

QUEIROZ FILHO, A. P. A escala nos trabalhos de campo e laboratório. In: VENTURI, L.A.B. *Praticando Geografia*. São Paulo: Oficina de Texto. 2005, p.55-67.

4 A escala nos trabalhos de campo e de laboratório

Este capítulo trata de uma questão fundamental nas atividades de pesquisa, que engloba – mas também transcende – a Cartografia: a escala. Além de uma abordagem sucinta sobre o seu significado, a escala será discutida na etapa de elaboração de projeto e sob as perspectivas dos documentos de apoio (cartas, fotos aéreas, imagens de satélite) e do trabalho de campo. Esse encadeamento busca a elaboração de um roteiro, por meio de perguntas e questionamentos, para orientar as referidas etapas de uma pesquisa.

4.1 As abordagens de escala

Escala é um termo que possui muitos significados e caracteriza várias dimensões da pesquisa científica. Pode ser considerada como uma estratégia de aproximação do “mundo real”, um mecanismo de compreensão da realidade, por causa impossibilidade de apreendê-la na sua totalidade (Castro, 2003).

O microscópio, o telescópio e os satélites orbitais são exemplos de instrumentos criados para ampliar ou reduzir objetos, isto é, para modificar o seu tamanho – a sua escala de visualização – e “facilitar” o seu estudo. A escala pode ser considerada como um dos aspectos fundamentais de uma pesquisa, pois, em princípio, quanto mais próximo o observador se colocar do seu objeto de estudo, mais detalhes ele perceberá (Goodchild; Quattrochi, 1997).

Mas existem muitas circunstâncias nas quais a proximidade do fenômeno não significa melhor capacidade de compreensão. A ampliação da escala de visualização produzida pelos dispositivos óticos, mecânicos e eletrônicos é muito útil, mas nem sempre auxilia o pesquisador. Dependendo do caso, o distanciamento pode ser uma estratégia mais apropriada para a compreensão do objeto estudado. Exemplo: ao ampliar um trecho de uma fotografia aérea, observa-se melhor um detalhe, mas perde-se a noção do conjunto e do seu relacionamento com as outras entidades. Assim, é fundamental selecionar a distância, isto é, a(s) escala(s) adequada(s) para entender um fenômeno.

Nas análises geográficas, a escala está relacionada ao tamanho dos objetos estudados e ao nível de detalhe que será utilizado. A natureza dos fenômenos determina a escala, que define o seu grau de generalização (Fabrikant, 2001).

A idéia de escala está diretamente ligada com a de representação da realidade. A representação do espaço possui uma conotação de “forma geométrica”, quando está associada à Cartografia; mas também de nível de análise ou recorte espacial, quando relacionada à Geografia (Lacoste, 1988; Racine *et al*, 1983).

De forma semelhante, Montello (2001) propõe três principais significados, do ponto de vista espacial, para o termo “escala”: o cartográfico, o de análise e o do fenômeno. O autor ressalta que, embora possam ser tratadas separadamente, essas escalas são inter-relacionadas. Seus significados são expressos por:

- **escala cartográfica:** indica a proporção entre o tamanho do objeto no terreno e as suas dimensões no mapa. É expressa numericamente por uma fração (exemplo: 1/50.000), ou graficamente, por uma barra graduada (ver mais detalhes no Anexo 1);
- **escala de análise:** representa a unidade de tamanho na qual um fenômeno é analisado. Exemplos: a dimensão espacial de um trabalho pode ser local, regional ou global. Os dados do censo estão agrupados por setor censitário, por distrito e por município, etc.;
- **escala dos fenômenos:** pode ser caracterizado como a “verdadeira” escala dos fenômenos. Indica as dimensões da sua ocorrência sobre a superfície terrestre. Exemplo: a região semi-árida brasileira ocupa uma área total de 974.752 Km², e abrange a maior parte dos estados da Região Nordeste (86,48%), a região setentrional do Estado de Minas Gerais (11,01%) e o norte do Espírito Santo (2,51%).

A correlação entre estes três aspectos é de suma importância para delimitação do objeto de estudo, assim como para a seleção dos materiais cartográficos a serem utilizados nas fases de projeto, trabalho de campo e apresentação de dados de uma pesquisa. A reflexão sobre as questões elaboradas nos próximos itens deve, passo a passo, colaborar para esse objetivo.

4.2 A escala e a elaboração de projetos

4.2.1 Escala cartográfica

Qual é o “tamanho” do objeto de estudo?

