

O uso de mapas e imagens de satélite é cada vez mais freqüente no nosso dia-a-dia. A sua correta interpretação, no entanto, exige o domínio de conceitos básicos nem sempre acessíveis na literatura disponível em língua portuguesa.

A experiência de Paulo Roberto Fitz como geógrafo em equipes multidisciplinares e como professor dos ensinos médio e superior vem à tona no presente livro. Ele busca tratar os assuntos de modo acessível tanto aos professores quanto aos profissionais técnicos, cobrindo um espectro adequado de temas com a dose de profundidade pertinente aos propósitos de uma Cartografia Básica.

Ênfase é dada aos conceitos fundamentais de Cartografia, abordando sistemas de coordenadas e escala, introduzindo também o uso do GPS na obtenção de informação cartográfica. Também aborda fontes de dados como as fotografias aéreas e as imagens de satélite, cada vez mais utilizadas na atualização e geração de novos mapas temáticos. Outro tópico fundamental é o manuseio das cartas topográficas do mapeamento sistemático brasileiro. Essas informações cartográficas estão disponíveis há décadas, mas, infelizmente, têm sido pouco utilizadas, às vezes, por desconhecimento, outras vezes, por carência de informações básicas de como extrair dados com maior eficiência. Todos os temas estão adequadamente ilustrados com figuras simples e objetivas. Por tratar-se de bibliografia introdutória, foi muito prática a inclusão da correspondência de unidades de medida no sistema métrico decimal, bem como das relações entre unidades do sistema métrico decimal com aquelas do sistema inglês.

Trata-se de uma bibliografia fundamental, tanto pela contribuição conceitual quanto pelas aplicações que o autor introduz.

Prof. Heinrich Hasenack

*Centro de Ecologia – UFRGS
Centro de Recursos Idrisi para
os países de língua portuguesa
Curso de Geografia – Unilasalle*

1	Evolução dos Sistemas Geodésicos	13
1.1	Sistema Geodésico Brasileiro.....	16
1.1.1	SAD-69	17
1.1.2	Sirgas	18
2	Escalas	19
2.1	Escala numérica	19
2.2	Escala gráfica.....	20
2.3	Escala nominal.....	20
2.4	Utilização prática	21
2.5	Escolha da escala	24
2.5.1	Conversão de unidades.....	25
2.6	Erros em Cartografia	25
3	Cartas, Mapas e Plantas.....	27
3.1	Classificação	28
3.1.1	Classificação de acordo com os objetivos	28
3.1.2	Classificação de acordo com a escala.....	29
3.2	Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo (CIM).....	30
3.2.1	Desdobramento da CIM.....	31
3.3	Croquis	33
4	A Representação Cartográfica.....	34
4.1	Orientação	34
4.2	Direção norte e ângulos notórios	36
4.3	Rumos e azimutes.....	38
4.4	A representação cartográfica e a forma da Terra	40
4.5	Construção de um globo.....	41
4.6	Projeções cartográficas.....	41
4.6.1	Classificação das projeções	43
4.6.2	Exemplos de projeções.....	47
5	Cartografia Temática	48
5.1	Mapas temáticos.....	48
5.1.1	Elementos constituintes de um mapa temático	48
5.1.2	Uso de legendas e convenções.....	50
5.1.3	A qualidade das informações	50
5.1.4	A representação temática: o uso de convenções	51
5.1.5	Fonte da informação e suas referências	53

