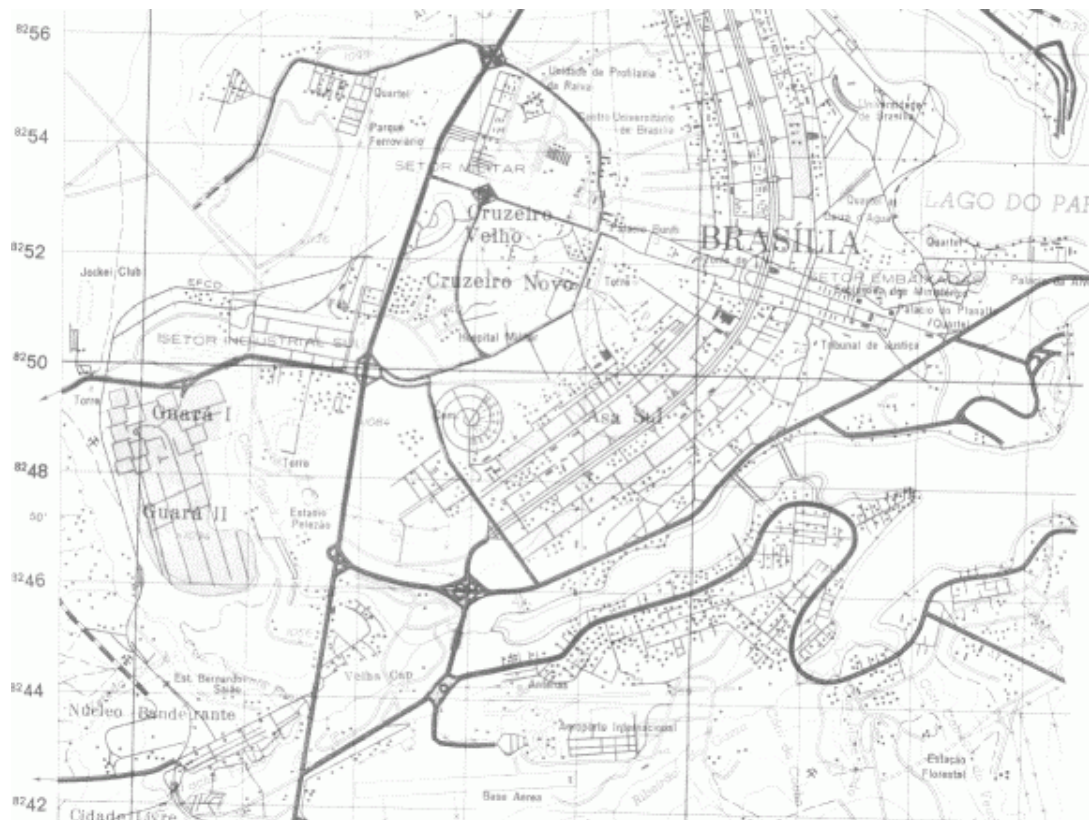


# PRINCÍPIOS DE CARTOGRAFÍA BÁSICA

VOLUME No. 1 (Capítulos 1 a 7) da Série  
PRINCÍPIOS DE CARTOGRAFÍA



Editor – Coordenador:  
Paul S. Anderson

Incluindo Capítulos Traduzidos do Livro Maps, Distortion and  
Meaning por Mark S. Monmonier

# PRINCÍPIOS DE CARTOGRAFÍA BÁSICA

## VOLUME No. 1 (Capítulos 1 a 7) da Série PRINCÍPIOS DE CARTOGRAFÍA

Editor – Coordenador:

Paul S. Anderson

Professor de Cartografia e Geografia  
Illinois State University

Contribuintes de textos escritos:

Paul S. Anderson  
Mark S. Monmonier  
Antônio Jorge Ribeiro  
Alcyone V. R. Saliba  
Phillip Muhrcke  
Fernando Rodrigues de Carvalho

Tradutores de Capítulo 3 e vários ítems:

Noeli Vettori Anderson  
Paulo Frederico Hald Madsen

Orgãos Cartográficas que apoiam este livro com material gráfico:

DSG – Diretoria de Serviço Geográfico  
FIBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Direitos Reservados  
Copyright © 1982 Paul S. Anderson

**VOLUME UM**  
**PRINCÍPIOS DE CARTOGRAFIA BÁSICA**  
Relações dos Capítulos

**Capítulo 1**  
**A NATUREZA DA CARTOGRAFIA**

- 1.1 A QUESTÃO DA COMUNICAÇÃO E DA DISTORÇÃO
- 1.2 DEFINIÇÕES
  - 1.2.1 Mapas E Cartas
  - 1.2.2 OS TRÊS ATRIBUTOS IMPRESCINDÍVEIS
- 1.3 CARTOGRAFIA COMO CIÊNCIA E ARTE
- 1.4 OS GRANDES COMPONENTES DA CARTOGRAFIA.
  - 1.4.1 Visão Integrada e O Ensino de Cartografia.
  - 1.4.2 História da Cartografia. (Capítulo 2)
  - 1.4.3 Escala. (Capítulo 5)
  - 1.4.4 Projeção. (Capítulo 4 e Volume Quatro)
  - 1.4.5 Simbolização e Conteúdo de Mapas. Capítulo 6 e Volumes Três e Quatro)
  - 1.4.6 A Terceira Dimensão. (Capítulos 8 e 9 – Volume Dois)
  - 1.4.7 Topografia, Geodésica e Trabalho de Campo. (Capítulos 10 e 11 – Volume Dois)
  - 1.4.8 Fotogrametria e Imagens de Fotointerpretação Sensoriamente. (Capítulo 11 – Volume Dois)
  - 1.4.9 Técnicas de desenho. (Volume Quatro)
  - 1.4.10 Composição de Mapas. (Volume Quatro)
  - 1.4.11 Reprodução e Impressão. (Volume Quatro)
  - 1.4.12 Aspectos Financeiros e Administrativos. (Volume Quatro)
  - 1.4.13 Cartografia Automática.
  - 1.4.14 Mapas Temáticos. (Volume Três)  
(Ver os mesmos comentários de mapas especiais 1.4.15)
  - 1.4.15 Mapas Especiais.
  - 1.4.16 Leitura e Interpretação de Mapas.
  - 1.4.17 Assunto Especiais.

**Capítulo 2**  
**HISTÓRIA DA CARTOGRAFIA MUNDIAL E BRASILEIRA**

- 2.1 INTRODUÇÃO
- 2.2 HISTÓRIA DA CARTOGRAFIA MUNDIAL
- 2.3 OS PRINCIPAIS ÓRGÃOS CARTOGRÁFICOS BRASILEIROS
  - 2.3.1 A Comissão de Cartografia (COCAR)
  - 2.3.2 Diretoria do Serviço Geográfico (DSG)
  - 2.3.3 A Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
- 2.4 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CARTAS TOPOGRÁFICAS
- 2.5 DISPONIBILIDADE DE CARTAS TOPOGRÁFICAS NO BRASIL

**Capítulo 3**  
**A COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA**

- 3.1 INTRODUÇÃO
  - 3.1.1 Os Maiores Fatores da Comunicação Por Mapas
- 3.2 TÉORIA DA INFORMAÇÃO
- 3.3 UM MODELO DE COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA
  - 3.3.1 Comunicação Na Confeção De Mapas
  - 3.3.2 Comunicação Na Interpretação De Mapas

**Capítulo 4**  
**PROJEÇÃO E COORDENADAS**

- 4.1 INTRODUÇÃO
- 4.2 SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

- 4.2.1 As Bases do Sistema
- 4.2.1.1 Determinação da Latitude
- 4.2.1.2 Determinação da Longitude
- 4.2.2 Cálculo da Latitude
- 4.2.3 Cálculo da longitude
- 4.3 NOÇÕES DE PROJEÇÕES
- 4.4 A PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
- 4.5 SISTEMAS DE SUBDIVISÃO E CODIFICAÇÃO DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS BRASILEIRAS
- 4.5.1 O Sistema de Códigos “UTM Atual”
- 4.5.2 O Sistema “Antigo”
- 4.5.3 O Sistema “MI”
- 4.5.4 O Sistema “Micro-divisões” Para Escalas de 1:20.000 e maior
- 4.7 COORDENADAS UTM
- 4.7.1 As Bases das Coordenadas UTM
- 4.7.2 Uma “Régua” para Medir Coordenadas UTM
- 4.7.3 Medidas de Distâncias por Coordenadas UTM

## **Capítulo 5**

### **ESCALA, GENERALIZAÇÃO E MEDIÇÕES PLANIMÉTRICAS**

- 5.1 INTRODUÇÃO À ESCALA
- 5.2 OS TRÊS TIPOS DE ESCALAS QUANTITATIVAS
- 5.3 ESCALAS QUALITATIVAS
- 5.4 CÁLCULOS E TRANSFORMAÇÕES DE ESCALAS
- 5.4.1 Os Cálculos Básicos
- 5.4.2 As Principais Transformações De Escalas
- 5.5 GENERALIZAÇÃO
- 5.6 MEDIÇÃO PLANIMÉTRICA
- 5.6.1 Medidas Uni-Dimensionais
- 5.6.2 Medidas Bi-Dimensionais (áreas)
- 5.6.2.1 A Natureza das Áreas
- 5.6.2.2 Medidas de Áreas Com Formas Regulares
- 5.6.2.3 Medidas de Áreas Formas Irregulares
- 5.6.2.3.1 Planímetros
- 5.6.2.3.2 Outros Métodos
- 5.7 REDUÇÃO E AMPLIAÇÃO DE MAPAS
- 5.7.1 Fotocópia de Redução
- 5.7.2 Quadrados Semelhantes
- 5.7.3 Câmara Clara
- 5.7.4 Projeção Óptica
- 5.7.5 Pantógrafo
- 5.7.6 Processos Fotográficos

## **Capítulo 6**

### **SIMBOLIZAÇÃO, GENERALIZAÇÃO E AS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS EM CARTAS TOPOGRÁFICAS**

- 6.1 SIMBOLIZAÇÃO
- 6.2 CLASSIFICAÇÃO
- 6.3 INSCRIÇÕES MARGINAIS DA CARTA TOPOGRÁFICA
- 6.4 SINAIS CONVENCIONAIS DA CARTA TOPOGRÁFICA
- 6.5 CONVENÇÕES E ESCALAS CARTOGRÁFICAS FORA DO BRASIL

## **Capítulo 7**

### **CONCLUSÃO DO VOLUME UM.**

**VOLUME UM**  
**PRINCÍPIOS DE CARTOGRAFIA BÁSICA**  
Figuras Com Títulos

- Figura 1.1 - Três expressões distintas devido a diferentes combinações de artes e ciências.  
Figura 1.2 - Esquema de 17 grandes componentes da cartografia
- Figura 2.1 - Western Portion of the Mapamundi of Juan de la Costa  
Figura 2.2 - Isla Fuerte mapeada em 1500 e 1958  
Figura 2.3 - A Prancheta foi divulgada numa publicação Alemã de 1614, “Novum Instrumentum Geometricum”, por Leonhard Zubler  
Figura 2.4 - Arte nas mapas antigas.
- Figura 3.1 - Modelo de sistemas de comunicação generalizada  
Figura 3.2 - Modelo de Comunicação Cartográfica  
Figura 3.3 - Má (a esquerda) e boa (à direita) diferenciação entre a figura e o fundo
- Figura 4.1 - Meridianos e paralelos são linhas artificiais  
Figura 4.2 - Os planos perpendiculares à linha dos polos cortam a esfera segundo círculos chamados paralelos  
Figura 4.3 - Graus de Latitude (e longitude) são medidas referentes ao ângulo no centro da esfera.  
Figura 4.4 - Meridianos de Longitude  
Figura 4.5 - Tabela das Dimensões Básicas da Terra.  
Figura 4.6 - Tabela de comprimento de um grau de longitude em diversas latitudes.  
Figura 4.7 - Cálculo de latitude entre duas linhas paralelas.  
Figura 4.8 - Cálculo de longitude onde há convergência dos meridianos  
Figura 4.9 - Uma parte de uma carta topográfica a escala 1:25.000 (Brasília-NO)  
Figura 4.10 - As aparências de uma cabeça esférica segundo algumas projeções  
Figura 4.11a - Tangente  
Figura 4.11b - Secante  
Figura 4.12 - As distorções aumentam nas áreas afastadas do meridiano e anti-meridiano centrais na projeção UTM.  
Figura 4.13 - Projeção UTM tem 60 fusos para cobrir o planeta.  
Figura 4.14 - Um fuso de UTM a escala um por cem milhões  
Figura 4.15 - Cada área de 6 por 4 graus tem um código único na Carta Internacional ao Milionésimo (CIM).  
Figura 4.16 - Classificação de Cartas Topográficas desde 1:1.000.000 até 1:500.  
Figura 4.17a - Sistema antigo.  
Figura 4.17b - Sistema UTM atual.  
Figuras 4.17 - Conversão do sistema antigo ao sistema UTM para cartas na escala 1:100.000  
Figura 4.18 - Mapa Índice (MI) para os sistemas de códigos de “UTM Atual” e de “Numeração Consecutiva-MI”.  
Figura 4.19 - Tabela de escalas, tamanhos, quantidade e códigos das cartas topográficas Brasileiras  
Figura 4.21 - Um fuso de UTM exagerado dez vezes em largura para mostrar a relação entre UTM e coordenadas geográficas.  
Figura 4.22 - A medição de coordenadas UTM numa carta topográfica  
Figura 4.23 - Uma régua com duas escalas para medição de coordenadas UTM  
Figura 4.24 - Exemplo de medição de distâncias por coordenadas UTM
- Figura 5.1 - Tipos de Escalas Gráficas  
Figura 5.2 - Uso de Escala Gráfica para medir distâncias no terreno entre dois pontos num mapa  
Figura 5.2a - Distância em linha curva  
Figura 5.2b - Distância em linha reta  
Figura 5.3 - Exemplo de uma carta a escala grande 1:2,000 (área central da Universidade de Brasília)  
Figura 5.4a - Tabela dos prefixos que se usa com as unidades no sistema métrico.  
Figura 5.4.b - Principais fatores de conversão entre medidas Britânicas e métricas  
Figura 5.5 - Um Exemplo de Generalização  
Figura 5.6 - Exemplo de perda de detalhes em mapas de escalas menores.  
Figura 5.7 - Um Curvímetero  
Figura 5.8 - A relação entre escala linear e área  
Figura 5.9 - As áreas destas formas geométricas também podem ser medidas pelos métodos explicativos no item seguinte.

- Figura 5.10a – Planímetros mecânicos  
Figura 5.10b – Planímetro rolante  
Figura 5.11 – Exemplo de medição de área num planímetro de pontos.  
Figura 5.12 – Medição de uma área por faixas  
Figura 5.13 - Tabela das reduções de fotocópia pela máquina Xerox 7000.  
Figura 5.14 – Exemplo de mudança de escala por quadrados semelhantes  
Figura 5.15 – Câmara clara  
Figura 5.16 – Pantógrafo  
Figura 5.17 – Exemplos da qualidade de desenho com um pantógrafo. Notas: 1. As linhas podem ser melhoradas com réguas e curvas por um desenhista profissional. 2. Os dois mapas originais (1:25,000 e 1:100,000, Brasília) tem diferenças nas ruas e detalhes.
- Figura 6.1 – Os símbolos são importantes na leitura de mapas  
Figura 6.2 – Exemplos de símbolos cartográficos  
Figura 6.3 – O uso de símbolos e normas cartográficas  
Figura 6.4 – Representação dos principais elementos de uma carta topográfica  
Figura 6.5 – Informações do rodapé da carta topográfica no. 2215 (Brasília)  
Figura 6.6 – A margem superior da carta topográfica no. 2215 (Brasília)  
Figura 6.7 – O canto Sudoeste da carta topográfica no. 2215 (Brasília)  
Figura 6.8a – Especificações de alguns símbolos para as cartas topográficas Brasileiras 1:100,000  
Figura 6.8b – Especificações de alguns símbolos para as cartas topográficas Brasileiras 1:100,000  
Figura 6.9 – Símbolos aceitáveis e não aceitáveis na cartografia topográfica  
Figura 6.12 – Exemplo de cartografia topográfica a escala 1:250,000 (Parte sudeste da carta de Goianésia, Goiás, o que inclui a cidade de Tatuatinga, Distrito Federal.)

## AGRADECIMENTOS

Como Editor-Coordenador da presente obra, tive a imensa satisfação de trabalhar com um conjunto bem diverso de colaboradores. Três deles são renomes internacionais da Cartografia:

1. Dr. Mark S. Monmonier, professor de Geografia e Cartografia da Universidade de Syracuse, N.Y., U.S.A., autor do livro *Maps, Distortion, and Meaning*, publicado pela Association of American Geographers, AAG em 1967, completamente incluído neste obra.
2. Dr. Phillip Muehrcke, professor da University of Wisconsin Madison, WI, E.U.A. autor do livro *Map Use*, publicado pela JP Publications em 1979 e de *Thematic Cartography*, publicado pela Association of American Geographers – AAG em 1972.
3. A outra parte colaborada foi o Inter-American Geodetic Survey – IAGS, órgão de treinamento e apoio do Governo dos Estados Unidos com representação em inúmeros países latino-americanos.

Agradeço a eles a ás suas editoras a permissão de traduzir seus textos e adaptá-los ao contexto brasileiro.

Outro grupo também muito colaborou para que esta obra fosse concluída. Vários ítems dos diversos capítulos foram elaborados por principiantes de Cartografia, meus alunos do Departamento de Geografia e Cartografia da Universidade de Brasília – UnB, que com muito esforço e dedicação organizaram vários tópicos de apostilas e palestras por mim realizadas. Desejo agradecer em especial o Mário César Tompes, Paulo Frederico Hald Madsen e a Alcyone Vasconcelos Rebouças Saliba. Também recebi críticas constructivas e pequenas revisões de outros alunos de boa vontade. Entre estes dois grupos anteriores de colaboradores estão o engenheiro agrimensor Oscar de Aguiar Rosa, professor de Topografia da Universidade de Brasília, e o engenheiro cartógrafo Antonio Jorge Ribeiro, possuído de muitos anos de experiências no ensino de Cartografia e fotointerpretação no âmbito do Exército Brasileiro. Suas contribuições escritas, seus comentários e revisões valorizaram notavelmente esta obra.

Um agradecimento especial vai para a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército – DSG – bem como para a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – FIBGE, pela permissão e apoio na publicação de varias cartas e figures do texto. Como líderes da Cartografia Topográfica do Brasil, estas duas organizações têm suas atividades destacadas no Capítulo 2.

A minha esposa Noeli Vettori Anderson, que “é brasileira, e que trabalhou arduamente nas várias traduções indispesáveis, a ela devo um agradecimento sem fim, porque sempre me encorajou a apoiou desde a fase preliminary até a publicação desde obra.

Finalmente agradeço a todos que contribuíram no meu treinamento cartográfico. Entre eles estão os autores Arthur Robinson e Erwin Raizz, ao IAGS, e ao centro Interamericano de Fotointerpretação (CIAF) em Bogotá, Colômbia. Em especial agradeço ao Dr. Edward Hamming, meu primeiro professor universitário de geografia e cartografia, em 1963 no Augustana College, Rock Island, Illinois, E.U.A., que através de sua personalidade vibrante e explorações transmite o valor e o amor às cartas e mapas aos seus discípulos. Este livro é dedicado a ele e aos outros professores dinâmicos de Cartografia.

A lista a seguir especifica, em ordem de quantidade de colaboradores, os autores principais de cada capítulo, não contando as revisões editoriais que foram feitas em todos os

textos para manter um padrão linguagem. Além deles, as DSG e A Fundação IBGE contribuíram com material cartográfico em quase todos os capítulos.

Capítulo – Autores-Colaboradores:

1. Anderson, Ribeiro e Mónmonier
2. Ribeiro, Anderson, DSG e FIBGE
3. Mónmonier
4. Anderson, Ribeiro, Mónmonier e Carvalho
5. Anderson, Saliba, Ribeiro e Mónmonier
6. Anderson, Mónmonier e Muercke
7. Anderson

Mesmo que todos contribuíram tanto para este livro texto e merecem enorme crédito, eu pessoalmente assumo a responsabilidade pelas deficiências e erros que enfeitamente aconteçam, especialmente numa primeira edição. Todos nós esperamos a melhoria e o crescimento deste texto em futuros volumes complementares e revisados. Para tais fins, cada leitor está convidada a expressar sua opinião, sugerir modificação pequenas e grandes, e/ou ser um dos colaboradores nas futuras edições ou nos Guias de Estudos e Práticas.

Brasília, 05 de Maio de 1981  
Paul S. Anderson  
a/c Departamento de Geografia e História  
Universidade de Brasília  
70910 Brasília, DF



## **HOMENAGEM EM MEMORIUM**

### **Edward Hamming (1915-1982)**

Poucas dias antes de sua morte, o Dr. Hamming ficou ciente de que este livro seria dedicado a ele. Com a humildade que caracteriza as melhores pessoas, ele escreveu: “Eu acho que há outros que merecem essa honra mais que eu.” Porém, quem teve a oportunidade de ser seu aluno sabe que não houve melhor que ele.

Nascido na Holanda e imigrado aos Estados Unidos por causa da Segunda Guerra Mundial, Edward Hamming se dedicou ao ensino da Geografia. Se formou como professor (licenciado) em Geografia e História em 1947 na St. Cloud State Teachers College em Minnesota, E.U.A. Dois anos depois fez mestrado (Master of Science) em Geografia na Universidade de Chicago, e continuou lá para obter seu doutorado (Ph.D.) em 1952. Sua tese foi sobre “O Porto de Milwaukee”, um tópico da Geografia e Transportação.

Em 19, o Dr. Hamming foi contratado pela Augustana College, Rock Island, Illinois, uma instituição de nível superior dedicada a excelência no ensino. As aulas do Dr. Hamming sempre foram entre as mais populares. Apesar de ser exigente na quantidade e qualidade dos estudos, ele teve o jeito de explicar bem claro cada assunto. Ele transmitiu o conhecimento e entusiasmo ao mesmo tempo, com voz forte e gestos abundantes. Sendo magro e em altura de dois metros, o Professor Hamming dava suas aulas num anfiteatro armado com mapas nas paredes e uma régua de um metro na mão. Muitas vezes nas explicações comparando algo em dois mapas, ele apontava a um, e depois do outro, brandindo o metro como se fosse uma espada. Todo mundo sempre ficava em alerta.

Em reconhecimento, o Dr. Hamming foi eleito o “Professor do Ano” pelos alunos no primeiro ano que foi dada esta honra na Augustana College. Também, ele foi o primeiro a ser eleito a esta honra uma Segunda vez.

Além das suas qualidades como professor, o Dr. Hamming foi conhecido também por seu caráter impecável, seu sentimento religioso, seu amor pro sua família, e sua amizade perpétua.

Com ele, a Cartografia e a Geografia viviam para seus alunos. Agora esperamos que a dedicação deste livro a ele faça com que a memória dele viva com a Cartografia.

## VOLUME UM

# PRINCÍPIOS DE CARTOGRAFIA BÁSICA

Os sete capítulos que compõem este primeiro volume da série intitulada **Princípios de Cartografia** tratam de assuntos básicos de interesse para todos os diversos ramos da cartografia. Todos os cartógrafos conhecem e aplicam as bases de cartografia, porém às vezes, devido ao entusiasmo por suas especializações, eles esquecem de destacar que essas bases estão relacionadas à grandeza global e a todos os componentes da ciência cartográfica. Elas são as seguintes:

- a. A cartografia é, ao mesmo tempo, **arte e ciência**;
- b. A cartografia pode ser subdividida em pelo menos **dezasete grandes componentes** (ver a Figura 1.2), que são interligados, porém distintos, e podem ser estudados em separado por cada uma das especializações cartográficas;
- c. A **história** da cartografia mostra suas bases culturais, científicas e sua importância econômica;
- d. A **comunicação** é um dos grandes objetivos da cartografia; um outro é a análise espacial cartográfica;
- e. Todos os mapas têm distorções; contudo, geralmente elas são controladas, conhecidas e aceitáveis, desde que os usuários as entendam;
- f. Existem três atributos imprescindíveis de qualquer carta ou mapa; um é a **projeção**, que permite a representação em papel plano das coordenadas geográficas e de outras características da Terra esférica.
- g. Outro atributo é a **escala**, que determina obrigatoriamente a **generalização** da realidade;
- h. O terceiro atributo inevitável é a **simbolização**, frequentemente associado à **classificação** para simplificar o processo de comunicação através de símbolos.

As bases apresentadas neste Volume Um, têm muita ligação com os outros tópicos que pertencem principalmente, mas não exclusivamente, ao grande ramo cartográfico chamado **Cartografia Topográfica**, o qual está tratado nos capítulos 8 a 14 que compõem o Volume Dois. Os terceiro e quarto volumes tratam dos assuntos **Cartografia Temática** (Capítulos 15 a 21), e **Cartografia Especial** (Capítulos 22 a 28). Porém todos estes ramos da cartografia são intimamente interligados através das bases aqui apresentadas.

# Capítulo 1

## A NATUREZA DA CARTOGRAFIA

Autores contribuintes:  
Paul S. Anderson  
Antônio Jorge Ribeiro  
Mark S. Monmonier

### 1.1 A QUESTÃO DA COMUNICAÇÃO E DA DISTORÇÃO

Se tivéssemos que definir o que é a Cartografia em somente duas palavras, diríamos que Cartografia é “comunicação” e “análise”.

Cartografia como “análise” é mais ligada a Cartografia Geográfica, que concentra no estudo espacial dos fenômenos a serem mapeados. Assim, antecede o mapa, ou utiliza cartas para determinar o conteúdo de outras cartas novas. Este aspecto de “análise” recebe maior atenção nos Volumes Três e Quatro da série.

Cartografia como “comunicação” concentra mais na carta existente: como foi feita e como pode ser lida e interpretada. Não é a única forma de comunicação. É uma forma especializada que dá ênfase ao visual (Existem também outras formas de comunicação visual, tais como através de fotografia, diagramas e gráficos, filmes ou mesmo gesticulação com as mãos tal como na linguagem de sinais usadas pelas pessoas mudas).

Certamente alguns cartógrafos não concordam com uma definição tão enfatizada de que cartografia seja somente comunicação. Provavelmente, se o cartógrafo for um desenhista muito bem treinado, ele vai dizer que cartografia também é desenho. Mas, então, ela é simultaneamente topografia, fotogrametria, psicologia, etc. Porém estamos ainda dando mais ênfase à comunicação, porque todos estes itens são apenas os componentes que contribuem para a comunicabilidade da cartografia. Mais tarde, neste capítulo, estarão enumerados os grandes componentes da cartografia, e todo o Capítulo Três destaca a comunicação cartográfica. Entretanto, a questão de comunicação permeia toda a cartografia.

Uma outra questão da cartografia é a de que “todos os mapas distorcem a realidade”. As ramificações desta afirmação são importantes para cartógrafos, geógrafos e todos os elaboradores de mapas (isto é, para as pessoas que podem e devem “modelar” a distorção do mapa de uma maneira conveniente às suas mensagens e audiências). Também é essencial que o usuário leigo de mapas esteja ciente da presença de distorções.

Quase a totalidade das pessoas dos países desenvolvidos são usuários de mapas em uma forma ou outra. Contudo, todas essas pessoas recebem pouco treino formal sobre a leitura dos mapas. Assim, tais como consumidores de produtos alimentícios e bens duráveis precisam conhecer esses produtos, o leitor de mapas deve entender o uso e as limitações do produto cartógrafo final.