Essa é uma pergunta muito freqüente no início do trabalho e costuma estar associada a uma determinada unidade de medida. A primeira pergunta que deve ser feita consiste em: qual é a menor dimensão do objeto de estudo observada no terreno? Se houver vários episódios do fenômeno, é importante saber se há diferença nas suas dimensões e mensurar o tamanho da menor e da maior ocorrência. Exemplos:

- Telefones públicos de uma cidade. A diferença entre os tamanhos dos aparelhos pode não ser significativa, mas as formas e os locais de fixação (parede, poste, etc.) podem ser importantes. Nesse caso, é aconselhável avaliar se os tamanhos dos abrigos dos equipamentos telefônicos serão incluídos na medida (cabines, orelhões, etc.);
- Rede de drenagem. A extensão dos rios pode variar de metros a quilômetros. Medir o tamanho do maior e do menor rio permite o estabelecimento da unidade mais adequada;
- Desmatamentos próximos a uma Unidade de Conservação. A unidade de área pode ser metros quadrados, hectares ou quilômetros quadrados. Da mesma maneira, conhecer o tamanho do maior e do menor desmatamento indica qual é a unidade mais se adapta ao caso.

Qual é a forma de tratamento da ocorrência?

A segunda questão está relacionada às características da manifestação do fenômeno (distribuição espacial) e à maneira como ele será analisado. Significa, em outras palavras, decidir se o objeto de estudo será tratado numa perspectiva particular, isolada, separada ou geral, concentrada, conjunta. Deve-se perguntar: é pertinente pesquisar episódios isolados ou somente as ocorrências conjuntas? As variáveis do seu estudo serão agrupadas? Exemplos:

- Um homicídio será tratado isoladamente ou será agrupado por alguma unidade administrativa (distrito, município, estado)?
- A pesquisa estuda uma única árvore (indivíduo), uma certa espécie arbórea ou o conjunto de espécies que compõe o ecossistema?
- É suficiente delimitar a área ocupada pela favela ou é necessário diferenciar suas características, como os materiais de construção das edificações (paredes: madeira, alvenaria; telhado: laje, fibro-cimento, zinco), a largura das vielas, a declividade das encostas?

A importância desse aspecto é ressaltada quando se dá conta dos possíveis equívocos que podem surgir da dita “falácia ecológica”. Significa, resumidamente, tomar as características do todo (agrupamento) e atribuir à parte (indivíduo). Assim, em qualquer processo de análise, deve-se evitar a realização de inferências sobre dados individuais a partir de dados agregados. Exemplo: Se o índice de desemprego do estado é de 10% (médio), não é possível deduzir qual o percentual de desemprego de cada um dos seus municípios.

Como o fenômeno será representado?

A terceira pergunta é sobre a forma de representação espacial do fenômeno estudado. Ele poderá ser representado por elementos pontuais, lineares ou zonais (pontos, linhas ou polígonos). Nos exemplos do item “Qual o tamanho do objeto de estudo”, os telefones podem ser representados por pontos, os rios por linhas e os desmatamentos por polígonos (zonas ou áreas). Entretanto, é fundamental ressaltar que a forma de representação dos fenômenos depende da escala e das características da distribuição da ocorrência (isolada ou concentrada). Exemplos:

- Uma cidade pode ser representada por um ponto, em uma escala pequena (1/1.000.000), mas seus limites podem ser representados por um polígono, em uma escala grande (1/10.000);
- As áreas dos municípios com alta incidência de malária podem ser agrupadas para caracterizar uma região que demanda mais atenção do Ministério da Saúde. Dessa forma, os limites administrativos – para o referido estudo – podem ser menos importantes do que a delimitação da área na qual a epidemia se manifesta;
- Os vazamentos de óleo no litoral podem ser representados por pontos ou polígonos. Se a intenção for mostrar a localização dos acidentes ao longo da faixa litorânea do estado (escala pequena), a representação pontual é indicada. No entanto, também podem ser representados por polígonos, se a escala de trabalho for maior e, por exemplo, houver necessidade de representar as áreas afetadas pelo vazamento.

4.2.2 A escala muda no meio digital?

A quarta questão que pode surgir está relacionada ao meio de armazenamento das informações. O conceito de escala cartográfica não é alterado pela forma de armazenamento da carta topográfica. A escala continua sendo uma relação proporcional entre o tamanho do objeto no mapa e no terreno. Cabe realçar, no entanto, uma das diferenças básicas entre a manipulação da carta impressa e a digital: a facilidade de alteração da escala¹.

Alguns programas de computador permitem a ampliação e a redução da carta, ou seja, a constante modificação da escala. Essa comodidade pode, no entanto, ser fonte de equívocos aos usuários desatentos. É possível ampliar uma carta 1/1.000.000 e visualizá-

¹ A ampliação do mapa não significa alterar as informações associadas às representações cartográficas. Os seus atributos, como: nome, endereço, município, etc., não são modificados no banco de dados.

la na escala 1/50.000. Contudo, não se pode esperar que uma carta que representa aproximadamente 269.000 km² (1/1.000.000) contenha a mesma riqueza de informações que uma carta concebida para representar uma área aproximada de 715 km² (1/50.000). Da mesma forma, ao reduzir uma carta 1/50.000 e visualizá-la na escala 1/1.000.000, o usuário terá dificuldades para distinguir, por exemplo, a rede de drenagem, pois se torna muito densa para ser observada num tamanho muito diminuído.