5.1.6 Sistema de projeção e escala.....	54
5.2 Estrutura dimensional.....	54
5.3 Altimetria	55
5.4 Construção de mapas temáticos	55
5.4.1 Mapas zonais	57
5.4.2 Mapas de pontos.....	57
5.4.3 Mapas de círculos.....	59
5.4.4 Mapas de isolinhas	61
5.4.5 Mapas de fluxo	63
6 Localização de Pontos.....	65
6.1 Meridianos e paralelos.....	66
6.2 Latitude e longitude	66
6.3 Sistemas de coordenadas.....	67
6.3.1 Sistema de coordenadas geográficas.....	67
6.3.2 Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM).....	69
6.4 Localização de pontos em um mapa	70
6.4.1 Cálculo das coordenadas geográficas.....	70
6.4.2 Cálculo das coordenadas UTM.....	73
6.5 Obtenção das coordenadas em campo.....	74
6.5.1 Levantamentos topográficos.....	74
6.5.2 Sistemas de posicionamento por satélite	75
7 Fusos Horários.....	79
7.1 Hora local, hora legal e hora de aproveitamento da luz diurna.....	79
7.2 Meridiano Internacional de Origem e Linha Internacional de Mudança de Data.....	80
8 Uso Prático de Cartas Topográficas	86
8.1 Delimitação de uma bacia hidrográfica.....	87
8.2 Localização de uma bacia hidrográfica	91
8.3 Medições em cartas topográficas impressas	91
8.3.1 Distâncias em linha reta.....	91
8.3.2 Distâncias em linhas irregulares	93
8.3.3 Cálculos de áreas	94
8.4 Perfil topográfico	96
8.5 Mapas de declividades.....	97
9 Cartografia Assistida por Computador (CAC) e Cartografia Automática	99

9.1	Entrada e estrutura dos dados.....	100
9.2	Resolução de imagens raster.....	102
9.3	Digitalização e vetorização de imagens raster.....	104
9.3.1	Digitalização de imagens.....	104
9.3.2	Vetorização de imagens raster.....	106
9.4	Atualidade da CAC.....	106
9.5	Cartografia e geoprocessamento.....	107
10	Aerofotogrametria e Sensoriamento Remoto.....	109
10.1	Tipos de sensores.....	109
10.2	Sensoriamento remoto e aerofotogrametria.....	110
10.2.1	Operações em aerofotogrametria (etapas a serem cumpridas).....	112
10.2.2	Vôo aerofotogramétrico.....	113
10.2.3	Geometria da aerofoto vertical.....	113
10.2.4	Estereoscopia.....	119
10.2.5	A interpretação de imagens.....	122
11	Gráficos e Diagramas.....	130
11.1	Regras para a representação gráfica.....	130
11.2	Bases para a representação gráfica.....	131
11.3	O uso adequado de gráficos e diagramas.....	133
11.3.1	Diagramas lineares ou gráficos em curva.....	133
11.3.2	Gráficos em barras ou colunas.....	134
11.3.3	Gráficos em setores.....	135
11.3.4	Gráficos direcionais.....	137
11.3.5	Gráficos piramidais.....	137
11.3.6	Diagrama climático.....	138
11.3.7	Pirâmide etária.....	139
	Bibliografia.....	142

4 A REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA

A representação cartográfica vem evoluindo, há milhares de anos, até apresentar-se da forma como a conhecemos nos dias de hoje. Como seu produto mais significativo, temos os tão conhecidos mapas.

Pode-se definir REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA como a representação gráfica da superfície da Terra, ou de outro planeta, satélite, ou mesmo da abóbada celeste, de forma simplificada, de maneira que se possam distinguir os fenômenos nela existentes e seus elementos constituintes.

Para não fugir aos propósitos deste livro, quaisquer referências dedicadas a essa representação serão vinculadas tão-somente à superfície terrestre.

4.1 ORIENTAÇÃO

Um dos aspectos mais importantes para utilização eficaz e satisfatória de um mapa diz respeito ao sistema de orientação empregado por ele. O verbo orientar está relacionado com a busca do ORIENTE, palavra de origem latina que significa nascente. Assim, o “nascer” do Sol, nessa posição, relaciona-se à direção (ou sentido) leste, ou seja, ao Oriente.

