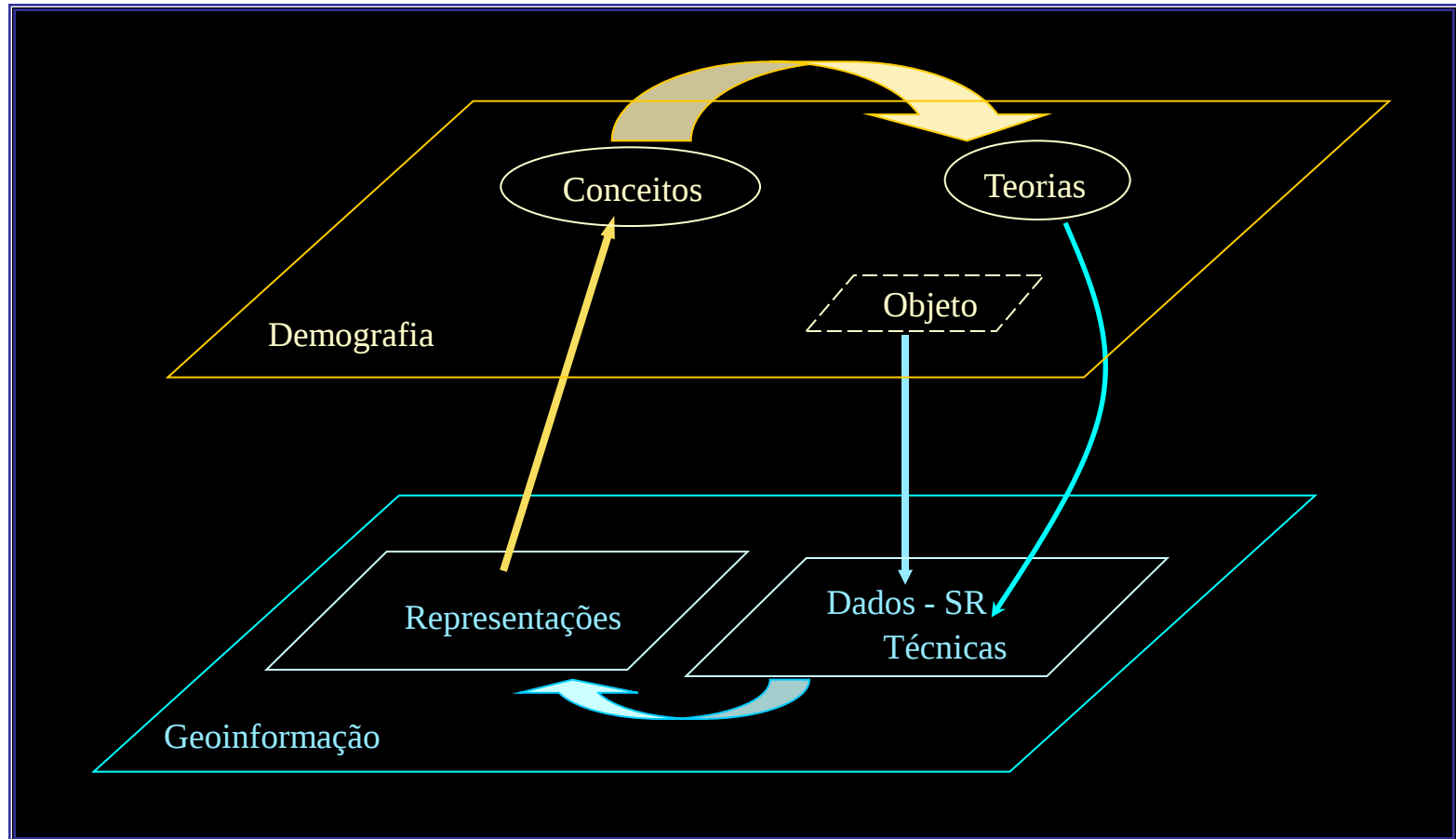
O Espaço como Categoria Analítica

**Relacionamentos Espaciais
observados entre os GeoDados.**

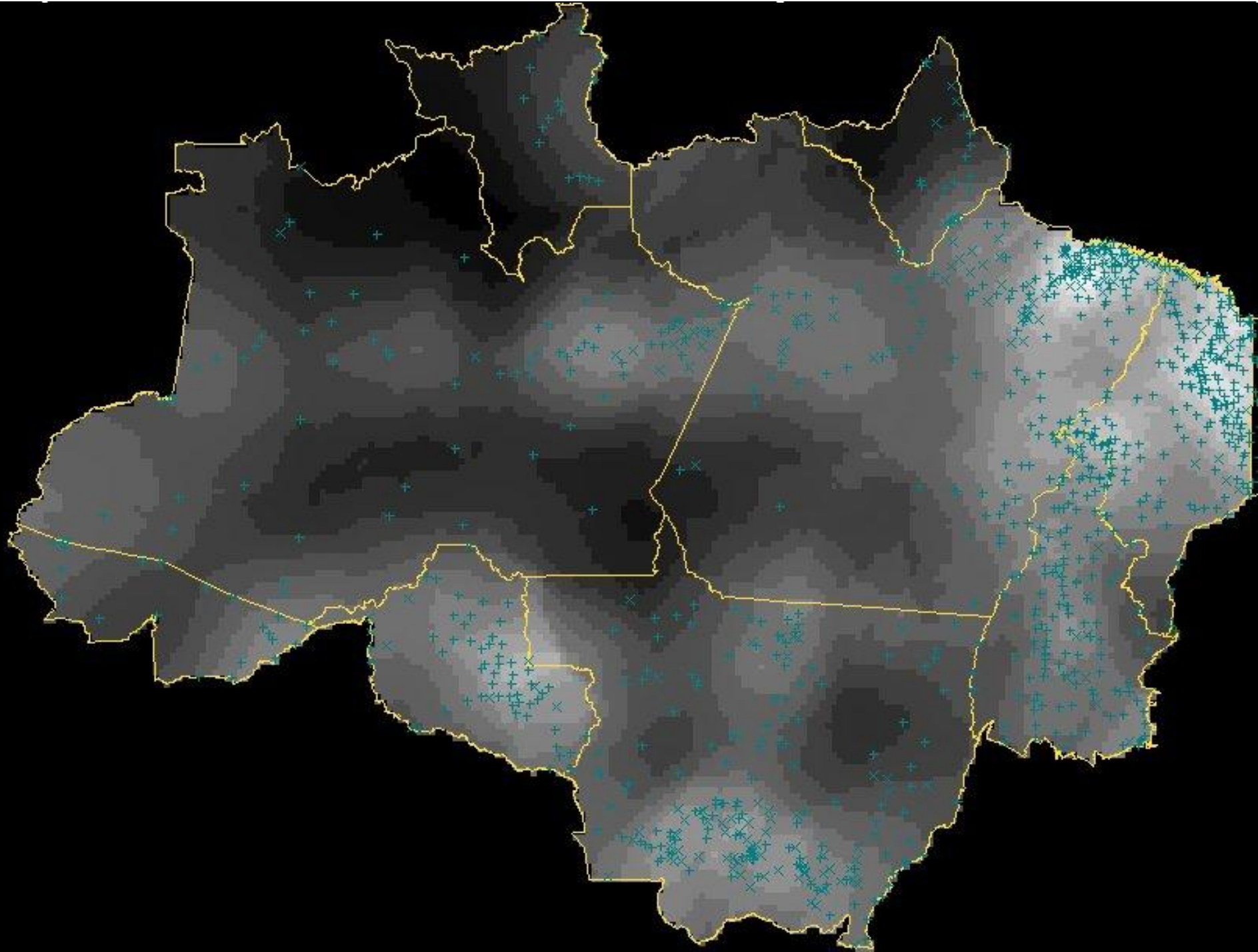
Indicadores e Índices



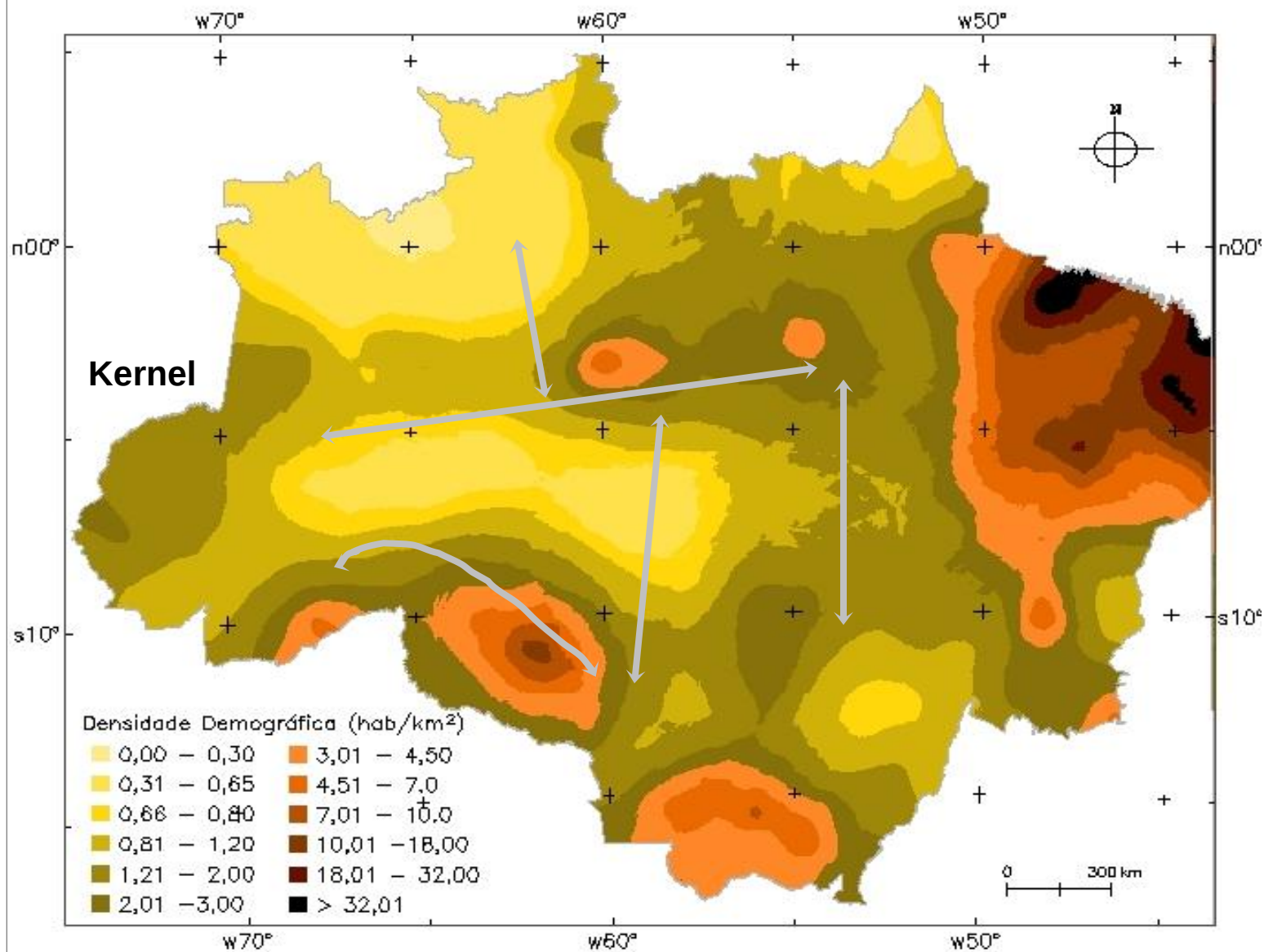
Contexto



Representações Computacionais para Processos Demográficos:
Estudos Populacionais com Representação Espacial Explícita







‘
. . . We usually opt for one level of analysis exclusively, without considering the range of other alternatives. To judge from the literature this choice is a private act of faith, not to be reported publically.’