Além da quantidade de informações, a ampliação de uma carta também cria problemas de posicionamento, ou seja, de exatidão cartográfica. Quanto mais a carta é ampliada, maior é a probabilidade de erro da localização do fenômeno.

A exatidão de trabalhos cartográficos é definida pelo Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), o qual está associado à escala das cartas². Este indicador estatístico de dispersão define que noventa por cento dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao PEC estabelecido (tabela 1).

Escala	Planimetria		Altimetria *		
	PEC	Valor	PEC	Eqüidistância	Valor
1/50.000	0,5 mm	25 m	½ eqüidistância	20 m	10 m
1/100.000	0,5 mm	50 m	½ eqüidistância	50 m	25 m
1/250.000	0,5 mm	125 m	½ eqüidistância	100 m	50 m
1/500.000	0,5 mm	250 m	½ eqüidistância	100 m	50 m
1/1.000.000	0,5 mm	500 m	½ eqüidistância	100 ou 200 m	50 ou 100 m

(*) A eqüidistância das curvas de nível pode sofrer pequenas variações dependendo do tipo de relevo da carta.

Tabela 1: Padrão de Exatidão de Cartas topográficas de classe A

De acordo com a tabela 1, nas cartas de classe A (de maior exatidão), o PEC dos elementos planimétricos³ corresponde a 0,5 mm na escala da carta, e, para a altimetria⁴, equivale à metade da eqüidistância entre as curvas de nível. Isso quer dizer que, numa carta 1/1.000.000, a posição do fenômeno pode variar até 500 metros. Embora essa margem seja aceitável para a referida escala, é inadmissível que ela seja ampliada até a escala 1/50.000 e utilizada, por exemplo, para a delimitação de uma Unidade de Conservação (Parque, Estação Ecológica, etc.), pois o erro de posicionamento certamente invalidaria o trabalho realizado.

² Extraído da Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR. Decreto n° 89.817, de 20/06/1984. Disponível em: <<http://www.concar.ibge.gov.br/cc32.htm>>. Acesso em: 02 jun. 2004.

³ Planimetria é o processo de medição de superfícies planas (medição horizontal).

⁴ Altimetria é a medição de alturas ou elevações do terreno.

Um conceito que está diretamente associado à mencionada variação de escala, que não depende do meio de armazenamento, é a generalização cartográfica. Consiste na seleção e na simplificação da forma e da estrutura dos objetos representados, conforme uma hierarquia de importância (D'Alge; Goodchild, 1996). A produção de cartas topográficas em escalas pequenas é baseada neste procedimento. Exemplo: a carta 1/1.000.000 é derivada, reduzida ou generalizada de escalas maiores.

Isso significa que uma entidade pode ser representada de formas diferentes, conforme a escala. Exemplo: a rede viária pode ser mais detalhada, incluindo vias pavimentadas e não pavimentadas, estradas vicinais, trilhas e caminhos, na escala 1/50.000. A rede viária da mesma região pode ser representada exclusivamente pelas vias principais, com símbolos e cores distintas, quando for expressa na escala 1/1.000.000.

No meio digital, a variação de escala destaca um novo aspecto: a diferença entre a escala de elaboração e de visualização. Nas cartas topográficas impressas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a escala de elaboração está sempre indicada na sua margem. No meio digital, entretanto, a escala de visualização não depende da escala na qual a carta foi produzida. Com a facilidade de reprodução e de transmissão dos arquivos digitais, por vezes, o usuário obtém um arquivo, mas não possui as referências sobre seu processo de produção. Assim, é necessário conhecer os parâmetros de elaboração⁵ de uma base de dados digital para evitar a propagação de erros e atestar um uso adequado à sua proposta de trabalho.

A utilização de múltiplas escalas, entretanto, pode ser gerenciada por alguns mecanismos do meio digital. Alguns programas, particularmente os Sistemas de Informações Geográficas (SIG)⁶, possibilitam uma alternativa para visualizar dados de escalas distintas e evitar os problemas de posicionamento e de densidade de informações. Dependendo da ampliação ou redução da carta, o usuário visualiza arquivos com escalas de representação distintas. É possível determinar a escala de visualização de cada um dos arquivos e minimizar os referidos problemas. Exemplo: se o pesquisador vai ampliando um arquivo que contém dados na escala 1/1.000.000, o programa pode, automaticamente, mostrar o arquivo na escala 1/50.000, a partir de uma escala determinada, tornando mais “suaves” os efeitos da variação de escala.

⁵ Essas informações podem ser denominadas como “metadados” (dados sobre os dados). Esse tipo de arquivo descreve o histórico do seu processo de obtenção e produção, o seu conteúdo, sua qualidade e demais características.

⁶ Um exemplo desse tipo de programa é o SPRING, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE. É possível obtê-lo, gratuitamente, pela Internet no endereço <http://www.dpi.inpe.br/spring/>. Acesso em: 11 fev. 2005.