Possivelmente, o emprego dessa convenção está ligado a um dos mais antigos métodos de orientação conhecidos. Esse método se baseia em estendermos nossa mão direita na direção do nascer do Sol, apontando, assim, para a direção leste ou oriental; o braço esquerdo esticado, conseqüentemente, se prolongará na direção oposta, oeste ou ocidental; e a nossa frente estará voltada para o norte, na direção setentrional ou boreal. Finalmente, as costas indicarão a direção do sul, meridional, ou ainda, austral. A representação dos pontos cardeais se faz por Leste (E ou L); Oeste (W ou O); Norte (N); e Sul (S). A Fig. 4.1 apresenta essa forma de orientação.

4 A representação cartográfica

Importante:

Deve-se tomar cuidado ao fazer uso dessa maneira de representação, já que, dependendo da posição latitudinal do observador, nem sempre o Sol estará exatamente na direção leste.

A fim de se ter uma adequada orientação do espaço nele representado, um mapa deve conter, no mínimo, a indicação norte. Normalmente, por convenção, essa orientação se dá com o norte indicando o sentido superior do mapa, e o sul, o inferior.

Tomando por base as direções norte e sul como principais, pode-se construir a chamada “Rosa-dos-ventos” (Fig. 4.2), a qual contém direções intermediárias estabelecidas com o intuito de auxiliar a orientação do usuário.

Essas indicações (norte “para cima”, sul “para baixo”) são simples convenções e podem ser alteradas pelo usuário. Como se sabe, o Planeta não obedece a um referenciamento específico. Na Antigüidade, muitos mapas situavam, por exemplo, a cidade de Meca como centro da Terra, onde a direção sul era indicada no sentido da porção superior da folha de papel. A Fig. 4.3 apresenta um mapa contendo a divisão regional do Brasil, invertido em relação à orientação tradicional, com a indicação da direção norte “para baixo” da folha.