Não é possível usar mapas sem esforço. Muitos mapas (especialmente os topográficos) não podem, nem devem, ser simplificados até tornarem-se folhas de papel para pessoas preguiçosas no uso de material gráfico. A informação mapeada alcança um significado somente quando o usuário é capaz e deseja estudar o mapa. Mesmo que o elaborador de mapas prime pela pureza da comunicação, sua meta deve ser a de informar- não a de seduzir. Ambos, o leitor e o autor do mapa, exercem papéis ativos na comunicação cartográfica; devem tentar entender o processo da comunicação; devem lutar para fazer isto efetivamente.

### 1.2 DEFINIÇÕES

#### 1.2.1 Mapas E Cartas

Não existe uma diferença rígida entre os conceitos de mapa e carta. É, portanto, difícil estabelecer uma separação definitiva entre o significados dessas designações.

A palavra mapa teve origem na **Idade Média**, quando era empregada exclusivamente para designar as representações terrestres. Depois do século XIV, os mapas marítimos passaram a ser denominadas cartas, como, por exemplo, as chamadas “cartas de marear” dos Portugueses.

**Posteriormente, o uso da palavra carta generalizou-se e passou a designar não só as cartas marítimas, mas também, uma série de outras modalidades de representação da superfície da Terra, causando uma certa confusão.**

Neste texto, a distinção entre mapa e carta é um tanto convencional e subordinada à ideia da escala, notando-se, entretanto, certa preferência pelo uso da palavra mapa. Na realidade, o mapa é apenas uma representação ilustrativa e pode perfeitamente incluir o caso particular da carta, dentre os povos de língua inglesa. Entretanto, entre os engenheiros cartógrafos brasileiros observa-se o contrário, isto é, o predomínio do emprego da palavra carta. Apesar dessas diferenças, quase todos concordam com as definições formais existentes:

## MAPA

**Definição Simples:** Representação dos aspectos geográficos -naturais ou artificiais da Terra destinada a fins culturais, ilustrativos ou científicos.

Definição do **Dicionário Cartográfico** (Oliveira, 1980, pag 233) Mapa 1.

*Representação gráfica, em geral uma superfície plana e numa determinada escala, com a representação de acidentes físicos e culturais da superfície da Terra, ou de um planeta ou satélite. As posições dos acidentes devem ser precisas, de acordo, geralmente, com um sistema de coordenadas. Serve igualmente para denominar parte ou toda a superfície da esfera celeste.*

O mapa, portanto, pode ou não ter caráter científico especializado e é frequentemente, construído em escala pequena, cobrindo um território mais ou menos extenso.

## CARTA

**Definição Simples:** Representação precisa da Terra, permitindo a medição de distâncias, direções e a localização de pontos.

Definição do **Dicionário Cartográfico**: (Oliveira, 1980, pag 57): Carta. Representação dos aspectos naturais e artificiais da Terra, destinada a fins práticos da atividade humana, principalmente a avaliação precisa das distâncias, direções e a localização geográfica de pontos, áreas e detalhes; representação plana, geralmente em média ou grande escala, de uma superfície da Terra, subdividida em folhas, de forma sistemática, obedecendo um plano nacional ou internacional. Nome tradicionalmente empregado na designação do documento cartográfico de âmbito naval. É empregado no Brasil, também como sinônimo de mapa em muitos casos.

Assim, a carta é comumente considerada como uma representação similar ao mapa, mas de caráter especializado construído com uma finalidade específica e geralmente em escala média ou grande; De 1:1.000.000 ou maior.

A definição de carta como “mapa de alta precisão” chama a atenção para diferença entre **precisão cartográfica** e **conteúdo cartográfico**. A precisão depende das normas de posição planimétrica e altimétrica que determinam onde cada acidente está localizado na carta. Desta forma, ela reflete o controle aplicado na confecção de mapas e cartas e não depende da qualidade de detalhes do mapa, o que faz parte do conteúdo. O conteúdo está altamente condicionado pela escala e pela época da

confecção. Aliás, uma carta topográfica com apenas três pequenas ilhas tem muita precisão e pouco conteúdo, enquanto um mapa de uma área urbana feita por foto-interpretação não restituída pode ter pouca precisão (portanto não é uma carta) e muito conteúdo. O tema também tem influência. Por exemplo, uma rua, construída depois da confecção da carta topográfica não diminui a precisão dessa, mas afeta o seu conteúdo, que fica um pouco desatualizado.

### 1.2.2 Os Três Atributos Imprescindíveis

“O que é um mapa ?” não é uma pergunta trivial. As características que distinguem mapas de outras representações como gráficos de desenhos, aquarelas, e fotografias não são evidentes nos sinônimos comuns: planta, gráfico e diagrama. As plantas de construções não necessitam mostrar localidade relativa a outras construções e não tomam conta da curvatura do planeta. Os gráficos tem dois eixos não geográficos, como os desenhos para ilustrar tendências Econômicas. E os diagramas que não precisam de uma base geográfica, podem incluir os desenhos feitos para assessorar pais atordoados na montagem de brinquedos. Portanto, o que distingue um mapa de outros gráficos? Os três atributos imprescindíveis de todos os mapas são (1) escala, (2) projeção e (3) simbolização. Todas as vantagens e limitações dos mapas derivam do grau pelo qual os mapas (1) reduzem e generalizam a realidade, (2) comprimem ou expandem formas e distâncias por projeção e (3) apresentam fenômenos seleccionados através de sinais que, sem necessariamente possuírem semelhanças com a realidade, comunicam as características visíveis ou invisíveis da paisagem.

Estes três imprescindíveis atributos são interdependentes. A escala influencia na quantidade de detalhes que pode se mostrada, e também determinase um tipo particular de símbolo é efetivamente visível ou não.

Escala varia de ponto para ponto no mapa e o grau desta variação (as vezes não notável) depende da projeção empregada. A expressão gráfica da projeção, por sua vez, é controlada por símbolos usados para representar linhas costeiras, meridianos e paralelos, divisões políticas, e traços que ajudam o usuário como referencial para a localização. Porém, a respeito desta interdependência, o elaborador de mapas tem uma liberdade considerável na escolha de uma projeção, de uma escala e de um jogo de símbolos. Cada um destes três atributos requer uma decisão separada. E ainda mais, cada decisão, se não for bem feita, poderá causar um menor uso do mapa. Esses três atributos estão apresentados nos Capítulos 4, 5 e 6 com maiores detalhes. Por enquanto, o nosso

interesse é com os aspectos mais gerais da cartografia.

## **MAPAS (CARTAS) SISTEMÁTICAS, TOPOGRÁFICAS, TEMÁTICAS E ESPECIAIS**

Existem muitas classificações e subdivisões dos produtos cartográficos, sejam eles cartas ou mapas. Uma delas é a que os divide em especiais e sistemáticos. Os especiais são mapas avulsos ou de uma pequena série, como os de um atlas, e, geralmente, de escalas pequenas. Os sistemáticos são os que, de forma séria e organizada, cobrem um país ou uma região através de dezenas ou até milhares de cartas produzidas. Os mapas especiais (como os pontilhados, os coropléticos, ou os com círculos proporcionais) fazem parte dum tópico do Volume Quatro **Princípios de Cartografia Especial**.

As cartas sistemáticas podem ser subdivididas em topográficas e temáticas. As topográficas, como a da Figura 4.5, são as mais conhecidas e usadas, e recebem atenção exclusiva nos Capítulos 8 a 14 do Volume Dois, **Princípios de Cartografia Topográfica**.

Os mapas temáticos apresentam temas como a geologia, as rotas de navegação, a vegetação, etc., de uma forma sistematizada, frequentemente através do uso das cartas topográficas como a base cartográfica. Este tipo de mapa está discutido do Volume Três, Capítulos 15 a 21, intitulados **Princípios de Cartografia Temática**.

Contudo, essa classificação não é aceite por todos, daí, existe muita confusão. Por exemplo, nos países aonde se fala a língua inglesa, a palavra “temática” é usada no lugar de “especial”. Para os povos desses países, as cartas estão divididas em topográficas, sistemáticas, e temáticas. No Brasil, a divisão mais comum é em cartas topográficas, temáticas e especiais; porém, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) elaborou a seguinte listagem que utiliza um outro critério de classificação.

**-Obs:** Não consta nesta lista da ABNT uma classificação para mapas coropléticos, pontilhados, etc., os quais são considerados, neste livro, como os “especiais”. Portanto, os tipos (b) até (e) da lista abaixo seriam os “temáticos”, enquanto o tipo (a) constitui os topográficos. É verdade que não existe ainda um consenso final desta terminologia. (Sistema usado neste livro-texto)

1. **Cartas Geográficas:** (topográficas e planimétricas)

2. **Topográficas:**

São aquelas confeccionadas mediante um levantamento topográfico regular ou compiladas de cartas topográficas existentes e que incluem os acidentes naturais e artificiais, permitindo facilmente a determinação de altitudes.

3. **Planimétricas** (temática em produção sistemática)

a. É o mesmo que cartas topográficas, entretanto não faz parte das suas características fundamentais a representação das altitudes, podendo até omiti-las.

b. **Cadastrais:** (temática)

São aquelas, geralmente de escala grande, usadas para mostrar limites verdadeiros e usos das propriedades, podendo omitir elevações e detalhes naturais ou artificiais desnecessários.

c. **Aeronáuticas:** (temática)

São aquelas que representam a superfície da Terra em seus aspectos culturais de relevo, de maneira a satisfazer, especificamente as necessidades da navegação aérea.

d. **Cartas náuticas** (temática)

São aquelas que resultam dos levantamentos dos mares, rios, canais e lagoas navegáveis e que se destinam à segurança da navegação.

e. **Cartas especiais:** (temática)

São as cartas, os mapas ou as plantas que em qualquer escala são geralmente preparadas para fins específicos:

4. **Cartas geológicas:** (temática)

São aquelas que representam as características e a distribuição geográfica dos componentes e da estrutura da crosta terrestre.

5. **Cartas geomorfológicas:** (temática)

São aquelas que representam as formas do relevo terrestre.

6. **Cartas Meteorológicas:** (temática)

São aquelas que mostram: (a) as classificações climáticas, (b) os dados meteorológicos observados através de medições contínuas, diárias e sistemáticas, e (c) as alterações progressivas nas condições de tempo.

7. **Cartas de solo:** (temática)

São aquelas que identificam e classificam os diversos tipos de solo e a sua distribuição geográfica.

8. **Cartas de vegetação:** (temática)

São aquelas que representam as características e a distribuição da cobertura vegetal.

### 9. Cartas de uso da Terra: (temática)

São aquelas que representam a classificação e distribuição geográfica dos diversos usos a que está sujeita a superfície da Terra.

### 10. Cartas Geofísicas (temática)

São aquelas que representam a classificação e distribuição geográfica dos fenômenos geofísicos que ocorrem na Terra.

### 11. Globos (especial)

É a representação da superfície da Terra numa esfera de tamanho reduzido.

### 12. Mapa - Mundi

A carta geográfica quando representa todas as superfícies da Terra é denominada mapa mundi ou planisfério.

### 1.3 CARTOGRAFIA COMO CIÊNCIA E ARTE

(especial, também inclui mapas de dados estatísticos, cartogramas, etc.)

A cartografia é, ao mesmo tempo, ciência e arte. A arte é evidente nos mapas de alta qualidade, especialmente em velhos mapas históricos, nos quais o desenhista preenchia os oceanos com Figuras de dragões, velhos barcos a vela, e outros tipos de desenhos. A arte na cartografia inclui o "lay-out" ou esquema de desenho, que influi na aparência estética do mapa como um todo. Também inclui o desenho técnico de cada linha e cada ponto que, em conjunto formarão a mensagem para o leitor. Este aspecto da cartografia como arte é de grande interesse para nós.

Não é obrigatório que todos os cartógrafos ou estudantes sejam artistas. Mas, os cartógrafos devem ter um certo conhecimento de arte, para que

ao esboçarem o plano dos seus mapas, possam produzir uma atração estética. Esta atração estética é a mesma que o escritor deseja quando ele tem o seu livro datilografado e impresso: deve ser apresentado com letras nítidas e legíveis. A atração estética também pode existir numa bandeja de comida sobre a mesa, onde a qualidade do alimento é ressaltada ainda mais pela organização do prato, por exemplo, com pedacinhos de verduras, etc., dando cor e beleza a comida, mesmo que essa seja bem simples. Igualmente cartógrafos devem sempre estar cientes de uma aparência apropriada para os seus mapas finais.

A cartografia como ciência vem do conhecimento de como comunicar, com quais instrumentos e técnicas, para que a realidade representada fique bem mais exata. É o conhecimento de quais símbolos colocar no mapa e quais itens omitir. É o conhecimento da projeção usada no mapa e de como os mapas são produzidos. Também, a ciência na cartografia permite o uso de técnicas avançadas que proporcionam a produção de mapas através de computadores, de imagens de satélites, ou fotografias aéreas. Esta cartografia avançada é um ramo bem complexo, o qual às vezes envolve muita matemática.

A maestria da ciência e da arte cartográfica é a verdadeira marca do cartógrafo completo. É importante entender e lembrar dessas duas faces tão distintas, porém interligadas. Por exemplo na Figura 1.1 três homens estão observando a mesma paisagem e cada qual está aproveitando suas próprias combinações da arte e da ciência. O escritor precisa saber as normas (a ciência) de sintaxe e gramática, sua arte esta na seleção das palavras para a expressão verbal do que se vê.

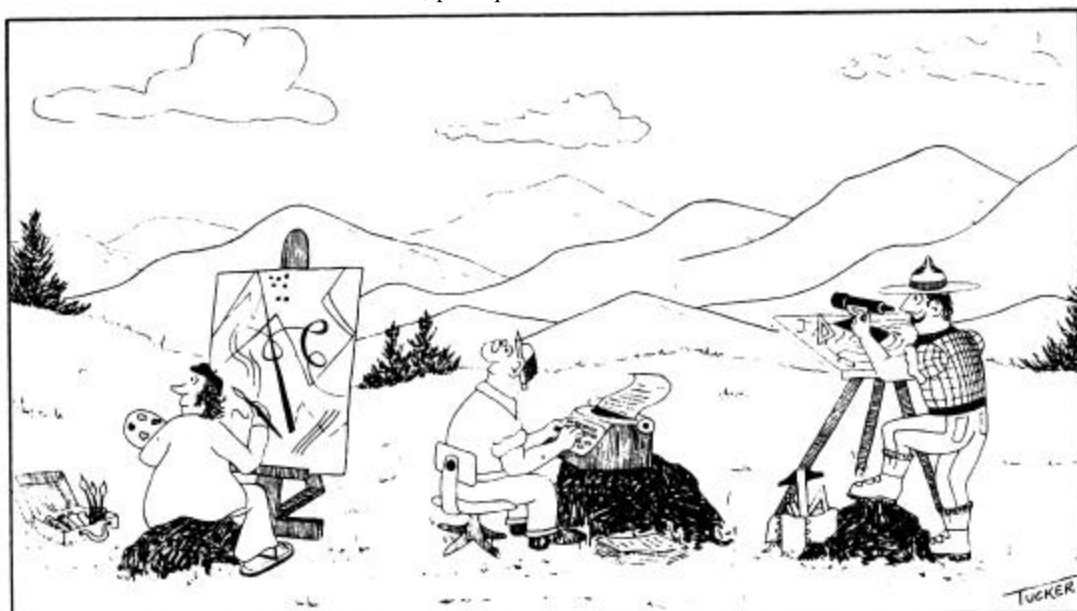


Figura 1.1 - Três expressões distintas devido a diferentes combinações de artes e ciências.

O pintor é altamente artista, porém, provavelmente ele estudou por vários anos nas escolas de arte os aspetos científicos das tintas, corantes, percepção etc. Se sua pintura não fosse tão abstrata, seu entendimento das ciências ambientais (incluindo a geomorfologia e a geografia) ajudaria no realismo da pintura. Por exemplo, as obras de Michelangelo mostram seu profundo embasamento científico. E se o artista estudar algo de cartografia, é possível que algumas das Figuras sejam como diagramas em bloco (ver Segundo Volume) ou como mapas.

O terceiro Homem da Figura 1.1 pode ser um topógrafo, cartógrafo, geógrafo ou outro mapeador. Para ele, as medições são importantíssimas, e ele é um verdadeiro cientista. Contudo ele está aproveitando seu senso de estética e também as normas artísticas cartográficas desenvolvidas na longa tradição da disciplina. Assim, ele produzirá uma carta ou mapa que, sem dúvida, será simultaneamente um resultado artístico e científico.

A cartografia como arte e ciência esta bem ilustrada pelas vidas de dois cartógrafos importantes: Erwin Raisz e Arthur Robinson. Por meio de seus livros, eles tiveram mais influência no ensino da cartografia que, talvez, quaisquer outros cartógrafos. Isto ajuda a explicar porque muitas matérias universitárias introdutórias à cartografia são geralmente similares em conteúdo.

Erwin Raiz foi professor de cartografia na Universidade de Harvard, uma das melhores dos Estados Unidos e uma das primeiras daquele país a ensinar cartografia no sentido amplo. É autor de dois livros intitulados **General cartography** e **Principles of Cartography**. O primeiro foi publicado inicialmente em 1938, reformulou algumas vezes e foi traduzido para o português. O segundo foi escrito mais tarde (1962) e, segundo o próprio Raisz, foi a reformulação ou revisão das informações adquiridas por ele depois de três décadas de experiência no ensino da cartografia. Alguns capítulos e outros trechos do segundo livro foram incluídos na tradução para o português de **Cartografia Geral** em 1969.

Arthur Robinson da Universidade de Wisconsin nos E.U.A., é autor do livro **Elements of Cartography**, editado em 1953. Sua quarta edição saiu em 1978 com a co-autoria de Randall Sale e Joel Marrison.

A interpretação da cartografia de cada um desses cartógrafos é ilustrativa. Primeiramente, Raisz é evidentemente um artista, no sentido de que ele pode fazer com facilidade um desenho de uma paisagem. Aliás, em seu livro ele descreve como fazer esse tipo de desenho. Sua abordagem é bem

ligada à arte na cartografia, porém com uma base científica. Alguns de seus desenhos podem ser inclusive encontrados no livro de Robinson.

As tendências de Robinson são mais quantitativas, pois estão muito ligadas a cálculos de proporções, cifras e valores para serem colocados no mapa. Ele desenvolve e ensina técnicas de mapeamento desse tipo de informação. Sendo de uma geração mais nova a de Raisz, Robinson apresenta no seu livro algumas técnicas mais modernas. Contudo, é de se esperar que, como grandes cartógrafos, eles não sejam limitados a um só caminho da cartografia. Eles mesmos destacam a importância tanto da arte quanto da ciência na cartografia, enquanto são habilitados em todos os três principais ramos: topográficos, temáticos, e especiais.

Muito mais pessoas se dedicam a apenas um ramo ou até somente a alguns sub-ramos. Por exemplo, os engenheiros cartógrafos trabalham principalmente na elaboração de mapas topográficos, que são produzidos para grandes áreas de um país e publicados em séries de várias escalas. Um país grande necessita de pelo menos 30 anos para realizar estes levantamentos com fotogrametria e topografia. Hoje em dia, muitas das tarefas cartográficas são desenvolvidas por cartógrafos-topógrafos, que exercem grande influência na cartografia. Há arte na cartografia topográfica, porém é bastante padronizada e a parte científica domina nos esforços dos engenheiros.

Os cartógrafos que trabalham na cartografia especial (mapas em escalas pequenas, mapas estatísticos e mapas avulsos de tópicos específicos) têm mais oportunidade para criatividade artística e arte livre, mas têm grandes desafios na parte científica, geográfica e estatística para a análise e apresentação de vários dados.

A cartografia temática está entre a topografia e a especial em liberdade estatística, sendo ainda na fase de estabelecimento dos padrões para as várias séries, como das cartas da vegetação, solos, etc. A cartografia temática está crescendo rapidamente e vai gerar muitos empregos os cartógrafos-geógrafos, cartógrafos-topógrafos e demais pessoas que estudam cartografia para relacioná-la com outras disciplinas.

Também existe o “cartógrafo-desenhista”, que enfatiza a parte gráfica da comunicação visual de mapas. Esse profissional não é qualquer desenhista que fez mapas de acordo com o interesse e instruções de outros. Ao contrário, ele pode ter muita influência na construção e elaboração das cartas ou mapas. Ele mostra a ligação firme entre a arte e a ciência na cartografia.

Enfim, como toda a ciência, a cartografia possui um núcleo fundamental e várias especializações, as quais geralmente exigem conhecimentos em diversas áreas. Assim, o profissional que trabalha com cartografia automatizada deve ter conhecimento tanto a respeito dos princípios da cartografia, tais como linhas, sombreamentos, etc., quando de programação de computadores. Visto isso, é fácil perceber que os aspectos científicos e artísticos são justamente aqueles enfatizados por Robinson e Raisz, respectivamente, pois ambos são cartógrafos de visão ampla que valorizam e percebem a arte e a ciência, a grandeza da cartografia. Essa amplitude da cartografia está muito bem ilustrada pelos “Grandes Componentes da Cartografia.”

## **1.4 OS GRANDES COMPONENTES DA CARTOGRAFIA.**

A cartografia pode ser subdividida de muitas maneiras. Uma subdivisão entre a cartografia básica, temática, e especial e por nós usada nesta série de livros. Porém, a lista seguinte dos 17 principais componentes da cartografia (Figura 1.2) transcende aquela divisão e abrange todos os aspectos incluídos na maioria dos livros - texto de cartografia. Esses componentes são também os mais importantes aspectos que o cartógrafo precisa de entender e aprender. Não são mutuamente exclusivos, isto é, eles se sobrepõem de muitas maneiras. Por exemplo, a sobreposição é muito comum onde técnicas, tal como desenho técnico, são usados em conjunto com aspectos mais teóricos, como a simbolização e conteúdo de mapas.

O iniciante na cartografia, deve familiarizar-se com esses componentes principais num sentido bem geral, pois isto permite ao aluno de cartografia um melhor entendimento na totalidade do processo cartográfico.

### **1.4.1 Visão Integrada e O Ensino de Cartografia**

Este elemento é o primeiro passo do estudo do processo cartográfico completo, sem o qual ninguém pode considerar-se um cartógrafo. Visa o entendimento da cartografia como disciplina unificada, porém com subdivisões. A visão integrada está intimamente ligado ao ensino da cartografia, que deve ser amplamente variado para servir os diversos fins de vários cursos e níveis de ensino.

### **1.4.2 História da Cartografia (Capítulo 2)**

A história da cartografia é um aspecto que nos ajuda a entender como ciência e a arte se desenvolveram na cartografia e porque ela existe com a atual estrutura. A história também nos ajuda a

entender que direção poderá tomar a cartografia. Ligada a história cartografia está a cartografia histórica, no qual os velhos mapas e as cartas são estudados para que se possa entender melhor o passado.

### **1.4.3 Escala. (Capítulo 5)**

A representação de uma área em um mapa é feita num tamanho reduzido. Esta redução de escala para um tamanho adequado, de acordo com as finalidades do mapa, é a base de muitos usos qualitativos das cartas. Assim, a escala é tão fundamental que é considerada um dos três atributos imprescindíveis de um mapa ou carta juntamente com a projeção e simbolização.

### **1.4.4 Projeção. (Capítulo 4 e Volume Quatro)**

Um aspecto fundamental da cartografia é de entender e tentar corrigir os problemas relacionados com a transformação da superfície esférica (a Terra) uma superfície plana (o papel). Isto é chamado de projeção. Existem uma variedade de maneiras diferentes de representar uma esfera num pedaço de papel, porém deve-se ter conhecimento desde o início do que uma esfera pode somente ser produzida sem deformações numa outra esfera. Sendo assim, todas as projeções tem deformações, imperfeições e problemas. Acomodar estes problemas é um dos afazeres do cartógrafo e uma das melhores maneiras de distinguir um cartógrafo de um desenhista técnico.

### **1.4.5 Simbolização e Conteúdo de Mapas. Capítulo 6 e Volumes Três e Quatro)**

O cartógrafo está constantemente preocupado com o conteúdo dos seus mapas. Um mapa não pode mostrar tudo que existe numa qualquer realidade. Tampouco pode conter todos os detalhes que existem numa fotografia aérea. Mas o mapa difere de uma fotografia no sentido que ele pode ser seletivo e fazer sobressair dois ou três temas, os quais sejam o seu objetivo. Um mapa pode ainda mostrar coisas que não são visíveis em fotografias, tais como divisões políticas, densidade demográficas, ou formações geológicas subterrâneas. Por entender o que deve aparecer no mapa, isto é, o conteúdo do mapa, o cartógrafo se dispõe a seleccionar os símbolos necessários para fazer a sua mensagem tão comunicativa quanto for possível. Existem quatro tipos principais de símbolos e quatro diferentes níveis de símbolos que podem ser aplicados a cada tipo de trabalho cartográfico.

### **1.4.6 A Terceira Dimensão. (Capítulos 8 e 9 – Volume Dois)**



O mais comum tipo de mapa é aquele chamado topográfico. Esse mostra a terceira dimensão no contexto espacial, isto é, mostra o relevo e a altitude bem como as direções leste-oeste e norte-sul. A técnica mais em uso é a de representação de curvas de nível, mas há uma variedade de outros métodos para representar a terceira dimensão. A terceira dimensão é também usada em algumas outras formas de representação de mapas especializados, como diagramas em bloco, mapas de tendência de superfície (trend surface), e mapas de pressão barométrica

#### **1.4.7 Topografia, Geodésica e Trabalho de Campo. (Capítulos 10 e 11 – Volume Dois)**

A topografia é, frequentemente ensinada separadamente das matérias de cartografia básica. É sobre uma base topográfica que muitos dos mapas básicos são feitos. A topografia é um elemento muito importante, porque é uma medida de campo, isto é, uma medida da realidade física que é representada na carta. Quando são incluídos tópicos como curvatura do planeta, o magnetismo terrestre, etc., trata-se de geodesia.

#### **1.4.8 Fotogrametria e Imagens de Fotointerpretação Sensoriamente. (Capítulo 11 – Volume Dois)**

O uso das fotografias aéreas de satélites tem contribuído imensamente com a cartografia. Com instrumentos apropriados, é possível desenhar mapas com uma qualidade excepcional baseados em fotografias tiradas de aviões voando a várias milhares de metros acima da superfície da terra. Fotogrametria e fotointerpretação são também frequentemente ensinadas separadamente. (Ver o livro Fundamentos para Fotointerpretação) Contudo, há somente um capítulo destinado a eles nesta série de livros.

#### **1.4.9 Técnicas de desenho. (Volume Quatro)**

O produto final do trabalho cartográfico (o mapa) é uma obra de arte, feita num certo padrão de desenho. O cartógrafo deve saber trabalhar com computadores (Ver 1.4.13) com caneta e tinta sobre o papel vegetal, plástico ou noutro material, e usar outras técnicas como a gravação, letras e tonalidades auto-colantes. Assim, o cartógrafo pode produzir mapas ou supervisionar um desenho técnico.

#### **1.4.10 Composição de Mapas. (Volume Quatro)**

O plano e esboço de composição de um mapa é mais do que simplesmente desenho técnico. Envolve balanço de cores e tonalidades, atração estética visual, e o conhecimento dos padrões estabelecidos num certo sentido. A escolha adequada de cores, tons e sombreamento é uma

chave para a comunicação efetiva através dos mapas. A cartografia é verdadeiramente uma ciência com arte que segue certas escolas de pensamento. O estudo detalhado do planejamento de mapas exige certa compreensão de psicologia e também um entendimento da percepção daqueles que irão ler e usar estes mapas.