4.2.3 Escala de análise

Conforme mencionado, a escala de análise define a unidade de tamanho e de agregação dos dados. Pode ser considerada como sinônimo de recorte espacial, ou seja, de delimitação da área de estudo. Exemplo: o ecossistema de manguezal está presente na larga faixa litorânea brasileira (do Amapá até Santa Catarina), mas a proposta é estudar as particularidades da vegetação no município de Cananéia - SP.

Deve-se ressaltar, contudo, que o pesquisador pode definir sua área de estudo de acordo com os dados existentes e não somente conforme o seu interesse. Nem sempre é possível participar do processo de obtenção dos dados, uma vez que restrições de ordem técnica, temporal, financeira, entre outras, limitam a possibilidade da sua aquisição. Nessas condições, o projeto é realizado conforme a “escala disponível”.

Isto significa dizer que o pesquisador pode ser obrigado a utilizar dados secundários (coletados por terceiros) ou que foram agrupados em unidades espaciais distintas das suas necessidades (distrital, municipal, estadual e federal). Ele também pode ter que adotar cartas topográficas, fotos aéreas e imagens de satélites com escala/resolução espacial diferentes das desejáveis. Exemplo: pode ser difícil obter e uniformizar os dados da região fronteira entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, pois as informações podem ter sido produzidas e coletadas de formas distintas, com propósitos e periodicidades incompatíveis, ou simplesmente não estarem disponíveis em todos os estados.

É altamente recomendado que se busque, previamente, avaliar a possibilidade de obtenção de dados e as características das fontes disponíveis, para que a escala de análise seja compatível com a proposta da pesquisa.

4.2.4 Escala do fenômeno

Esta escala refere-se ao tamanho da manifestação do fenômeno geográfico sobre a superfície terrestre. Por mais óbvio que possa parecer, a sua determinação é uma tarefa complexa, pois os elementos não possuem limites claramente definidos, a sua ação pode se propagar em inúmeras dimensões, além de haver interação com outros fenômenos. Exemplo: Quais são os efeitos do desmatamento da Mata Atlântica? Há consequências para o solo e subsolo, relevo, clima, qualidade do ar e da água, fauna e flora; implicações sociais, pois pode afetar a sobrevivência de comunidades, pode causar problemas de saúde pública, entre outras.

A importância da sua determinação deve-se ao fato de que inúmeras ocorrências dependem, ou são definidas a partir da escala. Se alguns padrões podem ser observados em diversas escalas, pode-se ponderar sobre a existência de uma hierarquia, na qual uma pequena ocorrência é subordinada a uma ocorrência maior. Exemplo: um córrego é afluente de um rio, que faz parte de uma bacia hidrográfica; a economia local depende da regional.

O entendimento da escala do fenômeno, durante a etapa de projeto, é essencial para que o pesquisador compreenda a relação do seu trabalho com a complexidade, as inter-relações e a abrangência do fenômeno. Enfim, para entender e delimitar a contribuição do seu trabalho face à magnitude do objeto de estudo.

4.3 A escala e os documentos de apoio

4.3.1 Cartas topográficas

As cartas topográficas são representações dos aspectos naturais e artificiais da Terra, materializadas em uma superfície plana, subdividida em folhas, de forma sistemática, conforme um plano nacional ou internacional. Elas permitem a avaliação precisa de distâncias, direções e localização geográficas (Oliveira, 1983).

Nessas cartas, a área representada (de abrangência) é inversa ao número de detalhes. A escala é denominada como maior ou grande quando ilustra elevado número de detalhes e, conseqüentemente, menor área representada. Em oposição, a escala menor ou pequena significa baixo número de detalhes e maior área de abrangência. Exemplo: para recobrir a mesma área de uma carta na escala 1/1.000.000 (escala menor ou pequena), são necessárias 16 cartas 1/250.000, ou 64 cartas 1/100.000, ou 384 cartas 1/50.000 (escala maior ou grande). Ver as diferenças entre as figuras 1 e 2.

Embora elas sejam um instrumento imprescindível ao trabalho de campo, sua disponibilidade é limitada. Conforme mencionado no item “Escala de análise”, nem sempre é possível dispor de dados na escala desejada. Este aspecto se aplica, principalmente, às cartas topográficas nas escalas de maior detalhe, como 1/50.000 (figura 2). De acordo com o IBGE⁷, o percentual de cobertura, do território brasileiro, pelas cartas topográficas está expresso pela tabela 2.

⁷ Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geografia/decar/manual_nocoas/representacao.html>. Acesso em 14 nov. 2004.