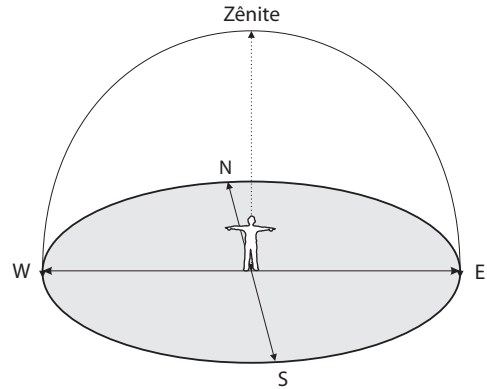


Fig. 4.1 Forma de orientação

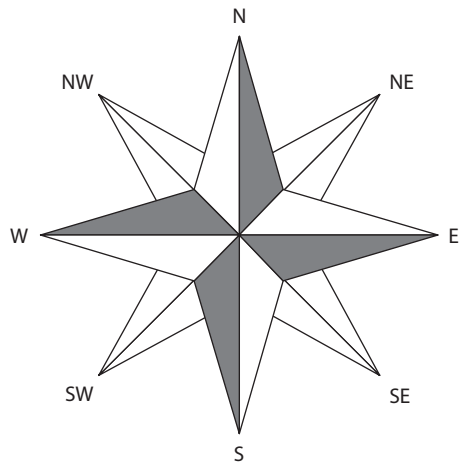


Fig. 4.2 Rosa-dos-ventos

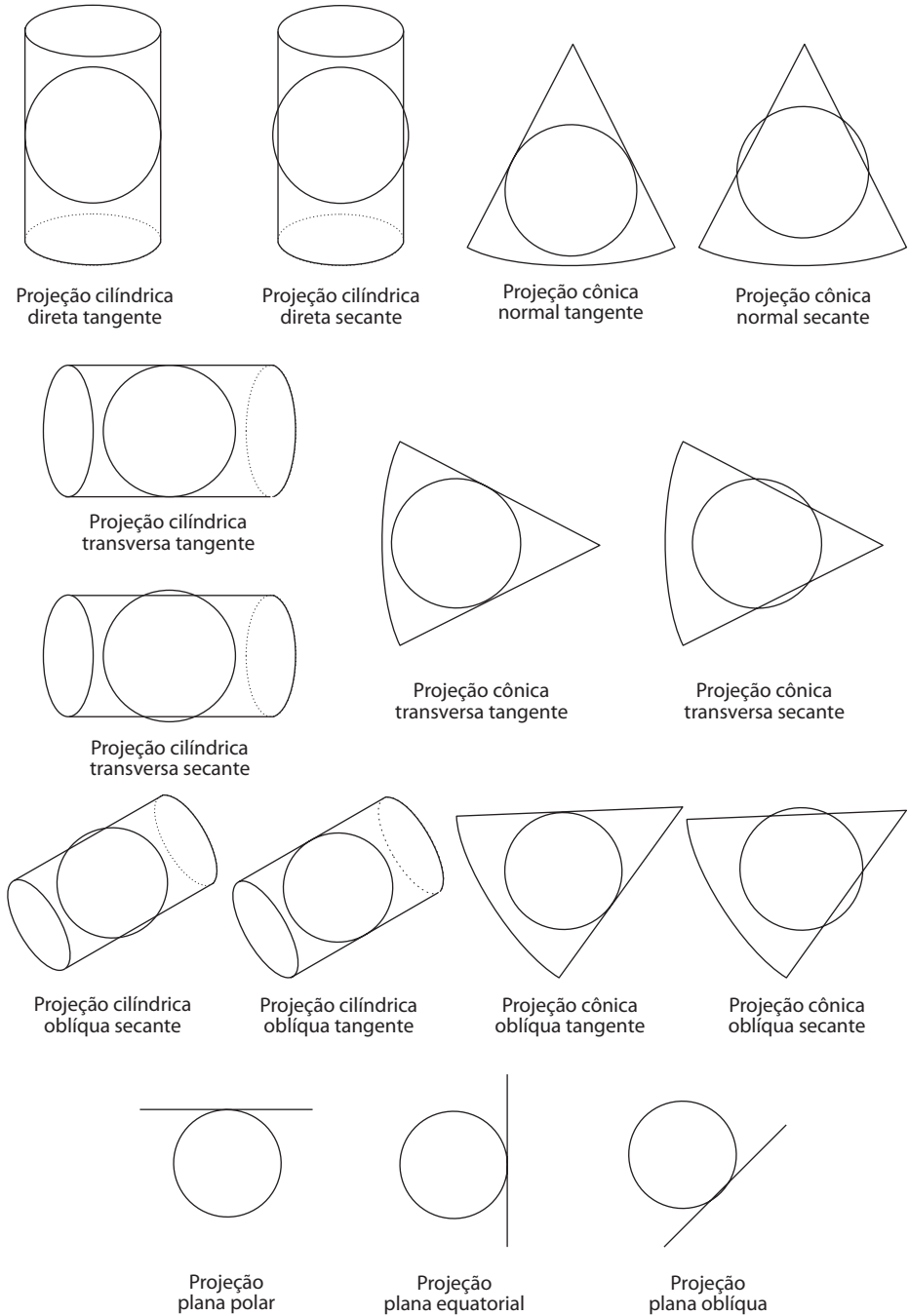


Fig. 4.10 Classificação das projeções quanto à posição e à situação da superfície de projeção

Classificação quanto à situação da superfície de projeção (Fig. 4.10):

- **TANGENTE:** quando a superfície de projeção tangencia o elipsóide em um ponto (planas) ou em uma linha (cilíndricas ou cônicas).
- **SECANTE:** quando a superfície de projeção corta o elipsóide em dois pontos (planas) ou em duas linhas (cilíndricas ou cônicas) de secância.

4.6.2 EXEMPLOS DE PROJEÇÕES

Com a finalidade de exemplificar a utilização das classificações apresentadas, serão mostradas duas projeções cartográficas.