#### **1.4.11 Reprodução e Impressão. (Volume Quatro)**

Uma vez que um mapa original tenha sido feito, é frequentemente necessário produzir várias ou, às vezes, milhares de cópias através de técnicas fotográficas ou impressão. O cartógrafo precisa entender estes métodos, suas possibilidades e limitações, para estar apto a fazer uso ou provar erros.

#### **1.4.12 Aspectos Financeiros e Administrativos. (Volume Quatro)**

Um tópico muito poucas vezes discutido em livros – textos é o do aspecto econômico-financeiro da cartografia. Isto é importante, dado que a cartografia como negócio é financeiramente viável através de lucro auferido com a venda ou concessão de mapas, ou ainda através dos subsídios governamentais. Este aspecto está, naturalmente, a nível muito avançado e de interesse somente de minoria seleccionada de indivíduos. Contudo, alguma informação básica e fatos de interesse geral estão apresentados no volume quatro.

#### **1.4.13 Cartografia Automática**

A cartografia está-se avançando rapidamente usando computadores para produzir mapas, isto elimina muita perda de tempo e muito trabalho monótono. Um dos grandes futuros da cartografia é automatização. Contudo, isto não quer dizer que o estudante de cartografia não precisa entender os vários tópicos e estágios da produção cartográfica. Ele precisa de entender de tópicos de composição, símbolos, mapas temáticos, maneiras de representar relevo, projeções, etc.. Todos estes tópicos são importantes e a cartografia automatizada não elimina a necessidade que o cartógrafo tem de entendê-los. A cartografia automatizada é especialmente aplicável a trabalhos cartográficos muito repetitivos, incluindo quando os mapas são de série. A cartografia automatizada está associada à computação. O cartógrafo que leva seu trabalho a sério deve considerar um treinamento em uso de computadores.

#### **1.4.14 Mapas Temáticos. (Volume Três) (Ver os mesmos comentários de mapas especiais 1.4.15)**

#### **1.4.15 Mapas Especiais.**

A variedade de mapas especiais e temáticos é virtualmente ilimitada.

Um mapa pode ser feito para representar quase qualquer tipo de fenómeno que tenha um elemento especial ou de distribuição. Estes tipos de cartografia envolve todos os grandes componentes apresentados e mais especialmente as técnicas de desenho, composição de mapas, símbolos, e conteúdos dos mapas. A elaboração de mapas temáticas e especiais é uma das principais áreas de crescimento da cartografia.

#### 1.4.16 Leitura e Interpretação de Mapas.

O objetivo fundamental da cartografia é comunicar através dos mapas. Para ajudar o leitor a entender o que apresenta o mapa, alguns padrões cartográficos têm sido estabelecidos por vários séculos. A leitura dos mapas é uma habilidade básica da comunicação e é utilizada por pessoas de muitas disciplinas, não somente da cartografia. Por isso, é importante que o cartógrafo entenda da leitura dos mapas, para com isto estar capacitado a mostrar e comunicar as informações que ele deseja ter nos mapas por ele produzidos, os quais poderão ter leitores de outras disciplinas.

#### 1.4.17 Assunto Especiais.

Como todas as disciplinas, a cartografia continua crescendo, e alguns assuntos especiais podem se transformar em novos grandes componentes da cartografia. Também existem pequenos itens, tais como: coleção de mapas, métodos de preservação de mapas, bibliografias concernente a cartografia, comentários referentes à cobertura de mapas em várias partes do mundo, e quaisquer outros tópicos que sejam dignos de menção, pelo menos em um parágrafo curto. Também incluem os apêndices que são essencialmente constituídos de tabelas e itens menores quais são de grande uso pelo cartógrafo.

Obviamente, os principais aspetos da cartografia acima mencionados se sobrepõem. Por exemplo, precisamos entender algumas coisas sobre projeções para ler os mapas. Precisamos saber ler os mapas topográficos antes de tentar produzi-los. Tudo isto leva-nos à conclusão de que para o estudante de cartografia não é possível nem aconselhável começar com qualquer um dos elementos principais, estudando-o nos seus mais completos detalhe, antes de continuar adiante estudando as bases principais dos outros componentes principais. Isto é, o estudante de cartografia deve primeiro ter uma visão global e entender o básico de vários componentes e só depois disso procura estudar separadamente com mais profundidade um ou outro componente.

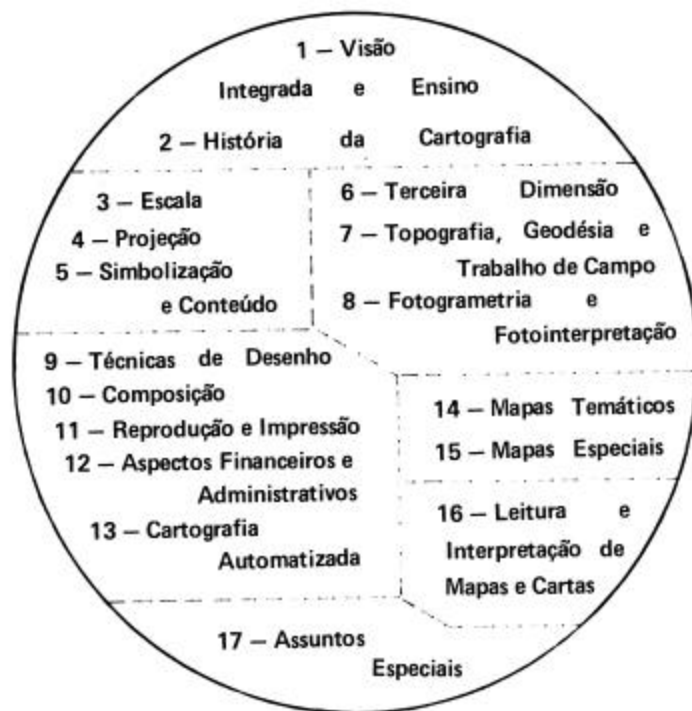


Figura 1.2 - Esquema de 17 grandes componentes da cartografia

## Capítulo 2

### HISTÓRIA DA CARTOGRAFIA MUNDIAL E BRASILEIRA

Autores contribuintes:  
Antônio Jorge Ribeiro  
Paul S. Anderson

Diretoria dos Serviços de Geografia  
Fundação IBGE

#### 2.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será abordada a importância da cartografia, tanto no âmbito mundial quanto no nacional.

A ordem de apresentação é a cronológica, com maior destaque para os fatos mais atuais. Após um curto resumo da história da cartografia serão apresentados os principais órgãos brasileiros de cartografia e as etapas do processo cartográfico.

#### 2.2 HISTÓRIA DA CARTOGRAFIA MUNDIAL

O desenvolvimento da Cartografia, desde épocas remotas até os dias atuais tem acompanhado o próprio progresso da civilização. A cartografia apareceu no seu estágio mais elementar sob a forma de mapas itinerários feitos pelas populações nômadas da antiguidade.

Posteriormente, com o advento do comércio entre os países (há mais de 4000 anos atrás) e com o conseqüente aparecimento dos primeiros exploradores e navegadores que descobriram novas terras e novas riquezas e ampliaram o horizonte geográfico conhecido, o homem sentiu necessidade de se localizar sobre a superfície da Terra. Estabeleceu-se, portanto, o marco inicial da cartografia como ciência.

A evolução da cartografia foi incrementada pelas guerras, pelas descobertas científicas, pelo desenvolvimento das artes e ciências, e pelos movimentos históricos que possibilitaram e exigiram maior precisão na representação gráfica da superfície da Terra.

Na Grécia Antiga os primeiros fundamentos da ciência cartográfica foram lançados quando Hiparco (160-120 A.C.) utilizou, pela primeira vez, métodos astronômicos para a determinação de posições na superfície da Terra e deu a primeira solução ao problema relativo ao desenvolvimento da superfície da Terra sobre um plano, idealizando a projeção, cônica.

Os gregos legaram também as concepções da esfericidade da Terra, dos pólos, equador e

tropicais, que foram as primeiras medidas geométricas, a idealização dos primeiros sistemas de projeção, e a introdução das noções de longitude e latitude.

Todo o conhecimento geográfico e cartográfico da Grécia Antiga está idealizado na obra “Geografia” do astrônomo, geógrafo e cartógrafo grego Cláudio Ptolomeu de Alexandria (90-168 D.C.). sua extraordinária obra, em oito volumes, ensina os princípios da Cartografia Matemática, das projeções e os métodos de observação astronômica. Essa monumental contribuição da Grécia Antiga à ciência cartográfica foi, no entanto, ignorada durante toda a Idade Média, somente aparecendo no século XV, quando então exerceu grande influência sobre o pensamento geográfico da época, com o chamado Renascimento de Ptolomeu.

Durante o longo período entre a contribuição original de Ptolomeu e o surgimento de sua obra e aproveitamento do seu saber, a cartografia atravessou fases de estagnação e, às vezes, de retrocesso.

Enquanto a cartografia romana não aproveitou os conhecimentos matemáticos dos gregos, os quais foram absorvidos pelos árabes. Estes aperfeiçoaram tais conhecimentos, calcularam o valor do comprimento do grau, construíram esferas celestes, estudaram os sistemas de projeção e organizaram tábuas de latitudes, e longitudes.

Surgiu no século XII, a obra do geógrafo árabe Abdallah El-Edrisi, que é um resumo precioso dos conhecimentos geográficos dos muçulmanos.

Enquanto os árabes conservavam estes antecedentes científicos, a civilização latino-germânica cultuava na Idade Média um misticismo religioso que causou o desaparecimento dos conhecimentos geográficos gregos.

Por essa época, os contatos verificados entre as civilizações cristã e árabe ocorrem através das cruzadas, da expansão árabe na península Ibérica e principalmente, do comércio entre os povos mediterrâneos. Houve um intercâmbio de conhecimentos, o que de certa forma, resultou em progresso para a cartografia. Mas este progresso não se realizou no campo matemático teórico propriamente dito, porém em instrumentos.

Para atender as exigências náuticas, motivadas pelo desenvolvimento da navegação com a introdução da agulha magnética, a cartografia assumiu um aspeto funcional.

As cartas Portulanas, que apareceram no início do século XIV, procederam o ressurgimento e a expansão da obra de Ptolomeu. Foram constituídas inicialmente pelos navegadores de Gênova, de acordo com os levantamentos efetuados por exploradores da época. Elas não obedeceram nenhum critério de projeção, eram reservados aos navegantes, e já possuíam o traçado das loxodromias (rumos) e o delineamento das costas dos países mediterrâneos.

A extraordinária revolução na Cartografia começou no século XV: o advento da agulha magnética permitiu a exploração dos mares, intensificou-se o comércio para Leste, teve início a epopéia dos descobrimentos portugueses; ressurgiu a obra de Ptolomeu Gutemberg inventou a imprensa e foi fundada a Escola de Sagres em Portugal.

A influência de Ptolomeu foi reinstalada na cartografia e sua obra sofreu correções e adaptações. A gravação ou a impressão possibilitaram uma produção cartográfica abundante, substituindo os manuscritos dispendioso. A navegação foi estudada através de métodos racionais na Escola de Sagres. O espírito aventureiro português a serviço dessa Escola dilatou o Mundo.

As cartas de marear, modalidade portuguesa das cartas portulanas, sofreram a

influência do progresso renascentista e adquiriram um aspeto cartográfico mais científico.

No século XVI verificou-se uma grande produção cartográfica, destacando-se os trabalhos dos cartógrafos portugueses, espanhóis e italianos com Fernão Vaz Dourado, Toscanelli, Cantino e Pedro Nunes.

Um ótimo exemplo (Figura 2.1) é o mapa-múndi do ano 1500 de Juan de la Cosa, o navegador de Cristóvão Colombo. Considerando que algumas áreas foram vistas apenas uma vez e localizadas por navegação rústica, os detalhes são surpreendentes. Um exemplo excepcional é o caso da Isla Fuerte (ver Figura 2.2).

Uns poucos anos mais tarde no século XVI, e sucedendo à cartografia mediterrânea, aparecia a cartografia holandesa, representada principalmente por Mercator e Ortelius. Em 1569 apareceu o primeiro mapa do Mercator, nome latino de Guérhard Kramer, cuja projeção na qual os meridianos eram linhas retas e paralelas, e que formavam ângulos retos com os paralelos, estes também representados por linhas retas e paralelas. Para manter a conformidade das áreas, a separação entre duas paralelas aumenta na direção de cada pólo ou em proporção direta com o afastamento dos paralelos em relação ao equador.

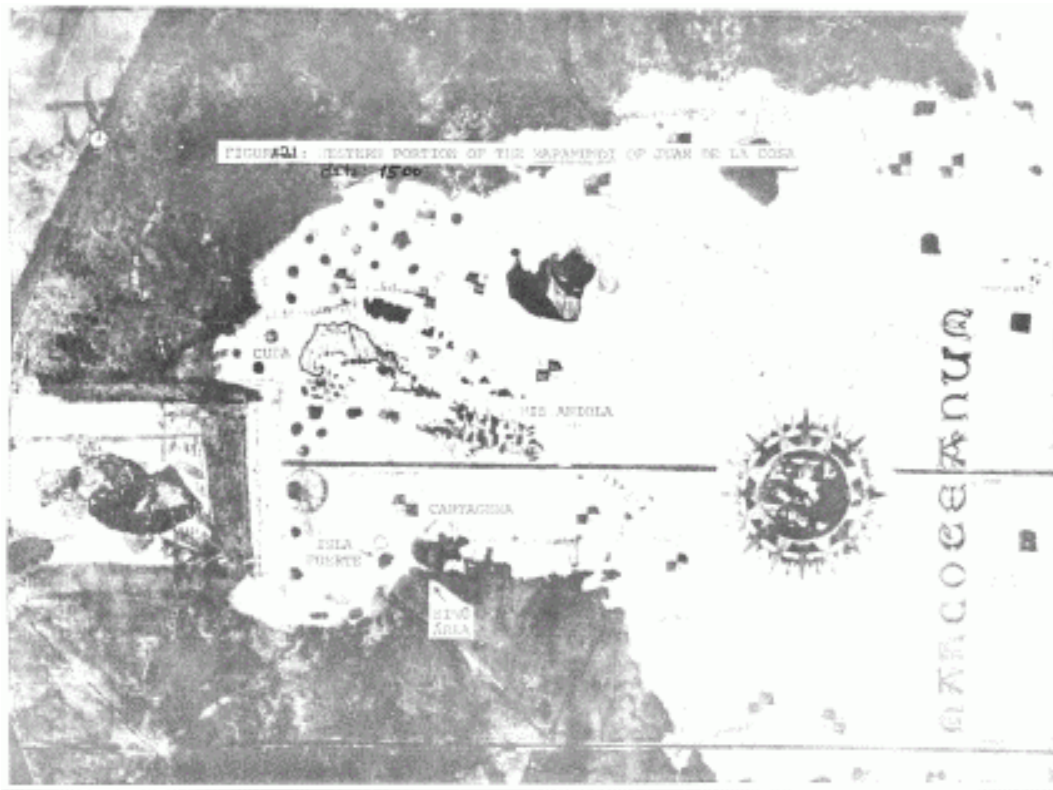
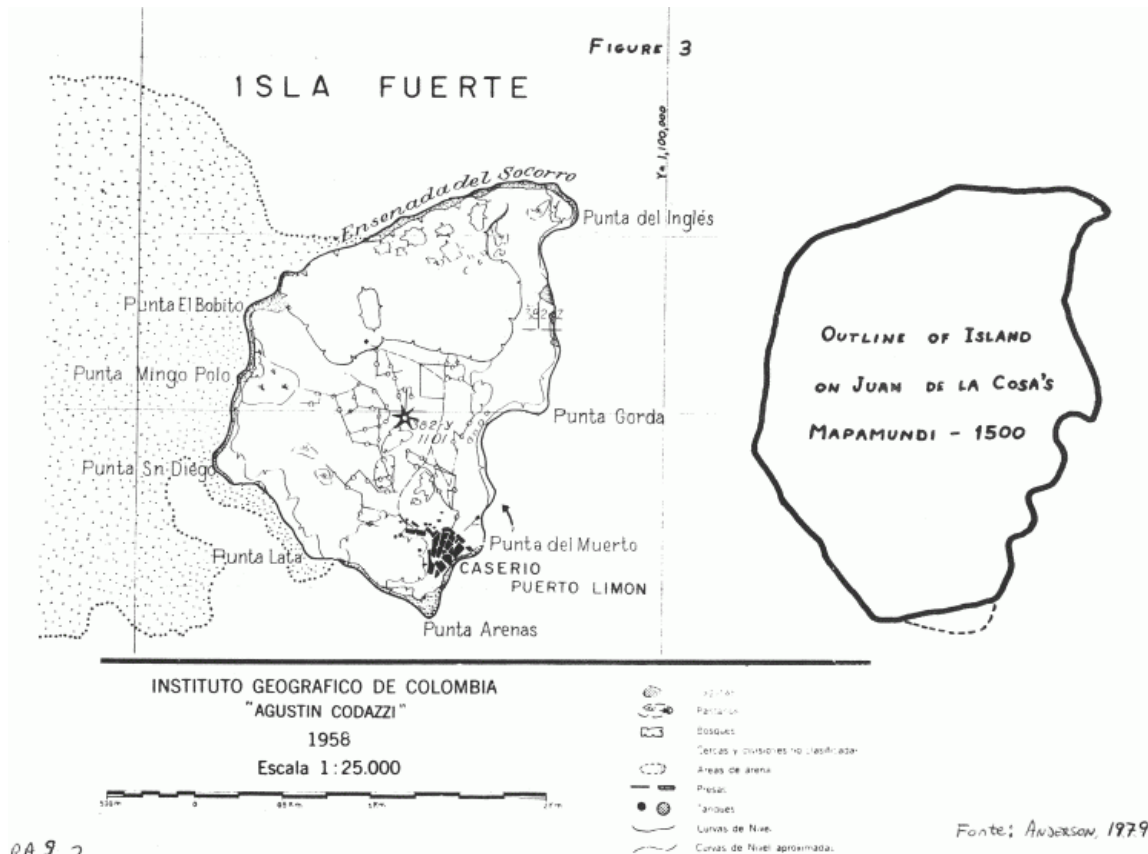


Figura 2.1



RA 2.2  
Figura 2.2

Nessa projeção as loxodromias eram representadas por linhas retas, o que facilitava a navegação.

Em 1570 foi publicado o Theatrum Orbis Terrarum, considerado o primeiro atlas moderno do Mundo, de Abraham Ortelius, eminente cartográfico, amigo e contemporâneo de Mercator. Vários cartógrafos ilustres sucederam a Mercator, atingido a Escola Holandesa o máximo de produtividade e prestígio ai destacando-se os trabalhos de Iodocus Hondius (1546-1611) genro e sucessor de Mercator, e os de Willen Janezoon Bladu (1571-1638), homem dotado de grandes conhecimentos científicos e aluno de Tycho Brae, o grande astrónomo dinamarquês.

No século XVII, sucedendo à Cartografia Holandesa, aparecia a Escola Francesa com uma série de nomes ilustres. Destacando-se a Casa Sanson D'Abbeville, com uma série de mapas construídas por Nicolas Sanson em projeção perspectiva. Em 1639, A.H. Jaillot apresentou "Le Neptune Français", a mais importante obra geográfica da época, que foi auxiliado por Jean Dominique Cassini, eminente astrónomo francês. Ao mesmo tempo houve progressos na topografia e na cartografia em escalas grandes, como se vê na Figura 2.3.



Figura 2.3 - A Prancheta foi divulgada numa publicação Alemã de 1614, "Novum Instrumentum Geometricum", por Leonhard Zubler (Na prática usava-a horizontalmente para medir distâncias, mas não alturas.)

No século XVIII, a Academia de Ciências de Paris influenciou a cartografia francesa. O desenvolvimento das ciências, particularmente da Matemática, da Geodesia, e da Astronomia, possibilitou à cartografia maior solidez científica. Ao mesmo tempo, a utilização de novos instrumentos, como sextantes, teodolitos, cronómetros, etc., nas observações necessárias aos

levantamentos permitiu uma determinação mais precisa dos elementos da superfície da Terra.

Como consequência desse progresso, a cartografia se libertou em definitivo da influência de Ptolomeu.

Com o aperfeiçoamento dos métodos de levantamento e os estudos dos sistemas de projeção, a representação cartográfica também evoluiu. O processo da cartografia como ciência fez declinar sua era como arte. Não mais foi permitida a liberdade de improvisar composições ornamentais (Figura 2.4) pelos estampadores e decoradores do período clássico de Ortelius e seus contemporâneos, as quais, muitas vezes serviam de ementa para disfarçar a insuficiência de conhecimentos geográficos. Foi idealizada a apresentação alimétrica por meio de curvas de nível e toda a simbologia cartográfica adquiriu um sentido mais objetivo.



Detail from #106. Ortelius. *Holy Land*

Figura 2.4 – Arte nas mapas antigas.

Como exemplo do grande progresso cartográfico e geodésico deste século destaca-se o grande trabalho de Cesar François Cassini e seu filho Jacques Dominique, intitulado “Carte Géométrique de la France”, elaborando em 182 folhas na escala de 1:86.400 e que foi concluída durante a revolução Francesa, 45 anos depois de começado (1744-1789). Cassini e o seu filho cobriram a França com uma rede de 2000 triângulo e mediram 18 bases. Apareceram também, nesse século, as projeções de Bonne, Lambert e Euler e, no fim do século a Academia de Ciências de Paris estabeleceu o Sistema Métrico Decimal.

O século XIX é caracterizado pelo desenvolvimento dos serviços geográficos nacionais. Em quase todos os países da Europa foram iniciados levantamentos topográficos. As necessidades da navegação obrigaram as potências marítimas a efetuarem levantamentos costeiros de todas as partes do Mundo. Os sistemas de projeção também foram estudados detalhadamente. Em 1805

surgem as projeções de Mollweide e de Albers. Em 1812 foi concluído o mapa da França pelo Estado - Maior Francês, na projeção de Bonne e em 1882 apareceu a de Gauss. O descobrimento, em 1820 da litografia e mais tarde, entre 1860 e 1870, da fotografia foi de importância para as técnicas de construção das cartas e dos mapas.

O século XIX merece destaque especial na história da cartografia Náutica do Brasil, porque nesse século teve início o levantamento hidrográfico do Litoral Brasileiro. Hidrógrafos franceses como Roussin, Barral, Tardy de Montravel e principalmente Mouchez (Amédé Erest Barthélemy) efetuaram o levantamento da costa do Brasil, possibilitando a construção de cartas náuticas de todo o litoral brasileiro. Neste mesmo século, em 1857, Manoel Antônio Vital de Oliveira (1829-1867), no comando do iate “Paraibano”, marcou o início das Campanhas Hidrográficas da Marinha do Brasil, levantando no período de 1857 a 1859, o trecho do litoral desde a foz do Rio Mossoró, no Rio Grande do Norte, até a foz do Rio São Francisco, no limite sul de Alagoas.

No século XX, a grande revolução da cartografia é determinada, principalmente, pelo emprego da aerofotometria e pela introdução da Eletrônica no instrumental necessário aos levantamentos.

Hoje, a Cartografia Contemporânea, procurando atender ao surto de progresso verificado em todos os ramos da atividade humana, característica principal do século atual, tem por objetivo uma produção em massa, no menor tempo possível e com precisão cada vez maior.

## 2.3 OS PRINCIPAIS ÓRGÃOS CARTOGRÁFICOS BRASILEIROS

No Brasil existem um grande número de órgãos, empresas e sociedades envolvidas nas atividades cartográficas.

Alguns são especializados, porém poucos são os que realizam todo o processo cartográfico. Na área da Cartografia topográfica, existem três entidades muito destacadas, contudo existem vários outros órgãos, empresas, etc., que participam da obra cartográfica brasileira. (ver lista parcial na Figura 2.5 e os volume três sobre Cartografia Temática).

### 2.3.1 A Comissão de Cartografia (COCAR)

Sediada em Brasília a COCAR não produz o nenhuma carta; entretanto, ela é responsável pela coordenação de toda a cartografia topográfica do Brasil.

Nesse papel de coordenação, a COCAR é a melhor fonte de informação sobre a disponibilidade de cartas de qualquer parte do Brasil, seja de qualquer origem, ano, escala, tema sistemático e método de reprodução (impressas, heliográficas, ou ainda inéditas quanto à confecção). A COCAR também está encarregada de implementar e distribuir os recursos financeiros cartográficos fornecidos pela Secretaria de Planejamento (SEPLAN), incluindo os dos programas no grande plano de dinamização.

O grande programa de dinamização da cartografia visa a duplicação ou triplicação do esforço, a fim de estabelecer uma programação destinada a completar o mapeamento topográfico do Brasil numa data mais próxima possível. Dessa forma, foram aprovados os “programas Especiais de Dinamização das Cartografias Terrestres, Náutica e Aeronáutica”, com a meta de concluir o mapeamento topográfico sistemático do Brasil na escala 1:100.000 (e/ou 1:250.000 na Amazônia), bem como obter um nível de produção cartográfica compatível com as necessidades da navegação marítima e aérea. Isto tudo deve ser concluído por apenas 8 anos, ou seja, até 1985.

A comissão de cartografia, encarregada da coordenação e avaliação desses programas, estabeleceu estratégias que incluem (1) a introdução progressiva de novas tecnologias, bem como a reaparelhação dos órgãos do governo executores de mapas, mobilizando ainda mais as empresas privadas do ramo; e (2) a implantação de métodos modernos de gestão empresarial, inclusive relativos à estimativa de custos em todas as fases da atividade de mapeamento e os referentes ao acompanhamento de sua execução.

A política desses programas é apoiar, com cartas topográficas, todas as áreas da polamazonia do polocentro ainda desprovidas dessas cartas, e garantir a segurança do tráfego marítimo e aéreo, através de cartas atualizadas e de acordo com os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil. O grande programa foi estruturada para a execução em 8 anos, com dispêndio global estimado de Cr\$ 1.370, 6 milhões numa média de Cr\$ 171,3 milhões por ano, a preços de 1976. (Cr\$ 14,00 = US\$ 1,00). Em 1978 foram alocados Cr\$ 258,0 milhões e em 1979 Cr\$ 200 milhões. Os dois órgãos mais envolvidos no programa de mapeamentos terrestres são a DSG e a Fundação IBGE.

### 2.3.2 Diretoria do Serviço Geográfico (DSG)

A DSG, órgão do ministério do Exército, pioneiro da cartografia no Brasil, vem realizando ao longo de noventa anos atividades.

O mapeamento do imenso território nacional. Desde a sua criação, em 31 de maio de 1980 passou por profundas transformações, tanto na sua estrutura organizacional como nos métodos de trabalho, utilizando-se dos mais modernos equipamentos cartográficos existentes no mercado mundial.

Denominada, inicialmente, de Serviços Geográfico, apresentou como primeiro e histórico trabalho de mapeamento, através da comissão da carta Geral do Brasil criada em 1903, a execução do projeto de triangulação do Brasil, cobrindo, inicialmente, todo o Estado do Rio Grande do Sul.

A partir de 1913 passou a denominar-se Serviço Geográfico Militar, tendo sido, nesse mesmo período, organizada a pioneira seção de estereofotogrametria, como primeiro passo na evolução das técnicas cartográficas daquela época.

