

A ESCALA NA REPRESENTAÇÃO DE ELEMENTOS EM UM BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO: CONCEITOS, IMPLICAÇÕES E USO.

Soares, D.^{1,2} e D'Alge, J.³

1- DSG, Diretoria de Serviço Geográfico, QGEx - Brasília - DF

2- DSR/INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, www.inpe.br - denis@ltd.inpe.br

3- DPI/INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, www.inpe.br - julio@dpi.inpe.br

RESUMO – A abordagem tradicional do termo escala encerra um conceito muito simples que, no entanto, não reflete a real abrangência envolvida na tarefa de representar o mundo e toda sua complexidade. Este trabalho visa a apresentar as diversas implicações do processo de redução das grandezas físicas, bem como seus impactos no desenho final. Introduce-se o conceito de escala para ambientes digitais e seu relacionamento com as diversas estruturas de dados. Finalmente, apresentam-se os sistemas que se apóiam na utilização da escala para sua execução, tais como ambientes multi-escala e a integração de dados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Sem a intenção de esgotar o assunto, apresentam-se as considerações finais acerca das diferenças trazidas com o advento da cartografia digital, além da necessidade de se observar a interação homem-natureza na composição da representação do ambiente.

ABSTRACT – The traditional approach to scale term presents a very simple concept. However, it doesn't express the real completeness involved in the task of world representation and all its complexity. This work aims to present different implications in the process of reduction and it impacts in the final document. The scale concept is introduced to digital environments and its relationship with different data structures. In the end, the systems which use the scale concept were presented, such as multi-scale environments and data integration at Geographic Information System (GIS). Without the intention of finishing the subject, it presents the final considerations about changes caused by digital cartography, furthermore the necessity of observing the interaction between humankind and nature to represent the environment.

PALAVRAS CHAVE: escala, resolução espacial, generalização, cartografia digital, SIG.

1. INTRODUÇÃO

Quando se pensa no termo escala, logo há um transporte para um universo fracionário que objetiva identificar quão menor que o objeto real é sua representação. Esta é a abordagem clássica que as geociências apontam para o tema.

Este trabalho visa a inserir um significado mais abrangente ao tema, questionando a validade do caráter estritamente geométrico aplicado ao conceito de escala, mas sem perder o objetivo claro de discutir como diferenças de escala podem alterar a representação do espaço.

Pretende-se, ainda, apresentar os diversos elementos, forma e estrutura de dados a que se aplica o conceito de escala, bem como enfocar as diversas abordagens que se fazem necessárias, face à

heterogeneidade dos componentes de um banco de dados geográfico.

2. O PROBLEMA DA ESCALA

O conceito básico encerrado no termo escala é de simples entendimento e, de uma maneira geral, é de domínio público; os livros didáticos em nível de segundo grau trazem essa informação de maneira simplificada. Em cartografia sua aplicação é matemática e é obtida através da razão entre um elemento representado na carta ou documento cartográfico e seu correspondente do mundo real (Castro, 2000).

Como o mundo é muito grande e não é possível representá-lo em tamanho real, utiliza-se o artifício da escala, reduzindo-o a uma dimensão compatível à sua visualização. No entanto, independentemente do que for

apresentado, a existência e a dinâmica do mundo real não está condicionado ao que o homem projeta. Dessa forma, se o objetivo é representar o mundo e sua inerente complexidade, é fundamental a adequação dos métodos de representação à dinâmica local.

Cartograficamente, quando se utiliza o recurso da escala, formas geométricas são relacionadas ao espaço, mas as relações do homem com seu lugar não podem ser reduzidas a tal formato. A maneira pela qual o ser humano interage com o ambiente que determina a dinâmica espacial (Castro, 2000). Portanto a abordagem estritamente matemática da escala é uma visão extremamente simplista de um conceito de vasta amplitude. Não parece razoável dissociar a representação da coisa representada. Assim, a chamada generalização com fins de modelagem não deve ser tratada separadamente da generalização cartográfica.