Projeção azimutal estereográfica polar

Trata-se de uma projeção CONFORME com um aumento progressivo, em termos de escala, no sentido pólo-equador. A Fig. 4.11 apresenta o desdobramento dessa projeção.

Projeção central cilíndrica direta tangente

Trata-se de uma projeção cilíndrica com um aumento progressivo, em termos de escala, no sentido equador-pólos, com grandes deformações nas altas latitudes (Fig. 4.12).

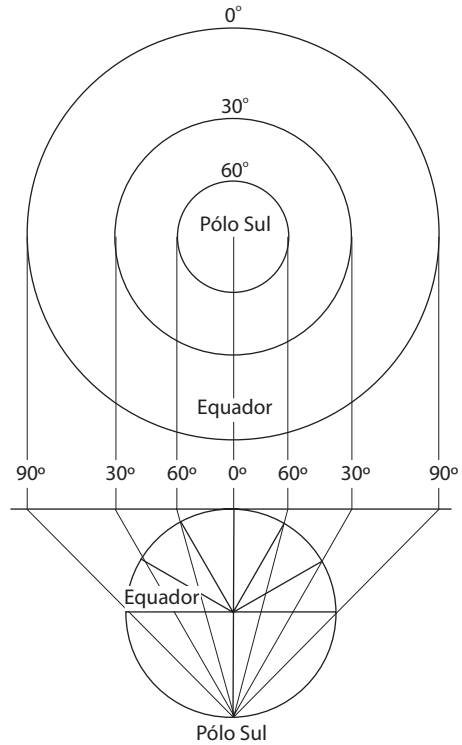


Fig. 4.11 Projeção azimutal estereográfica polar

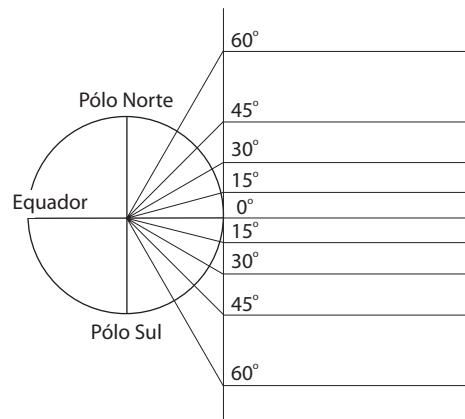


Fig. 4.12 Projeção central cilíndrica direta tangente

para efeitos de localização, esse município se situa nas coordenadas $\lambda = 51^{\circ}56'24''\text{WGr}$ (lê-se: cinqüenta e um graus, cinqüenta e seis minutos e vinte e quatro segundos de longitude oeste, ou, a oeste de Greenwich), ou ainda, $\lambda = -51^{\circ}56'24''$, e $\varphi = 29^{\circ}24'S$ (lê-se: vinte e nove graus e vinte e quatro minutos de latitude sul, ou, ao sul do equador), ou então, da forma $\varphi = -29^{\circ}24'$.

A Fig. 6.3 apresenta uma reprodução do canto inferior esquerdo da carta SH.22-V-D-VI-4. Nela podem ser identificadas as coordenadas geográficas $-30^{\circ}00'$ e $-51^{\circ}15'$. Esses valores indicam, respectivamente, TRINTA GRAUS DE LATITUDE SUL E CINQÜENTA E UM GRAUS E QUINZE MINUTOS DE LONGITUDE OESTE.

Em geral, em uma escala 1:50.000, enquanto as coordenadas planas são expostas em quadrículas com intervalo de 2.000 m, as coordenadas geográficas são apresentadas em intervalos de 5'.

A reprodução a seguir pode não expressar exatamente os valores corretos relacionados à escala, por causa de possíveis distorções provocadas pela impressão deste livro.