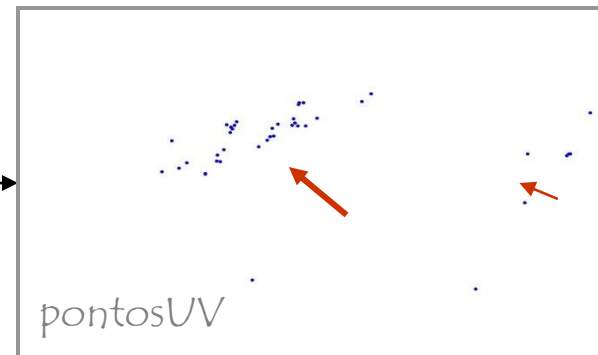
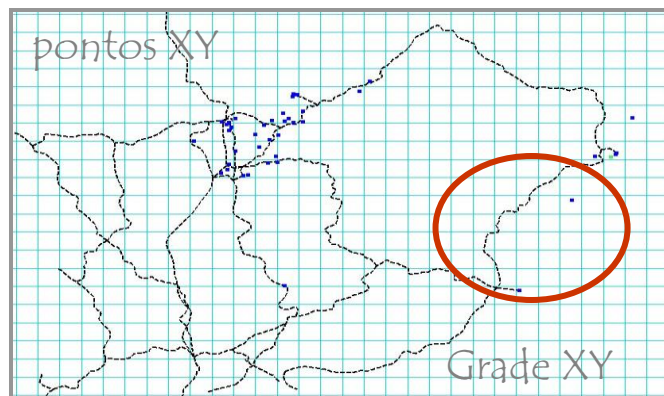
Watson, M.K. The scale problem in human geography. *Geogr. Ann.* 60B: 36-47. 1978.

Visões Filosóficas do espaço: diferenças entre o espaço absoluto e o espaço relativo

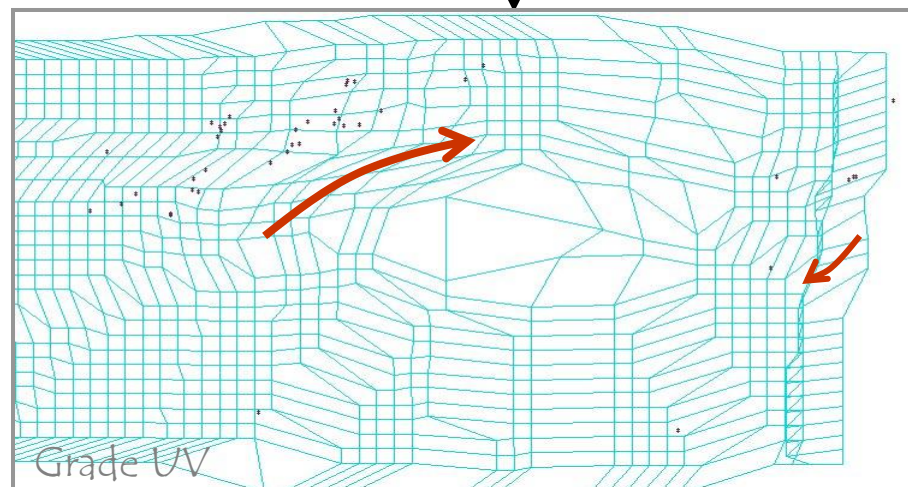
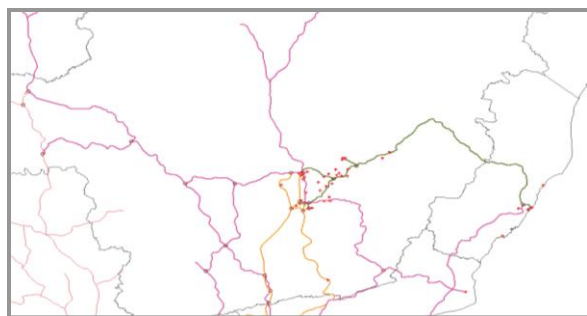
	Espaço Absoluto	Espaço Relativo
Existência	Pode existir independentemente de qualquer questão/assunto	Existe apenas a partir da referência a objetos e processos
Definição	Espaço é um 'container' /receptáculo	Espaço é definido pelos objetos e processos
Associação primária	Relacionado a inventários e mapeamentos	Relacionado com estudos das formas, padrões, funções, taxas, difusão, etc.
Métrica	Espaço Euclidiano	Pode envolver espaço não-euclidiano (transformado)

Decompor o espaço em redes estruturantes

- Exemplo: Conexões entre elementos espacialmente dispersos sem continuidade em relação com o território em torno



■ Cidades com IE [Estações]



[COMPLEXO MINA-FERROVIA-PORTO]

Definições de termos chaves relacionados ao conceito de escala

Termo	Definição
Escala	Dimensão espacial, temporal, quantitativa ou analítica usada para medir e estudar qualquer fenômeno
Extensão (extent)	O tamanho da dimensão espacial, temporal, quantitativa ou analítica usada para medir e estudar qualquer fenômeno
Resolução (grain)	A precisão usada na medida
Hierarquia	Um sistema de ligações conceituais ou causais que agrupa os objetos ou processos ao longo de uma escala analítica
Hierarquia inclusiva	Grupos de objetos ou de baixa hierarquia são contidos, ou subdivididos nas superiores. Ex. Taxonomia: reino, filo, classe, família, gênero e espécie
Hierarquia exclusiva	Grupos de objetos ou de baixa hierarquia não são contidos, ou subdivididos nas superiores. Ex. Militares: general, capitão, tenente, sargento, recruta.
Níveis	Unidades de análise localizadas na mesma posição em uma escala.
Escala Absoluta	Distância, tempo ou quantidade medida a partir de um instrumento calibrado objetivamente.
Escala Relativa	Transformação de uma escala absoluta para outra que descreva relações funcionais de um objeto ou processo com outro. Ex: distância relativa entre 2 localidades baseado no tempo de deslocamento de um organismo

^a Sources: Turner et al., 1989a, p. 246; Mayr, 1982, p. 65; Allen and Hoekstra (1992).

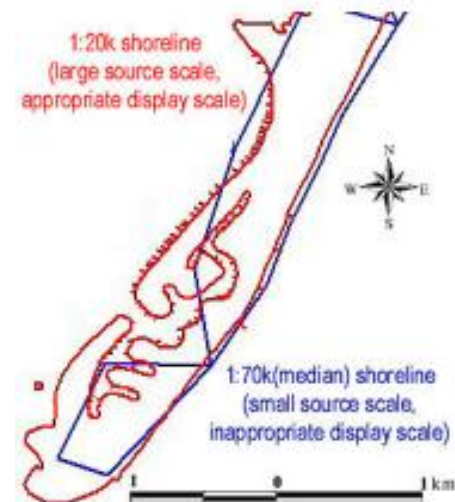
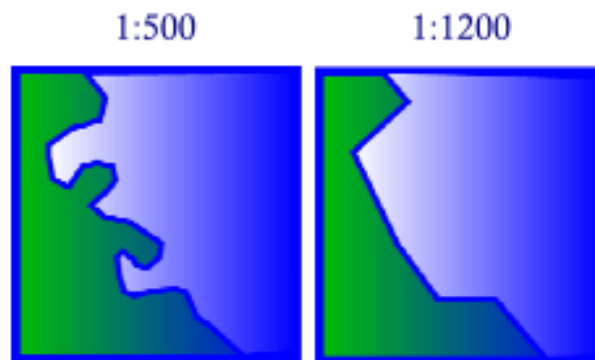
Escala Geográfica - mapeamento

Escala: representa a relação da distância no mapa/dados e a distância real no terreno

Detalhe do mapa é determinado pela escala de origem dos dados: quanto mais fina a escala mais detalhe disponível.

Escala Fonte - é a escala da fonte de dados (ou seja, foto aérea ou imagem de satélite) a partir do qual os dados são digitalizados (em limites, estradas, cobertura do solo, etc.)

- Em um SIG, o zoom em um mapa em pequena escala não aumenta o seu nível de precisão ou detalhe.
- Regra geral: Combine a escala adequada para o nível de detalhe exigido no projeto.



Scale in GIS:

What You Need To Know for GIS

<http://gif.berkeley.edu>

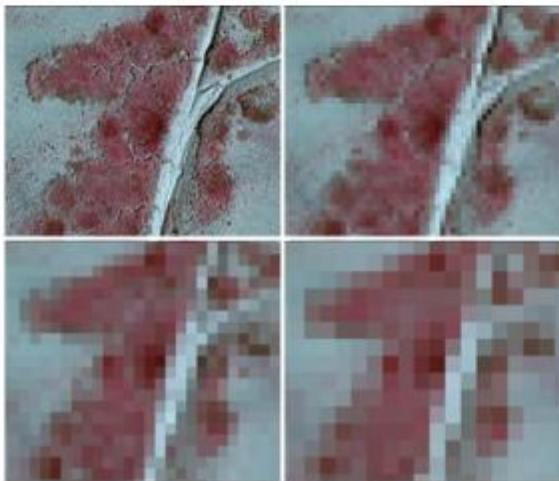


SPATIAL SCALE

Spatial scale involves *grain* & *extent*:

Grain: the size of your pixel & the smallest resolvable unit.

Extent: the size of your study area & the largest resolvable unit.



Left. This series of pictures shows a section of wetland at progressively bigger grain sizes.

The more detail the better; however, more detail requires more computer power.

You can also make grain size larger, but you can never make it smaller.

Common grain sizes:

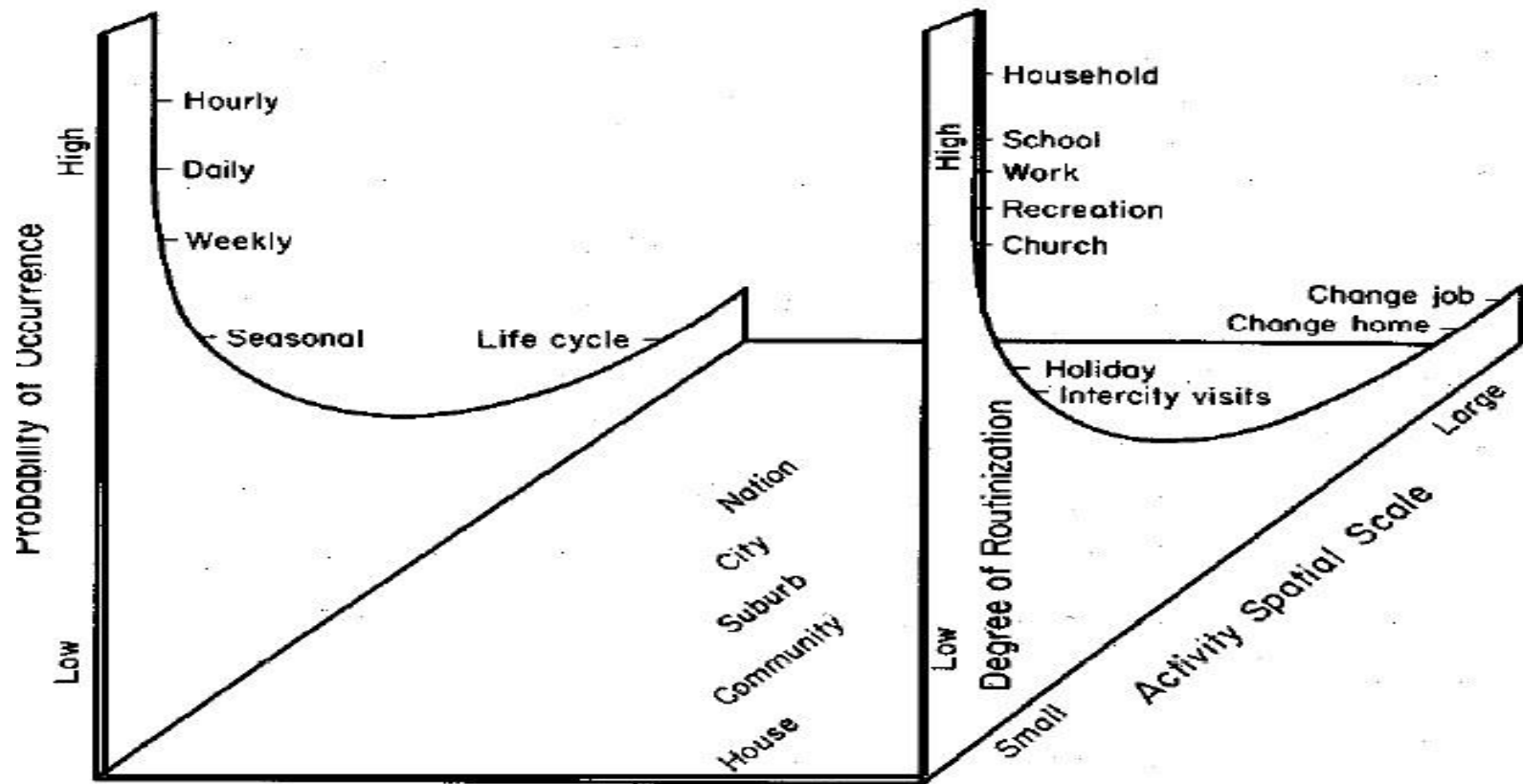
- 30m – Landsat satellite imagery
- 30m, 10m – USGS quad digital elevation models (DEMs)
- 4m, 1m – IKONOS satellite imagery
- 1m – 2005 National Agricultural Imagery Program (NAIP) photos
- 8ft, 2ft – Quickbird satellite imagery
- 1ft – USGS 2004 color aerial photography

CARTOGRAPHIC SCALE

Scale in a cartographic sense (1 inch = 1 mile) is a remnant of vector cartography, but still has importance for us in a digital world.