Em outubro de 1920, chegou ao Brasil a Missão Cartográfica Austríaca que iria introduzir as técnicas de levantamentos topográfico usadas na Europa, a impressão de Cartas off-set e os modernos métodos fotogramétricos, surgidos após a 1ª Guerra mundial.

A Missão Austríaca coube, ainda o estudo do sistema de projeção mais adequado para o mapeamento do nosso território e a criação da escola de engenheiros Geógrafos Militares, marco da evolução cartográfica brasileira.

Em 1932 o Serviço geográfico Militar passou a denominação de Serviço Geográfico do Exército, tendo a comissão da Carta Geral sido transformada na atual 1ª divisão de levantamento, com sede em porto Alegre.

Até 1935 eram utilizados, ainda os métodos de levantamento com emprego da prancheta, porém, com o auxílio de fotografias aéreas que lhe proporcionavam efetiva melhoria na qualidade do produto final, a carta topográfica a partir do ano seguinte os métodos aerofotogramétricos foram efetivamente adotados pelo serviço cartográfico, proporcionando um grande impulso na evolução do mapeamento.

Com a criação da segunda divisão de levantamento em ponta Grossa -PR, passou o serviço geográfico a contar com maior capacidade de trabalho acelerando-se a atividade cartográfica em prol do desenvolvimento da nação.

O DSG adotou em 1951 em continuação a sua constante evolução técnica, o Multiplex, aparelho destinado a restituição fotogramétrica, o mais moderno da época e que reduziu em grande parte as dificuldades dos trabalhos de campo.

Apartir de 1956 a DSG ingressou na era da eletrônica adotando modernos equipamentos destinados à medição de distâncias e a execução das aerotriangulações coadjuvados para a crescente capacidade dos computadores. Isto permitiu um aumento substancial da produtividade da diretoria, a par de um acentuado aproveitamento da técnica de confecção de suas cartas, compatível com o desenvolvimento do país.

A terceira divisão de levantamentos, foi criada em 1968 com sede em Olinda-PE afim de atender as necessidades cartográficas do nordeste.

A DSG foi instalada em Brasília em 1973, tendo sido criado em suas antigas instalações no Rio de Janeiro, no ano anterior o centro de operações cartográficas (COC), agora a quinta DL.

A diretoria, com a quarta DL, em 6 de julho de 1978, em Manaus, e a transferência da segunda DL para Brasília em 1981 passou a contar, em sua estrutura, com uma divisão de levantamentos em cada uma das 5 grandes regiões.

A DSG, que apartir de 1976 vem desempenhando a função de mapear grande parte da região amazônica, onde as condições da natureza não permitem o emprego dos métodos clássicos de levantamentos, adotou a moderna técnica do posicionamento através de rastreamento de satélites geodésicos.

### **PRINCIPAIS ÓRGÃOS MILITARES E EMPRESAS CIVIS AUTORIZADOS A REALIZAR AEROLEVANTAMENTOS NO BRASIL**

A legislação brasileira prevê que somente organizações de governos estaduais e nacionais privadas, com direção confiada a brasileiros e devidamente autorizados e inscritas no E.M.F.A., podem executar aerolevantamentos no território Nacional.

#### **I FOTOGRAFIAS CONVENCIONAIS**

##### **a. Organizações Militares**

- 1) Centro de Operações Cartográficas- (COC). Rua Major Daemon, 75, Fortaleza da Conceição, RJ
- 2) 1º/6º Grupo de Aviação. Base aérea do Recife, Recife-PE

##### **b. Organizações civis**

- 1) Aeroma Brasil S/A

- 2) Aerosul. Av. Republica Argentina 3741, Curitiba-PR
- 3) Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. Av. Pasteur, Rio de Janeiro-RJ
- 4) Geofoto. Rua Pinheiro Machado 60, Rio de Janeiro-RJ
- 5) LASA, Engenharia e Prospecções S/A. Av. Pasteur 429, Rio de Janeiro-RJ
- 6) PROSPEC S/A. Rua das Palmeiras 52, Rio de Janeiro -RJ
- 7) Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul- SACS. Av. Almirante Frontin 381, Rio de Janeiro -RJ
- 8) TERRAFPTO Aerofotogrametria. Rua Nova York 833, Brooklin Paulista, São Paulo-S/P

#### **II IMAGENS DE RADAR**

- a. Projeto RADAM. Av. Portugal 54, Rio de Janeiro-RJ
- b. Imagens de ERTS; LANDSAT. Instituto de Pesquisas Espaciais- INPE. Av. Dos Astronautas, Caixa Postal 503- São José dos Campos-SP

#### **III AS PRINCIPAIS ATIVIDADES DA DGS SÃO:**

- a. Estabelecimento de normas técnicas para a cartografia brasileira, nas escalas de 1/25.000 e maiores.
- b. Mapeamentos Sistemático do Brasil nas escalas 1/25.000 a 1/250.000, compreendendo:
  - Determinação de apoio suplementar pelos métodos clássicos através de satélite
  - Aerotriangulação e Restituição
  - Gravação e Impressão
  - Mosaicos
  - Mapa Índice
- c. Trabalhos Específicos para o Exército:
  - Levantamentos topográfico de áreas patrimoniais e campos de instrução



- Suprimento de cartas topográficas no âmbito do Ministério do Exército
- Utilização de imagem de Radar e Landsat para a confecção de mosaicos e cartas
- Cartas de orientação
- Cartas Temáticas
- Cartas Especiais
- Ortofotocartas
- Cartas de Relevo

d. Tarefas Especiais:

- Controle do Cadastro e Licenças de Aerolevantamentos.
- Arquivo das fotografias do vôo AST-10
- Confeção de Carta-imagem Radar-Preliminares e Completas- Projeto Radam.
- Determinação de pontos geodésicos, a satélite, na Barreira do Inferno-Programa Geosat
- Levantamentos topográficos de áreas urbanas, rurais, bacias hidrográficas para construção de hidrelétricas, etc.
- Serviços geodésicos, locação e nivelamento dos pilares da ponte Rio-Niterói
- Levantamento topográfico para implantação de oleodutos e ferrovias
- Atendimento a outros órgãos por convênios
- SUDEN, SUDAM, SUDESUL, DNPM, SUVALE, DNER, PETROBRÁS, ITC, IGA, etc.

### 2.3.3 A Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

A fundação IBGE tem como objetivo básico assegurar a produção de informação estatística, geográficas, cartográficas, geodésicas, demográficas, sócio-econômicas, de recursos naturais e de condições de meio ambiente, inclusive

poluição, necessárias ao conhecimento da realidade física, econômica e social do País, em seus aspectos considerados essenciais ao planejamento econômico e social e a segurança nacional.

As atividades técnicas de pesquisas, análise e estudos geodésicos e cartográficos e os levantamentos geodésicos e topográficos, mapeamento e outras atividades cartográficas são executadas pelas Superintendências de Geodesia e Cartografia, órgãos integrantes da Diretoria de Geodesia e Cartografia.

Assim, a coleção, a transformação, geração e disseminação abrange desde os levantamentos geodésicos até os produtos cartográficos ajustados ao nível de tecnologia e programas nacionais.

### A SUPERINTENDENCIA DE GEODESIA (SUDEG),

Tem como atribuição básica o estabelecimento do Sistema Geodésico Plano-Altimétrico de Apoio Fundamental bem como a realização do Apoio Suplementar necessários ao mapeamento.

Em 1939, com a criação do Conselho Nacional de Geografia, o IBGE iniciou suas atividades cartográficas no país.

Naquela ocasião esse órgão recebeu do governo a atribuição específicas de estabelecer a Rede Geodésica de Apoio Fundamental, cujos primeiros vértices foram estabelecidos em 1945.

A partir de então, num trabalho de notável envergadura, essa rede vem sendo extraordinariamente densificada, principalmente nas regiões economicamente importantes do Brasil. O país já dispõe de uma vasta rede geodésica cobrindo mais de 4.6 milhões de Km<sup>2</sup> de área do nosso território, estendendo-se do Pará ao Rio Grande do Sul e, no sentido Leste Oeste, até a fronteira com a Argentina, Paraguai e Bolívia, interligando-se à rede geodésica continental.

Existem conexões geodésicas com o Paraguai através do paralelo de 25°, com a Argentina em Uruguaiana, Porto Xavier e Foz do Iguaçu, com o Uruguai por triangulação e de nivelamento e com as Guianas e Venezuela através da Rede "HIRAM" e de nivelamento.

A rede altimétrica implantada coloca o Brasil em terceiro lugar no Mundo, imediatamente após os EEUU e o Canadá, e em primeiro em extensão norte-sul.

### A SUPERINTENDENCIA DE CARTOGRAFIA (SUCAR)

Tem como atribuição a elaboração de cartas e temáticos de pequena escala (ou seja, em escala gráfica, aquela que dá visão mais ampla destacando-se as cartas Aeronáuticas, Temáticas, Mapas do Brasil, Regionais, das Unidades Federais e a parte brasileira da Carta Internacional do Mundo na escala um por um milhão.

A primeira edição da Carta do Brasil ao Milionésimo em 46 folhas foi concluída em 1960. Ela foi baseada, principalmente, em levantamentos aéreos trimetrométricos e expeditos planimétricos, e completada por documentos informativos de órgãos oficiais. A 2ª edição, concluída em 1971/1972, foi executada com elementos mais precisos, tais como as cartas topográficas e as imagens de radar, obedecendo às normas e especificações estabelecidas pela Conferência Técnica das Nações Unidas, Bonn no ano de 1962. Essa edição vem sendo periodicamente atualizada.

A Superintendência de Cartografia inclui também em suas atividades a elaboração de Cartas e Mapas Gerais e Especiais, destacando-se as Cartas ao Milionésimo: Aeronáutica, Temática, Mapas do Brasil, Regionais e das Unidades Federais.

Quanto aos trabalhos de mapeamento topográfico, as primeiras folhas foram publicadas em 1965.

Até junho de 1979 foram publicadas 652 folhas na escala de 1:50.000 e 205 na de 1:100.000, cobrindo uma área de 1.104.000Km<sup>2</sup> aproximadamente, cerca de 13% do território nacional. Outros trabalhos, como Ortofotomapas, Fotocartas e Mosaicos, são lançados sob formas convencionais de pictomapas e de relevo sombreado.

As imagens obtidas através de satélites, de recente utilização no Brasil, abrem um vasto campo para o mapeamento temático. O IBGE elabora bases cartográficas sobre as quais são lançados os temas específicos que permitem, após estudos e análises, o estabelecimento de padrões para avaliação dos recursos naturais. O aprimoramento das equipes técnicas encarregadas de executar os trabalhos geodésicos e cartográficos, a tecnologia mais moderna e objetiva, os equipamentos sofisticados de alta precisão, têm concorrido para um aumento substancial da produção. Resta, todavia, um gigantesco trabalho de mapeamento para atender as necessidades do País, cuja realização só será possível através de da conjugação de esforços com outros órgãos e entidades cartográficas brasileiras.

#### **2.4 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CARTAS TOPOGRÁFICAS**

Para que todo o processo de produção de uma carta topográfica seja concluída são necessários cerca de dois anos e enormes gastos.

Equipes de pessoal especializado trabalham em uma sequência de etapas interligadas, em que cada uma depende dos resultados alcançados pelas anteriores. Algumas dessas etapas podem ocorrer simultaneamente, porém na maioria das vezes é considerada a seguinte ordem:

(Obs.: Ilustração deste processo estão na publicação da DGS “ASSIM SE MAPEIA O BRASIL” e nas várias Figuras deste livro).

1. Colocação de marcos de concreto campo, em pontos de coordenadas geográficas exatas conhecidas através de cálculo astronômicos. Essas posições de controle são denominadas de pontos astronômicos.
2. Estabelecimento, através da geodesia de uma rede de pontos de apoio básico no campo, construída entre os pontos astronômicos. Uma rede de triangulação é feita e as distâncias entre os pontos são medidas com o geodímetro, aparelho cujo erro máximo é da ordem de um milímetro para cada quilômetro.
3. Determinação, através de geodesia, da altimetria dos pontos dessa rede. Essas medidas são feitas a partir de um ponto de uma rede anterior que tem sua altimetria comprovada.
4. Tomada de fotografias aéreas da área a ser cartografada. Para a confecção de uma carta topográfica são utilizadas aproximadamente 60 fotos na escala 1:60.000.
5. Revelação, copias das fotos, e verificação da qualidade das mesmas.  
Obs.: Se for constatada falta de fotos ou deficiência (por exemplo, nuvens) em algumas, deverá ser realizada novo voo.
6. Confeção de um foto- índice e, se necessário, uma foto-carta para aquelas áreas que não possuam ainda mapas adequados.
7. Exame estereoscópico das fotos, com observação de todas as dúvidas que devem ser esclarecidas na reambulação (no campo).
8. Reambulação da área, com anotação de todos os nomes dos acidentes (rios fazendas, etc.). A anotação também das condições das estradas e caminhos, bem como de outras informações que não são visíveis nas fotos.
9. No campo, identificação precisa das posições exatas dos pontos astronômicos e de apoio

básico. Identificação também de outros pontos visíveis nas fotos e, por geodesia, cálculo de suas coordenadas (com precisão).

10. Retorno da à base; uso da aerotriangulação baseada nos pontos e de apoio básico geodésico para escolha e cálculo das coordenadas de pontos suplementar. Para cada foto deve-se ter, pelo menos, nove pontos, que também precisam aparecer nas fotografias do seu recobrimento. Utilização de um computador para o cálculo das coordenadas UTM de cada ponto.
11. Uso de um aparelho denominado coordenatógrafo para fazer a marcação de todos em uma folha de plástico estável, que possui a mesma escala final da carta. As folhas e todos os trabalhos subsequentes têm um tamanho igual a aproximadamente 1,20 por 1,20 metros.
12. Colocação de um par de fotos num aparelho denominado restituidor fotogramétrico, e orientação deste modelo estereoscópico com finalidade de eliminar as inclinações devidas aos movimentos do avião no instante da tomada de cada fotografia.
13. Percurso, por todo o modelo, de uma “marca flutuante”, que deverá ficar em contato com a superfície do modelo estereoscópico. Assim todos os acidentes, como rios, estradas, curvas de níveis, casas etc., são gravados através de um pantógrafo, sobre duas folhas de plástico indeformável, uma para a planimetria e outra para a altimetria. Estes plásticos com desenhos feitos somente na cor preta são chamados de originais fotogramétricos.
14. Com muito cuidado, três calcos cotendo nomes, hidrografia e pontos de controle são colados diretamente sobre os originais fotogramétricos.
15. Os originais fotogramétricos são levados para o laboratório e deles se obtém negativos na mesma escala, dos negativos são obtidas cinco cópias por uma camada de cor alaranjada. Uma folha deste tipo é feita para as linhas de cada uma das cores finais da carta.
16. Pelo processo de gravação, a camada alaranjada que está sobre o plástico é recortada na forma de linhas que ficam transparentes.
17. Todos os nomes são preparados no tamanho adequado em calcos tipo “Decadry” e colados nos devidos lugares em folhas transparentes. É preciso uma folha para cada cor de impressão das palavras.
18. Fotograficamente são combinadas as folhas de linhas de mesma cor, resultando em cinco

negativos, um para cada cor: azul, preto, vermelho, verde e sépia (Marrom).

19. As cópias “provas” reveladas são revisadas detalhadamente, tanto para a detenção de erros de desenho, como também para erros de restituição e de campos. Os acidentes localizados nas margens da folha devem coincidir com os das folhas vizinhas. Depois de tudo revisto, novos negativos são feitos.
20. Um negativo para cada cor é revelado em chapas que, em seguida entram na impressora. Geralmente de 2000 a 3000 cópias são impressas de cada carta topográfica.

## 2.5 DISPONIBILIDADE DE CARTAS TOPOGRÁFICAS NO BRASIL

Apesar de que somente a metade do Brasil estava topograficamente mapeada até 1980 a maior parte do que falta esta principalmente na Amazônia. Assim, mais que 95% da população Brasileira mora em áreas já mapeadas nas escalas 1:100.000 ou 1:50.000.

As notas abaixo explicam como uma pode conseguir (quando é possível) uma carta topográfica da área onde vive.

- a- É restrita a venda de cartas de algumas áreas. Essas áreas são principalmente, as de fronteiras ou aquelas que incluem portos oceânicos ou bases militares. Apesar de restrições, algumas vezes o EMFA (Estado Maior das Forças Armadas localizado na Esplanada dos Ministérios em Brasília) libera a venda em casos bem justificados.
- b- Não existe um local centralizado para venda das cartas. Cada órgão mapeador vende-as independentemente.
- c- É fácil seleccionar as cartas de interesse quando se tem um mapa índice ou se conhece as coordenadas geográficas todos os “postos de venda” têm o mapa Índice, o qual é atualizado a cada ano pela DGS. Ver Item 4.5 sobre códigos e a Figura 4.18.
- d- As cartas são contíguas (margem a margem) e se recobrimento. Portanto, se há interesse em uma área que está no canto de um mapa, é preciso comprar quatro (4) cartas para abrange-la totalmente. Neste caso, talvez seja necessário adquirir cartas de dois ou três órgãos mapeadores diferentes.
- e- Os preços de cada unidade são baixos (aproximadamente Cr\$300,00 em 1981, ou seja,

aproximadamente três dólares (US\$3.00) por carta.

- f- Em cada casos de cartas de edição esgotada, uma cópia pode ser consultada na sede da entidade mapeadora ou na DGS em Brasília. Uma vez encontrada, é possível pedir fotografias da zona de interesse da carta.
- g- Como cada carta de 1:100.000 recobre uma área de, aproximadamente, 50 por 55 Km, é possível, num automóvel atravessar essa área no tempo de uma hora (ou, se a escala é 1:50.000). portanto as pessoas que estejam assim movimentando-se, as quais desejem cartas para orientar passeios, camping, etc., provavelmente precisam comprar dez ou mais cartas da região (ou regiões) de interesse.
- h- Quando uma pessoa quer adquirir cartas pelo correio, é preciso que ela especifique se quer os mapas dobrados em um envelope ou se pagará o custo extra para recebê-lo num rolo protetor.

## **CONCLUSÃO.**

Neste capítulo foi visto que muito rápida e superficialmente a longa história da cartografia e a situação contemporânea no Brasil. Depois dos capítulos básicos deste Volume Um, os outros volumes constantemente apresentam aspectos da cartografia contemporânea, baseados na história da ciência cartográfica.

## Capítulo 3

### A COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA

Autor:  
Mark S. Monmonier

#### 3.1 INTRODUÇÃO

O “mapeamento”, que consiste dos processos de desenho, compilação e impressão de mapas, pode ser distinguido da cartografia que é o estudo de métodos de mapeamento e comunicação através dos mapas. Esta diferenciação entre a tecnologia (que se refer ao mapeamento) e a arte e ciência dos mapas (que é cartografia) não implica numa separação inerente aos papéis que desempenham. Mapeadores que também tomam decisões sobre os métodos e objetivos são cartógrafos, mesmo que os cartógrafos não necessariamente desenhem um mapa. Não obstante, isto indica que o conhecimento sobre a produção de mapas e o seu uso requer mais que a habilidade mecânica e artística necessária para desenhar uma representação padronizada de uma paisagem.

##### 3.1.1 Os Maiores Fatores da Comunicação Por Mapas

O principal tema da cartografia é o processo da comunicação cartográfica. O mapa em si é apenas uma das considerações numa corrente que começa numa imagem da realidade que alguém deseja transmitir e culmina com os efeitos intelectuais ou físicos do usuário do mapa. Os grandes fatores desta corrente são:

- 1) o autor do mapa
- 2) a intenção da mensagem do mapa
- 3) a técnica de mapeamento
- 4) o leitor do mapa
- 5) a mensagem recebida pelo leitor do mapa

Os quatro primeiros componentes têm influência diferenciada na eficácia da comunicação cartográfica, que está refletida no quinto fator.

1) Os autores dos mapas podem ser escritores, propagandistas, editores de atlas, estudantes, educadores, decisores do governo, empresários de informações geográficas ou qualquer outra pessoa que tentar comunicar alguma informação geográfica. Eles não precisam ser cartógrafos e nem sempre um cartógrafo está trabalhando com eles. Como ponto de partida de comunicação cartográfica, os autores devem saber não somente o que eles querem que os seus mapas mostrem, mas também os limites da tecnologia de

mapeamento e as necessidades e capacidades de leitura de mapas de seus leitores. Uma deficiência do autor em qualquer destas áreas pode conduzir a uma interpretação incorreta do mapa pelos seus usuários, ou então o mapa pode ser ignorado, fato muito mais comum do que imaginam os cartógrafos. Um exemplo frequente de não uso de mapas é o da ilustração em livros-textos, a qual solicita pouco mais que uma rápida olhada o estudante que vê os mapas como se fossem páginas a menos para ler.

2) A mensagem pretendida pelo mapa pode ser simples ou complexa. O importante é que ela precisa estar clara na mente do autor; caso contrário, o mapa será provavelmente deficiente. Alguns dos mapas menos efetivos ou aproveitáveis são aqueles incluídos em artigos profissionais, livro-textos e informes oficiais, os quais são unicamente enfeites colocados simplesmente porque outros autores de matéria semelhante também usam mapas. Além disso, mesmo se um mapa é apropriado, a falha do autor em identificar precisamente o que o mapa quer dizer frequentemente conduz à inclusão de detalhes alheios que servem somente para obscurecer a mensagem. Da mesma forma, se a mensagem for na realidade duas ou mais mensagens, é mais apropriado fazer um mapa individual para cada uma delas. Esta separação evita que se force a habilidade do leitor em discernir as várias mensagens de um mapa complexo.

3) A técnica de mapeamento é importante por várias razões óbvias. Algumas projeções, alguns métodos de simbolização e graus de generalização são mais apropriados que outros em se tratando de facilitar a comunicação cartográfica. Morrison (1971: 1-8), em um estudo de diferentes métodos para delimitação de isolinhas (linhas que unem pontos de igual valor) interpoladas entre pontos espalhados, mostra que existem várias fontes de erros possíveis: na coleta, gravação e manipulação dos 1) dados 2) no desenho e na reprodução 3) na leitura e análise de mapas. Os erros produzidos pelos métodos podem ocorrer em qualquer estágio entre a coleta e o ajuste de dados originais e o posicionamento do primeiro ponto do desenho final. Em mapas de isolinhas, por exemplo a inexactidão pode resultar da seleção do tamanho da amostra, tipo da amostra e do modelo de interpolação usado para estimar valores da superfície (em curvas de nível) quando eles não tenham sido fornecidos nos dados originais (Morrison 1971:12-13). Pelo fato de alguns métodos de mapeamentos serem mais complexos e com maiores possibilidades de absorver erros que outros, a seleção de um procedimento específico para generalização, classificação e simbolização é outro fator na produção de erros devidos aos métodos cartográficos. A decisão de preparar um mapa pontilhado, que envolve o

posicionamento de muitos pontos no desenho final, aumenta a probabilidade de produção de erros pelo método. Além disso, erros de desenhos associados a simbolização inapropriados podem combinar com erros de uma má escolha da projeção ou um “layout” desagradável do mapa, legenda e título, impedindo a transmissão de mensagem pretendida.

4) As próprias características do leitor fornecem um outro possível obstáculo a comunicação cartográfica efetiva. Por exemplo pode surgir dificuldade do sistema nervoso humano perceber corretamente o tamanho relativo dos círculos graduados e as diferentes tonalidades de cinza para áreas sombreadas com símbolos diferentes. Os cartógrafos precisam saber mais sobre a função da percepção visual e sua relação com o desenho de mapas (McLeary, 1970) alguns experimentos psicofísicos tentaram descrever matematicamente as relações entre símbolos como estímulos no papel e as respostas que eles produzem no cérebro, isto tem levado a recalibração dos tamanhos de círculos graduados para que os leitores se aproximem mais das estimativas dos valores numéricos reais que os símbolos representam (Flannery, 1971). Outros experimentos realizados por cartógrafos têm resultado em métodos para seleção de tons de cinza visualmente distintos, que são usados em padrões de sombreamento para mapas coropléticos (Williams, 1958; Kimerling, 1975). Também a pesquisa científica foi aplicada ao ajuste da densidade dos pontos em mapas pontilhados para se alcançar um aperfeiçoamento na estimativa de concentração relativas (Olson, 1977). Ainda assim, a recalibragem dos símbolos para ajustar os erros na estimativa visual é somente uma parte da solução.

5) O treinamento na leitura de mapas fornece uma outra solução para melhorar a mensagem recebida, (Olson 1975b) por exemplo, deu aos seus entrevistados a oportunidade de ver as suas respostas certas de testes sobre a densidade de pontos e a magnitude de círculos graduados. Os testes foram administrados antes e depois das sessões de treinamento e os resultados produziram um apreciável melhoramento na estimativa dos entrevistados. Porém, a necessidade de educação adequada em leituras de mapas é muito mais ampla. Muerche (1974) pede um entendimento maior das limitações dos mapas, para que decisões adversas às necessidades humanas e a qualidade do meio ambiente não resultam da má aplicação de mapas pelo mapeador ou leitor. Balchin (1976:34) apresenta um argumento para a educação mais completa sobre as leituras dos mapas e a “graficação” da população. Graficação é um termo inventado análogo com a alfabetização (entendimento de palavras formadas por letras), com a articulação (habilidade verbal-oral), e com a

numeração (capacidade de usar números). “Graficação” é o entendimento, habilidade e capacidade de usar os aspectos visual-espaciais (gráficos, mapas desenhos, etc) que compõem parte da inteligência e comunicação humana. Blaut e Stea (1974) reconheceram a capacidade que as crianças de três anos de idade possuem de fazer e usar mapas eles recomendaram com insistência que o treinamento formal com mapas deve começar quando a criança começa a estudar.

Destes cinco fatores a personalidade (4) e a habilidade do leitor de mapas são os aspectos menos controláveis da comunicação cartográfica. Ainda mais que o entusiasmo e habilidade do usuário para a análise não pode ser aumentada facilmente pelo mapeador. A experiência do usuário com o mundo real e as suas necessidades precisam pelo menos ser reconhecidas. Um mapa complexo destinado para uso por planejadores e outras autoridades familiarizados com sua cidade, será bem menos entendida por um cidadão comum, o qual, por exemplo, quer saber somente onde uma nova linha de esgoto será construída e não seu diâmetro e outras especificações de engenharia. Similarmente um atlas preparado para crianças escolares é melhor avaliado pelos usuários em termos de melhoramento no entendimento da terra pelos alunos do que pela impressões subjetivas dos educadores, administradores e pais. Infelizmente, muitas poucas pesquisas tem sido feitas sobre as necessidades dos usuários e as atuais mensagens advindas dos mapas. Além disso, a aclamação por cartógrafos treinados não é garantia de que um mapa seja o mais satisfatório para os leitores pretendidos.

### 3.2 TÉORIA DA INFORMAÇÃO

Desde que os mapas tem como objetivo a transmissão de informação, uma maneira útil de estudar o processo de comunicação na cartografia é encontrada na teoria da informação. O sistema generalizado de informação, (Figura 3.1) originalmente diagramado por Johnson e Clare (1961) e usado em diversos trabalhos recentes sobre comunicação cartográfica (Bord, 1967:673; Jolliffe, 1974:176); Robinson e Petchenit, 1975:9) dá um ponto de partida conveniente.

O jogo de articulações tal como está no diagrama pode ser utilizado para modelar qualquer tipo de sistema de fluxo de informação, tal como rádio, o discurso, os jornais e mapas. Seus pontos inicial e final chamados de **fonte e destino**, são o originador e o receptor das mensagens, dos símbolos ou dos sinais discretos que estejam circulando através do sistema. Em seus níveis mais avançados, o objetivo da teoria da informação é expressar matematicamente a quantidade de informação transferida de uma etapa a outra, dentro do sistema.