As escalas gráficas utilizadas para representação dos elementos do terreno, determinam sua forma, dimensão e complexidade. Muitos elementos que em uma carta têm posição de destaque podem, simplesmente, ser descartados quando da redução do fator de representação. Eles são dotados, além da característica geométrica, de atributos abstratos que não são tão facilmente analisados e que podem tomar diferentes conotações para escalas distintas, como é o caso de uma baía, que deve sempre estar aberta ao mar. Assim, a decisão de representar ou não um elemento que fisicamente existe vai muito além de uma simples dimensão geográfica, perpassa por um caminho da significância, relevância e finalidade do trabalho em que a representação está inserida.

Apesar da dificuldade que o tema possa atingir, não se deve perder de vista o objetivo de representação do mundo. Tal busca é constante e real, portanto, não obstante a importância do sólido conhecimento dos princípios básicos, é necessário dar um passo adiante, discutindo aspectos concretos de representação e escala.

3. A ESCALA E A REPRESENTAÇÃO DO MUNDO

Na representação do mundo real é de fundamental importância o tema da escala para que se possa analisar, processar e visualizar os dados. Mapas podem apresentar diferentes níveis de abstração do universo estudado e são calcados em propósitos específicos.

De uma maneira geral, em escalas grandes, ou finas, representa-se os detalhes, enquanto que em escalas menores, ou mais grosseiras, o entorno das feições. Dessa forma, a descrição do mundo está diretamente relacionada ao conceito de escala, pois à medida que se deseja uma visão mais geral do tema em estudo, reduz-se

a escala, aumentando, assim, sua abrangência. Há, no entanto, um compromisso com o detalhe, uma vez que a visão global exige a exclusão de detalhes que não são compatíveis com escalas reduzidas.

Lindeberg (1994) apresenta o conceito de escala interior (*inner scale*) e escala exterior (*outer scale*). Esta é a mínima área que contém todo o objeto de interesse, enquanto aquela representa subestruturas do elemento, com um nítido aumento de detalhes. Tais conceitos são interessantes no sentido de apresentarem limites a serem respeitados para eficiente representação dos elementos desejados.

Dependendo do estudo que se deseja efetuar certo nível de detalhamento é requerido. Este é um estudo que deve ser feito cuidadosamente, pois é neste ponto que se define quais as feições do terreno serão efetivamente apresentadas no produto final. A manutenção de um nível de detalhamento inadequado com a escala do trabalho pode apresentar insuficiência de dados ou, no caminho inverso, excesso de dados, que podem mascarar as informações que são realmente importantes.

4. PRECISÃO E DETALHES NO CONCEITO DE ESCALA

Uma base cartográfica que compõe um banco de dados pode ser entendida como a representação de uma região do território no que diz respeito ao relevo, à drenagem natural, e ao sistema viário, com os elementos devidamente posicionados, com exatidão adequada a cada escala de representação, agregando outras informações do ambiente natural ou de fatores antrópicos (Idoeta e Cintra, 2004). Neste sentido, buscar-se-á, nesta seção, abordar a relevância da escolha dos temas envolvidos, bem como a exatidão de sua reprodução.

4.1 Detalhes e Representação Cartográfica

Os produtos cartográficos fornecidos pelos órgãos oficiais de mapeamento sistemático, Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), são amplamente utilizados para inserção de dados geográficos nos sistemas de informação. Dessa forma, a análise da visão desses órgãos, quanto à representatividade de elementos em diversas escalas, constitui relevante ferramenta para compreensão de como fica a representação de detalhes nas cartas topográficas que são comumente digitalizadas e manipuladas nos banco de dados geográficos.