Common cartographic scales:

- Topographic Maps
 - 1:24,000 7.5" quads
 - 1:63,360 15" quads
 - 1:100,000 quads
 - 1:250,000 quads
- World Maps
 - 1:2,000,000 – DCW
- Shoreline
 - 1:20,000
 - 1:70,000
- Aerial Photography
 - 1:40,000 NHAP/NAPP
 - 1:12,000 – 4,000 custom aerial photography



after Whitehead.

Fig. 1. The activity space of individuals as it relates to time involved, distance travelled, degree of routinization, and probability of occurrence.

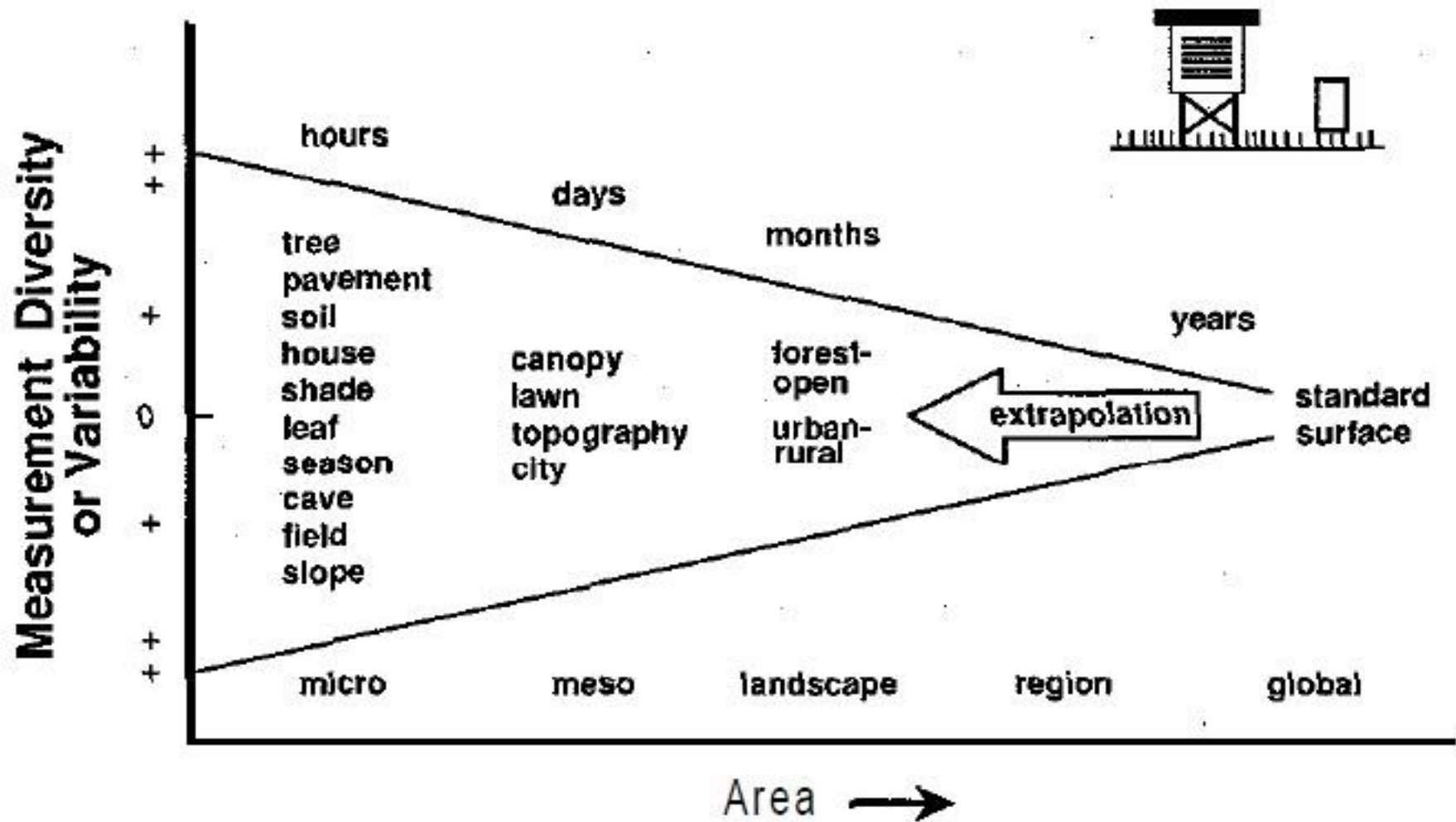


Fig. 2. Time and spatial area relationships with measurement diversity in physical climatology.

Meentemeyer, V. Geographical perspectives of space, time, and scale. *Landscape Ecology* 3 (3:4), 1989, pp. 163-173.

Determinantes e limitações para a escolha de escala espacial

- 1 O tamanho e a velocidade do fenômeno espacial ou processo em estudo
- 2 Mapas e escalas de mapas existentes
- 3 Escalas dos dados: fotografias aéreas ou imagens de sensoriamento remoto
- 4 Tamanho das unidades espaciais: lote, quarteirão, transecto, plote, mancha, patch, lacuna
- 5 Restrições matemáticas-estatísticas. Ex: autocorrelação espacial-temporal, ausência de dados, desvios de centralidade, esforço de coleta, etc.
- 6 Variabilidade dentro das unidades espaciais x entre as unidades
- 7 Limites de manuseio de dados: Tempo, tecnologia e \$\$
- 8 Considerações práticas/empíricas
- 9 Propensões filosóficas. Ex: micro x macro; espaço absoluto x espaço relativo
- 10 Arbitrário

AS ESCALAS DA VULNERABILIDADE E AS CIDADES: INTERAÇÕES TRANS E MULTIESCALARES ENTRE VARIABILIDADE E MUDANÇA CLIMÁTICA

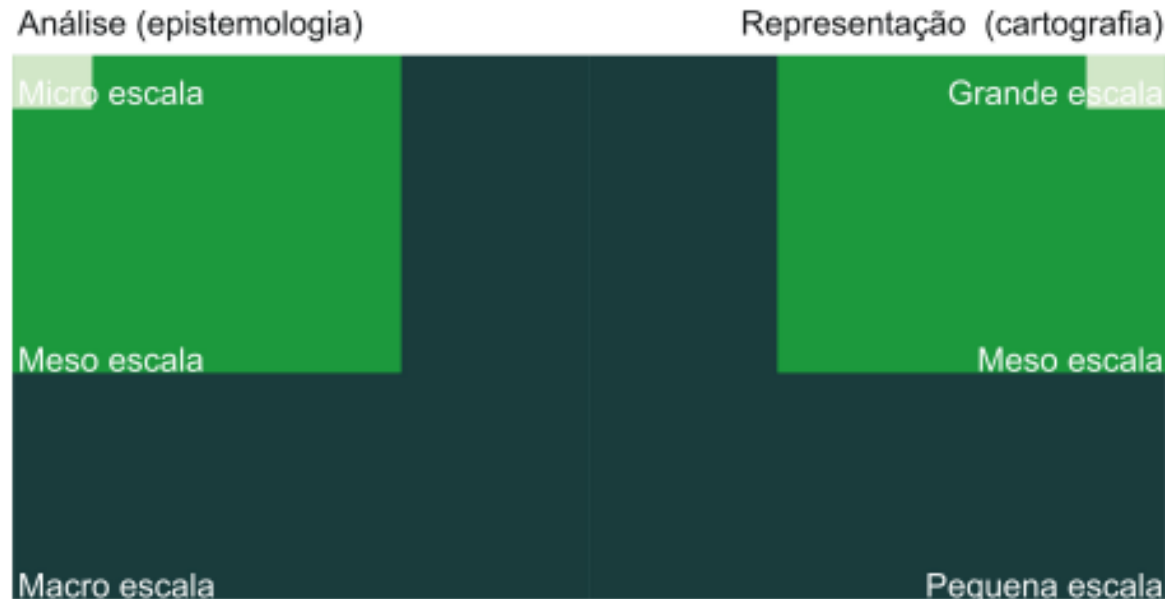
- Problematicar questões a partir das escalas do ponto de vista epistemológico;
- mostrar que a discussão sobre metodologias multi ou trans escalares tem como fundo a articulação entre os **conhecimentos**, haja vista que muitos corpos teórico-metodológicos e disciplinares foram compostos para atuar em uma única escala.
- A escala é uma estratégia epistemológica no sentido de construir o objeto de pesquisa, aproximando-se dos fenômenos – separar da escala geográfica associada a representação espacial!



- Do ponto de vista epistemológico, cada episteme constitui-se em uma escala, no sentido de permitir que o fenômeno se revele de determinada maneira.

(O que não significa que dentro desta escala epistemológica não existam outras, de diferentes naturezas, que permitem enfocar e analisar o objeto sobre diferentes perspectivas)

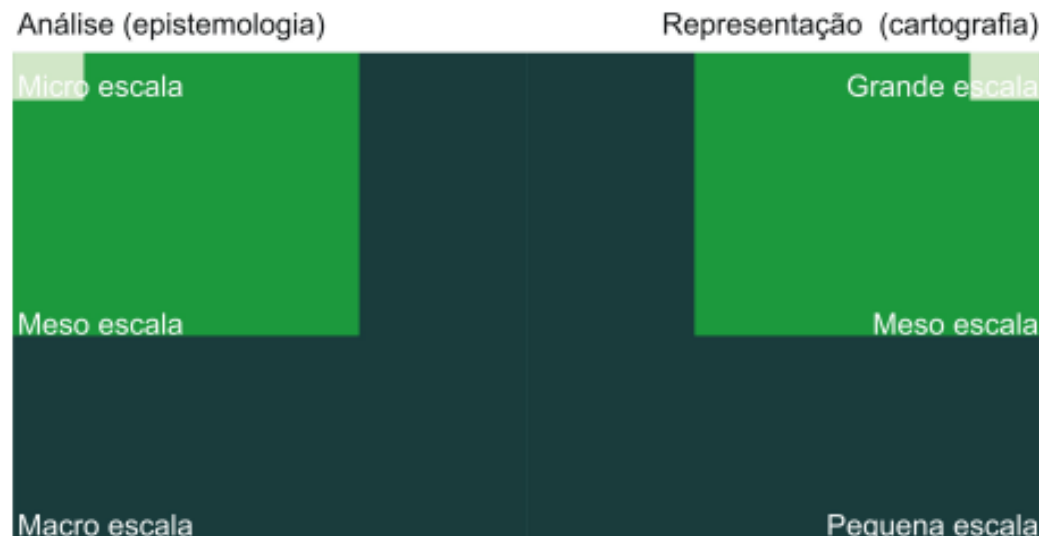
Figura 01 – Planos analítico e representacional das escalas espaciais



Desenho: E.J.M.Jr., 2011.

- São estas diferentes escalaridades que tornam difícil acompanhar e compreender as suas possibilidades analíticas.
- Na prática, estamos acostumados com hierarquizações muito simples, como a da micro para a macro escala, ou vice versa, sendo pensadas com ou sem a metáfora cartográfica.