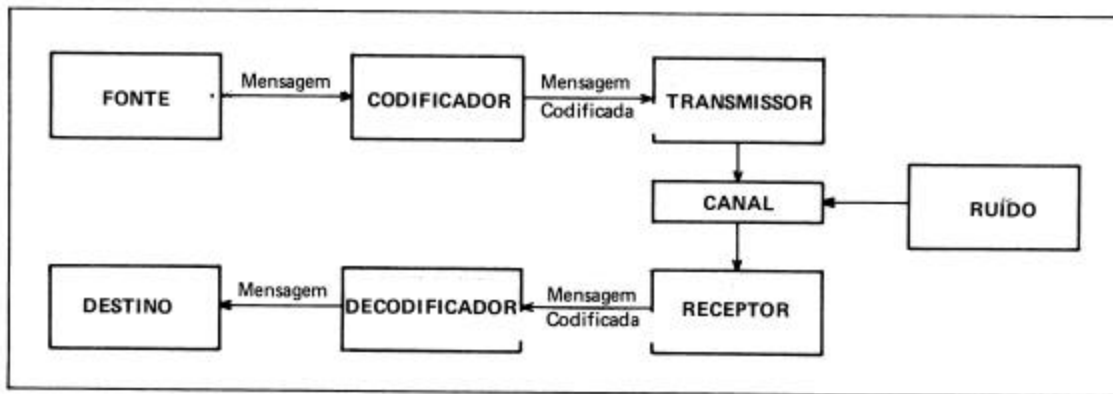


Figura 3.1 – Modelo de sistemas de comunicação generalizada (baseado em Johnson e Klare, 1961)

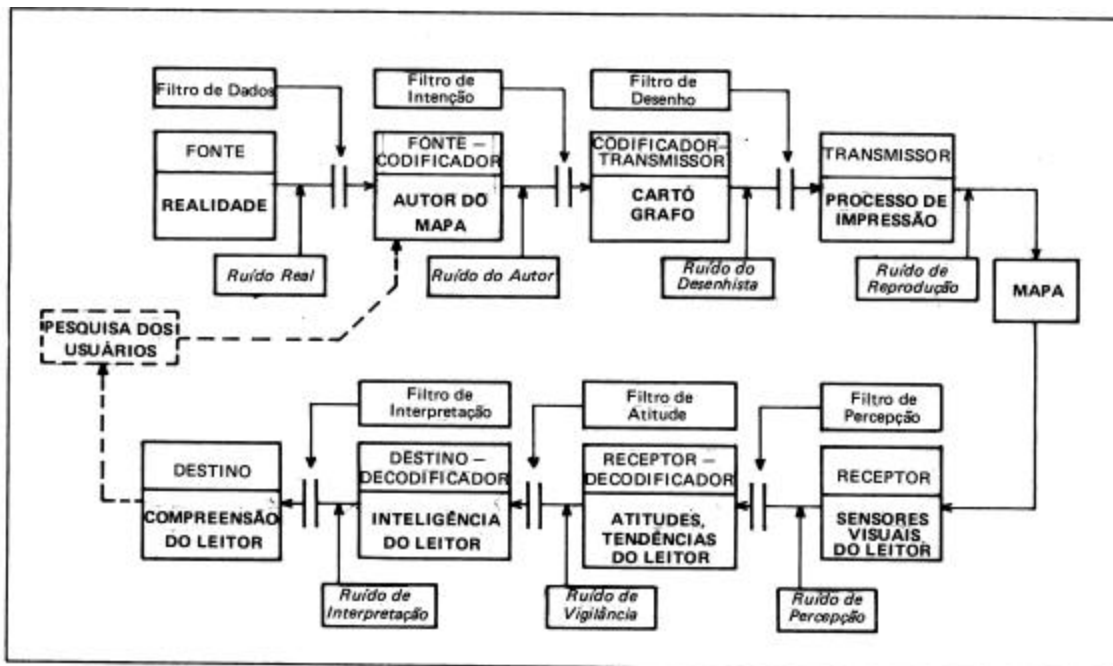


Figura 3.2 – Modelo de Comunicação Cartográfica (modificado de Jolliffe, 1974).

Para discussões sobre comunicação cartográfica, a teoria da informação pode ser mostrada para indicar varios lugares onde erros podem entrar no sistema; em vista disso, pode-se então emprender esforços para otimizar o uso de mapas e cartas.

Quando uma mensagem, dentro do sistema percorre um caminho desde a fonte ao destino ela toma formas diferentes. A primeira mudança ocorre quando ela é transformada em código, como no caso de uma idéia escrita na forma de uma série de letras e pontos. Depois um transmissor produz um sinal, que é levado ao receptor por um canal de comunicação, tal como a radiação eletromagnética de rádio, as fibras nervosas dos olhos, os fios, etc. após a mensagem ser recebida, o código resultante deve ser decifrado antes de ser levado ao seu destino.

A capacidade de carga do canal pode limitar a quantidade ou velocidade do fluxo de informação através do sistema. Fios comuns de telefones, por exemplo, são geralmente adequados para transmissão de comunicação verbal, mais não pode arcar com sinais de alta frequência que um computador digital emite. Neste caso, a velocidade de transmissão deve diminuir ou a qualidade do circuito deve ser melhorada, senão a mensagem recebida terá falhas.

Além disso, a mensagem torna-se mais difícil de ser recebida e decifrada se ocorrer ruídos tal como linhas cruzadas durante uma conversação telefônica. Em geral, **ruído** é um sinal indesejado que pode ou não ser decifrado. O ruído pode ser incoerente ou sem significado, como no caso de pequenos barulhos durante um telefonema, mas um ruído coerente pode também ocorrer. Sinais

indesejados coerentes com sinal desejado são também chamados de **distorções**, um termo que descreve um som de má qualidade de um rádio ou o resultado de olhar dentro de um “espelho do riso” num parque de diversões. Estes tipos são alguns dos mais óbvios; todos os sistemas de comunicação apresentam distorções (Young, 1971:7).

Um aparelho que rejeita certos sinais (tal como as ondas do rádio do canal não escolhido) enquanto aceita os outros, é chamado de **filtro**. Os filtros podem filtrar alguns ruídos ou simplificar sinais mais complexos. Eles não são restritos apenas ao receptor. Por exemplo, um codificador de voz tem uma unidade analisadora com uma série de filtros que decompõe os sinais verbais em bandas de frequência diferentes, antes da transmissão através de um canal que os leva para um sintetizador que refaz estes sinais, transformando-os em voz (Pierce, 1961:136-137). O resultado é um som que, frequentemente se parece com uma caricatura da fala original, mas assim mesmo é reconhecível. Então o modelo de um sistema de comunicação generalizado (Figura 3.1) pode ser mais complexo com a adição de filtros uma outra modificação no modelo reconhece que o ruído ou distorções podem entrar num sistema de comunicação em qualquer lado do canal primário, desde que todas as mensagens transmitidas, codificadas, ou recebidas sejam sinais que circulam através de canais.

### 3.3 UM MODELO DE COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA

O diagrama de um fluxo de sistema generalizado de comunicação pode se tornar bem mais significativo para a cartografia se o número de etapas é aumentado e filtros são adicionados (como na Figura 3.2), ampliado de um diagrama desenvolvido por Jolliffe (1974).

Com expressão do estrago em trânsito ou no uso do mapa (o principal canal de comunicação), o ruído entra no sistema das interfaces entre as etapas adjacentes do sistema. No uso de um modelo de comunicação por mapas deve-se reconhecer que algumas das pessoas ativas no processo cartográfico fazem um papel duplo dentro do contexto da teoria de informação. Por exemplo, o autor do mapa, é ao mesmo tempo, a fonte da intenção do mapa e o codificador que escolhe símbolos de mapas e um transmissor que os posiciona no papel ou material plástico de desenho. O usuário do mapa é o receptor, o decifrador e o destinatário.

#### 3.3.1 Comunicação Na Confeção de Mapas

Mesmo que a mensagem tem origem na realidade (ver a Figura 3.2) a fonte do conteúdo intelectual do mapa é o autor. A ideia contida no

mapa depende, em parte, daquilo que o autor sabe da realidade. “Ruído da realidade” descreve a informação estranha (ou errônea) que pode ser introduzida na ligação entre o mundo real e o autor do mapa. Este ruído é total ou parcialmente contrariado pelo filtro de dados que ignora os detalhes irrelevantes.

Este trabalho de filtragem poderá ser feito pelo autor do mapa que vê o mundo real seletivamente ou por uma agência de coleta de dados, tais como o departamento de censos da Fundação IBGE, que publica, documentos apresentados uma versão da realidade necessária limitada e possivelmente com preconceitos. Obviamente, esta parte do diagrama da Figura 3.2 poderia ser muito mais elaborada, mas qualquer amplificação desta etapa seria mais apropriada deixada para as discussões de métodos científicos e planejamentos de pesquisas do que para a cartografia.

O que o autor diz ao cartógrafo é filtrado pelo que ele próprio entende ser o significado do mapa. Um autor que não esteja certo sobre o significado ou o propósito do mapa transmite um excesso de “ruído do autor” ao sistema. Um autor que não esteja totalmente consciente das limitações da cartografia pode optar pelo uso de um mapa, quando alguma outra forma de comunicação seria mais efetiva. Quando o autor e o cartógrafo não são a mesma pessoa, também pode haver problemas decorrentes da transferência de instruções imprecisas.

Além disso o cartógrafo está em desvantagem se não estiver ciente do tamanho final do mapa reproduzido considerando que o tamanho do mapa é um elemento importante na escolha das melhores generalizações e simbolização. Finalmente, um autor ignorante da capacidade intelectual ou sensorial do leitor pode elaborar um mapa visualmente complexo demais para ser entendida.

O cartógrafo pode confundir a mensagem, adicionado ao “**ruído do desenhista**” o letreiro pode ser muito pequeno para se ler; os símbolos podem não ser de fácil diferenciação para o leitor; o mapa pode ter um arranjo relaxado ou cores que não combinam, distraindo assim o leitor. Usualmente um mapa que prende a atenção de um leitor pouco interessado pode ser muito insípido ou banal. Outros tipos de ruído do desenhista são os erros resultantes dos métodos de desenho já mencionados no item 2.2 esses, como todos os ruídos, são quase universalmente indesejados. Porém um filtro pode exercer influências tanto positivas como negativas do lado positivo, um filtro de desenho pode contribuir para uma comunicação efetiva, através da remoção de detalhes desnecessários que de



alguma maneira permanecem até essa etapa. Do lado negativo, por exemplo, o filtro de desenho pode remover demasiados detalhes geográficos deixando o leitor com uma estrutura locacional inadequada. Sempre é necessário lembrar que o leitor deve ter o necessário para relacionar os símbolos ao seu conhecimento da realidade.

Na etapa de impressão, o **ruído de reprodução** pode distorcer ainda mais a mensagem. As chapas de cores podem estar fora de registro, produzindo assim uma má colocação das cores diferentes o que frequentemente se vê em propagandas coloridas nos jornais. A impressão mal feita também inclui a perda de palavras durante a elaboração da chapa (por exemplo quando os rotulos descolam e caem fora do desenho) ou o uso de papel demasiado poroso para reter linhas finas de tinta. Um bom cartógrafo entenderá as limitações do processo de impressão e examinará as provas da gráfica.

A etapa da impressão não tem filtro de reprodução; o uso de muito pouca tinta para reproduzir uma imagem nitida pode ser tratada como outra forma de ruído de reprodução.

### 3.3.2 Comunicação Na Interpretação de Mapas

A diferenciação de etapas na comunicação cartográfica é menos óbvia depois do mapa ter sido impresso. O principal receptor é o sensor visual (olho) do leitor do mapa, mas as atitudes em relação tanto ao mapa em questão quanto aos mapas em geral influenciarão a eficácia com que o leitor examina o mapa. Se o mapa não for interessante ou se o leitor é indiferente ou repellido pelo mapa este pode ser examinado superficialmente ou nem ser examinado. A inteligência e o nível de conhecimento do leitor também afetará sua habilidade em decifrar o mapa, mas a complexidade do interrelacionamento destes conceitos sugere sua consideração como um só fator.

Finalmente chega a mensagem ao destino que é a compreensão da realidade pelo leitor como resultado do estudo do mapa. A separação entre esses quatro estágios da interpretação de cartas na linha inferior da Figura 3.2 é confusa devido à **retroalimentação** (feedback), que ocorre quando o leitor responde a um símbolo do mapa e depois decide onde irá continuar seu estudo do mapa. Para uma discussão mais detalhada do uso de mapas e comunicação cartográfica veja a publicação de Robison e Petchenik (1976).

A percepção e a cognição envolvidas na leitura de mapa. A percepção que é o conhecimento

obtido através dos sentidos, precede a cognição, na qual o cérebro se torna suficientemente ciente dos objetos ou símbolos para identificá-los e para também iniciar uma ação.

Uma pessoa que toca num fogão quente, por exemplo percebe calor através de um reflexo nevrálgico na ponta dos dedos os quais enviam a mensagem ao cérebro. Quando a cognição ocorre, a pessoa retira rapidamente a mão queimada e emite uma palavra de exclamação. Quando se faz a leitura de um determinado mapa, o sensor visual do leitor pode perceber a magnitude relativa de um círculo proporcional representando um valor para a cidade de São Paulo. A cognição ocorre quando o leitor começa a olhar mais para o norte para encontrar o círculo que simboliza o Rio de Janeiro, uma outra cidade principal de região sudeste. Na comunicação cartográfica estes dois processos são tão entrelaçados que o termo percepção é aplicado, por conveniência, a todos os atos de observação de símbolos e a estimativa de seus tamanhos, cores e formatos. Cognição, é, portanto reservado para todos os atos de reconhecimento espacial nos quais estes símbolos adquirem significados em termos de lugar ou padrão.

O **ruído perceptivo** pode enganar o leitor de mapa por alterar, por exemplo, o tamanho relativo aparente de um círculo. As áreas dos círculos maiores são neste caso, visualmente subestimadas em relação às áreas dos círculos menores. Os filtros perceptivos atuam temporariamente para filtrar marcas num mapa quando dois ou mais símbolos tais como círculos proporcionais sobrepostos, estão em conflito. Outro exemplo de um filtro perceptivo é o fenômeno de **Figura-fundo** onde um fundo se sobressai dos detalhes do ambiente (ou fundo) que o rodeia e com que reparte o campo visual (ver Figura 3.3). Um contraste de tonalidade ruim num mapa branco e o preto é simplesmente um erro de desenho que pode confundir o aparecimento da figura em contraste com o fundo (Dent, 1972b) nos mapas a cores, as diferenças em coloração, brilho tonalidade geralmente facilitam a diferenciação da figura e do fundo. Estes mapas policromáticos (em cores), portanto, podem conter uma maior variedade de símbolos e mais informações do que os desenhos monocromáticos. Mas mesmo o mapa em cores pode ser complexo demais para uma filtragem perceptual se for mal desenhado ou se o autor colocar muitos tipos diferentes de informação num mesmo mapa. A capacidade efetiva do mapa com um canal de comunicação é então reprimido pelos limites do filtro perceptivo do leitor.

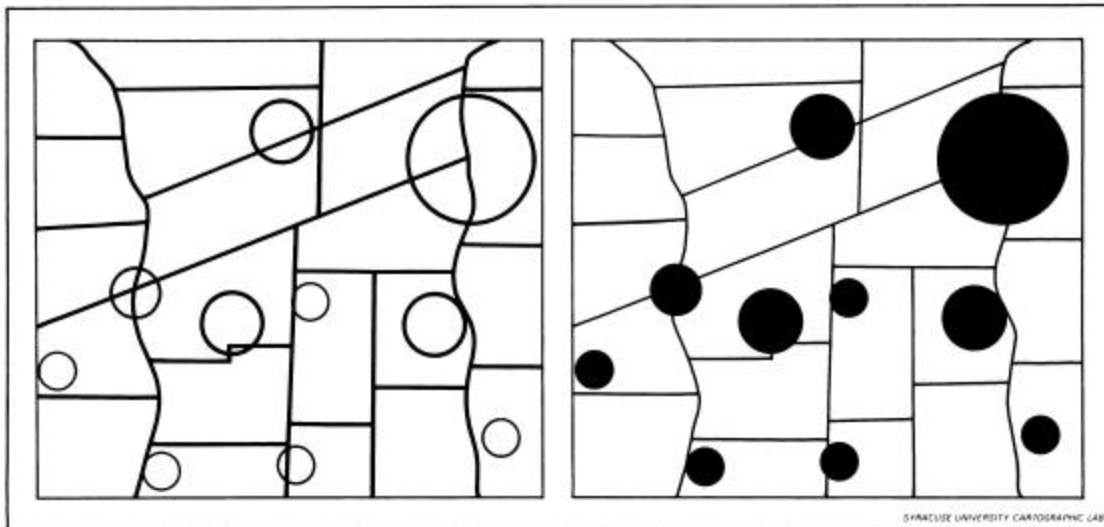


Figura 3.3 – Má (a esquerda) e boa (á direita) diferenciação entre a figura (dos círculos para populações de cidades) e o fundo (de divisas municipais).

Quando está vendo o mapa em geral o leitor pode sentir-se desconfortável, entediado, distraído, ou pouco interessado no que o mapa está tentando mostrar. Neste caso o ruído de vigilância entra no processo de comunicação e muita informação útil, inclusive todo o significado do mapa, pode perder-se por causa da pouca atenção dada ao mesmo. Num caso extremo, o filtro atitudinal do leitor pode fazer com que o mapa seja completamente ignorado. As atitudes podem ser tanto positivas como negativas e desempenham papéis importantes em todas as formas de comportamento (1947) elas são um aspecto importante da comunicação cartográfica. Obviamente as atitudes positivas com respeito aos mapas devem aumentar a probabilidade que a mensagem pelo autor do mapa alcance seu destino.

As atitudes negativas, que impedem a comunicação podem estar além do controle do autor do mapa; porém, em alguns casos, um mapa com um desenho cativante pode superar uma atitude negativa e prender a atenção do leitor.

Dant (1975) referiu-se a este problema, e Petchenik (1874)? Empregou pares de objetivos bipolares, tais como “útil...obstruidor”, para determinar a atitude do leitor em relação aos mapas. Sua abordagem pode ajudar cartógrafos a identificar as formas mais efetivas de mapas (comunicativas) para leitores interessados.

Na etapa de decifração (no destino), os símbolos que não são relevantes à tarefa de leitura de mapas em particular são ignorados. Aqui o **filtro de interpretação** permite ao leitor ignorar as informações que são menos significativas e juntar feições que são mais úteis, fazendo uma interpretação mais significativa. No entanto os erros

são possíveis e prováveis, especialmente se o leitor é ignorante a respeito do assunto do mapa ou da região. Assim o **ruído de interpretação** pode obscurecer o significado desejado. Além disso, porque os processos mentais envolvidos nesta etapa são puramente cognitivos, a compreensão crescente do leitor sobre a realidade pode muito bem exceder a que o autor do mapa esperava (Robinson e Petchenik, 1975, 11-12). Então, qualquer pesquisa de usuários prove um laço de retroalimentação (feedback) para medir a efetividade deste sistema de comunicação, deve reconhecer que um aumento na compreensão ou na confusão da realidade após o uso do mapa pelo leitor, não vem necessariamente apenas do mapa.

Este modelo de comunicação cartográfica, ainda que seja inadequado em sua descrição das operações mentais que acompanham a leitura de mapas, pode servir para salientar alguns dos pontos fortes e fracos dos mapas como canais de comunicação. Apesar de que o autor do mapa e o cartógrafo têm controle sobre o conteúdo dos mapas e da composição gráfica, eles devem estar cientes das limitações perptuais do leitor do contrario poderão exigir demasiado desse último. Eles devem eliminar complexidades desnecessárias e tentar despertar o interesse através da mensagem mapeada. Muito frequentemente os mapas são mal feitos, sem apelo, ou mal integrados com os textos que os acompanham, poderá o leitor ser condenado por ignorar este tipo de mapas? Dentro de certos limites, os mapas, devem ser interessantes tanto quanto corretos.

As interpretações incorretas são prováveis consequências da má leitura dos mapas, da má habilidade de sua análise, e também da falta de compreensão dos processos geográficos

associados com os fenômenos mapeados. Quando estas interpretações incorretas são postas em ação, o resultado pode ser sério. Não somente fará com que por exemplo os motoristas se percam, se confundam e, possivelmente, provoquem acidentes, mas também o planejamento do espaço e decisões militares baseadas em leituras errôneas de mapas podem causar graves custos social, econômico, político e humano. Portanto, não é surpreendente que os geógrafos e os militares dêem uma grande ênfase ao treinamento e à pesquisa sobre a leitura de mapas. Não deveria o nosso sistema educacional fazer o mesmo? Por serem os mapas indispensáveis para muitas tarefas, educadores de todos os níveis deveriam ser sensíveis a esta necessidade básica. O público tem o direito de saber **quando** e **como** usar mapas.

## Capítulo 4

### PROJEÇÃO E COORDENADAS

Autores -Colaboradores:  
Paul S. Anderson  
Antônio Jorge Ribeiro  
Mark S. Monmonier  
Fernando Rodrigues de Carvalho

#### 4.1 INTRODUÇÃO

Projeção, um assunto tradicional no estudo da Cartografia, é tão importante que consta como um dos três atributos imprescindíveis das cartas e dos mapas (ver o item 1.2.2). Porém, hoje em dia, a grande maioria dos usuários leigos e profissionais não precisa se preocupar com as distorções devidas às projeções nas cartas de escalas maiores (mais detalhadas) que 1:1.000.000. Portanto, a complexidade teórica, matemática e prática das projeções está fora da abrangência desse capítulo básico. As discursões sobre todas as projeções principais, com exceção de uma, estão apresentadas no Volume Quatro, Princípios (IV) de Cartografia Especial. Como introdução, neste presente capítulo, é suficiente lembrar que sempre existem deformações, mas que a maioria das cartas não apresentam distorções importantes para o usuário não especializado. Em geral, as dificuldades e os “erros” de medida, devido à escala, generalizações e a simbolização, são maiores que os de Projeção.

Os tópicos seguintes desenvolvem o conceito das coordenadas geográficas da Terra ; a medição da latitude e da longitude em cartas; algumas ideias básicas sobre projeções; a projeção UTM, que é a mais usada mundialmente; os sistemas de subdivisão e enumeração das cartas no Brasil; as coordenadas UTM em cartas topográficas; e a disponibilidade a aquisição de cartas topográficas no Brasil. Assim, no presente capítulo, o interesse está voltado para a aplicação das coordenadas geográficas dentro de uma área mapeada por cartas de escala 1:1.000.000 ou maiores, especialmente cartas topográficas.

#### 4.2 SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

##### 4.2.1 As Bases do Sistema

Existem vários sistemas de coordenadas que permitem a localização precisa de um ponto qualquer na superfície terrestre. Dentre eles o mais usual é o das Coordenadas Geográficas (latitude e longitude).



Figura 4.1 – Meridianos e paralelos são linhas artificiais.

Esse sistema de coordenadas é artificial; ele foi organizado para atender às necessidades do homem. As suas bases utilizadas são a geometria esférica e o eixo de rotação da Terra. Os pólos são definidos como pontos de interseção entre o eixo de rotação da Terra e a superfície da esfera. Portanto, as medidas básicas das coordenadas são feitas através de observações astronômicas que estabelecem a latitude e a longitude. Sem dúvida, o sistema de coordenadas não é plotado nem visível no terreno (ver a Figura 4.1).

Numa esfera todos os pontos são idênticos entre si. Quando essa esfera é a superfície terrestre, é costume tomar como referência certos pontos notáveis: o centro do planeta (ponto “C” na Figura 4.2), os pólos norte (PN) e sul (PS), o equador e o convencional primeiro meridiano, que vai de pólo a pólo passando pelo observatório astronômico da cidade de Greenwich, na Inglaterra.

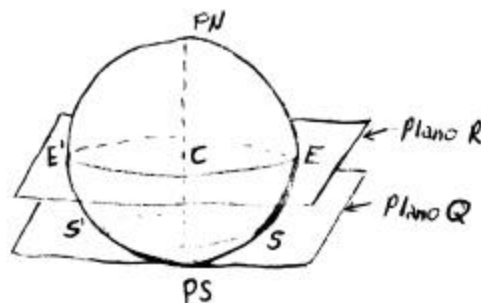


Figura 4.2 – Os planos perpendiculares à linha dos pólos cortam a esfera segundo círculos chamados paralelos; o maior deles é o Equador, que corresponde ao “plano R” do centro.

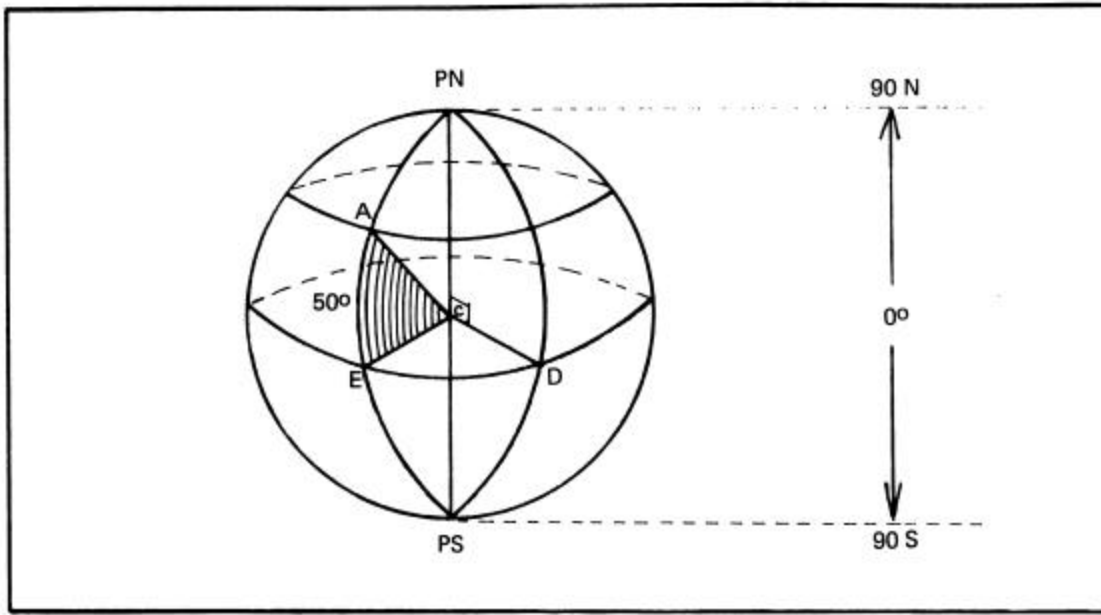


Figura 4.3 – Graus de Latitude (e longitude) são medidas referentes ao ângulo no centro da esfera

#### 4.2.1.1 Determinação da Latitude

O equador é um círculo imaginário (EE') determinando, na superfície terrestre, por um plano (R) perpendicular ao eixo de rotação (a linha PN-PS entre os pólos) e que passa pelo centro da Terra (ponto "C") (ver a Figura 4.2). Um outro plano qualquer paralelo ao do equador, determinará uma outra linha (S-S) circular que será chamada de paralelo de latitude. Os paralelos de latitude, ou simplesmente paralelos, são todos os círculos determinados por planos paralelos ao plano do Equador.