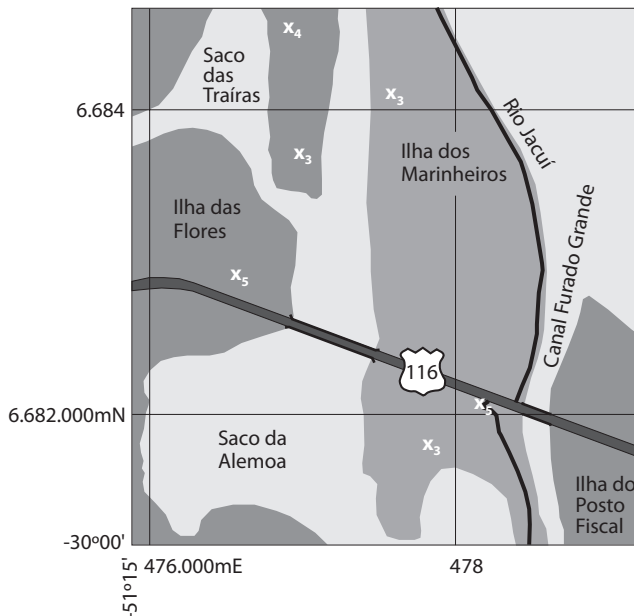


Fig. 6.3 Reprodução do canto inferior esquerdo da carta SH.22-V-D-VI-4

6.3.2 SISTEMA UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (UTM)

A projeção do belga Gerhard Kremer, conhecido como Mercator, publicada em 1569, além de possibilitar um enorme avanço na cartografia de sua época, em virtude de sua construção, que conseguiu trabalhar com paralelos retos e meridianos retos e equidistantes, acabou por ser utilizada até hoje. Essa projeção originou um sistema largamente aplicado em trabalhos cartográficos, sistema este conhecido como SISTEMA UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (UTM).

O sistema UTM adota uma projeção do tipo cilíndrica, transversal e secante ao globo terrestre. Ele possui sessenta fusos (zonas delimitadas por dois meridianos consecutivos), cada um com seis graus de amplitude, contados a partir do antimeridiano de Greenwich, no sentido oeste-leste, em coincidência com os fusos da CIM, percorrendo a circunferência do globo até voltar ao ponto de origem. Os limites de mapeamento são os paralelos 80°S e 84°N, a partir dos quais se utiliza uma projeção estereográfica polar.

Esse sistema adota COORDENADAS MÉTRICAS PLANAS OU PLANO-RETANGULARES, com características específicas que aparecem nas margens das cartas, acompanhando uma rede de quadriculas planas.

O cruzamento do equador com um meridiano padrão específico, denominado MERIDIANO CENTRAL (MC), é a origem desse sistema de coordenadas. Os valores das coordenadas obedecem a uma sistemática de numeração, a qual estabelece um valor de 10.000.000 m (dez milhões de metros) sobre o equador e de 500.000 m (quinhentos mil metros) sobre o MC. As coordenadas lidas a partir do eixo N (norte-sul) de referência, localizado sobre o equador terrestre, vão se reduzindo no sentido sul do equador. As coordenadas do eixo E (leste-oeste), contadas a partir do MC de referência, possuem valores crescentes no sentido leste e decrescentes no sentido oeste.

Por ser constituído por uma projeção secante, no meridiano central tem-se um fator de deformação de escala $\kappa = 0,9996$ em relação às linhas de secância, em que $\kappa = 1$, que indicam os únicos pontos sem deformação linear. Como há um crescimento progressivo após a passagem pelas linhas de secância, grandes problemas de ajustes podem vir a ocorrer em trabalhos que utilizem cartas ADJACENTES ou