Apresenta-se a seguir trechos do manual de convenções cartográficas (T 34-700 – 1ª Parte) desenvolvido e utilizado pela DSG, nos quais se pode

perceber a cuidadosa análise de quais tipos de elementos devem permanecer representados em escala, ou pelo símbolo, ou, ainda, ser excluídos:

“1-5. GENERALIDADES

a. Sempre que possível e desde que tal fato não sobrecarregue o desenho final, os acidentes constantes da carta devem ser representados em escala, de acordo com sua grandeza real e as particularidades de sua natureza.

b. ...

c. Quando um acidente for estreito, porém de comprimento compatível com a representação em escala, deverá ser usada as prescrições do símbolo mínimo, para representar sua largura, sendo traçados em escala sua forma e comprimento.

d. As convenções cartográficas apresentadas procuram representar, da forma mais expressiva, os diversos acidentes naturais e artificiais que devam constar das cartas topográficas”;

“2-4. REPRESENTAÇÃO

(...)

(7) Nas escalas de 1:25.000, 1:50.000 e 1:100.000, em regiões de rede viária de boa densidade, as trilhas, picadas e caminhos carroçáveis só deverão ser representados quando possuírem **comprimento, na escala da carta, maior ou igual a 1 cm**, à exceção dos casos citados nos Itens “(3)” e “(4)” anteriores (grifo nosso).

(8) Verificar o equilíbrio ou estética da carta, para, se for o caso, fazer **acréscimo** ou **retirada** de trilhas, picadas e caminhos carroçáveis” (grifo nosso);

“2-6.1. REPRESENTAÇÃO

(...)

2) **Em princípio**, as pontes, viadutos e passagens elevadas devem ser representados em escala (Símbolo 115). Quando isto não for possível, deverá ser usado o símbolo mínimo (Símbolo 114)” (grifo nosso);

“3-8. REPRESENTAÇÃO

a. **Em princípio**, as edificações de telecomunicações, estações geradoras de energia, subestações distribuidoras de energia, escolas, edificações de saúde, instalações para armazenamento e indústrias de base **devem ser representadas em escala**, acrescidas das correspondentes legendas (Símbolos 204, 208, 210, 212, 214, 216 e 218). **Quando isto não for possível**, deverão ser usados os correspondentes **símbolos mínimos** (Símbolos 203, 207, 209, 211, 213, 215 e 217)” (grifo nosso).

Os trechos citam por diversas vezes a necessidade de observação da escala para adequar a representação dos elementos. McMaster (1992) relaciona a escala diretamente com a finalidade do mapa. A quantidade de detalhes necessária para representação dos temas de interesse impacta diretamente na disposição espacial dos

dados, exigindo uma escala que permita a perfeita adequação dos elementos sem que ocorra superposição, junção ou qualquer tipo de interação que não represente o que se passa no mundo real.

4.2 Exatidão associada à escala

O decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984, estabelece as bases para normatização da produção cartográfica nacional. Observa-se a indexação da exatidão das cartas à escala, conforme trecho abaixo:

Classe A: Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico: 0,5 mm, **na escala da carta**, sendo de 0,3 mm na escala da carta o Erro-Padrão correspondente;

Classe B: Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico: 0,8 mm **na escala da carta**, sendo de 0,5 mm na escala da carta o Erro-Padrão correspondente;

Classe C: Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico: 1,0 mm **na escala da carta**, sendo de 0,6 mm na escala da carta o Erro-Padrão correspondente.

Dessa forma, qualquer produto derivado de cartas temáticas ou topográficas não poderá apresentar uma exatidão superior. Portanto, independentemente das potencialidades de manipulação de dados cartográficos oferecidas por sistemas computacionais, não será obtida exatidão melhor ao aplicar-se, por exemplo, ampliações para melhor visualização. Tal ferramenta é bastante útil, no entanto traz consigo o aumento proporcional do erro embutido na base cartográfica, podendo atingir níveis insatisfatórios à escala de observação.

A confecção de um adequado sistema de informação geográfica (SIG) perpassa pela qualidade dos dados que lhe são atribuídos. Segundo D’Alge (2004) todo e qualquer mapa está sujeito a erros que determinam sua qualidade, conseqüentemente refletindo na confiabilidade dos dados apresentados. Ele atenta, ainda, para a observância do erro devido à escala dos mapas.