Escala da Carta	Percentual de cobertura
1/50.000	13,9 %
1/100.000	75,39 %
1/250.000	80,72 %
1/1.000.000	100 %

Tabela 2: Percentual de cobertura das cartas topográficas do território brasileiro

Além do percentual de cobertura ser baixo, a ocorrência da escala 1/50.000 está concentrada nas regiões Sul e Sudeste do país. Soma-se ao problema, a possibilidade de defasagem ou desatualização da carta, isto é, dela ter sido elaborada há décadas e não representar aspectos que podem ser relevantes à pesquisa como: estradas, linhas de alta tensão ou represas, construídas após a elaboração do documento.

No entanto, estas circunstâncias não impedem a realização das pesquisas. Uma alternativa usual para o problema é a utilização conjunta de recursos: o uso das cartas topográficas pode ser associado às fotografias aéreas e imagens de satélites mais recentes, o GPS pode auxiliar na atualização dos elementos mais importantes da carta, entre outros.

Emerge desse fato a polarização entre dois pontos fundamentais: a necessidade de manter a precisão ou de buscar a atualização dos fenômenos. A reflexão sobre esta questão pode surgir durante a etapa de elaboração do projeto e a decisão depende do objetivo de cada uma das pesquisas. É muito possível que o estudante se depare com a seguinte pergunta: a atualização é mais importante do que a precisão? Até que ponto é possível sacrificar a precisão para obter dados mais atuais?



Figura 1: Parcial da carta Rio de Janeiro (SF-23), escala 1/1.000.000 (abrange parte do Estado de São Paulo).

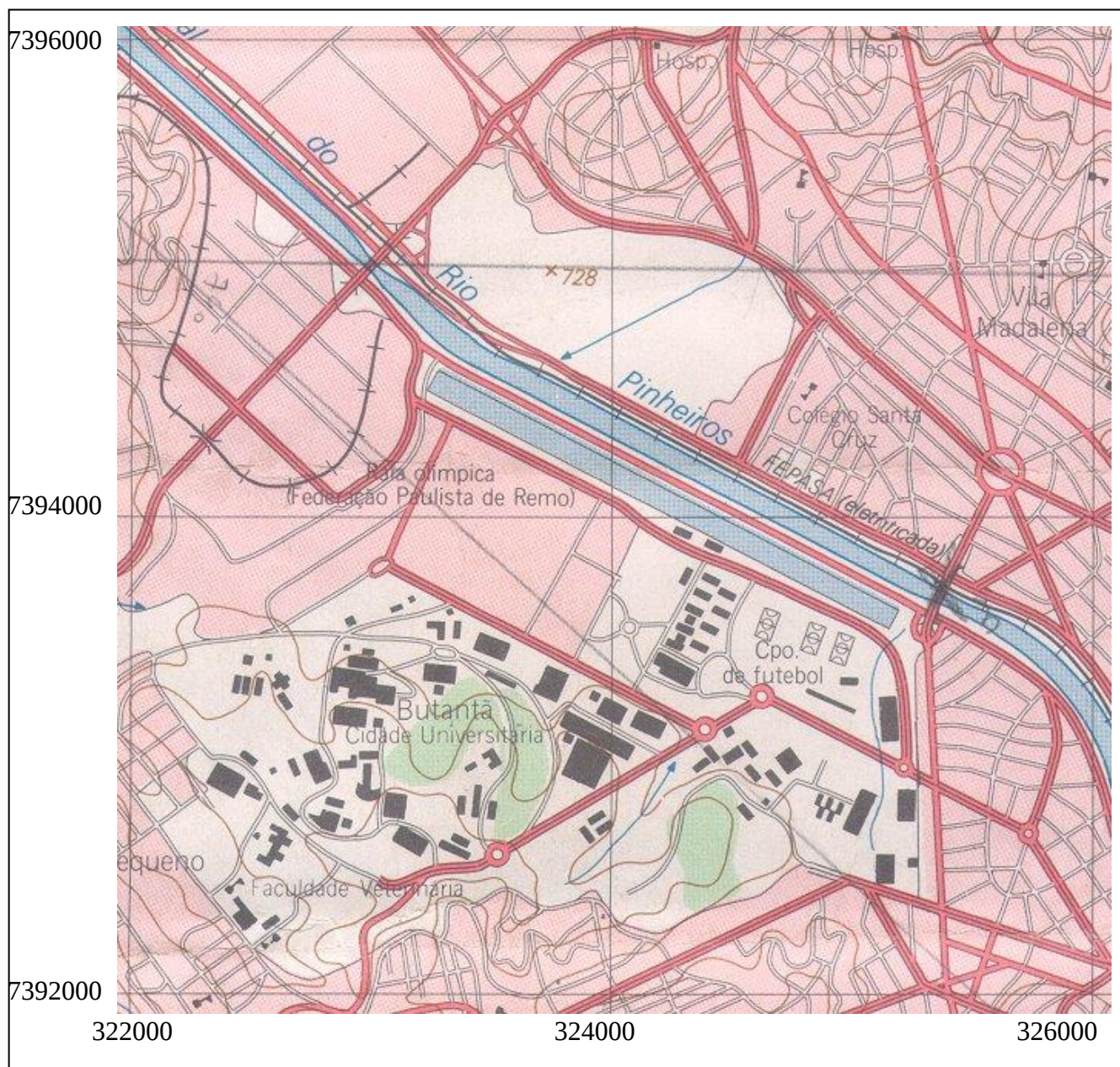


Figura 2: Parcial da carta São Paulo (SF-23-Y-C-VI-2), escala 1/50.000.