Figura 01 – Planos analítico e representacional das escalas espaciais

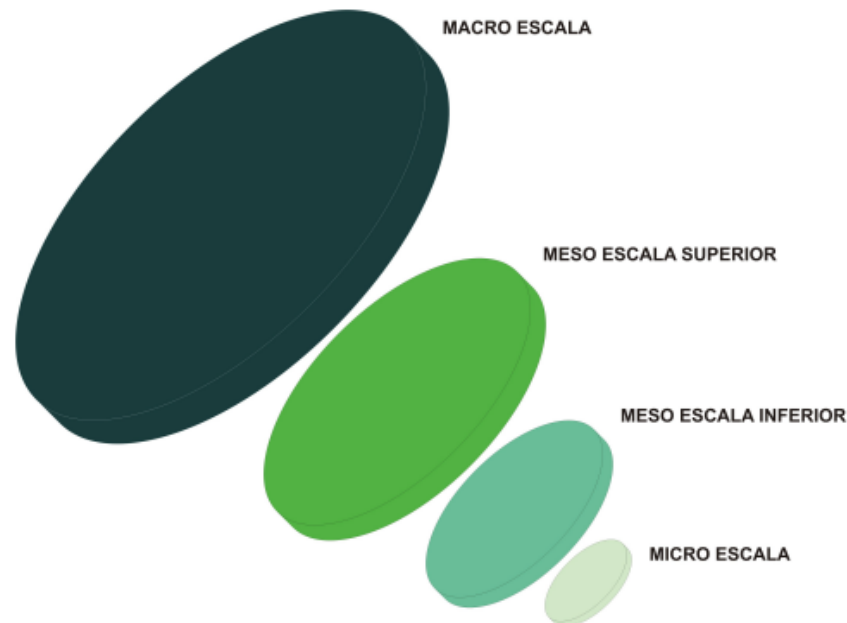


Desenho: E.J.M.Jr., 2011.



- Mas estas hierarquizações, muito influenciadas pela representação espacial euclidiana, nos prende ao plano geométrico e à dimensão espacial bidimensional.
- Em geral, somos levados a esquecer a perspectiva dinâmica e multifacetada que os recortes escalares trazem.
- No mínimo, teríamos que imaginar os recortes escalares semelhantes aos círculos sucessivos de um cone.

Figura 02 – Hierarquia de escalas em cone





- O Clima e suas escalas

Figura 03 – Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o clima urbano e os espaços naturais por escalas espaciais

Unidades de superfície	Espaços climáticos	Espaços urbanos	Espaços naturais	Escala espacial
Milhões de Km	Zonal	-	Continentes Geossistemas	Macro
Milhões de Km	Regional	-	Biomass	
Centenas de Km	Sub-Regional (fácies)	Megalópole Grande área metropolitana	Grandes Bacias hidrográficas Ecossistemas	Meso
Dezenas de Km	Local	Área metropolitana Metrópole	Bacias hidrográficas	
Centenas de Km	Mesoclima	Cidade grande Bairro Subúrbio de metrópole	Pequenos ecossistemas Depressões e outras feições geomorfológicas	Micro
Dezenas de metros	Topoclima	Pequena cidade Fácies de bairro Subúrbio de cidade	Microbacias hidrográficas	
Metros	Microclima	Grande edificação Habitação Setor de habitação	Vertentes Fundo de vale	

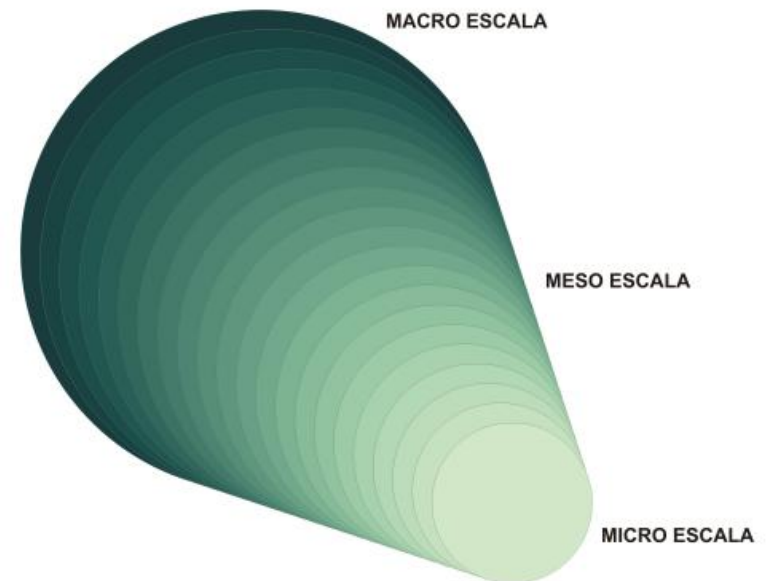
Fonte: Adaptado de Monteiro (2003, p.29).

Interações trans e multiescalares na mudança ambiental: cidades, regiões e vulnerabilidade

- O maior desafio seria deixar de olhar aquele cone de escalas em perspectiva, e ver através dele, utilizando as escalas como lente, não como recortes.
- Assim, poderíamos partir de uma escala em direção a outra, seja no crescente ou no decrescente, acompanhando a dinâmica processual e as transformações qualitativas que o fenômeno sofre à medida que o observamos nas sucessivas escalas

As cidades precisam ser incorporadas à discussão das mudanças ambientais globais como escala intermediária entre as dinâmicas ambientais **regionais**, abrangendo ecossistemas, bacias hidrográficas, mananciais de abastecimento, dinâmica regional de circulação atmosférica, latitude e longitude etc. e as **locais**, na escala intraurbana

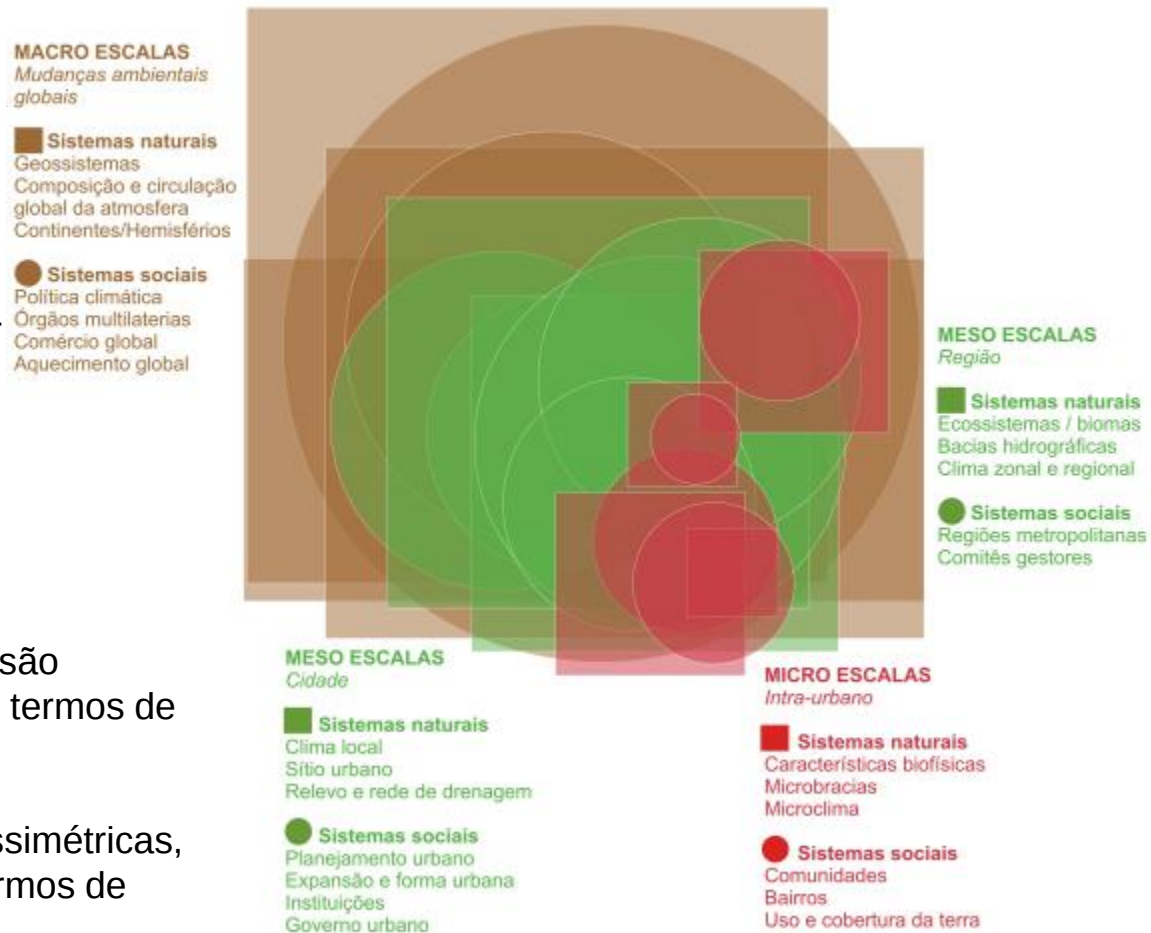
Figura 04 – Escalas em cone como lente



Interações trans e multiescalares na mudança ambiental: cidades, regiões e vulnerabilidade

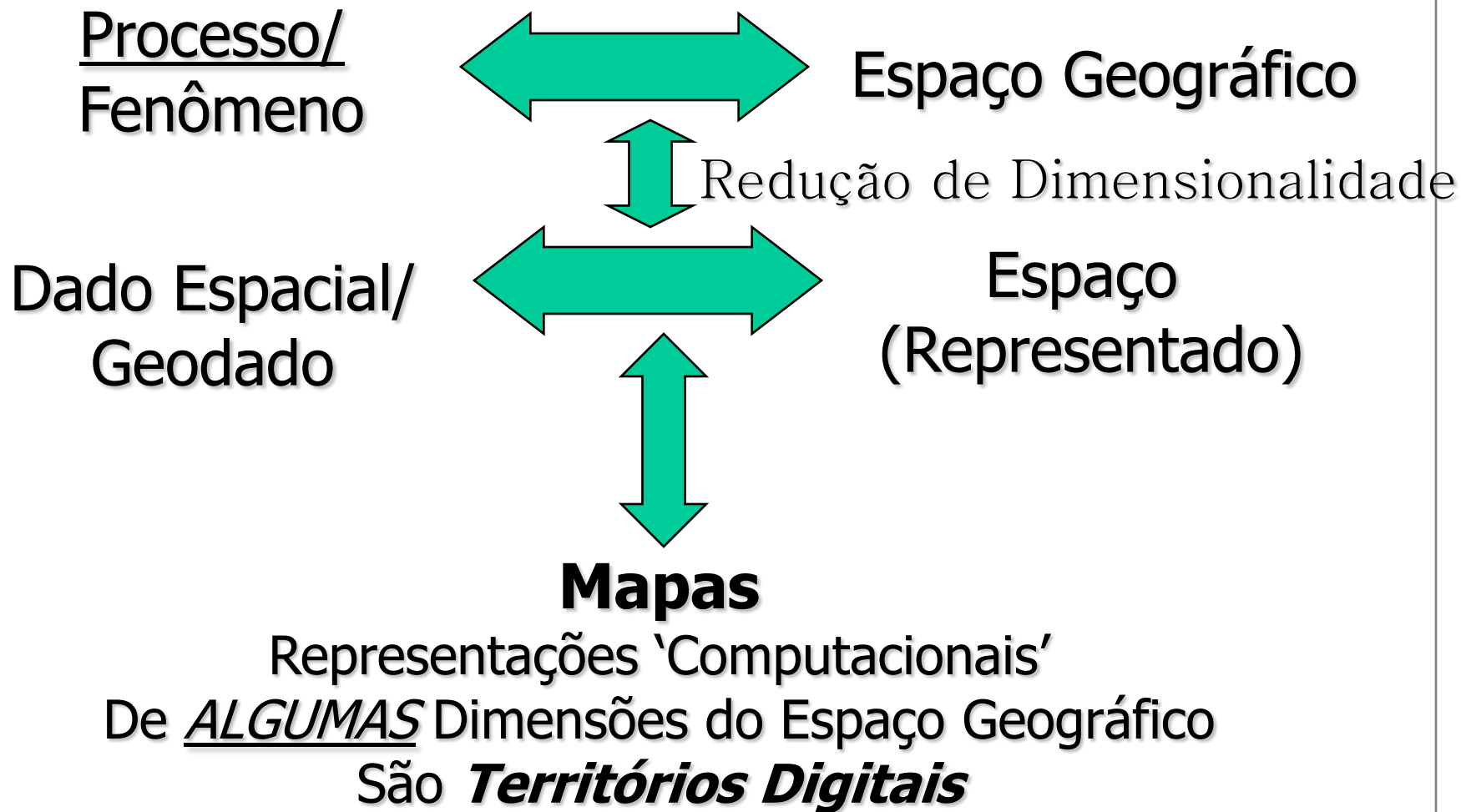
- Precisamos pensar em escalas no plural nos respectivos níveis hierárquicos;
- entendendo que haverá diferentes macro, meso e micro escalas, que correspondem a recortes epistemológicos específicos;
- Recortes necessários para, a partir de uma perspectiva essencialmente interdisciplinar, abarcar as várias dimensões dos processos de mudança ambiental e vulnerabilidade

Figura 05 – Hierarquia de escalas espaciais assimétricas como lente e suas múltiplas dimensões (sistemas sociais e naturais)



Além de múltiplas, as escalas não são geometricamente proporcionais em termos de tamanho ou amplitude.