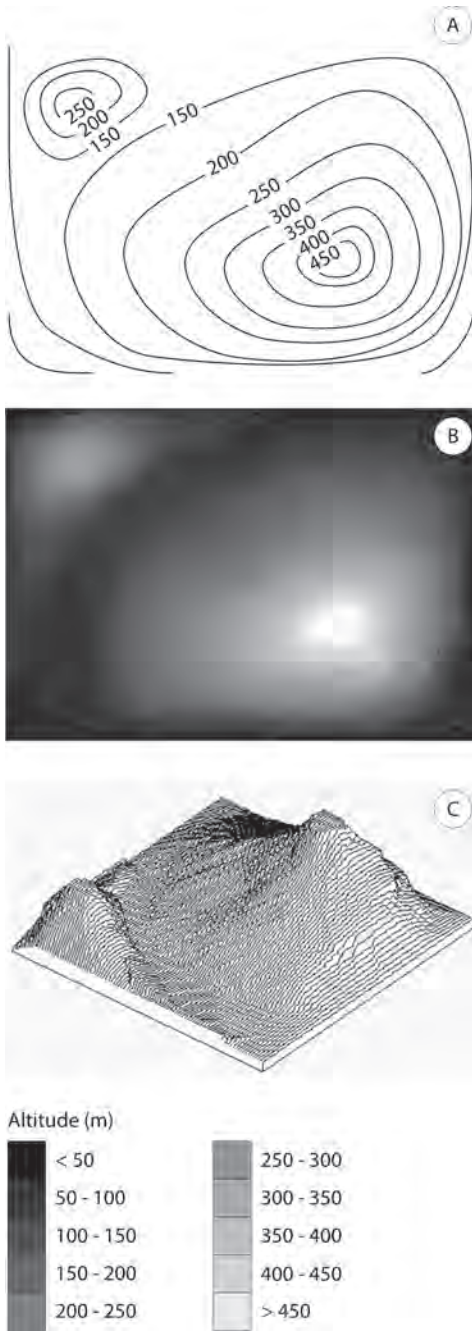


Fig. 9.5 Simulação de um MNT

atualmente, como uma ferramenta indispensável para a realização de pesquisas de cunho geográfico.

A Cartografia digital, dentro dessa perspectiva, exerce papel fundamental e indispensável para um bom desempenho na área das chamadas geotecnologias.

O geoprocessamento, entendido como uma técnica que, utilizando um SIG, busca a realização de levantamentos, análises e cruzamentos de informações georreferenciadas, visando à realização do planejamento, manejo e/ou gerenciamento de um espaço específico, apóia-se na Cartografia digital para realizar essa manipulação de dados.

Assim, a integração dessas técnicas deve-se à necessidade da “amarração” das informações contidas em um banco de dados que, por sua vez, deve apresentar uma estruturação espacial definida, sem a qual a aplicação do geoprocessamento não é concebível.

AEROFOTOGRAMETRIA E SENSORIAMENTO REMOTO 10

A confecção de cartas topográficas, entendidas como aquelas que compreendem as escalas médias, situadas entre 1:25.000 e 1:250.000, e que contêm detalhes planimétricos e altimétricos (ver Cap. 3), ainda hoje se baseia em LEVANTAMENTOS AEROFOTOGRAMÉTRICOS com o apoio de bases topográficas já existentes.

Desde as primeiras tentativas de levantamentos, no século XIX, utilizando-se fotografias e sensores diversos para a captação de imagens, um enorme avanço tecnológico foi sendo experimentado.

Atualmente, o SENSORIAMENTO REMOTO – técnica que utiliza sensores para captação e registro a distância, sem o contato direto, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre –, ocupa lugar de destaque como excelente complementação e, em alguns casos, substituição aos métodos tradicionais de confecção de mapas.

10.1 TIPOS DE SENSORES

Os sensores são dispositivos que possibilitam a captação da energia refletida ou emitida por uma superfície qualquer, registrando-a por meio de imagens que podem ser armazenadas nos formatos digital ou analógico, ou, ainda, diretamente sobre um filme ou chapa sensível.

De forma geral, pode-se classificar os sensores em ATIVOS e PASSIVOS.