Entre o equador e cada pólo temos 90 graus de latitude e podemos constatar isso através da medição do ângulo E-C-P (equador-centro-pólo) que está na Figura 4.3. A linha curva entre E e PN, seguindo a superfície da terra, é um arco de um meridiano. Portanto, o ângulo E-C-A identifica 50° graus de arco, e o ponto "A" se localiza no paralelo de latitude 50° norte (Figura 4.3). A latitude é contada de 0° a 90° a partir do equador em direção aos pólos, sendo positiva para o norte e negativa para o sul. Normalmente, se indica a letra N (norte) ou S (sul) em vez de dizer "positiva" ou "negativa", respectivamente. Cada grau é subdividido em 60 minutos, e cada minuto em 60 segundos.

#### 4.2.1.2 Determinação da Longitude

Perpendiculares ao plano do equador existem os planos longitudinais, os quais também passam pelos pólos e centro da Terra (veja a Figura 4.4). O primeiro plano, por convenção é aquele que também passa pelo telescópio astronômico da

cidade de Greenwich na Inglaterra. Todos os outros planos formam um ângulo com o plano de Greenwich, ao longo do eixo polar.

A linha curva onde um plano longitudinal toca a superfície da Terra forma um círculo composto de dois semi-círculos denominados "linhas de longitude" ou "meridianos". Portanto, cada meridiano tem um "anti-meridiano", que está composto na esfera, e com o qual completa o chamado "círculo máximo" (a linha do equador também é um círculo máximo, porém as outras paralelas não são). O meridiano de Greenwich recebe, por convenção, o valor de zero graus (0°), portanto, seu anti-meridiano é a longitude de 180° (sendo que 360° completa um círculo).

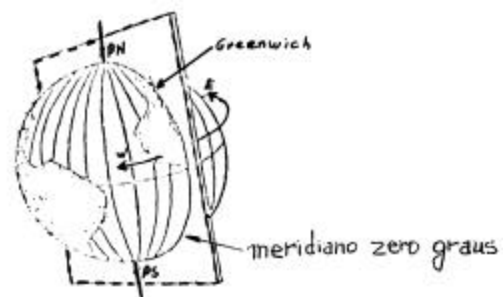


Figura 4.4 – Meridianos de Longitude

A longitude é contada de 0° a 180° a partir do meridiano de origem, positivamente para o leste e negativamente para o oeste. A longitude pode ser expressa em tempo, pois é determinada, em Astronomia, pelo intervalo de tempo que medeia entre a passagem de um astro qualquer pelo

meridiano de origem e pelo meridiano considerado, em consequência do movimento da Terra em torno do seu eixo.

A partir dessas explicações, torna-se mais fácil o entendimento da definição da longitude: O arco do Equador compreendido entre o meridiano de um lugar e o primeiro meridiano (Greenwich). Como exemplo ver a Figura 4.4 e Figura 4.12 e observar o ângulo formado por E-C-D.

Na realidade, a Terra não é uma esfera, e sim uma superfície de revolução, chamada geóide, achatada nos pólos e um pouco mais dilatada no equador. Para a cartografia de precisão são necessários os trabalhos de geodésia, os quais desenvolvem cálculos de compensação para estas deformações. Algumas medidas importantes estão na Figura 4.5.

O comprimento de grau de latitude (medida norte-sul ou sul-norte) é de 110.573 km no equador; nos pólos esta medida aumenta para 111.697 km. A diferença de 1.124 km em uma distância de 10.000 km (Equador-Pólo) é importante para a geodésia, porém pouco relevante para a grande maioria dos

usuários de cartas. Para estes o maior cuidado deverá ser nas medições realizadas com réguas comuns, as quais apresentam maior probabilidade de erro.

Portanto, nesta publicação a superfície da terra será considerado esférica, sobre a qual um grau de latitude equivalerá 111 km em qualquer parte do globo, indistintamente.

No equador um grau de longitude também equivale 111 km. Porém, devido à convergência nos pólos, o comprimento de um grau de longitude fora da linha do equador será proporcional ao cosseno da latitude do lugar (Figura 4.6).

Observa-se que um grau de longitude não é constante e que a variação é maior quanto mais próximo dos pólos se considerar. Este fato dificulta em muito o uso das coordenadas geográficas para medidas comuns.

Os próximos parágrafos e a Figura 4.7 mostram, de forma simplificada, como calcular as coordenadas geográficas de qualquer ponto de uma carta topográfica.

ASPETOS	DIMENSÕES	APROXIMADAS
- Raio da Terra no Equador:	6.378.38 km	6.370 km (Diâmetro: 12.750 km)
- Raio da Terra nos Pólos:	6.359.90 km	
- Elipsidade (Achatamento)	1/297	1/300
- Circunferência Equatorial:	40.102.84 km	40.000 km
- Circunferência Mediana:	40.035.64 km	
- Comprimento de 1° (Longitude) no Equador:		111 km
- Comprimento de 1° (Latitude) no Equador:		
- Comprimento de 1° (Latitude) nos Pólos:		
- Superfície total da Terra (Aproximada):	510.100.000 km <sup>2</sup>	510 milhões de km

Figura 4.5 - Tabela das Dimensões Básicas da Terra.

Figura 4.6 - Tabela de comprimento de um grau de longitude em diversas latitudes.

Comprimento de um grau de longitude = cosseno da latitude do lugar X 111 km

Uma tabela de cossenos está nos apêndices;

Os arcos mais importantes são:

LATITUDE	COSSENO	COMPRI-MENTO DO ARCO (km)	OBSERVAÇÕES
0°	1,000	111	Equador
30°	0,866	96,2	
60°	0,500	55,5	Paralelo com metade do comprimento do Equador
90°	0,000	0,0	Pólo

#### 4.2.2 Cálculo da Latitude

Para calcular a latitude de um ponto compreendido entre duas latitude conhecidas, é evidente seguir as seguintes instruções, tomando muito cuidado com as frações de graus, as quais devem ser expressas em minutos.

- 1- Observar qual dos paralelos possui o menor valor e qual é a direção de aumento (para baixo no hemisfério sul, ou para cima no hemisfério norte);
- 2- Subtrair o menor valor ou maior, obtendo a diferença total (DT) em graus (ou em minutos);
- 3- Medir perpendicularmente a distância entre dois paralelos para obter a medida total (MT);
- 4- Medir perpendicularmente a distância entre o paralelo menor e o ponto do qual se deseja calcular a latitude, isto dá a medida parcial (MP);
- 5- Armar uma régua-de-três para calcular a diferença parcial (MP);

$$\frac{MT}{MP} = \frac{DT}{DP} \quad \text{ou} \quad \frac{MP \times DT}{MT} = DP$$

- 6- Somar o resultado obtido (DT) com o valor do menor paralelo.

A Figura 4.7 fornece alguns exemplos:

- 1- A direção do aumento é para cima, portanto, a zona está no hemisfério Norte;
- 2-  $20^\circ - 10^\circ = 10^\circ$
- 3- 4 cm

- 4- Do paralelo menor para o ponto A, a distância é de 2,4 cm;
- 5-  $10^\circ - 4 \quad X = \frac{2,4 \times 10}{4} = 6^\circ$
- 6-  $10^\circ + 6^\circ = 16^\circ$

#### 4.2.3 Cálculo da Longitude

A longitude, utilizase a mesma metodologia aplicada na latitude, só que agora na direção horizontal. A única diferença é que a medida total (MT) (entre os dois meridianos) deve ser calculada à altura do ponto do qual desejamos saber a longitude (C). Isto é porque a convergência dos meridianos resulta em medidas totais (MT) diferentes quando feitas na latitude superior, inferior ou na latitude do ponto (C) (ver a Figura 4.8).

$$30' - 4 \quad X = \frac{2,3 \times 30}{4} = 17'$$

A longitude do ponto C =  $50^\circ 17'$

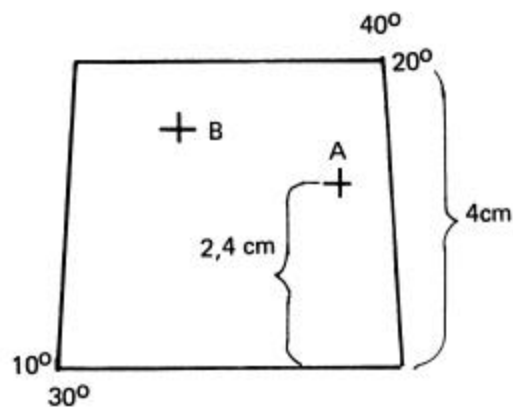


Figura 4.7 - Cálculo de latitude entre duas linhas paralelas.

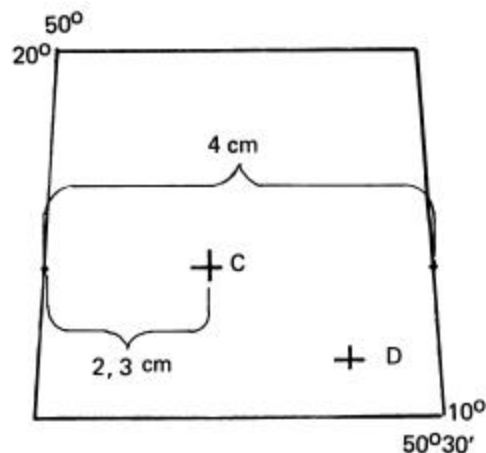


Figura 4.8 - Cálculo de longitude onde há convergência dos meridianos

#### 4.3 NOÇÕES DE PROJEÇÕES

Uma projeção cartográfica é a transformação de uma esfera celeste (planeta, lua, etc.) em um desenho plano, normalmente numa escala menor. É sabido que nenhuma folha de papel plano pode representar sem distorções uma esfera; portanto, é inevitável que TODOS os mapas sejam projeções. Mesmo o caso de um mapa-esboço, em que não é possível definir matematicamente a projeção, pode-se, falar em um mapa com “projeção indefinida” ou “projeção irregular”. Mas, sem dúvida, não é uma representação sem distorções da esfera original.

O caso de escalas muito grandes e de áreas pequenas, como o desenho de uma casa, não são tratadas pela cartografia, e sim pela arquitetura e pelo desenho técnico que usam “plantas” elaboradas para superfícies consideradas planas.

Porém, mesmo em cartas de escala 1:25.000 (como da Figura 4.9), que um leigo pode considerar de um “plano”, existem distorções de projeções importantes para as engenharias e outras ciências exatas.

Os mapas precisam ser convenientes para o uso. Uma parte desta conveniência está na facilidade com que eles podem ser guardados e carregados. Sendo planos, os mapas podem ser enrolados ou

dobrados, de acordo com a necessidade do usuário. Centenas de mapas e cartas podem ser encadernados em atlas que ocupa um espaço equivalente a apenas pequena fração de um metro cúbico. Qualquer objeto que não possa ser guardado até que seu uso se faça necessário tem sua utilidade notavelmente reduzida.

Sem projeções cartográficas, todas as representações da Terra com a exceção das de escala grande e de pequenas regiões (que possuem curvatura negligenciável), teriam que ser globos ou segmentos curvos de globos, os quais são volumosos, dispendiosos, e de difícil produção e comercialização em massa. Além disso, a fim de examinar uma distribuição espacial do mundo inteiro, os usuários do globo precisam girar e possivelmente inclinar o globo tão bem quanto mover os seus olhos. Porém para transformar num plano as superfícies curvas, como as da Terra, Lua, de Marte, ou de uma “cabeça” esférica (Figura 4.10) é preciso usar projeções, as quais sempre causam distorções nas formas e nas relações de distância.

A respeito das distorções geométricas inerentes, as vantagens dos mapas planos excedem de longe suas desvantagens; portanto, as vantagens associadas aos globos grandes e sem distorções são sobrepujadas, para a maioria dos usos, simplesmente pelas dificuldades de seu manejo.



Figura 4.9 – Uma parte de uma carta topográfica a escala 1:25.000 (Brasília-NO, ano 1972, cortesia da Diretoria do Serviço Geográfico do Brasil.) (Obs: Esta área também está na figura 4.5 a escala 1:100.000).



Figura 4.10 – As aparências de uma cabeça esférica segundo algumas projeções. (Mesmo que a cabeça esférica tem deformações for ser uma projeção artística basicamente ortográfica.



#### 4.4 A PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

A Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), é uma projeção cilíndrica que passa pelos pólos da Terra, seguindo tangente a um “meridiano central” e o seu anti meridiano (ver a Figura 4.11a). A precisão é melhorada quando se usa um cilindro secante (ver a Figura 4.11b).

Na projeção UTM, um mapa de toda Terra sofre grandes distorções “ao final” do cilindro como se vê na Figura 4.12. Porém, na faixa chamada “fuso”, mais próxima do meridiano central, existem poucas distorções. É claro que é possível girar um pouco o cilindro para ter um outro meridiano na posição central. Isto é a base da projeção Gauss, da qual a projeção UTM é uma variação específica.

Por um acordo geográfico mundial, os fusos UTM são de seis graus de largura, enumerados crescentemente de Oeste para Leste a partir do meridiano 180°, que se encontra no Oceano Pacífico (ver Figura 4.13). As regiões polares recebem um tratamento especial e tomam a forma circular. São necessários 60 fusos de seis graus para cobrir uma esfera de 360°. Cada fuso, como na Figura 4.14, é bem alongado, possui um meridiano central absolutamente reto e poucas distorções. Enfim, a UTM é muito bem adequada para cartas de escala entre 1:1.000.000 até 1:10.000. Somente é preciso subdividir a área em tamanhos convenientes para o mapeamento e para um sistema de coordenadas quadriculadas, assunto dos próximos dois itens.

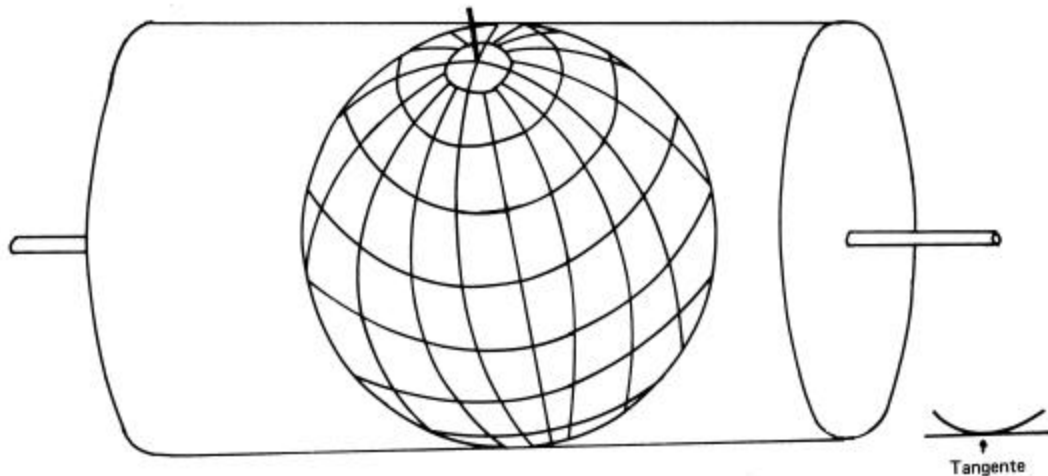


Figura 4.11a – Tangente.

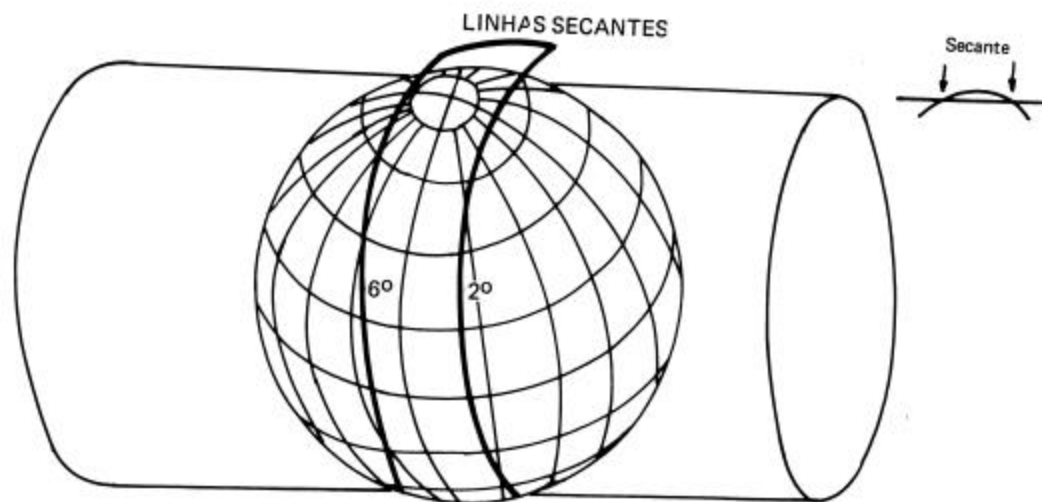


Figura 4.11b – Secante.

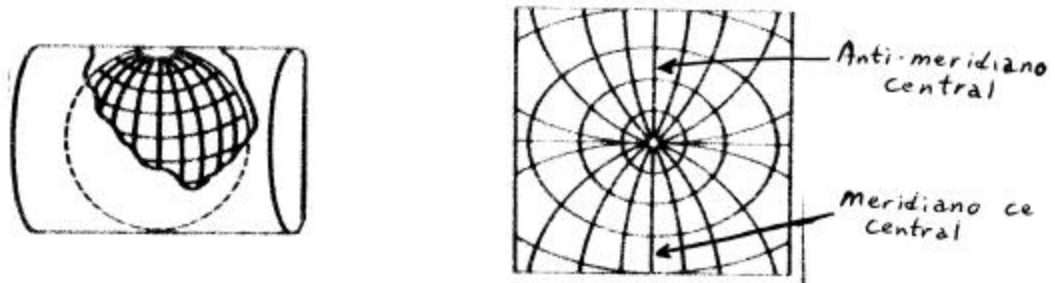


Figura 4.12 – As distorções aumentam nas áreas afastadas do meridiano e anti-meridiano centrais na projeção UTM.

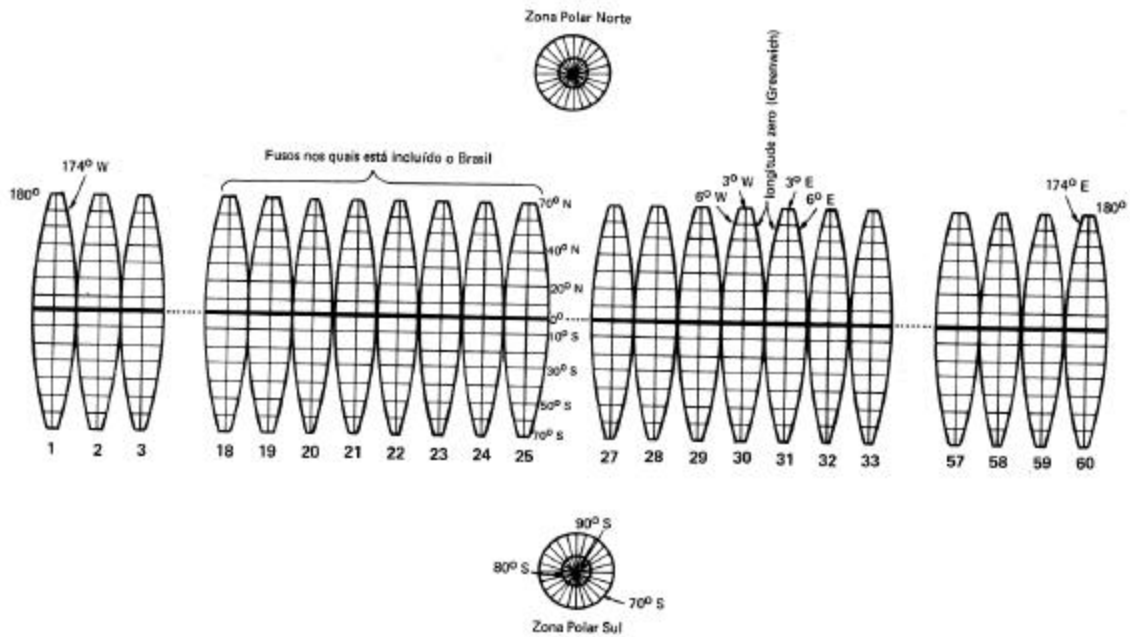


Figura 4.13 – Projeção UTM tem 60 fusos para cobrir o planeta.

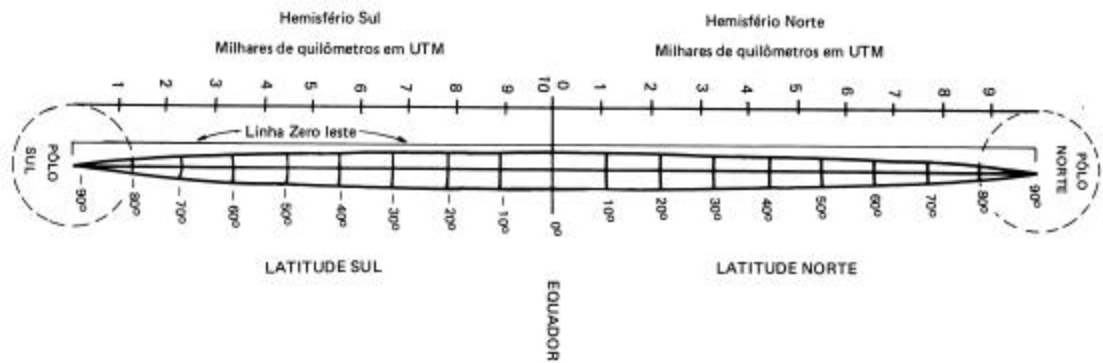


Figura 4.14 – Um fuso de UTM a escala um por cem milhões (Cada milímetro quadrado representa 100 X 100 km<sup>2</sup>).

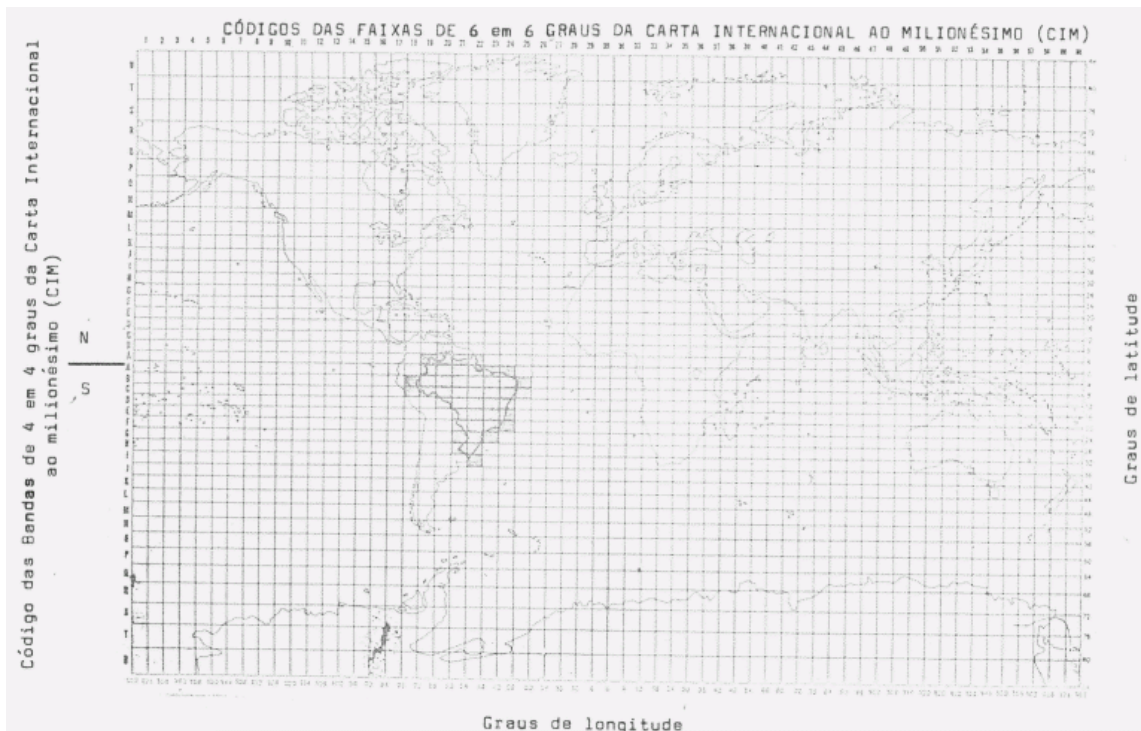


Figura 4.15 – Cada área de 6 por 4 graus tem um código único na Carta Internacional ao Milionésimo (CIM).

#### 4.5 SISTEMAS DE SUBDIVISÃO E CODIFICAÇÃO DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS BRASILEIRAS

Baseadas nas coordenadas geográficas e nas subdivisões dos fusos da UTM, existem quatro sistemas de codificação das cartas topográficas brasileiras, (além de uma mera ordenação alfabética que não mantém juntas no arquivo as cartas, de áreas próximas).

Esses sistemas são “Sistema UTM Atual”; o Sistema “Antigo”; o Sistema “MI”; e o Sistema “Micro-divisões”. Cada um apresenta certas vantagens.

##### 4.5.1 O Sistema de Códigos “UTM Atual”

O mais conhecido sistema de codificação das cartas topográficas brasileiras é o UTM Atual, no qual o Equador divide o mundo em hemisférios: Norte, codificado com N, e sul codificado com S. A partir do Equador, para cima e para baixo, os paralelos são divididos em faixas de 4 por 4 graus (Figura 4.15). Para cada faixa de 4 graus de latitude, para cima ou para baixo, é designada uma letra na ordem alfabética, antecedida de letras N ou S, conforme o hemisfério. A partir do anti-meridiano de Greenwich, (isto é, o meridiano de 180°), são designadas faixas de 6 por 6 graus, num total de 60 numerações no sentido OesteLeste perfazendo 360° (Figuras 4.16 e 4.16a).

Uma carta ao milionésimo é referida ao retângulo onde se encontra e sua folha tem o tamanho de 6 por 4 graus. Assim, é possível localizar uma carta de escala 1:1.000.000, por exemplo, que tem como índice de nomenclatura o seguinte: SD 23 (Figura 4.15 e 4.16a).

As cartas de 1:1.000.000 são divididas em 4 retângulos (VXYZ) de 3 por 2 graus na escala 1:500.000. Cada uma destas é dividida em 4 partes (A, B, C D) de 1 grau e 30 minutos por 1 grau, tal como a Figura 4.16b. Por sua vez, retângulo correspondente a cada uma dessas letras é dividido em seis quadrados de 30 minutos, os quais são numerados com algarismos romanos de I à VI da esquerda para a direita, na Figura 4.16b, a escala da folha em destaque (IV) é de 1:100.000, e o seu índice de nomenclatura é SD-23-Y-C-IV, que é o da folha de Brasília das Figuras 6.4 a 6.7.

Apartir desse nível de classificação (escala 1:100.000), o sistema “UTM Atual” subdivide as folhas em quatro partes (Figura 4.15.c). Estas cartas são denominados com os algarismos 1, 2, 3, e 4, e têm formato de 15' por 15' na escala de 1:50.000. As cartas de 1:50.000 também são divididas em quatro partes, segundo as direções NO, NE, SO, SE da mesma forma que as anteriores. A folha em destaque na Figura 4.16c tem formato de 7, 5' X 7,5' na escala de 1:25.000, e seu índice de nomenclatura é: SD-23-Y-C-IV-3-NE.