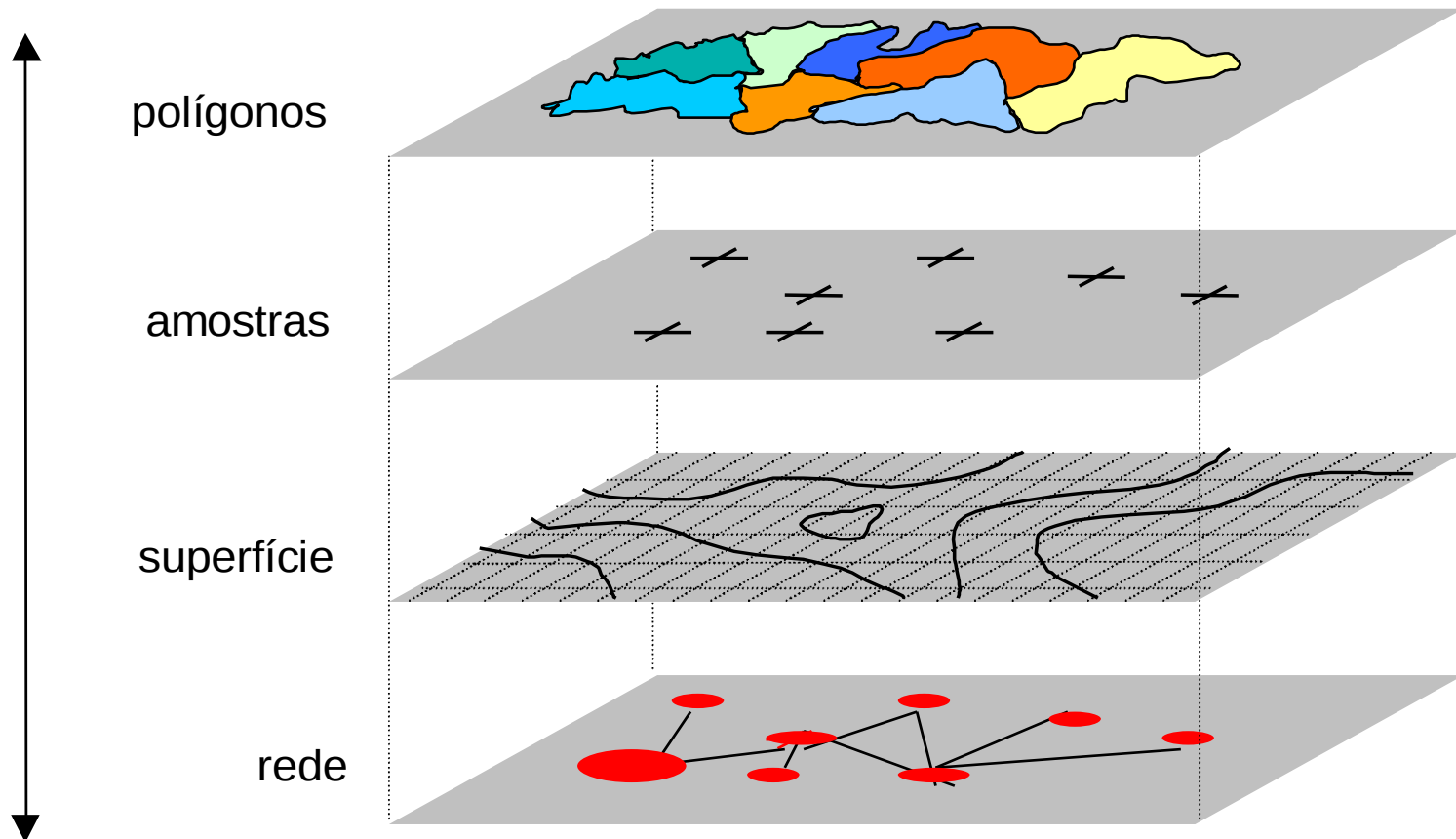
Ao contrário, são extremamente assimétricas, especialmente se pensamos em termos de amplitude, área e tempo.



REPRESENTAÇÃO COMPUTACIONAL

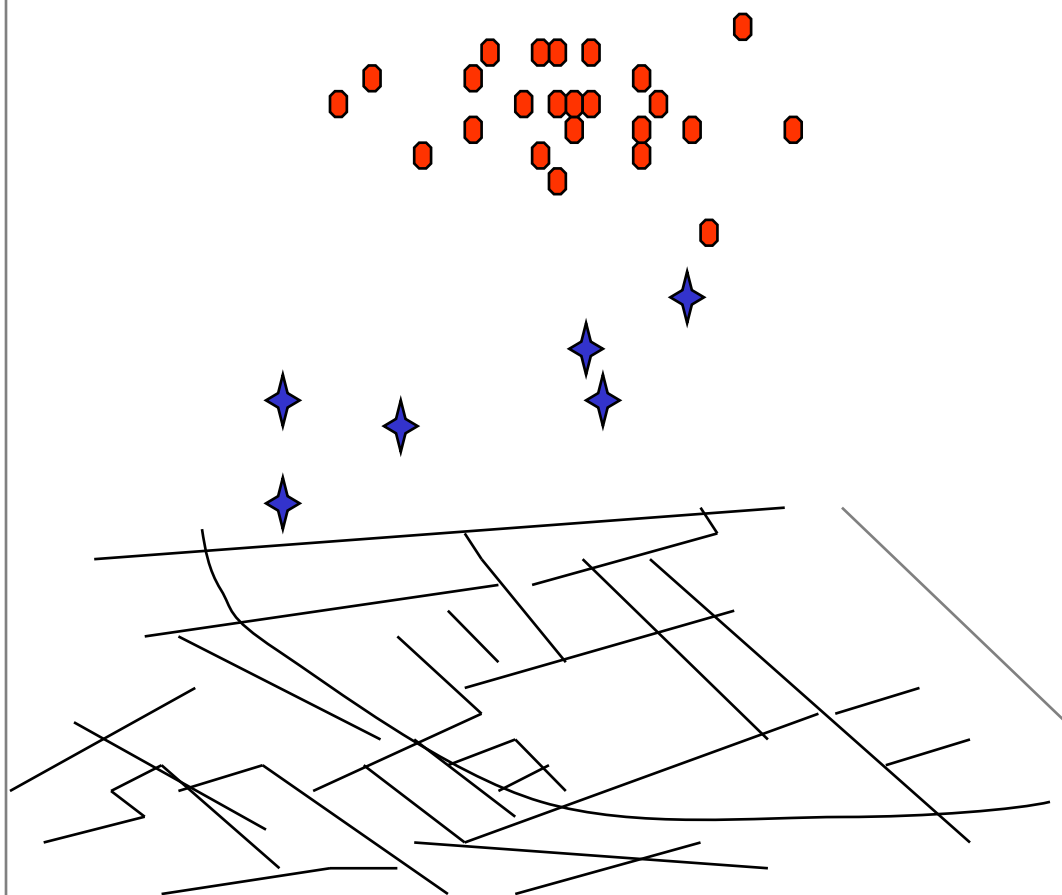


Categorias representacionais mais comuns em SIG



Possibilidade de transição entre categorias representacionais rompendo com a imobilidade inicial dos dados

Camadas de Informações



Mortes
Eventos de saúde

Poços
Condições ambientais

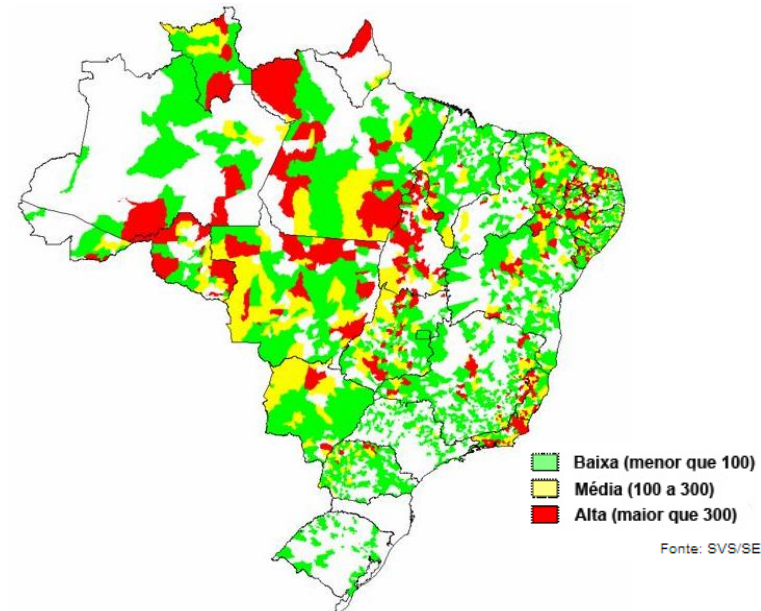
Ruas
Base cartográfica

O problema das unidades espaciais de agregação

A adoção de unidades espaciais, por definição discretas e independentes, tem sido uma das estratégias mais utilizadas, e criticadas, dos estudos ecológicos (Nurminen, 1995).

Nessas unidades são integrados dados **tanto ambientais, quanto sociais e epidemiológicos**, procurando-se correlações entre eles.

Incidência de Dengue por Município de Residência, Brasil, 2008



As unidades político-administrativas são, em geral, adotadas como territórios de referência para a construção desses indicadores.

O problema das unidades espaciais de agregação

O estabelecimento de escalas de trabalho na epidemiologia, como na cartografia, é reconhecidamente artificial.

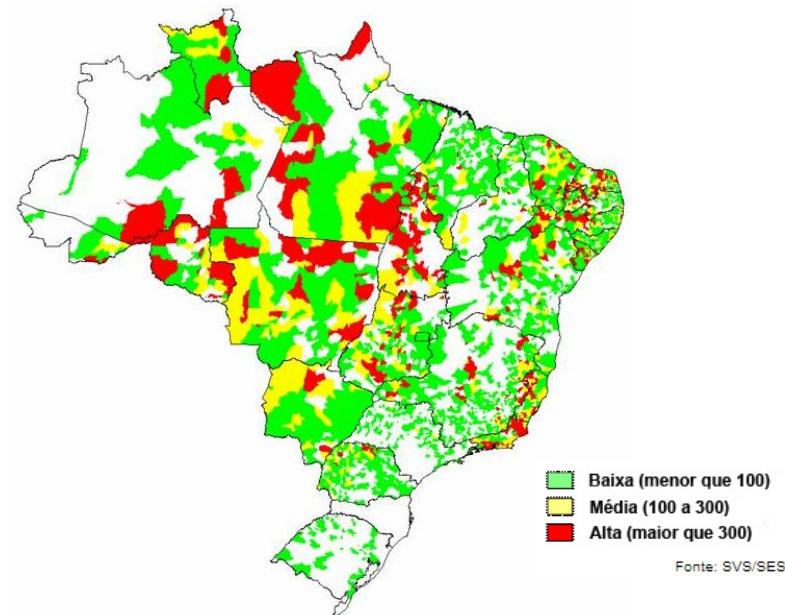
O espaço geográfico é contínuo e constituído por um sistema de objetos e ações com inúmeras articulações verticais e horizontais (Santos, 1999).

Incidência de Dengue por Município de Residência, Brasil, 2008

Neste espaço se manifestam variáveis globais de ação local e outros processos de origem local com pequena amplitude, com resultados também locais.

A organização de redes no espaço permite, cada vez mais, que estes processos sejam simultâneos e abrangentes.