Os SENSORES ATIVOS são aqueles que possuem uma fonte de energia própria, ou seja, eles mesmos emitem energia na direção dos alvos e captam a sua reflexão. O Radio Detection and Rating (Radar) – que, de forma sucinta, designa um equipamento utilizado para gerar, transmitir ou receber dados por meio de ondas de rádio, visando, especialmente, à captação, à localização e ao rastreamento de objetos situados na superfície terrestre – é um exemplo desse tipo de sensor. Uma câmara de vídeo com *spot* de luz acoplado, ou uma máquina



11 GRÁFICOS E DIAGRAMAS

Outra maneira, cada vez mais utilizada, de representar determinados tipos de fenômenos, dá-se por meio de diagramas e gráficos.

De uma forma um tanto ampla, pode-se pensar em um gráfico, ou diagrama – entendidos como sinônimos –, como aquela representação de um determinado fenômeno, normalmente expresso sob a forma de uma função matemática ou de dados tabulares, fazendo-se uso de um desenho.

A apresentação de dados sob a forma de um diagrama possui algumas vantagens em relação à tabular, visto que se tem uma impressão visual mais clara, rápida e abrangente dos fenômenos descritos. Entretanto, uma representação tabular sempre traz os dados exatos consigo, o que, em termos gráficos torna-se um tanto difícil.

Assim sendo, como no caso dos mapas, a precisão do gráfico dependerá da sua escala.

11.1 REGRAS PARA A REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

Para uma boa tradução do que se deseja representar, devem-se seguir determinadas regras básicas:

- O diagrama deve possuir um título que expresse, de forma clara e objetiva, as informações desejadas.
- Em gráficos que utilizem sistemas de coordenadas, as linhas contendo os eixos de origem devem ser destacadas em relação às demais.
- No caso de uso de legendas ou convenções, deve-se primar pela sua clareza.
- Devem-se colocar os valores da escala, as unidades de medidas, as convenções adotadas, bem como a fonte dos dados.
- Ao utilizar sombras, hachuras ou cores, devem-se evitar possíveis ilusões de óptica ou outros efeitos desagradáveis.

- Sempre se deve imaginar o usuário como leigo no assunto apresentado, buscando facilitar, ao máximo, o entendimento do produto final.

11.2 BASES PARA A REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

Como já foi colocado, um gráfico ou diagrama está sempre vinculado a uma função matemática, ou a uma tabela contendo dados alfanuméricos. Neste capítulo, abordaremos tão-somente a relação existente entre essas tabelas e os diagramas delas derivados.

A forma mais utilizada para o tratamento dos dados de uma tabela se vincula às chamadas SÉRIES ESTATÍSTICAS, nas quais são analisados seus elementos constituintes. As SÉRIES ESTATÍSTICAS dividem-se em: SÉRIES TEMPORAIS OU CRONOLÓGICAS, SÉRIES GEOGRÁFICAS OU ESPACIAIS, SÉRIES ESPECIFICATIVAS OU CATEGÓRICAS e SÉRIES DE MÚLTIPLA ENTRADA OU MÚLTIPLAS.

AS SÉRIES TEMPORAIS OU CRONOLÓGICAS trabalham, como elemento variável, o tempo, permanecendo como elementos fixos o local e a espécie do fenômeno. A Tab. 11.1 apresenta uma série desse tipo.

Tab. 11.1 EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO DE PORTO ALEGRE – 1980-2005 (ESTIMATIVA)

ANO	POPULAÇÃO
1980	1.125.477
1992	1.268.511
1995	1.283.920
2000	1.360.590
2005	1.405.811

Fonte: adaptado de Fundação de Economia e Estatística (RS). Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br/sitefee/pt/content/estatisticas/pg_populacao.php>.

AS SÉRIES GEOGRÁFICAS OU ESPACIAIS (Tab. 11.2) apresentam o local do fenômeno como elemento variável e, como elementos fixos, o tempo e a espécie do fenômeno.

No caso das SÉRIES ESPECIFICATIVAS OU CATEGÓRICAS (Tab. 11.3), verifica-se que o local do fenômeno e o tempo não variam. As variações se manifestam na espécie ou categoria dos fenômenos descritos nelas.