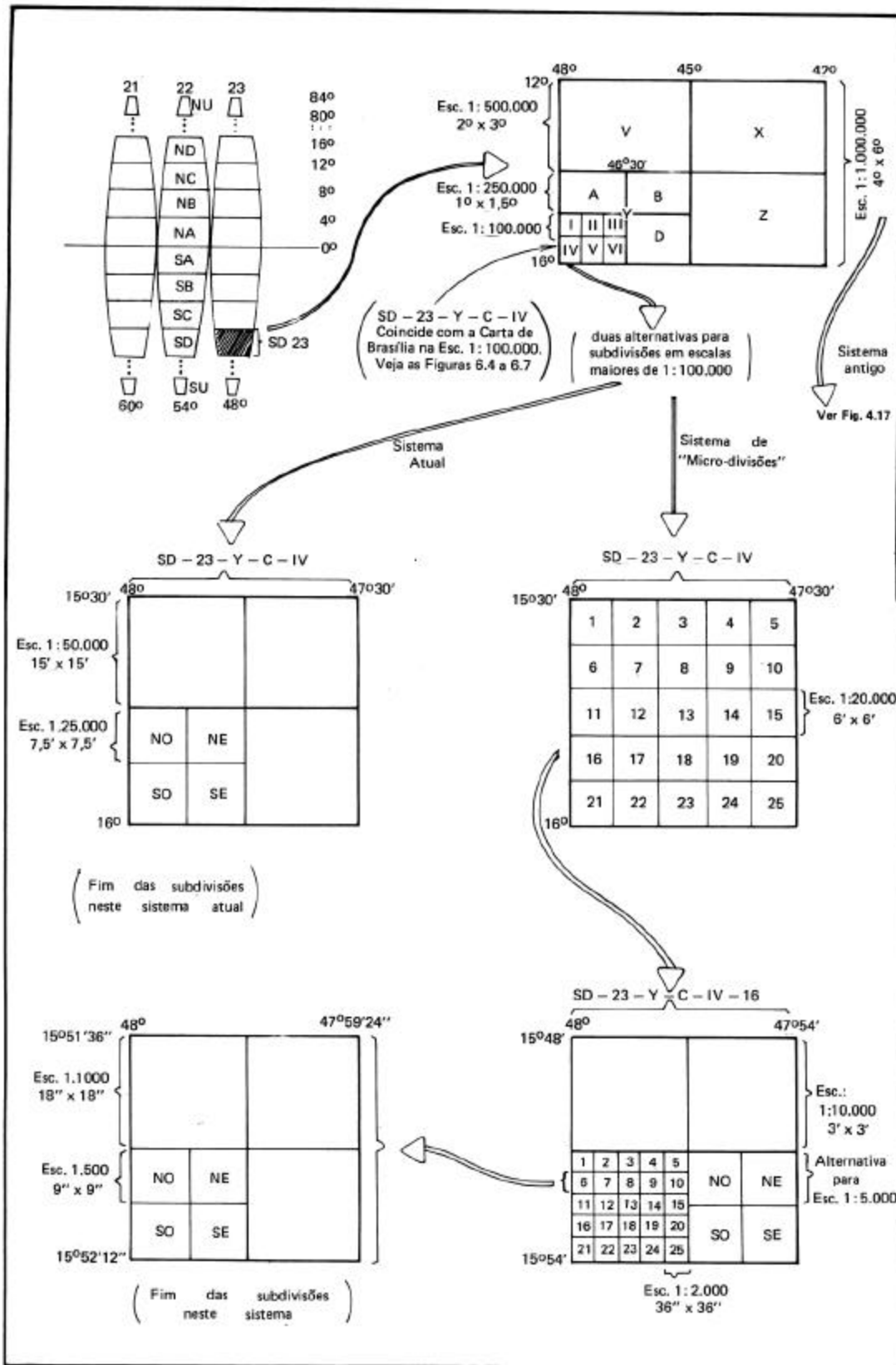


Figura 4.16 – Classificação de Cartas Topográficas desde 1:1.000.000 até 1:500.

Figura 4.16a  
Figura 4.16c  
Figura 4.16e

Figura 4.16b  
Figura 4.16d  
Figura 4.16f

#### 4.5.2 O Sistema “Antigo”

O segundo sistema, o chamado “antigo”, não está mais em uso, porém ainda existem cartas classificadas por aquele sistema. Nele, as cartas de 1:1.000.000 eram divididas diretamente em 24 quadrados de tamanho 1grau por 1grau para cartas na escala 1:250.000 (nunca produzidas). Estes quadrados eram codificados com as letras do alfabeto inglês (incluindo K e W) como mostra a Figura 4.17a. Observar que às letras A, B, C, D, V e X não coincidem em tamanho nem local em relação as mesmas letras do sistema UTM Atual (Figura 4.17b). Por sua vez, os quadrados correspondentes a cada uma destas letras eram divididos em quatro partes e estas eram numeradas com os algarismos romanos I, II, III e IV, da esquerda para a direita e de cima para baixo.

preciso ter cuidado com os códigos I e V, os quais podem, ambos, ser letras ou algarismos romanos; e as letras V, X, A, B, C e D são usadas tanto no sistema UTM Tradicional enquanto no antigo, porém com significados diferentes.

I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
A	B	C	D	E	F				
III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
G	H	I	J	K	L				
III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
M	N	O	P	Q	R				
III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
S	T	U	V	W	X				
III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV

Figura 4.17a – Sistema antigo.

As subdivisões para as escalas de 1:50.000 e 1:15.000 eram idênticas às do sistema UTM Atual, já explicado. Portanto, em termos de códigos, a diferença mais notável entre a UTM Atual e a “antiga” é que a primeira tem duas letras entre o algarismo arábico da banda do milionésimo e o número romano da folha 1:100.000, enquanto a antiga tem apenas uma letra. Os seguintes índices de nomenclatura mostram a diferença para uma mesma carta:

I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
IV	V	VI	IV	V	VI	IV	V	VI	IV	V	VI
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
IV	V	VI	IV	V	VI	IV	V	VI	IV	V	VI
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
IV	V	VI	IV	V	VI	IV	V	VI	IV	V	VI
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
IV	V	VI	IV	V	VI	IV	V	VI	IV	V	VI

Figura 4.17b – Sistema UTM atual.

Sistema UTM Tradicional = SD-23-Y-C-IV  
 Sistema Antigo (não mais usado) = SD-23-S-III

Observe que os últimos algarismos Romanos não precisam ser idênticos. Também,

Figuras 4.17 -  
 Conversão  
 do sistema antigo  
 ao sistema UTM  
 para cartas na  
 escala 1:100.000

A1 – V – A – I	G1 – V – C – I	M1 – Y – A – I	S1 – Y – C – I
A2 – V – A – II	G2 – V – C – II	M2 – Y – A – II	S2 – Y – C – II
A3 – V – A – IV	G3 – V – C – IV	M3 – Y – A – IV	S3 – Y – C – IV
A4 – V – A – V	G4 – V – C – V	M4 – Y – A – V	S4 – Y – C – V
B1 – V – B – III	H1 – V – D – III	N1 – Y – B – III	T1 – Y – D – III
B2 – V – B – I	H2 – V – D – I	N2 – Y – B – I	T2 – Y – D – I
B3 – V – B – VI	H3 – V – D – VI	N3 – Y – B – VI	T3 – Y – D – VI
B4 – V – B – IV	H4 – V – D – IV	N4 – Y – B – IV	T4 – Y – D – IV
C1 – V – B – II	I1 – V – D – II	O1 – Y – B – II	U1 – Y – D – II
C2 – V – B – III	I2 – V – D – III	O2 – Y – B – III	U2 – Y – D – III
C3 – V – B – V	I3 – V – D – V	O3 – Y – B – V	U3 – Y – D – V
C4 – V – B – VI	I4 – V – D – VI	O4 – Y – B – VI	U4 – Y – D – VI
D1 – X – A – I	J1 – X – C – I	P1 – Z – A – I	V1 – Z – C – I
D2 – X – A – II	J2 – X – C – II	P2 – Z – A – II	V2 – Z – C – II
D3 – X – A – IV	J3 – X – C – IV	P3 – Z – A – IV	V3 – Z – C – IV
D4 – X – A – V	J4 – X – C – V	P4 – Z – A – V	V4 – Z – C – V
E1 – X – A – III	K1 – X – D – III	Q1 – Z – A – III	W1 – Z – D – III
E2 – X – B – I	K2 – X – D – I	Q2 – Z – B – I	W2 – Z – D – I
E3 – X – A – VI	K3 – X – D – VI	Q3 – Z – A – VI	W3 – Z – D – VI
E4 – X – B – IV	K4 – X – D – IV	Q4 – Z – B – IV	W4 – Z – D – IV
F1 – X – B – II	L1 – X – D – II	R1 – Z – B – II	X1 – Z – D – II
F2 – X – B – III	L2 – X – D – III	R2 – Z – B – III	X2 – Z – D – III
F3 – X – B – V	L3 – X – D – V	R3 – Z – B – V	X3 – Z – D – V
F4 – X – B – VI	L4 – X – D – VI	R4 – Z – B – VI	X4 – Z – D – VI

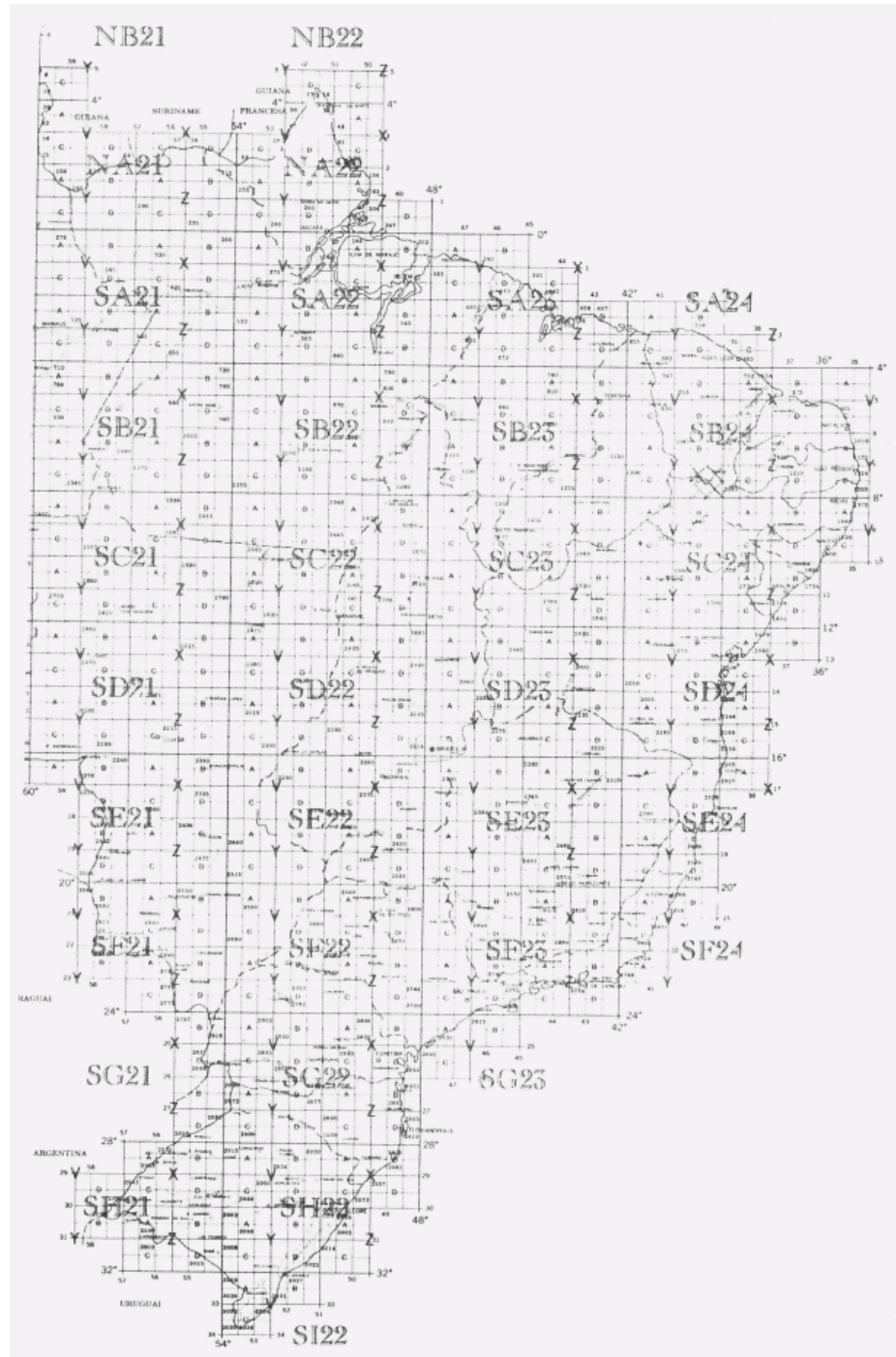
Figura 4.17c –  
 Tabela do  
 Conversão

#### 4.5.3 O Sistema “MI”

O terceiro sistema é o “MI” de enumeração consecutiva. Talvez o mais fácil, porém o seu uso está limitado ao Brasil. Uma vez que o Brasil está dividido para o mapeamento em folhas de escala 1:100.000, foi observado que o país está contido em 3036 folhas, incluindo as parciais das fronteiras. Estas folhas foram numeradas em ordem, segundo

bandas de latitude de 30' X 30' começando no norte de Roraima e terminando no sul do Rio Grande do Sul (ver Figura 4.18). Esse sistema chama-se “Mapa-Índice de enumeração consecutiva” identificado pelas letras “MI” na margem superior das cartas topográficas mais novas (ver, por exemplo, que o código da folha de Brasília na Figura 6.4b é MI 2215).

Figura 4.18 – Mapa Índice (MI) para os sistemas de códigos de “UTM Atual” e de “Numeração Consecutiva-MI”.





#### 4.5.4 O Sistema “Micro-divisões” Para Escalas de 1:20.000 e maior

A quarta modificação de códigos encaixa em todos os sistemas descritos acima. O objetivo é dar códigos para cartas e escalas de 1:20.000 até 1:500. O importante é notar que o ponto de partir é a folha 1:100.000, e não a folha 1:25.000. O Sistema que ainda não foi oficialmente decretado como obrigatório para impressão nas cartas respetivas, foi proposto pelo Engenheiro Geógrafo Rodrigues de Carvalho no seu artigo sobre “Articulação Sistemática de Folhas de Cartas” publicado na Revista Brasileira de Cartografia, n° 11, Ano 4, Dezembro 1973, paginas 28-35.

Aqui apresentamos a sua descrição:

Até a escala 1:100.000 segue-se as Normas de Cartografia Sistemática expedidas pela Diretoria de Serviço Geográfico, segundo lei determinada pelo Dec.Lei 243/67. (A única mudança sugerida é a transformação das letras em números, como no exemplo na Figura 4.19). Para a esquematização nas escalas maiores, levar-se-á em conta o seguinte critério, que de mais perto seque a lógica da esquematização adotada na Cartografia Sistemática. (Acompanhar as divisões nas Figuras 4.16d, 4.16e, e 4.16f).

A quadrícula de 30' X 30', dividida em 25 quadrículas de 6' X 6', dá origem à carta de 1:20.000, cujas folhas são enumeradas consecutivamente da esquerda para a direita e de cima para baixo.

Cada quadrícula de 6' X 6' se desmembrará em 4 quadrículas de 3' X 3', correspondendo à folha de 1:10.000, a qual desmembrada de 4 quadrículas de 1, 5' X 1, 5'; dará a folha de 1:5000.

Para a esquematização da folha de escala 1:2.000, a quadrícula de 3' X 3' (1:10.000), ou seja 180" X 180", se desmembrará em 25 folhas de 36" X 36", numeradas consecutivamente da esquerda para a direita e de cima para baixo.

Cada quadrícula de 36" X 36" se desmembrará em 4 de 18" X 18", correspondendo à folha de 1:1.000, a qual, desmembrada em 4 quadrículas de 9" X 9" dará a folha de 1:500.

A grande vantagem deste sistema é que, a partir da folha de escala 1:100.000, o desmembramento, obedecendo uma seqüência lógica, permite que todas as cartas mantenham a mesma medida da folha (55, 56 cm) como se pode ver na tabela anexa. Acresce a facilidade de lógica na aplicação do “Processamento Automático de Dados (ADP).”

Escala 1/	Formato da Folha no Terreno (Km)	Medidas da Folha no Terreno (Km)	Quantidade Contida Numa Folha 1/1 000 000	Quantidade Contida Numa Folha 1/100 000	Quantidade para Cobrir todo o Brasil	Índices (Exemplos de dois sistemas de códigos)
1.000.000	4° x 6°	444,46 x 666,72	1	1/96	46	SF23 — Sistema UTM Atual 0623 — Sistema de Micro-Divisões
500.000	2° x 3°	222,24 x 333,36	4	1/24	164	SF23-X obs: Sul = S = Zero (0) 0623-2 Noite = N = Um (1) Letra da linha (neste caso a linha F) coincide com sua cota no alfabeto (F = 6; D = 4; H = 8, etc.)
250.000	1° x 1,5°	111,12 x 166,68	16	1/6	600	SF23-XC 0623-23
100.000	30' x 30'	55,56 x 55,56	96	1	3 036	SF23-XC-V 0623-23-5
50.000	15' x 15'	27,78 x 27,78	384	4	12 144	SF23-XC-V3 0623-23-53
25.000	7,5' x 7,5'	13,89 x 13,89	1.536	16	48 576	SF23-XC-V3NO 0623-23-531
20.000	6' x 6'	11,112 x 11,112	2.400	25	75 000	SF23-XC-V3NO-23 0623-23-531-23
10.000	3' x 3'	5,556 x 5,556	9.600	100	303.600	SF23-XC-V3NO-23II 0623-23-531-232
5.000	1,5' x 1,5'	2,778 x 2,778	38.400	400	1.214.400	SF23-XC-V3NO-23IIINO 0623-23-531-2321
2.000	36" x 36"	1,1112 x 1,1112	3.400	400	7.590.000	SF23-XC-V3NO-23IIINO-21 0623-23-531-2321-21
1.000	18" x 18"	0,5556 x 0,5556	960.000	10.000	30.360.000	SF23-XC-V3NO-23IIINO-21III 0623-23-531-2321-213
500	9" x 9"	0,2778 x 0,2778	3.840.000	40.000	120.440.000	SF23-XC-V3NO-23IIINO-21IIINE 0623-23-531-2321-2132

OBS.: Medidas gráficas das folhas: entre 1/1.000.000 e 1/250.000: 44,44 x 66,67 cm; 1/100.000 e maiores: 55,56 x 55,56 cm (aproximadamente)

Figura 4.19 – Tabela de escalas, tamanhos, quantidade e códigos das cartas topográficas Brasileiras.

Fonte: Revista Brasileira de Cartografia, No 11, Ano 4, Dez 1973, p. 32, Fernando Rodrigues de Carvalho (modificado).





ou GR 810 310. Deixar um pequeno espaço entre as duas “metades” é opcional. As letras GR (Grade de Referência) indica que as coordenadas se referem a um ponto específico. Para encontrar as coordenadas de pontos que não estejam sobrepostas às linhas impressas, precisa-se uma régua milimetrada para medir perpendicularmente às linhas, um certo segmento a leste e o outro a norte do ponto de interesse. (ver a Figura 4.22) (Também ver o exemplo no rodapé de cada carta topográfica, como se vê na Figura 6.3b)

No exemplo citado, notar bem que a parte principal do quartel está dentro de uma área de um quilômetro quadrado, a qual possui para seu canto sudoeste as coordenadas AR 8131. Esta é a maneira

de notar Área de Referência. Por exemplo, a mina que está na área da Ar 9242 tem as coordenadas específicas de grade Gr 922428. E a primeira residência presidencial de Brasília (O Catetinho) está na GR 803345, dentro da área de AR 8034. É desejável que sempre se escreva GR ou AR antes da coordenada para eliminar dúvidas. Uma outra explicação, junto com um exemplo está publicado no rodapé de qualquer carta topográfica impressa no Brasil (ver a Figura 6.3b). A quadrícula de UTM é a mesma para cartas de escalas diferentes, tal como se observa comparando as Figuras 6.5 e 4.9.

Com o sistema de coordenadas UTM é fácil identificar rapidamente qualquer ponto numa carta com o quadriculado impresso.

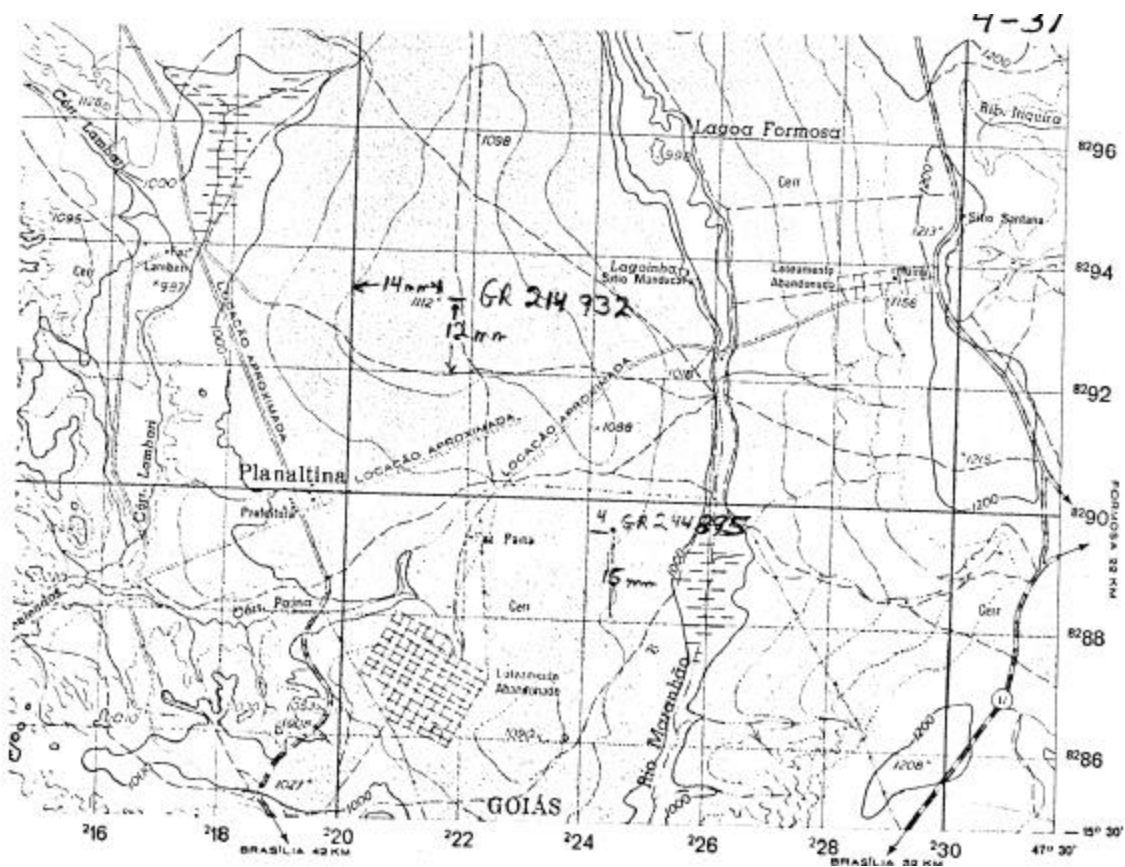


Figura 4.22 – A medição de coordenadas UTM numa carta topográfica.

#### 4.7.2 Uma “Régua” para Medir Coordenadas UTM

Para se obter mais rapidamente as coordenadas de grade UTM, o leitor da carta pode fazer e usar uma simples “Régua para medir coordenadas UTM” (ver a Figura 4.23) para cartas de escala 1:100.000, a “régua” é feita a mão, e da seguinte maneira:

##### a. Construção

1. Obter uma folha de papel comum de cartolina ou uma ficha (preferencialmente sem pauta), que tenha um canto com ângulo reto.
2. Segurar a folha para que o canto escolhido fique na posição superior direita. Marcar a margem superior com a letra “E” (leste ou abscissa) e a margem direita com a letra “N” (norte ou ordenada).

1. A partir do canto reto, medir e marcar com linhas curtas segmentos de 20 (vinte) em 20 milímetros, ao longo das duas margens E e N.
2. Numerar, ordenadamente, cada milímetro em ambos os lados, começando com o valor zero para a ponta do canto com o ângulo reto. Os valores de 0 a 20 representam décimos de quilómetros para uma carta de escala 1:100.000.
3. Cortar as demais partes da folha para que a régua seja de um tamanho conveniente de aproximadamente 8 por 8 centímetros.
5. Ler os valores de décimos de quilómetros indicados onde as marcas da régua cruzam as linhas UTM impressas no mapa. O valor da medida Leste ("E" na margem superior) está indicado pela linha UTM norte-sul. Soma-se este valor de décimos com o da abcissa (em quilómetros) notado na etapa 3.
6. De maneira semelhante, ler o valor da medida para norte e somar com o valor da ordenada da linha da identificada na etapa 3.

c. **Veja** a Figura 6.5 que na quadrícula impressa com coordenadas AR 8432 encontramos uma casa ao final sul de uma trilha. Usando a régua, verifica-se que a casa está a 7 décimos de quilómetros a leste da linha 84, e 11 décimos ao norte da linha 32. Portanto, as coordenadas de grade dessa casa são:

840		320	
<u>+7</u>	leste e	<u>+11</u>	norte = GR 847331
847		331	

#### d. Observações

1. O desenho da régua de coordenadas sobre material transparente facilita a visibilidade da carta que fica sob ela. Isto também permite que ela seja feita no centro da folha transparente, e não numa borda.
2. As régua de coordenadas UTM podem ser feitas para outras escalas e para quadrículas que não sejam de 2 X 2cm, simplesmente através da mudança de valor de cada milímetro. Em geral, é mais complexo trabalhar com escalas do tipo britânico (por exemplo, 1:64.360 muito usadas em cartas norte americanas); nesse caso é útil ter uma régua para medir coordenada UTM construída especialmente para tais escalas.
3. Não é aconselhável fazer subdivisões dos milímetros marcados, pois isso normalmente ultrapassa a precisão das cartas e dá uma impressão não verdadeira de acuidade nas medidas.
4. Quatro escalas diferentes podem existir numa mesma régua (Figura 4.23), duas em cada lado. Tal tipo régua pode ser um convertor automático, especialmente se está medindo em mapas feitos em escalas inglesas, os quais são baseados em polegadas e milhas. Para uso geral em mapas e fotografias aéreas, é possível construir uma régua transparente que pode

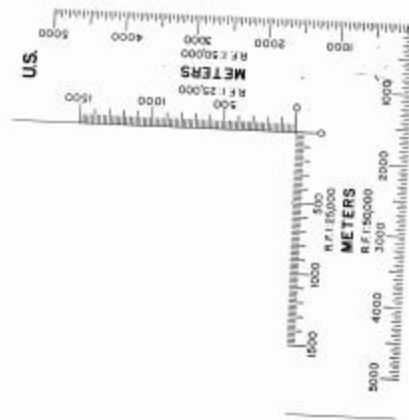


Figura 4.23 – Uma régua com duas escalas para medição de coordenadas UTM.