4.3.2 Fotografia aérea

A fotografia pode ser considerada como o registro da imagem de um objeto, a partir a fixação de raios eletromagnéticos sobre um material sensível. As fotografias aéreas mencionadas neste trabalho são as verticais. Conforme Anderson (1982), elas são

tomadas por uma câmara aérea cujo eixo é perpendicular ao solo (inclinação máxima de até 3°), e medem 23 x 23 cm (ver exemplo no capítulo sobre Sensoriamento Remoto).

Essas fotografias aéreas são utilizadas no processo de confecção das cartas topográficas, mas não podem ser consideradas como “mapas”. É necessário corrigir as distorções da fotografia aérea para poder produzir uma carta. Exemplo: não há coincidência na sobreposição da rede de drenagem de uma foto e de uma carta nas mesmas escalas. É necessária uma transformação da projeção cônica da fotografia para a projeção ortogonal da carta.

É justamente por causa da projeção cônica da fotografia aérea que os objetos deformam-se no sentido radial, a partir do centro da fotografia. Assim, quanto mais alto for o objeto e mais distante estiver do centro da foto, maior será a distorção da sua imagem. Quando a projeção cônica é transformada em ortogonal, através da retificação diferencial, a fotografia transforma-se em uma ortofoto e a deformação vertical dos objetos é bastante minimizada.

A escala de uma fotografia aérea pode ser calculada a partir da relação entre a distância focal da câmara e a altura do vôo. Exemplo: cálculo de escala da foto obtida em um vôo de 6.000m de altura e distância focal de 150mm:

$$E = f / H$$

$$E = 150 / 6.000.000$$

$$E = 1 / 40.000$$

Onde:

E = escala

f = distância focal da câmara

H = altura do vôo

Dentre as inúmeras funções das fotografias aéreas, destaca-se a elaboração de mapas temáticos, a atualização de determinados aspectos das cartas e a orientação do deslocamento no trabalho de campo. A vantagem do uso conjugado (carta e foto) pode ser explicada pela riqueza de informações contidas nas fotografias aéreas, em comparação com as cartas, que representam seletiva e generalizadamente a superfície terrestre.

Na etapa de elaboração de projeto, é indicada a busca de instituições e empresas que possuam acervos aerofotogramétricos. As perguntas recorrentes são: a área de estudo está recoberta por um vôo aerofotográfico? O vôo é atual? Em que escala? É possível consultá-lo ou obter cópias das fotos?

4.3.3 Imagens de satélite

De acordo com Crosta (1993), as imagens produzidas por sensoriamento remoto, na forma digital, são constituídas por elementos estruturados na forma de uma grade ou malha. Os componentes dessa grade são denominados *pixel*⁸.

A unidade de medida das imagens de satélite, mais relevante para este capítulo, é a resolução espacial⁹. Ela é definida pelo tamanho do *pixel* e representa a menor área, no terreno, que o sensor é capaz de detectar. Essa resolução decorre do processo de geração da imagem, e está associado ao “campo de visada instantânea” (*instantaneous field of view* - IFOV) do sensor do satélite (ver exemplos de imagens no capítulo sobre Sensoriamento Remoto).

A resolução espacial, portanto, se diferencia da escala, pois se refere ao tamanho do *pixel*, menor elemento da imagem, e não às dimensões do objeto no terreno. Contudo, como é possível sobrepor as imagens de satélite às cartas topográficas, é admissível estabelecer uma relação entre elas.

Quanto maior a resolução do *pixel*, ou seja, quanto mais detalhes a imagem contiver, mais fácil estabelecer a correspondência entre as coordenadas da carta topográfica e da imagem (ver mais detalhes no item sobre Geo-referenciamento). Exemplo: um *pixel* com resolução de 30x30 metros (do satélite Landsat TM 5), que representa 900m² no terreno, não possibilita um ajuste satisfatório a uma carta na escala 1/10.000, pois os pontos identificáveis na imagem e na carta possuem tamanhos muito diferentes. O cruzamento de duas estradas, que mede aproximadamente 10x10 metros no terreno (1x1mm na carta), pode ser representado por um pixel que mede 30x30 metros no terreno (3x3mm na carta). Essa “diferença” de posicionamento, se repetido em outros pontos de ajuste, certamente implicará em erros de geo-referenciamento da imagem.

Também é possível estabelecer uma relação entre o tamanho do *pixel* e as dimensões do objeto pesquisado. Assim, o *pixel* de 30 metros não é indicado para o estudo de loteamentos urbanos, com terrenos que medem 6x20 metros, pois a área que o *pixel* representa no terreno (900m²) é, aproximadamente, sete vezes maior do que o objeto estudado (120m²).