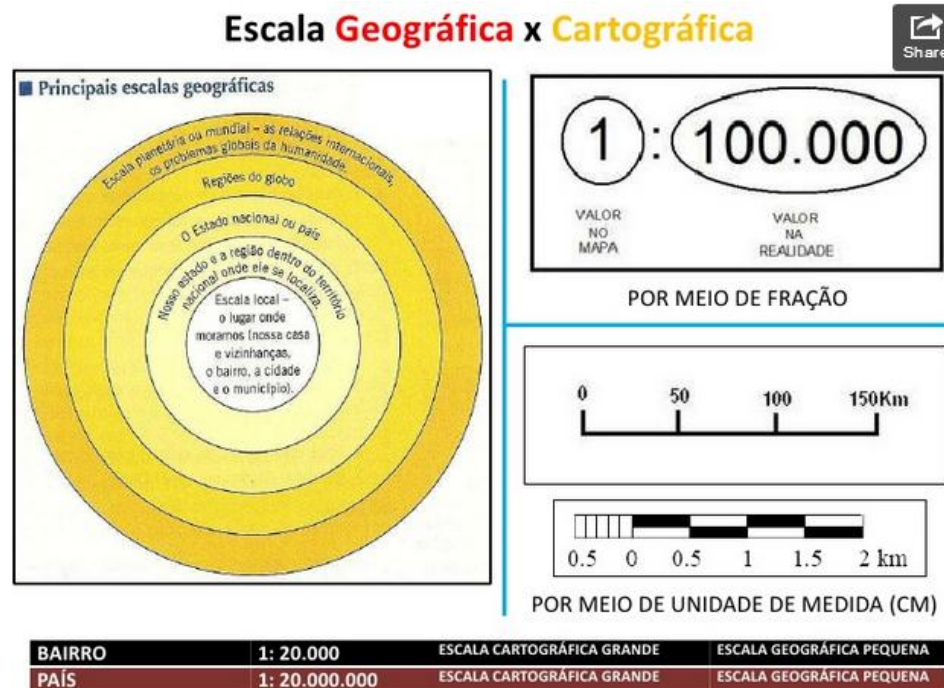
Do ponto de vista econômico, as escalas de ação global, regional, local estão intrinsecamente ligadas e são interdependentes, constituindo uma hierarquia espacial de forças.



Barcelos et al. (2003) Distribuição espacial da leptospirose no RS, BR: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos. *Cad. Saúde Pública* 19(5):1283-1292

O problema das unidades espaciais de agregação

A **escala cartográfica** é uma forma de representação da superfície da terra, enquanto a **escala geográfica** seria aquela do recorte do evento estudado.



Luciano Pessanha (SEEDUC RJ)

A necessidade de se restringir a extensão do estudo e a lógica de coleta de dados epidemiológicos impõem uma escala de trabalho, definida a partir do momento da **escolha de unidades espaciais de referência**.

Sistemas de informação → incrementou- a possibilidade de produzir diferentes formas de agregação de dados, construindo-se indicadores em diferentes unidades espaciais conforme o interesse de pesquisa.

O problema das unidades espaciais de agregação

Um mesmo ponto (evento de saúde) pode estar contido em diferentes tipos de unidades espaciais: um bairro, uma bacia hidrográfica, um distrito sanitário, etc., definidos por polígonos nos mapas

Dentre os critérios para a **escolha de unidades espaciais de referência** destacam-se:

- a presença e qualidade do registro destas unidades nos bancos de dados,
- o reconhecimento da unidade espacial por parte da população,
- a existência de grupos populacionais organizados e de instâncias administrativas na unidade

Para fins de pesquisa e diagnóstico de situação, a divisão territorial proposta deve apresentar uma **máxima homogeneidade interna e heterogeneidade externa das unidades**, de modo a apontar *gradientes de risco*.

O trabalho em pequenas unidades espaciais, por um lado, traz uma maior precisão na localização de eventos, o que pode aperfeiçoar estimativas de exposição (Vine et al., 1997).

Por outro lado, a agregação de dados epidemiológicos e demográficos em unidades maiores reduz um efeito de **instabilidade de taxas**, aumentando tanto sua base populacional (denominador) quanto a probabilidade de ocorrência de eventos (numerador).

O problema das unidades espaciais de agregação

A agregação pode falsear informações, construindo *grandes médias* que apagam diferenciais internos (Carvalho & Cruz, 1998).

Estatisticamente, existe um tamanho e uma divisão ótima da área de abrangência em unidades de análise que permitam:

- evidenciar diferenciais entre regiões sem uniformizá-las;
- aumentar o poder estatístico de discernimento;
- estabilizar taxas de morbi-mortalidade, maximizando os valores do numerador e do denominador

O efeito da **agregação de dados espaciais sobre resultados estatísticos** tem sido estudado há longo tempo (Gehlke & Biehl, 1934, apud Laurent & Thomas, 1997).

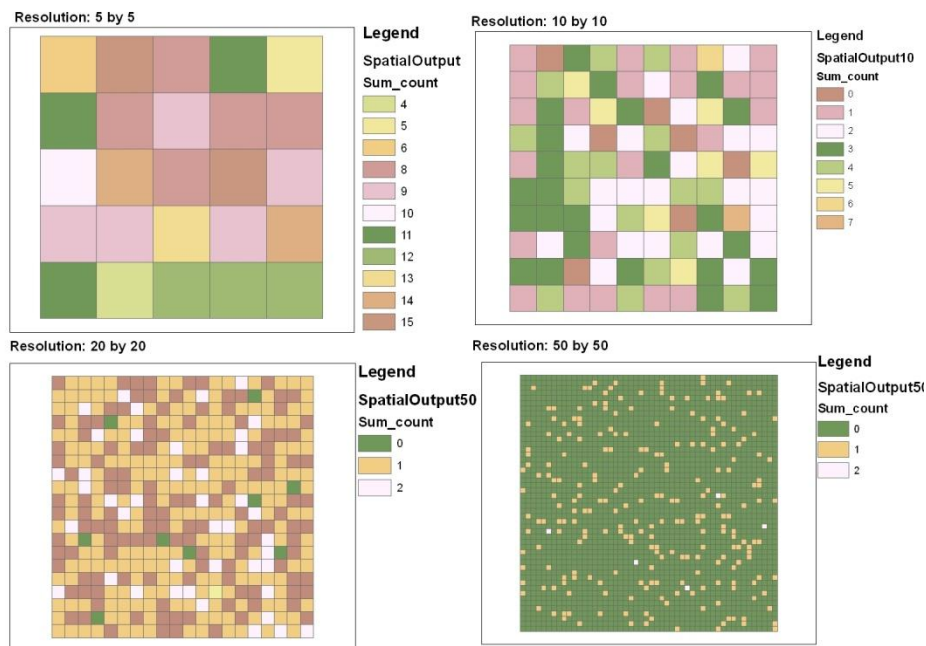
Os diferentes resultados obtidos segundo os recortes espaciais foi chamado de **problema da unidade de área modificável** (Openshaw, 1984).

STAN OPENSHAW : "the areal units (zonal objects) used in many geographical studies are arbitrary, modifiable, and subject to the whims and fancies of whoever is doing, or did, the aggregating.

O problema das unidades espaciais de agregação

Problema da unidade de área modificável (Openshaw, 1984).

As correlações aumentam à medida que se agregam os dados em unidades espaciais maiores.



Essa tendência parece ser mais forte quando os dados originais estão autocorrelacionados no espaço (Bailey & Gratell, 1995).

Os indicadores epidemiológicos apresentam diferentes variações consoante a escala de análise.

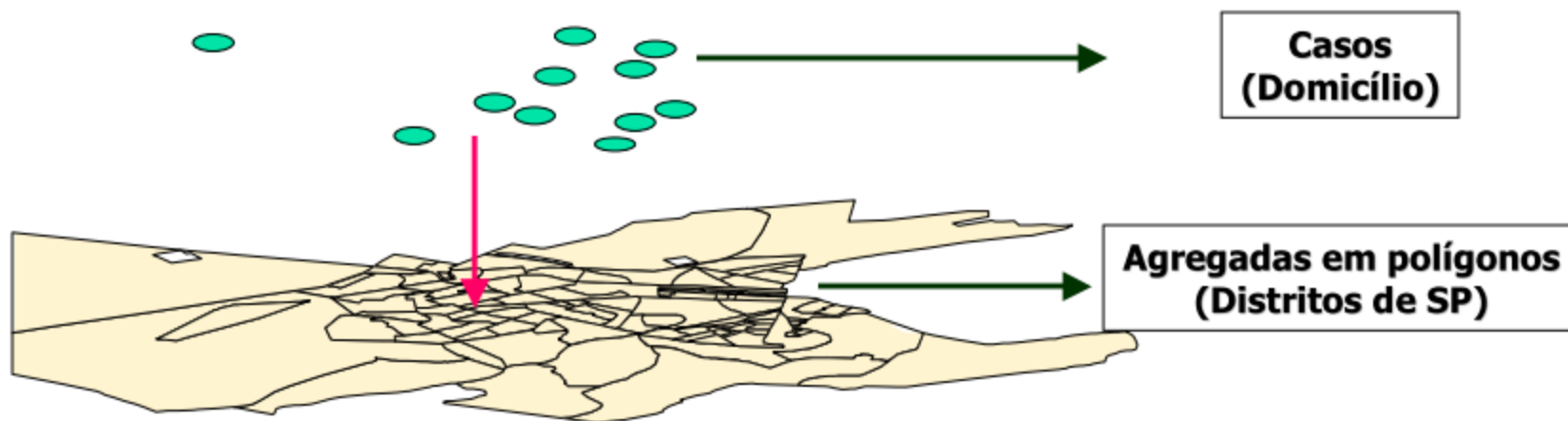
Velhos Problemas



Estratégias de Integração

Agregação de dados (do ponto para o polígono)

- 1 - Contagem de pontos (casos) em polígonos
- 2 - Cálculo de indicadores (ex.: epidemiológicos e sócio-ambientais)
- 3 - Correlação entre indicadores

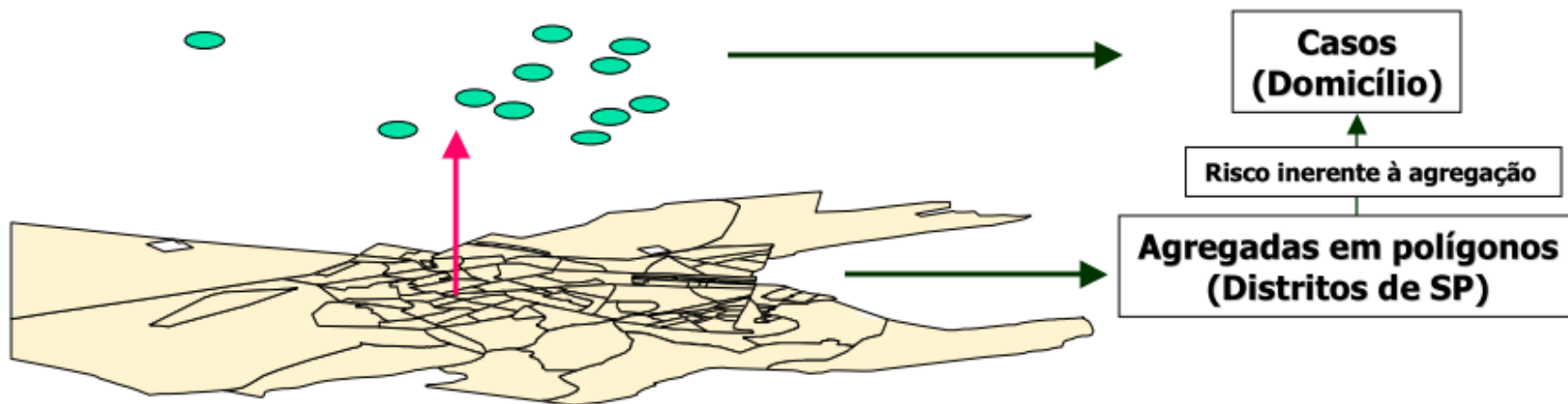


Problema: Instabilidade de taxas

Estratégias de Integração

Transposição de dados de fundo (do polígono para o ponto)

- 1 - Obtenção de dados de exposição (fundo) para o caso (ponto)
- 2 - Cálculo de indicadores
- 3 - Correlação entre indicadores