Outra inconsistência bastante relevante que pode acometer os produtos cartográficos, quando observados em escalas deferentes daquela de aquisição, sobretudo nas ampliações, é quanto à observância das leis do modelado do terreno. Estas leis se referem às linhas de fundo, às vertentes e às linhas de crista, os três principais elementos do modelado do terreno. São regras que nada têm de absoluto, todas comportando exceções. São variáveis, como são as superfícies do terreno, e dizem respeito apenas à forma ideal para qual tendem os terrenos normalmente constituídos e sujeitos à erosão regular das águas (Saunders, 1994).

Um exemplo clássico de comportamento natural de terreno é o relacionamento das linhas de drenagem e curvas de nível. Estas devem acompanhar o traçado daquelas, conforme figura 2A. No entanto, ampliações

excessivas no original podem mostrar inobservâncias dessa lei, conforme figura 2B. Tal ocorrência não se deve à incorreção da base, mas a inadequação da manipulação do dado, que está limitado à escala de origem.

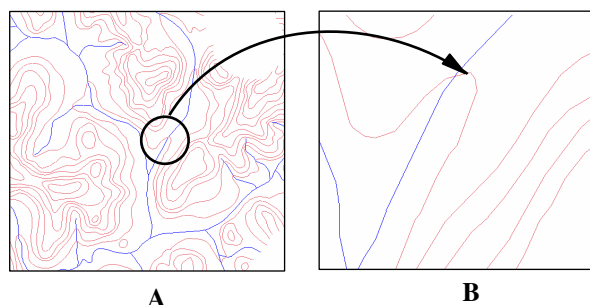


Figura 2 – Leis do modelado do terreno.

5. A RELAÇÃO DAS ESCALAS COM AS ESTRUTURAS DE DADOS

Diversas operações espaciais efetuadas em sistemas de processamento numérico e/ou digital de dados geográficos recebem como dado de entrada a escala do mapa sobre o qual são feitos os estudos. Mas pode parecer incoerente a fixação de uma escala a um tipo de dados extremamente dinâmico, afinal simples procedimentos de redução ou ampliação, que são básicos em cartografia automatizada, causam alteração na escala de visualização do dado, impossibilitando a fixação de um determinado valor para a razão.

A utilização do conceito de escala em sistemas digitais pode ser justificada levando-se em conta os quatro aspectos: integração de dados, visualização de dados, análise de dados e transformação da base de dados (D'Alge e Goodchild, 1996). Nessas operações é clara a necessidade de um fator hábil para comparação ou mensuração dos dados apresentados.

5.1 Escala na Análise de Estruturas Matriciais

Estrutura matricial de dados tem característica discreta e é formada a partir de uma grade de valores dispostos em um esquema de linhas e colunas, na qual os valores de cada "pixel" estão limitados num certo intervalo numérico, como por exemplo de 0 a 255 para imagens em 8 bits, ou números associados às classes no caso de uma imagem temática (Crósta, 1992) e (INPE, 2002).

Resolução geométrica ou espacial equivale ao menor elemento de área capaz de ser discretizado (Jensen, 2000). Nas imagens, essa resolução, por definir

os detalhes que serão representados, passa a ter um papel importante na determinação da aplicabilidade do produto. É legítimo, portanto, a pouca utilização do conceito de escala para estruturas matriciais, sendo comumente substituído pela abordagem da resolução espacial. Cao e Lam (1997) definem a resolução como a medida da escala, sendo este, portanto, um termo amplo que engloba aquele. A figura 3 apresenta esquematicamente o conceito apresentado pelos autores.

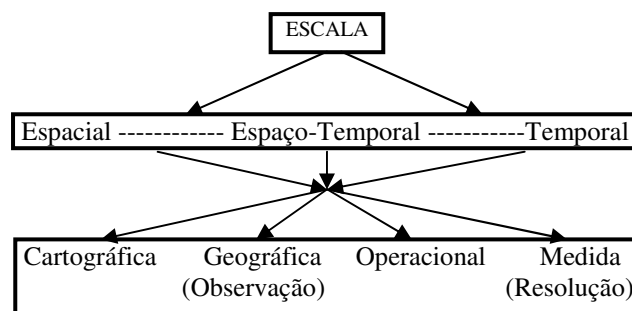


Figura 3 – O significado da escala.