Assim como acontece com a carta topográfica, é importante comparar o tamanho e a forma de ocorrência do objeto estudado com a resolução da imagem de satélite. Os

⁸ É uma palavra de origem inglesa, formada pela contração de *picture element*.

⁹ As resoluções espectral e radiométrica não serão consideradas neste trabalho.

satélites mais recentes permitem documentar o terreno com alta resolução (1 metro ou menor). Da mesma forma, quanto maior a resolução do *pixel*, menor a extensão da área representada. Exemplo: por causa do tamanho dos arquivos e do preço das imagens, pode ser contra-indicado utilizar uma resolução de 1 metro para pesquisar uma área de 900 km².

O uso conjugado com as cartas pode permitir a união da exatidão cartográfica da carta com a atualidade das informações geradas pelos sensores orbitais. Além disso, o nível de abstração das imagens é menor do que o do mapa. Algumas composições coloridas¹⁰, assim como as fotos, exigem menor “esforço” para identificação dos objetos, pois são muito semelhantes à realidade. Os mapas, que representam os fenômenos por meio de símbolos (pontos, linhas e polígonos), exigem maior capacidade de interpretação para decodificar os elementos grafados.

4.4 Sugestões e recomendações para o trabalho de campo

Este item contém algumas indicações que podem ser úteis antes ou durante o trabalho de campo. Pressupõem a utilização de cartas topográficas, fotografias aéreas, imagens de satélite, bússola, trena ou GPS. Foram agrupadas em: documentos, medições, equipamentos.

4.4.1 Documentos

- Antes do trabalho de campo, consulte os *sites*: da EMBRAPA, para ver imagens de satélite de todo o país (<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>); e do IBGE para obter informações dos municípios e visualizar o servidor de mapas (<http://www.ibge.gov.br>);
- A escala numérica não pode conter indicação de unidade (centímetro, metro ou quilômetro). Lê-se “um para cinquenta mil” (1/50.000). A vantagem do seu uso reside dela informar, imediatamente, o número de reduções do qual a superfície foi submetida;
- Escala gráfica requer unidade de medida (metros ou quilômetros). Ela não perde validade caso o desenho seja ampliado ou reduzido, pois acompanha a mudança de escala do mapa;

¹⁰ Combinação de 3 bandas espectrais do satélite às cores vermelha, verde e azul (ver mais informações no item Exemplos de Imagens de Satélite, do capítulo sobre Sensoriamento Remoto)

- A escala das fotografias aéreas e das imagens de satélites é sempre aproximada, por causa da influência do relevo. A escala é definida sobre um plano de referência, que corresponde à altitude média do terreno;
- A sobreposição da carta topográfica e da fotografia aérea, mesmo com escalas idênticas, não é possível por causa das diferentes projeções (quando uma parte se ajusta, a outra fica desalinhada). Contudo, são instrumentos complementares e o seu uso conjugado aumenta o número de detalhes de que o pesquisador dispõe. A ampliação ou redução da escala de fotos e imagens, numa foto-copiadora, e a sua reprodução sobre uma transparência pode ser útil e enriquecer as análises, mesmo que não haja coincidência dos limites;
- A maioria das fotos aéreas dos acervos é em Preto & Branco (P&B). A foto-cópia colorida de fotografias aéreas P&B garante uma qualidade satisfatória (permite a estereoscopia¹¹) e preserva o documento original da umidade e dos eventuais imprevistos do trabalho de campo. No momento, as fotografias aéreas coloridas estão se tornando mais comuns, por causa da semelhança de preço com as P&B, e facilitam ainda mais o trabalho do pesquisador;

4.4.2 Medições

- Ao medir a distância entre dois topos de morro, numa carta topográfica, o usuário mensura a distância em linha reta, ou seja, uma distância que desconsidera o relevo. Uma alternativa para obter a distância que será caminhada, entre esses pontos, é realizar um perfil topográfico. Deve-se medir a distância entre os pontos com um barbante, acompanhando as variações do relevo. O próximo passo é esticar o barbante e medi-lo com uma régua, calculando a sua distância através da escala do perfil;
- A largura de estradas e rios (elementos lineares) e o tamanho de cidades (pontos) podem não corresponder à dimensão real. Na maioria dos casos, trata-se de um artifício de representação, para tornar as entidades visíveis na respectiva escala;

4.4.3 Equipamentos

¹¹ É a sensação de tridimensionalidade (ilusão de ótica) produzida quando observamos documentos com uma determinada de superposição de áreas, através de lentes apropriadas.

Disponível em:

http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/glossario/glossario_cartografico.shtml Acesso em: 16 fev. 2005.