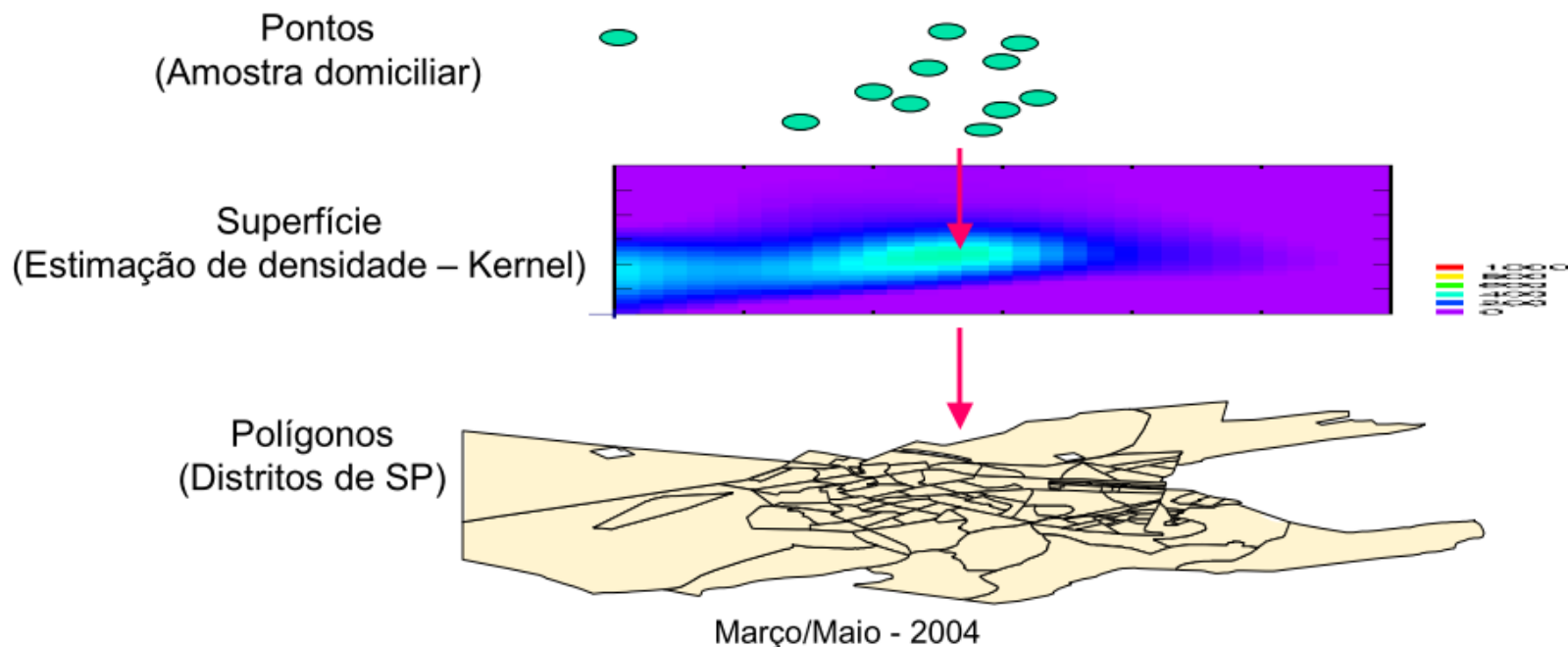


Problema: Obtenção de “controles”

Estratégias de Integração

Interpolação de dados (de uma superfície para o polígono)

- 1 - Cálculo da densidade de pontos (casos)
- 2 - Transposição da densidade de casos para os polígonos
- 3 - Correlação entre indicadores

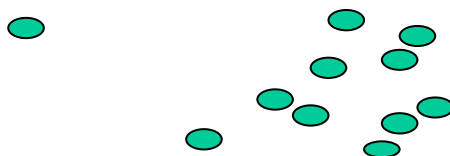


Estratégias de Integração

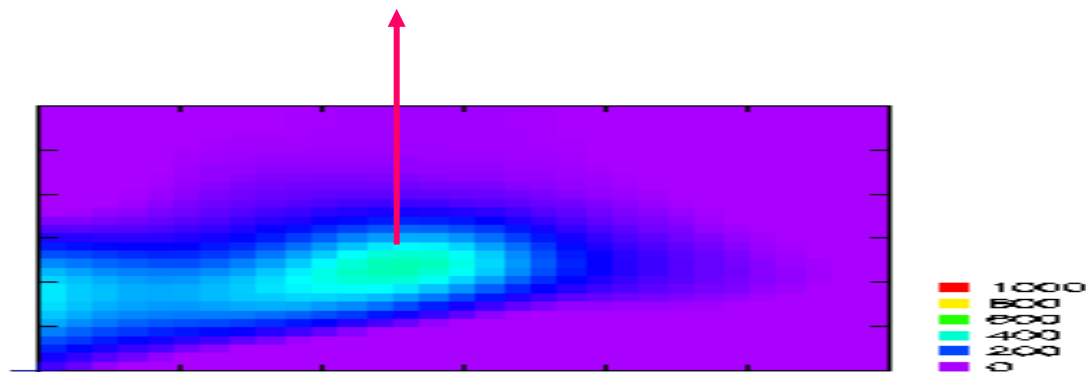
Interpolação de dados (de uma superfície para os pontos)

- 1 - Cálculo de superfícies de risco
- 2 - Transposição do risco para os pontos (casos)

Pontos



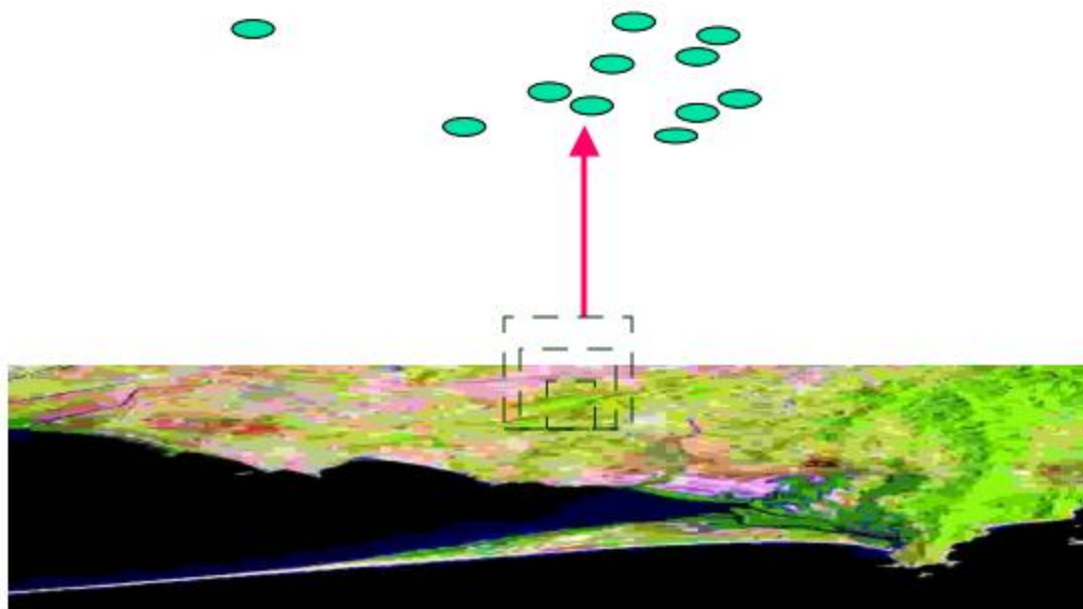
Superfície de risco



Estratégias de Integração

Transposição de dados de fundo (da superfície para o ponto)

- 1 - Obtenção de dados de exposição (fundo) para o caso (ponto)
- 2 - Cálculo de indicadores (ex.: sócio-ambientais)
- 3 - Correlação entre indicadores



Unidades Espaciais de Análise

Escala de ocorrência dos processos

Escala de captação de dados

Escala de atuação sobre os determinantes

Na Vida Real...

Os Dados têm uma natureza espacial definida na *coleta*, então é necessário observar...

Coerência com a escala de análise

Significado popular –
organização político-administrativa

Homogeneidade interna – Heterogeneidade externa

Presença nos sistemas de informação

Tipos de Unidades Espaciais + Comuns



Físico-territoriais

Bacias hidrográfica

Ecossistema

Quadra

Lote

Técnicas

Micro região geográfica (IBGE)

Área de influência de cidades (IBGE)

“Região homogênea” (diversos)

Populares

Bairro

Favela

Tipos de Unidades Espaciais + Comuns

Político-administrativas

Estado

Município

Distrito

Operacionais

Setor Censitário (IBGE)

Distrito de água e esgoto (Ag. Saneamento)

CEP (Correios)

Distrito sanitário (SMS)

Área de adscrição (ambulatório)

Exemplo: Unidades espaciais geralmente usadas nos sistemas de informação de saúde e ambiente

Bases de dados	Unidade espacial de referência
Sistema de Informações Hospitalares – SIH	CEP, endereço
Sistema de Notificação de Agravos – SINAN	Bairro, endereço
Sistema de Informação de Mortalidade – SIM	Município, endereço
Censo Demográfico – CD	Setor censitário
Sistema de informação sobre qualidade da água – SIS-Água	Endereço
Sistema Nacional de Informações em Saneamento – SNIS	Município
Sistema de Informações Hidrológicas - SIH	Coordenadas
Sistemas de monitoramento da qualidade do ar	Coordenadas

Problema das Unidades de Área Modificáveis MAUP

*A falácia ecológica envolve a inferência não apropriada de relações em nível **individual** a partir de resultados agregados em **unidades de área**.*

Isto ocorre, tipicamente, quando o dado agregado é a única fonte disponível, porém o objeto de estudo são características e relacionamentos em nível do indivíduo.

Devido aos efeitos de escala, zoneamento e homogeneidade, componentes do MAUP, os coeficientes de correlação tendem a ser maior em valor absoluto do que as correlações desconhecidas das variáveis a nível individual.

Wrigley, et. al , 1996

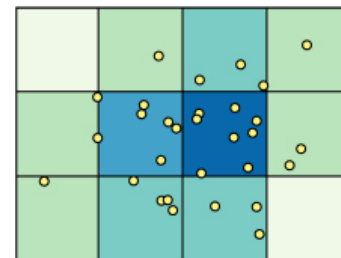
Efeitos de escala - é a tendência, dentro de um sistema de unidades de área modificáveis, onde diferentes resultados estatísticos são obtidos a partir das mesmas variáveis quando a informação é agrupada em diferentes níveis de resolução espacial (e.g. setores censitários, bairros, distritos, municípios.)

Wrigley, et. al , 1996

Efeitos de zoneamento - é a variabilidade dos resultados estatísticos obtidos dentro de um sistema de unidades de área modificáveis, função das diversas maneiras que estas unidades podem ser agrupadas a uma determinada escala, e não devido a variação do tamanho destas áreas

Ex: os diferentes resultados que ocorrem simplesmente alterando-se as bordas ou configurações destas zonas a uma dada escala.