FONTE: Adaptado de Cao e Lam (1997, p. 58).

A figura 3 mostra, ainda, o conceito de escala cartográfica, que é a razão entre a medida no mapa e seu homólogo no terreno; escala geográfica, referente à extensão territorial da representação; escala operacional, que julga as características subjetivas e, dessa forma, determina a melhor escala para trabalhos específicos.

5.2 Escala na Análise de Estruturas Vetoriais

A estrutura vetorial de dados é composta por três elementos básicos, quais sejam: linha, ponto e área (Câmara e Monteiro, 2004). Dessa forma, o estudo do comportamento desses elementos no ambiente computacional faz-se necessário, para compreensão do conceito de escala no âmbito da estrutura vetorial.

Os elementos poligonais e lineares são representados através do alinhamento de pontos que os compõe. À medida que se deseje representar objetos mais detalhados do terreno, um maior número de pontos será exigido para perfeita adequação das feições. A figura 4 apresenta uma representação vetorial de mesma área de hidrografia, com diferentes níveis de refinamento. Na figura 4A são representadas feições mais retilíneas com formação de arestas pontiagudas, enquanto, na figura 4B, observa-se um maior refinamento dos contornos com representação de meandros bem definida. Esta é composta por um número maior de vértices, do que aquela.

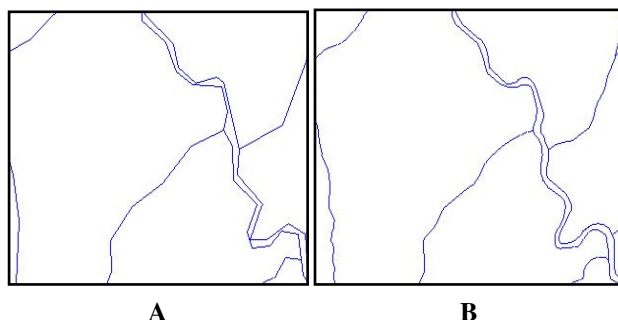


Figura 4 – A simplificação de linhas para obtenção de escalas menores.

Outro fator importante na composição das representações é a quantidade e o posicionamento, associados com a interação entre elementos. McMaster e Shea (1992) definem seis fatores a serem estudados:

- *Congestão*: excesso de elementos em área limitada;
- *Coalescência*: toque ou sobreposição de elementos distintos;
- *Conflito*: desconexão lógica. Por exemplo, a existência de uma ponte num trecho de estrada que não cruze rio;
- *Complicação*: técnicas não convencionais tornam-se necessárias para representação de elementos. Vários fatores devem ser observados, tais como complexidade dos dados, seleção das técnicas de interação, seleção dos níveis de tolerância;
- *Inconsistência*: diferentes critérios de representação para áreas distintas do mesmo mapa. Por exemplo, uma construção que não é representada em zona urbana, mas deve aparecer em zona rural.

6. O CONCEITO DE AMBIENTES MULTI-ESCALA

Lindberg (1994) apresenta o conceito de representação multi-escala como alternativa para a complexidade que apresenta o mundo real. Segundo o autor é possível a representação detalhada de elementos da área, bem como, removendo o excesso de informação, obter dados mais globais e abrangentes. Assim, se o objetivo é trabalhar em um ambiente multi-escala, é necessária a remoção de detalhes inerentes às escalas mais finas.