- Para orientar a carta topográfica no campo, deve-se manter o norte magnético da carta alinhado ao norte da agulha da bússola;
- Antes de usar um GPS, é imprescindível ajustar 3 elementos: o Datum¹², a hora e o tipo de coordenada. Verifique qual é o Datum nas margens da carta topográfica (Córrego Alegre ou *South American Datum* 1969 – SAD-69) e selecione a mesma referência. Acerte o relógio do GPS até que marque o horário correto do local onde ele está sendo utilizado. Escolha as coordenadas geográficas (Latitude e Longitude) expressa em graus minutos e segundos ou as coordenadas plano-retangulares (UTM), que são métricas;
- Dependendo do equipamento, do número e da geometria dos satélites rastreados, a determinação das altitudes de um GPS manual pode possuir precisão inferior a de um altímetro.

4.5 Referências Bibliográficas

ALMEIDA, R.A. Anexo sobre escala. Apostila de aula não publicada. S/d.

ANDERSON, P.S. **Fundamentos para fotointerpretação**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia. 1982. 136p.

CASTRO, I. E. O problema da escala. In: CASTRO, I.E.; GOMES, P.C.C.; CORRÊA, R.L. **Geografia: conceitos e temas**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2003. p.117-140.

CROSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG/UNICAMP. 1993. 170p.

D'ALGE, J.C.L. & GOODCHILD, M.F. Generalização Cartográfica, Representação do Conhecimento e SIG. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Salvador, 1996. **Anais** v.1, p.147-151. 1 CD-ROM.

FABRIKANT, S.I. Evaluating the usability of the scale metaphor for querying semantic information spaces. In: Spatial Information Theory: foundations of Geographic Information Science. Conference on Spatial Information Theory (COSIT '01). Lecture Notes in Computer Science 2205. MONTELLO, D. R. (ed.). Berlin: Springer Verlag. 2001. p.156-171.

Disponível em: http://www.geog.ucsb.edu/~sara/html/research/cosit01/fabrikant_cosit01.pdf Acesso em 14 jul 2004.

¹² Sistema de referência para as coordenadas geodésicas e aceleração da gravidade. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/glossario/glossario_cartografico.shtml Acesso em: 16 fev. 2005.

- GOODCHILD, M.F. & QUATTROCHI, D.A. Scale, multiscaling, remote sensing and GIS. In: QUATTROCHI, D.A. & GOODCHILD, M.F. **Scale in remote sensing and GIS**. Boca Raton: Lewis Publishers. 1997. p.1-11.
- LACOSTE, I. Os objetos geográficos. **Seleção de Textos AGB**: Cartografia temática. v.18, p.1-16, 1988.
- MONTELLO, D.R. Scale in geography. In: SMELSER, N.J. & BALTES, P.B. **International encyclopedia of the social and behavioral sciences**. Oxford: Pergamon Press. 2001. p.13501-13504.
- OLIVEIRA, C. **Dicionário Cartográfico**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 1983. 781p.
- RACINE, J.B.; RAFFESTIN, C.; RUFFY, V. Escala e ação, contribuições para uma interpretação do mecanismo de escala na prática da Geografia. **Revista Brasileira de Geografia**. v.45, (1), p.123-135. 1983.

Anexo 1 (*)

Um mapa, uma fotografia aérea ou uma imagem de satélite são representações em escala da superfície da terra, envolvendo redução da realidade.

Escala cartográfica: é a relação (E) entre uma distância medida no mapa (Dm) e uma distância medida no terreno (Dt). É possível calcular um dos valores caso os outros dois parâmetros forem conhecidos:

$$Dm = Dt / E$$

$$Dt = Dm \times E$$

$$E = Dt / Dm$$

E = denominador da escala; Dm = distância no mapa; Dt = distância no terreno.

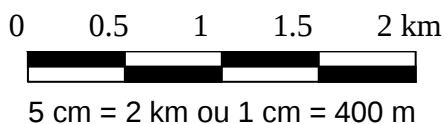
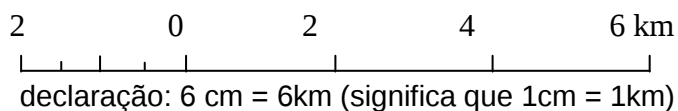
Escala Numérica:

1:500 ou 1/500 (Lê-se: um para quinhentos)

Declaração: 1 unidade no mapa = 500 unidades no terreno

Escala Gráfica:

É um segmento de reta dividido conforme a escala numérica. Pode conter ou não um talão (subdivisão numérica à esquerda do zero)



Sistema Métrico Decimal

Quilômetro	hectômetro	decâmetro	metro	decímetro	centímetro	milímetro
(1000m)	(100m)	(10m)	(1m)	(0,1 m)	(0,01m)	(0,001m)

Escala do mapa	1 cm representa
1/10.000	100 m
1/50.000	500 m
1/100.000	1.000 m (1 km)
1/500.000	5 km
1/1.000.000	10 km

(*) Anexo produzido e cedido pela Profa. Dra. Regina Araújo de Almeida