Wrigley, et. al , 1996



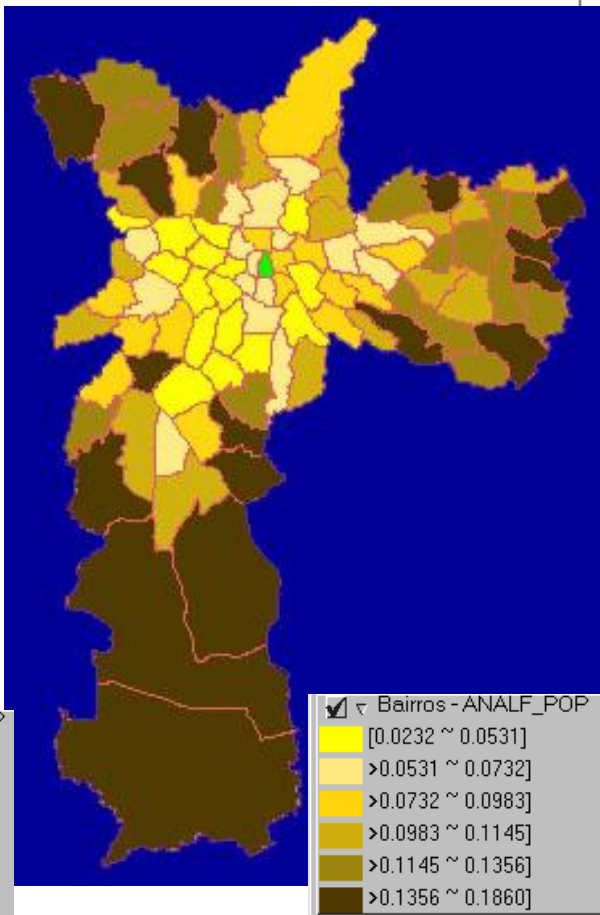
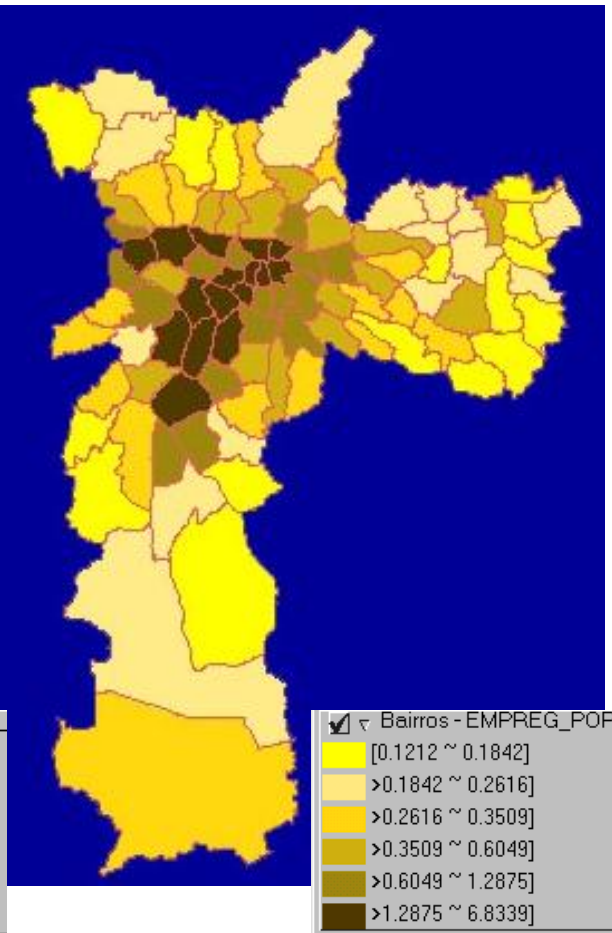
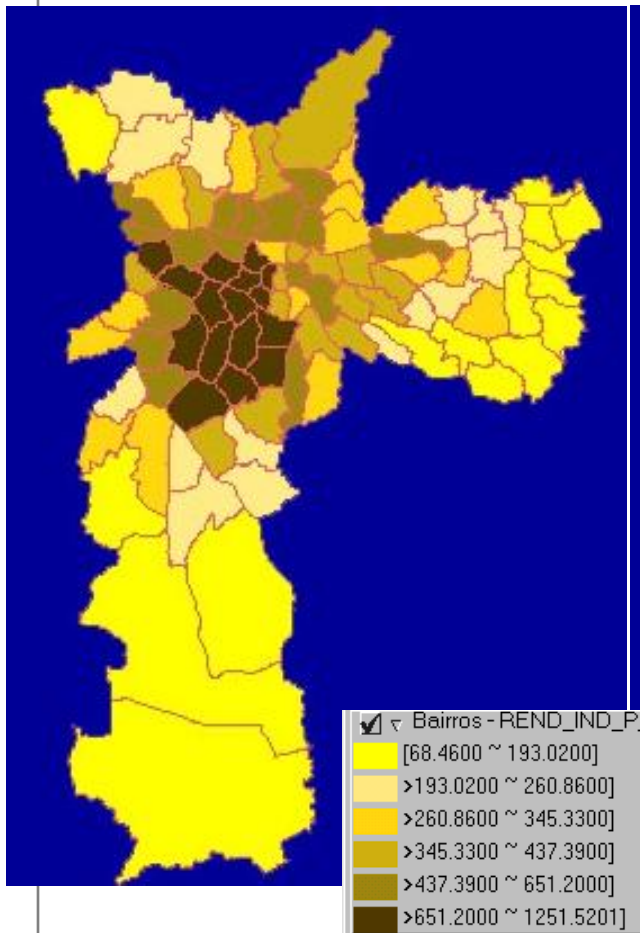
EVIDÊNCIAS DO MAUP



Renda individual per capita

Emprego / população

Não alfabetizados / população



Unidade: Distritos de SP, n=96

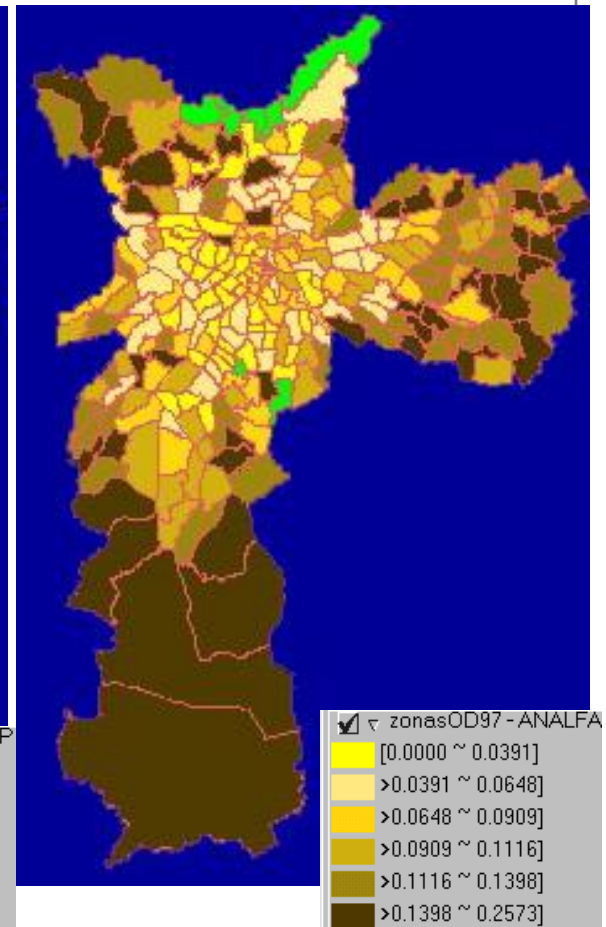
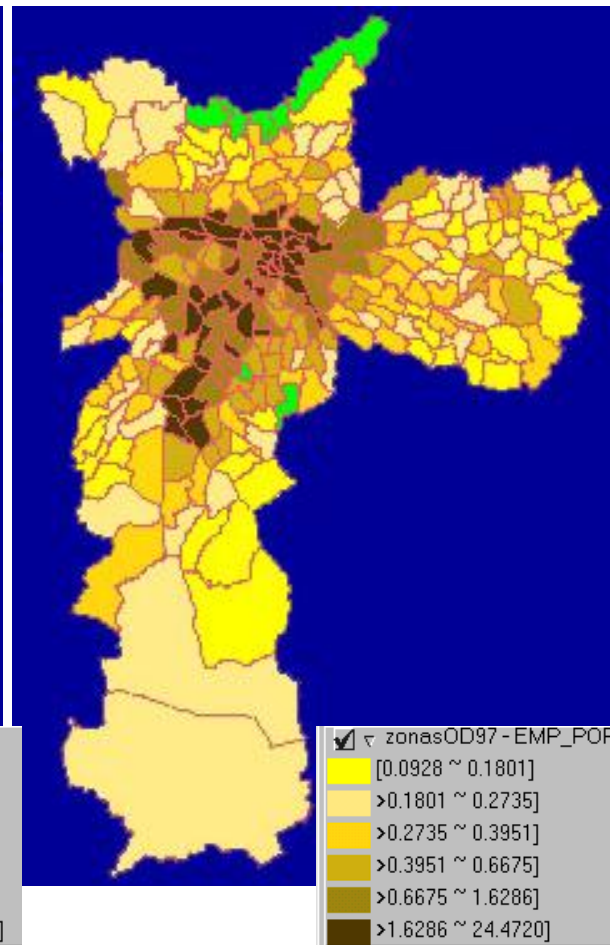
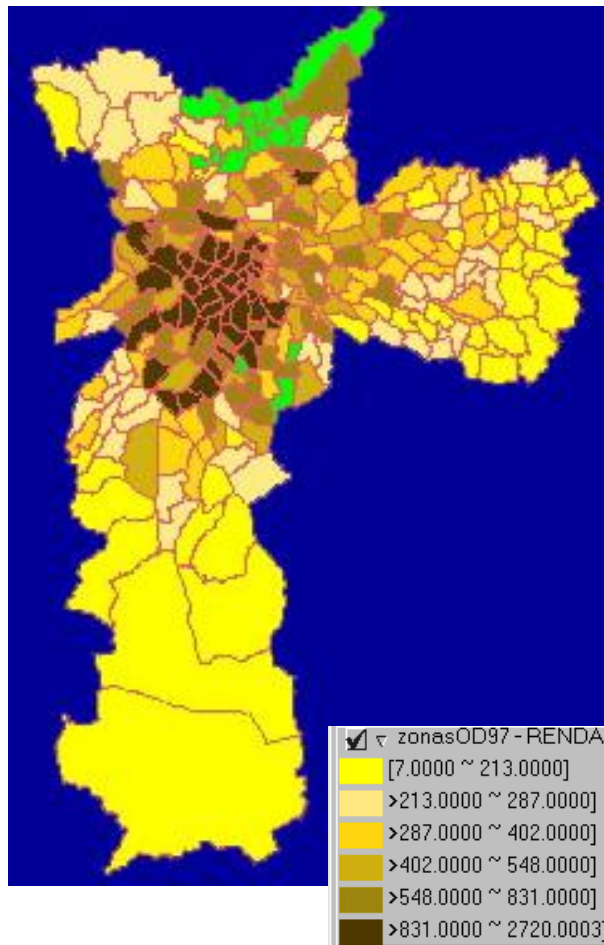
EVIDÊNCIAS DO MAUP



Renda individual per capita

Emprego / população

Não alfabetizados / população



Unidade: Zonas OD Metrô de SP, n=270

VARIÁVEIS



A = Emprego / população

B = Não alfabetizados / população

C = Renda individual per capita

Matriz de correlação

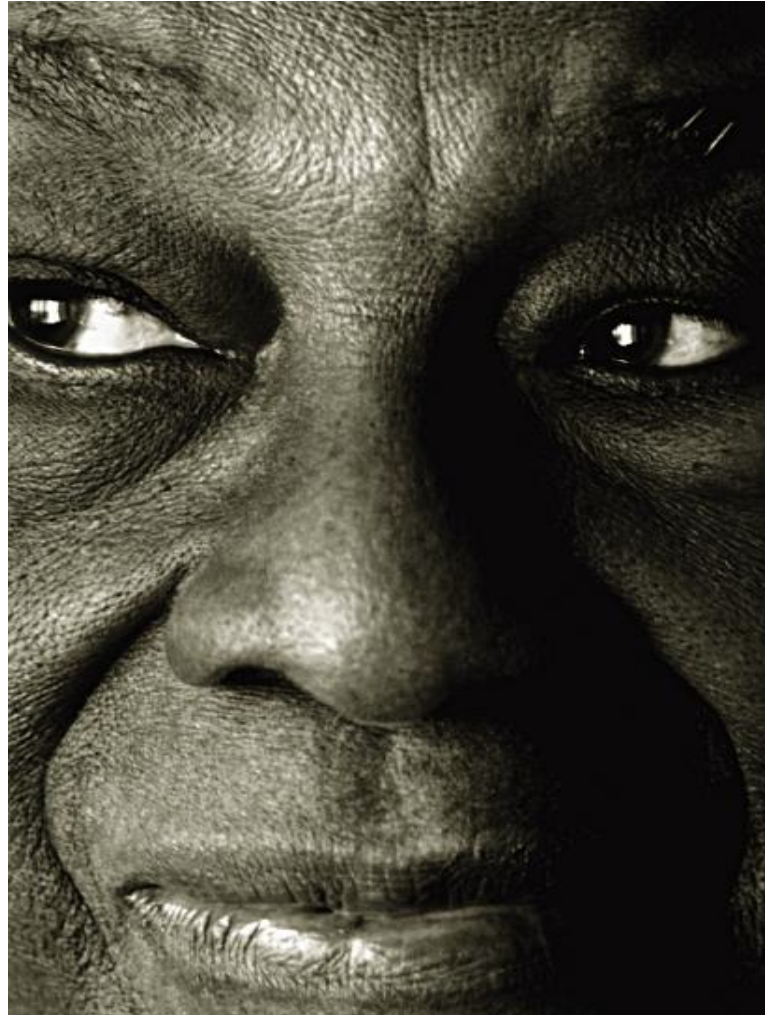
Distritos SP (n = 96)

	A	B	C
A	1		
B	-0.44	1	
C	0.48	-0.77	1

Zonas OD97 SP (n = 270)

	A	B	C
A	1		
B	-0.24	1	
C	0.28	-0.62	1

Milton Santos (1926 - 2001)



Geógrafo, Intelectual, Bahiano-Paulista, Brotas de Macaúbas-São Paulo,

‘Geometrias não são Geografias’

O território é o dado essencial da condição da vida cotidiana

O Olhar da Geografia: Resgate do Território

Por uma nova Globalização (ed. Record, 2000)

To Do

- Pensar nas escalas dos objetos/fenômenos que serão estudados no trabalho do curso
- Identificar as geometrias existentes para os dados
- Compatibilizar as escalas conceitualmente