Há duas estratégias para apresentação de dados em diferentes escalas em um SIG. A primeira se baseia numa orientação por processos que preconiza a utilização de uma única base de dados bem detalhada no SIG. Qualquer base de dados menos detalhada deve ser gerada a partir da base detalhada. O estado da arte atual em SIG, que não explicita a semântica e o contexto dos objetos, dificulta esta abordagem. A segunda estratégia se baseia numa orientação por representações que visa ao armazenamento de todos os níveis de abstração de interesse, cabendo ao usuário a escolha da escala mais adequada ao trabalho que deseja realizar. É o que se chama de representações múltiplas, onde a preocupação é com a eficiência na extração da informação (D'Alge, 2004).

6.1 Representações Múltiplas

Nesta estratégia várias representações topológicas, com diferentes níveis de abstração, são integradas numa única estrutura hierárquica, não havendo, portanto, preocupação de criar procedimentos que operem transformações geométricas aos elementos. Cada representação constituinte do banco resulta de um processo de abstração que filtra aspectos irrelevantes à escala do projeto.

Pode-se imaginar o banco de dados como um repositório de informações múltiplas, no qual a única preocupação é a máxima abrangência da abordagem, de forma a garantir análises em diversos graus de detalhamento, resolução ou exatidão. Neste contexto cabe ao usuário decidir sobre a relevância de cada objeto e, dessa forma, escolher a escala que melhor atende sua aplicação. Note-se aqui a necessidade de conhecimento do processo geográfico, demandando domínio de forma, dimensão e representação geométrica de elementos georreferenciados.

Logicamente, para países pequenos e de economia avançada a múltipla representação torna-se possível e atraente, porém a realidade de grande parte do globo é de carência de uma base cartográfica completa e atualizada, inviabilizando essa estratégia.

6.2 Generalização Cartográfica

A generalização cartográfica é o processo de transformação de mapas em produtos derivados com escalas menores. Para D'Alge (2004) em ambientes de SIG o processo de generalização passa a incorporar a modelagem de dados, com a possibilidade de geração de bases de dados menos complexas para atender a modelagens mais simples.

McMaster e Shea (1992) comentam da dificuldade prática de representação espacial dos elementos em diversas escalas e, para manutenção da clareza dos dados, julga necessário um tratamento de forma a remover ou modificar as feições. Eles apontam, ainda, para a preocupação com a acurácia do dado gerado, bem como estética de apresentação e hierarquia lógica dos elementos (ordem de prioridade para os objetos).

McMaster e Shea (1992) comentam sobre a dificuldade prática de representação espacial dos elementos em diversas escalas e, para a manutenção da clareza dos dados, julgam necessário um tratamento de forma a remover ou modificar as feições. Eles apontam, ainda, para a preocupação com a exatidão do dado gerado, bem como com a estética de apresentação e hierarquia lógica dos elementos (ordem de prioridade para os objetos).

“Do ponto de vista de desenvolvimento tecnológico em SIG é oportuno desenvolver ferramentas de visualização que atendam pelo menos a critérios de otimização de exibição dos dados na tela do computador. Em termos de modelagem o papel da generalização parece ser mais analítico que gráfico. Neste contexto são de extrema importância as ferramentas de análise espacial, que fornecem a base teórica necessária ao entendimento de como o fenômeno em estudo varia no espaço. O desafio fica por conta da formalização do conhecimento geográfico” (D’Alge, 2004).

7. INTEGRAÇÃO DE DADOS EM SIG

Segundo Câmara et al. (2004) o que distingue um SIG de outros tipos de sistemas de informação é a possibilidade de se realizar análises espaciais. A combinação de parâmetros de naturezas distintas busca fazer simulações sobre os fenômenos do mundo real, inferindo possíveis ocorrências de eventos de interesse. Nesse contexto, o conceito de escala toma papel preponderante, pois, para garantir a coerência do modelo, as análises devem ser processadas em dados de natureza semelhantes.

A utilização de dados em escalas ou resoluções diferentes pode causar inconsistências devido à precisão e detalhamento. A figura 6 mostra um produto de fusão de um modelo numérico de terreno (MNT), obtido através do programa *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), a uma imagem do sensor ETM+ (Landsat), da bacia do rio São João, no estado do Rio de Janeiro. Pode-se notar que as feições de hidrografia não estão respeitando perfeitamente as ondulações do terreno. Na área destacada, verifica-se o rio se confrontando com o relevo. Um fator decisivo para tal incoerência é a

diferente resolução dos dados de entrada. Enquanto a imagem ETM+ é dotada de resolução espacial de cerca de 30 m, a grade do modelo numérico atinge apenas 90 m.

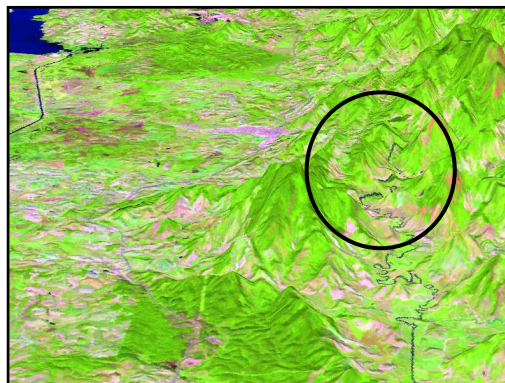


Figura 6 – Problemas de integração de dados em diferentes resoluções.

Um conceito importante está associado à agregação de dados espaciais. Este fenômeno, nas ciências sociais e na epidemiologia, é denominado *falácia ecológica*, envolvendo conclusões impróprias em nível individual a partir de resultados agregados por unidades de área. Dessa forma, a validade dos resultados estatísticos está condicionada à unidade de área e ao reconhecimento dos problemas existentes nas conclusões decorrentes de dados agregados. Deve-se observar que a chamada *falácia ecológica*, a rigor, nem é uma falácia nem é ecológica. Trata-se de uma propriedade inerente aos dados agregados por áreas (Dias et al., 2004).

Cao e Lam (1997) desenvolvem o conceito em três níveis de ocorrência: a *falácia individualística* (*individualistic fallacy*), que ocorre quando um relacionamento em nível macro é obtido a partir de relacionamento em nível micro (individual); *falácia de nível cruzado* (*Cross-level fallacy*), que são inferências realizadas sobre uma subpopulação a partir de outra na mesma escala de análise e, finalmente, a *falácia ecológica* (*ecological fallacy*), que é o oposto da falácia individualística e descreve aquelas inferências feitas em uma resolução fina, a partir de uma mais grosseira.

Wrigley et al. (1996) comentam que o efeito da escala ocorre quando diferentes resultados são obtidos a partir dos mesmos dados em escalas distintas. No entanto, arrematam afirmando que tal inconsistência é devida à agregação dos dados em blocos de dimensões diversas. Afirmam, ainda, que as análises podem resultar em conclusões diferentes mesmo para escalas iguais, bastando a agregação das áreas ter sido promovida através de critérios díspares.

Portanto, o tema da falácia ecológica não está diretamente ligado à escala, mas ao nível de abstração

conferido por ela. O que reforça a necessidade do estudo das diversas formas de representar os dados espaciais, dominando o impacto geométrico causado por alterações de escalas, bem como aspectos relevantes à sua escolha.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A forma através da qual o homem interage com seu meio impacta diretamente na dinâmica geográfica, o que nos obriga a análise dos fatores humanos que influenciam a abordagem puramente geométrica do tema da escala e exige uma modelagem muito mais rigorosa do que o simplismo matemático.

O conceito de escala sempre foi muito bem trabalhado na cartografia analógica, na qual o objetivo primaz é a apresentação gráfica, para análises visuais. Com o advento da cartografia digital, na qual os produtos são armazenados e podem ser apresentados em múltiplos fatores de visualização (*zoom*) no monitor de vídeo de um microcomputador, pode parecer que os mapas se libertaram das exigências impostas pela escala de representação. No entanto, fica latente o cuidado com que se deve tratar o tema, pois a agregação de dados em classes específicas, para adequação à escala ou resolução, influencia diretamente em análises estatísticas, cujos resultados são matematicamente corretos, porém não podem ser generalizados para níveis de abstração distintos.

O assunto está longe de ser esgotado e sua complexidade não permite conclusões prontas e fechadas em torno de uma tendência. A discussão aqui apresentada dá apenas uma noção da amplitude do tema e mostra que estruturas distintas de dados, bem como sua integração, requerem um cuidadoso estudo para que alcance representação adequada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antenucci, J. C.; Brown, K.; Croswell, P. L.; Kevany, M. J. **Geographic information systems**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 301 p.
Câmara, G.; Barbosa, C.; Cordeiro, J. P.; Lopes, E.; Freitas, U. M.; Lucena, I. Álgebra de Mapas. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A. M. V. (Org.). **Introdução à ciência da geoinformação. Notas de aula da disciplina de geoprocessamento**. São José do Campos: INPE, 2004.
Câmara, G.; Monteiro, A. M. V. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A. M. V. (Org.). **Introdução à ciência da geoinformação. Notas de aula da disciplina de geoprocessamento**. São José do Campos: INPE, 2004.
Cao, C.; Lam, N. Understanding the Scale and Resolution Effects in Remote Sensing and GIS. In: Quattrochi, D.A. e

Goodchild, M.F. (Eds.) **Scale in Remote Sensing and GIS**. CRC Lewis: Boca Raton, FL, USA, p. 57-72. 1997.

Castro, I. E. O problema da escala. In: Castro, I.E.; Gomes, P. C. C.; Corrêa, R. L. (Org.). **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2000. 352 p.

Crósta, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: Unicamp. 1992. 170 p.
D'Alge, J. C. L. Cartografia para geoprocessamento. In:

Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A. M. V. (Org.). **Introdução à ciência da geoinformação**. Notas de aula da disciplina de geoprocessamento. São José do Campos: INPE, 2004.

D'Alge, J. C. L. e Goodchild, M. F. "[Generalização cartográfica, representação do conhecimento e SIG](#)". *Anais:*

VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, 1996, p.147-151. INPE-6172-PRE/2261.

Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984. Normas técnicas da cartografia nacional.

Dias, T. L.; Oliveira, M. P. G.; Câmara, G.; Carvalho, M. S. **Problemas de escala e a relação área-indivíduo em análise espacial de dados censitários**. Disponível em: <http://www.ip.pbh.gov.br/revista0401/ip04011emosdias.pdf>. Acesso em: 20/08/2004.

Idoeta, I. V. e Cintra, J. P. **Elaboração de bases cartográficas para projetos de engenharia: a relação entre produtor e usuário**. 2004. Disponível em: http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/186-c41.pdf. Acesso em 21/08/2004.

Jensen, J. R. **Remote Sensing of the Environment: An earth research perspective**. Upper Saddle River: Prectice Hall, 2000. 544 p.

Li, Z.; Openshaw, S. Algorithms for automated line generalization based on a natural principle of objective generalization. **International Journal of Geographical Information Systems**. v. 6, n. 5, p. 373-389, 1992.

Lindeberg, T. **Scale-space theory in computer vision**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994. 423 p.

McMaster, R. B. e Shea, K. S. **Generalization in digital cartography**. Washington: AGC, 1992. 134 p.

Saunders, C. A. B. **Notas de cartografia**. Rio de Janeiro: IME, v. 1, 2ª Ed.1994.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **SPRING: Tutorial de Geoprocessamento**. São José dos Campos, 2002. Disponível em:

<<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/estrutura.html>>. Acesso em: 16 fev. 2005.

Ware, J. M. e Jones, C. B. A multiresolution topographic surface database. **International Journal of Geographical Information Systems**. v. 6, n. 6, p. 479-496, 1992.

Wrigley, N., Holt, T.; Steel, D.; Tranmer, M. Analysing, modelling and resolving the ecological fallacy. In: Longley, P. and Batty, M. (Org.). **Spatial Analysis: Modelling in a GIS Environment**. New York, USA: Wiley, p. 25-41. 1996.