#### b. Utilização

1. Verificar que, nas cartas de escala 1:100.000, as linhas impressas do sistema UTM se distanciam umas das outras de dois em dois quilómetros.
2. Localizar na carta o ponto do qual se quer achar as coordenadas.
3. Anotar o valor, em quilómetros, da distância entre o ponto e a linha da abcissa impressa mais próxima, que se encontra a oeste do ponto. Fazer o mesmo com a linha da ordenada mais próxima ao sul, em relação ao ponto.
4. Colocar a “Régua para medir coordenadas UTM” sobre uma carta de escala 1:100.000, com o seu respetivo canto (onde está o ângulo reto) voltado para a direção NE, e com cada um de seus lados paralelos às linhas impressas das quadrículas UTM (veja a Figura 4.15). Posicionar a régua com o canto de ângulo reto exatamente indicando o ponto do qual se quer determinar as coordenadas UTM.

ser marcada com lápis dermatográfico e facilita a transferência de medidas fotografias aéreas a mapas.

#### 4.7.3 Medidas de Distâncias por Coordenadas UTM

A medida mais direta de uma distância é sem dúvida, feita com o auxílio de uma régua e da escala do mapa. Outro processo para o cálculo de distância em linha reta numa carta é o que inclui, ao mesmo tempo o Teorema de Pitágoras e as coordenadas UTM de dois pontos A e B entre os

quais se quer saber a distância. Como no exemplo a seguir, é necessário separar os componentes leste (abscissas) e norte (ordenadas) das coordenadas, subtraí-las e, em seguida, empregar a fórmula de Pitágoras. Por exemplo: a distância entre a Biblioteca Central da UnB e o Palácio Alvorada é calculada conforme mostra a Figura 4.24.

Observa-se que esta medida não leva em conta a curvatura do planeta, portanto a precisão diminui se a distância aumenta. Também não se pode medir entre pontos que se situam em diferentes faixas de UTM.

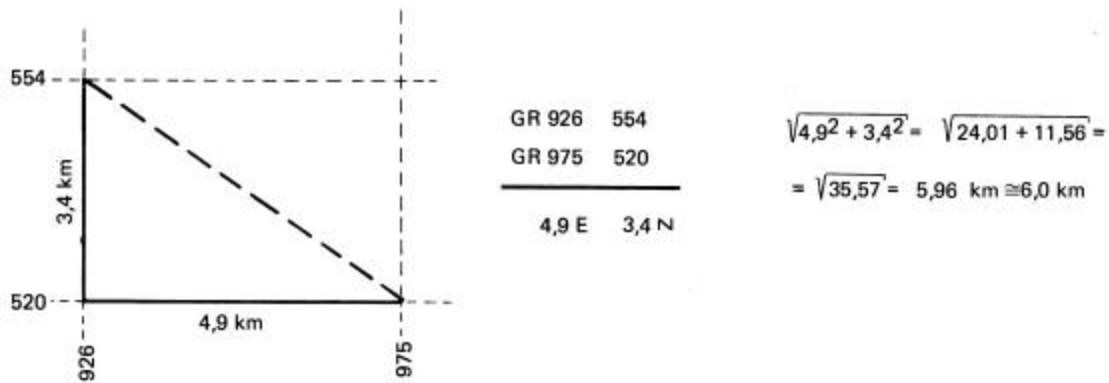


Figura 4.24 – Exemplo de medição de distâncias por coordenadas UTM.

## Capítulo 5

### ESCALA, GENERALIZAÇÃO E MEDIÇÕES PLANIMÉTRICAS

Autores–Colaboradores  
Paul S. Anderson  
Alcyone V. R. Saliba  
Antônio Jorge Ribeiro  
Mark S. Monmonier

#### 5.1 INTRODUÇÃO À ESCALA

A escala em que um mapa é desenhado é o fator mais importante de influência na quantidade e na precisão dos detalhes mostrados. De maneira sucinta, define-se escala (E) como sendo a proporção entre uma medição feita no mapa (d) e a sua dimensão real correspondente no terreno (D).

Por convenção a medição no mapa é colocada antes da dimensão real (exemplo: 1cm igual a 1km ou quando a escala é dada numa fração representativa 1/1.000.000).

Todas as cartas são construídas fazendo uso de uma escala. Uma exceção é dos mapas-esboços, onde a maior preocupação é fornecer a noção do comportamento espacial dos fatos (sua dimensão relativa), e não o seu tamanho (dimensão absoluta).

Não existem mapas em escala real, ou seja, em que cada medida feita no mapa corresponda à mesma medida no terreno.

Se um desenho fosse tão grande a ponto de sua escala ser de 1 por 1, seria mais adequado chamá-lo de “planta” ou apenas, um desenho. Por exemplo, desenhistas de peças mecânicas muitas vezes fazem desenhos da dimensão normal do objeto ou maior (ampliado). Contudo, esses desenhos não são mapas.

#### 5.2. OS TRÊS TIPOS DE ESCALAS QUANTITATIVAS

Nos mapas e cartas, a escala é geralmente apresentada de acordo com uma das três formas a seguir:

##### 1. Escala Expressa Ou Explícita:

Indica (verbalmente) que um certo número de unidades (centímetros, polegadas, etc.) no mapa corresponde a um outro número de unidades no terreno, (metros, milhas, etc.). É essencial dizer as unidades de medição de ambas partes, por exemplo:

- 1cm por 1 km, ou um milímetro representa cem metros.

- 2 polegadas equivalem a uma milha, ou 1cm = 316,80 metros.
- 1cm = 800 metros, ou dois centímetros no mapa correspondem a 1,6 quilômetros no terreno.

A escala expressa é o tipo menos sofisticado, comumente destinada ao uso pelos leigos em cartografia, não exigindo muita precisão numérica.

##### 2. Escala Numérica Ou Fração Representativa:

Fornecer a relação entre o comprimento de uma linha no mapa e o seu correspondente no terreno, em forma de fração, sempre com o valor unitário (1) no numerador.

Portanto, é representada pela fração (E= d /D) que relaciona dois valores que têm a mesma unidade de medida (centímetro, metro, pés, polegadas, quilômetros, etc.). Por isto é importante lembrar que a escala numérica não tem unidade desde que qualquer que sejam as unidades elas se anulam numa fração. Este tipo de escala é a mais precisa para uso no cálculo de distâncias exatas. Portanto esse é o tipo mais utilizado nas ciências, especialmente na cartografia, geodésia, topografia, geografia e em qualquer estudo detalhado de uma área terrestre. (É válido notar nestes exemplos que a distância no mapa é sempre estabelecida antes e tendo como valor a unidade)

Exemplo:

- 1/100.000 ou 1:100.000
- 1/31.680 ou 1:31.680
- 1/80.000 ou 1:80.000

Uma escala verbal de “2 cm equivale a 500 m” não deve ser traduzida como 2cm:500m. O correto é escrevê-la como uma fração representativa: 1:25.000 ou 1/25.000 (pois, 500m = 50.000 cm, portanto a relação é 2/50.000, que simplificada resulta em

$$(2/50.000) / 2 = 1/25.000$$

##### 3. Escala Gráfica:

É constituída por um segmento de reta graduado, a partir de uma marca zero que ainda indica o valor das distâncias terrestres correspondentes às medidas no mapa. Esta graduação normalmente aparece em partes iguais, podendo ainda ter o primeiro intervalo, subdividido em valores menores que os dos intervalos normais.

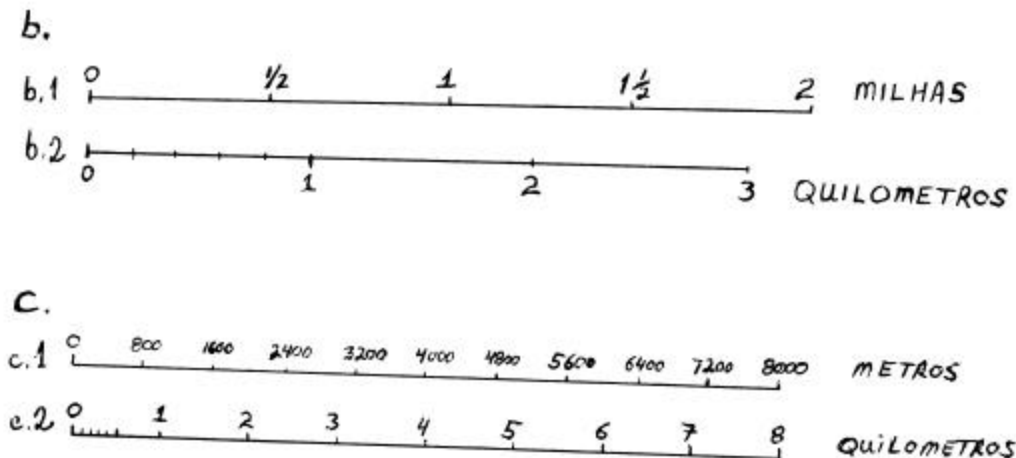
Quando esta subdivisão está à esquerda de zero é denominada “talão”. A Figura 5.1 mostra várias formas de escalas gráficas.

Este tipo de escala é mais rápido e prático entre os três possíveis, por permitir que leia diretamente na escala a distância do terreno no mapa, dispensando assim, os cálculos, por vezes trabalhosos, de uma fração representativa. Aproveitando uma faixa de papel (ver Figura 5.2.a) para “transferir” uma distância no mapa até a escala gráfica, nem precisa usar a régua. Fazendo o papel “somar segmentos” (Figura 5.2.b), ou (usando um fio não elástico) pode-se medir distâncias longo dos

rios, estradas ou qualquer outra distância curvilínea ; depois de seguir a rota, se estica o fio e compara com a escala gráfica.

Numa carta topográfica, pelo menos uma dessas três representações de escala (expressa, numérica ou gráfica) é encontrada (ver a Figura 4.5); às vezes, duas ou três, dessas representações são incluídas numa mesma carta, para facilitar a tarefa do leitor do mapa.

**a.** (Todos os exemplos A a F na Figura 5.1 são de escala 1:100.000.



### 5.3 ESCALAS QUALITATIVAS

Além dos três tipos de escalas quantitativas existem dois tipos qualitativos denominados “escalas comparativas e escalas intuitivas”

Estas não podem ser encontradas em nenhuma carta topográfica.

A primeira é uma escala visual, onde, simultaneamente compara-se dois mapas para determinar qual deles tem a escala maior. Isto se baseia em uma das leis matemáticas que diz: “Se tratando de frações com numeradores iguais (por exemplo, para o caso das escalas numéricas), é maior a fração (relação) que tem o menor denominador” Assim, a escala 1/50.000 é maior que a de 1/100.000, porém é menor que a de 1/25.000. As cartas topográficas de escalas maiores podem conter mais detalhes, ou maior conteúdo, mas representam uma área menor do que as das cartas de escalas menores. Por exemplo, compare a área da Figura 3.2 (1:25.000) com a mesma zona Figura.6.5 numa escala) menor (1:100.000).

Esta terminologia é boa, muito usada e lógica, mas causa muitos problemas ao se ele começar a complicá-la, pensando nas cartas em

folhas de papel de tamanhos diferentes ou esquecendo-se daquela lei matemática que diz que um meio (1/2) é maior um oitavo (1/8).

O segundo tipo qualitativo de escala é o intuitivo, que consiste em denominar se uma escala é pequena, média ou grande. Esta denominação varia nas diversas disciplinas científicas de acordo com seus diversos interesses.

Sendo assim, a escala média para um geólogo é diferente da escala média para um arquiteto ou geógrafo urbano. Em geral, as cartas e mapas com escalas de 1:1.000.000 (ou milionésimo, como na Figura 6.8) ou menor (como a de um mapa de todo o Brasil ou um mapa-Mundi) são considerados pequenas. As cartas de escalas médias são as de 1:1000.000 até as de 1:25.000 e as de escalas grandes são as maiores de 1:25.000 Por exemplo Figura 5.3)

Para evitar confusão, é preciso lembrar que a expressão “mapa de escala pequena” não significa o mesmo que “mapa pequeno”. Este último se refere ao tamanho do papel. Por exemplo: O mapa pequeno da Figura 5.2.b é de escala grande, enquanto que um grande mapa do Brasil na sala de aula é de escala pequena.

Figura 5.1 –  
Tipos de  
Escala  
Gráficas.

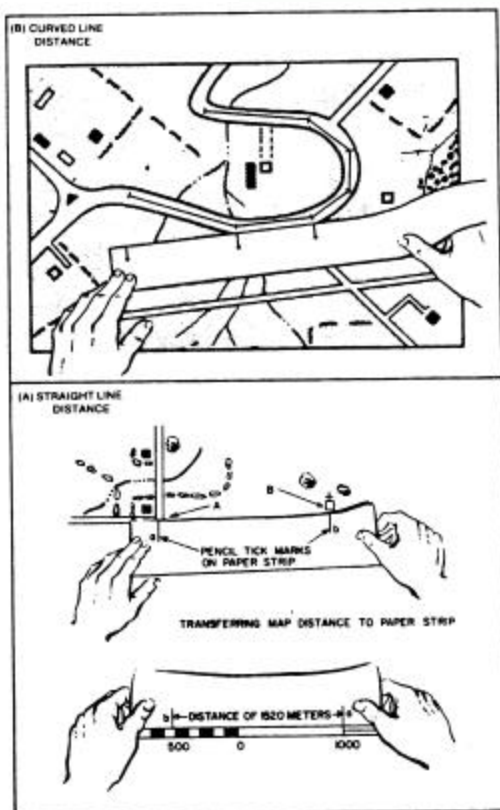
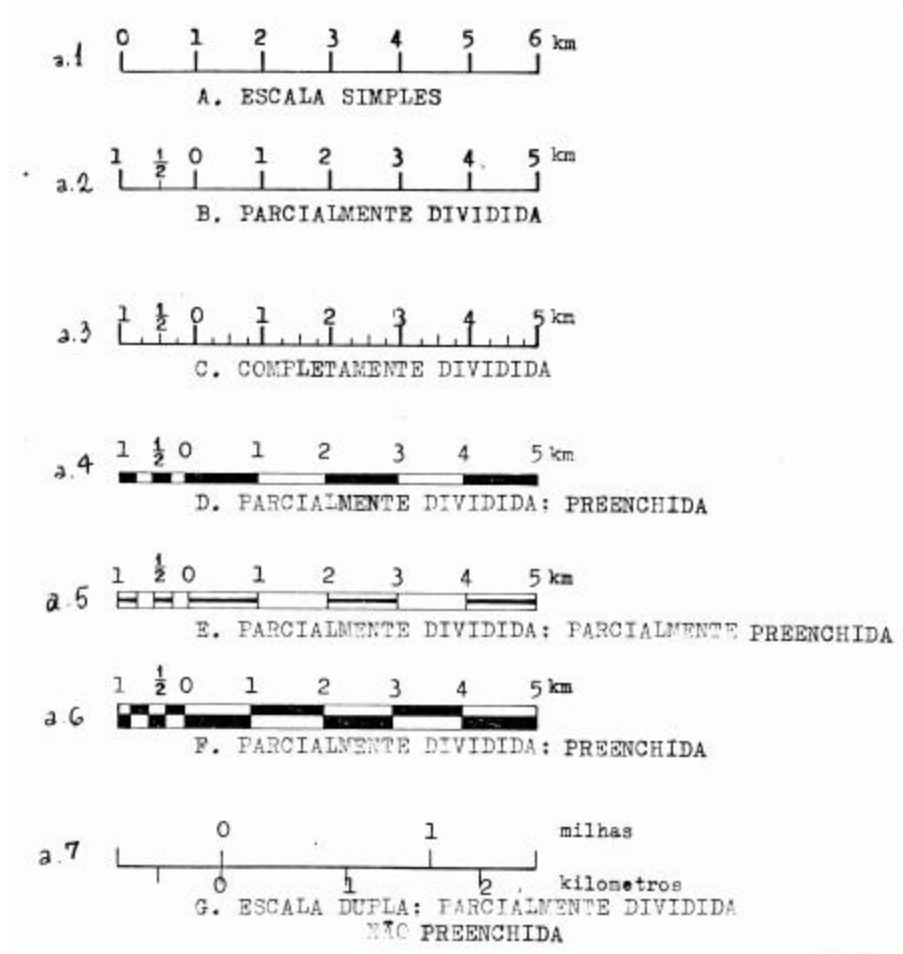
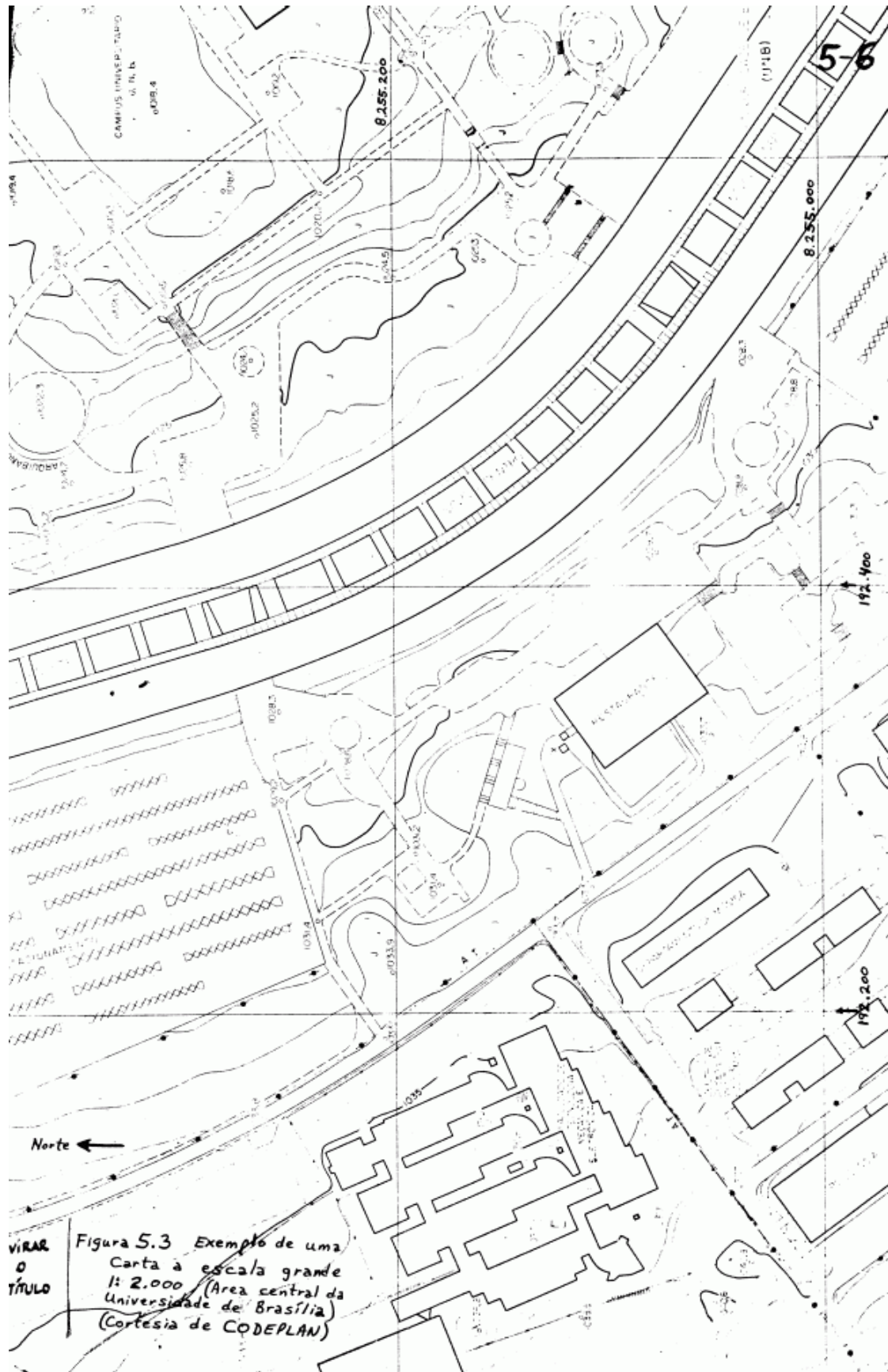


Figura 5.2 – Uso de Escala Gráfica para medir distâncias no terreno entre dois pontos num mapa. (Cortesia de Muehrke, 1978, p. 173)

Figura 5.2a (Esquerda Acima) – Distância em linha curva.

Figura 5.2b (Esquerda Baixo) – Distância em linha reta.



VIRAR O TÍTULO  
 Figura 5.3 Exemplo de uma Carta à escala grande 1:2.000 (Área central da Universidade de Brasília) (Cortesia de CODEPLAN)

Figura 5.3 – Exemplo de uma carta a escala grande 1:2,000 (área central da Universidade de Brasília)



A seguir estão alguns lembretes para resumir os aspectos das escalas qualitativas:

- 1) Quanto maior o denominador de uma escala numa fração representativa, menor ela é. A escala de 1:50.000, por exemplo, é somente um quinto da escala de 1:10.000
- 2) Quanto menor o denominador, maior é a escala. A escala de 1:2.000 é cinco vezes maior que a de 1:10.000
- 3) Se um mapa numa escala, por exemplo, de 1:50.000 for ampliado para uma escala de 1:10.000, passará a ser cinco vezes mais extenso e cinco vezes mais largo. O novo mapa terá vinte e cinco vezes o tamanho da folha requerida para o mapa originalmente numa escala menor.
- 4) Quanto maior for a escala do mapa, menor será a porção da superfície da Terra que pode ser representada numa folha de tamanho conveniente, porém maior o número de detalhes (número de características, etc.) podem ser apresentados.
- 5) Quanto menor a escala, maior a porção da superfície terrestre que pode ser representada numa folha do tamanho conveniente, porém, será menor o número de detalhes que poderão ser apresentados.
- 6) Os padrões mundiais devem certamente ser representados numa escala pequena, porque o propósito é mostrar a distribuição de fenômeno em toda a superfície terrestre.
- 7) Os detalhes da topografia ou a configuração da superfície de qualquer região podem ser mostrados satisfatoriamente nos mapas de escala de 1:100.000 ou maiores.
- 8) A carta Internacional do Mundo (CIM) está sendo feita na escala de 1:100.000 (uma polegada por 16 milhas ou 1 cm equivalente a 10 km. Os mapas de parede dos continentes geralmente têm escala pequena de aproximadamente 1:7.000.000).

## 5.4 CÁLCULOS E TRANSFORMAÇÕES DE ESCALAS

### 5.4.1 Os Cálculos Básicos

Os elementos de cálculo de escala são representados pelas letras.

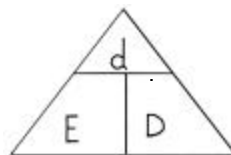
E= Escala (em forma de uma fração com numerador de valor "um")

$1/E = \text{Denom} = \text{Denominador de escala fracionária} = \text{Denom}$

D= Distância no terreno (real); expressos na mesma unidade.

d= Distância no mapa (gráfica); geralmente em centímetros ou milímetros.

Existe um processo mneumônica de cálculo, que consiste no arranjo dos elementos (E, D, d) em um triângulo, no qual dois elementos multiplicam-se no sentido horizontal ou dividem-se no sentido vertical sempre para calcular o valor do terceiro elemento que está sobrando.



a. Para achar a distância (D) no terreno, divide-se a distância (d) no mapa pela escala fracionária (E):

$$D = d/E$$

Isto é igual multiplicar d pelo denominador de escala.

$$D = d \times \text{Denom}$$

b. Para achar a distância no mapa (d) multiplica-se a escala (E) pela distância no terreno (D):  $d = E \times D$  isto é igual a  $d = D/\text{Denom}$

c. Para achar a escala (E), divide-se a distância no mapa (d) pela distância (D) no terreno:  $E = d/D$  Isto é igual a  $\text{Denom} = D/d$

Os mapas desenhados numa escala grande, tais como cadastrais, permitem que se mostre muito sobre detalhes topográficos, como cercas, valas, atalhos, etc. Os mapas cadastrais (registros de terras para fins de cobrança de taxas) destinam-se principalmente a mostrar limites de propriedades. São comumente produzidos em escalas que variam de 1:25.000 a 1:2.500, dependendo basicamente do tamanho das propriedades da área mapeada. O fato desses mapas possuírem uma grande escala permite que se realize uma representação sem exageros graves dos acidentes importantes. Mas, a cobertura espacial e de cada carta é pequena e os custos altos.

### 5.4.2 As Principais Transformações De Escalas

a. Transformação entre formas expressas:

Aqui é necessário um entendimento das relações entre as várias unidades de medidas. No sistema métrico as medidas são baseadas em múltiplos de dez (ver a Figura 5.5.a).



### Maiores Unidades

deka	da	$10^1 = 10$
hecto	h	$10^2 = 100$
kilo	k	$10^3 = 1000$
mega	M	$10^4$
giga	G	$10^5$
tera	T	$10^6$
peta	P	$10^7$
exa	E	$10^8$

### Menores Unidades

deci	d	$10^{-1} = 0,1$
centi	c	$10^{-2} = 0,01$
mili	m	$10^{-3} = 0,001$
micro	$\mu$	
nano	n	
pico	p	
femto	f	
atto	a	

Figura 5.4a – Tabela dos prefixos que se usa com as unidades básicas (como metros e gramas) no sistema métrico.

Nem todos os sistemas de medidas são lógicos e fáceis como o sistema métrico. O segundo mais utilizado, sistema Britânico usa oitavos de polegadas por pé, 3pés por jardas, e 1760 jardas por milha.

Várias conversões entre os dois sistemas estão na Figura 5.4b. Algumas conversões na forma gráfica estão no apêndice1.

Conversão	Multiplicador
De polegadas para milhas	0.000158
De milhas para polegadas	63360.0
De pés para milhas	0.00019
De milhas para pés	5280.0
De jardas para milhas	0.00057
De milhas para jardas	1760.0
De polegadas para metros	0.0254
De metros para polegadas	39.370
De polegadas para centímetros	2.540
De centímetros para polegadas	0.3937
De pés para metros	0.3048
De metros para pés	3.2809
De jardas para metros	0.9144
De metros para jardas	1.09361
De milhas para quilômetros	1.6093
De quilômetros para milhas	0.6214

Figura 5.4.b Principais fatores de conversão entre medidas Britânicas e métricas

b. Transformação de uma escala gráfica em escala numérica:

$$D = \frac{d}{E}$$

Para se transformar uma escala gráfica mede-se a extensão da escala numérica num mapa, a partir de zero para a direita, encontrando-se um certo número de centímetros (ou milímetros na régua) que equivalem a um certo número de quilômetros (ou metros) na escala gráfica.

Partindo de do princípio de que uma escala numérica representa 1cm (ou 1mm) equivalente a um número de centímetros medidos na escala gráfica e o valor real que ele representa (em quilômetros ou metros) no terreno  $1 / \text{comprimento da escala} = X / \text{distância correspondente no terreno}$ . Por exemplo, considere o caso de 3,8 cm na escala equivalente a 450 quilômetros no terreno. É preciso expressar ambos valores na mesma unidade de medida (por exemplo, 3,8 cm = 45.000.000, cm, acrescentando 5 zeros) e dividir o maior pelo menor (D/d), para saber quantas unidades no terreno são equivalentes a uma unidade no mapa (neste exemplo, a resposta 1:11.800.000).

[Nota sobre números significativos]

Observa-se que a precisão das medidas feitas com apenas dois números significativos não permite que a resposta final no exemplo seja 1:11.842.105 que indica erroneamente uma escala muito exata. Sempre faz-se a medida do máximo nas medidas de comprimento da escala para ter o maior número de cifras nas medidas e precisão nos resultados.

c. Transformação de uma escala numérica em escala gráfica.

Se o denominador da escala for um número muito simples ou um múltiplo cem transforma-se em quilômetros (ou metros) a distância real representada no denominador, obtém-se o valor a que 1 centímetro no mapa equivale na realidade, em quilômetros (ou metros).

Então simplesmente desenha-se uma linha reta e, começando com um ponto zero à extrema esquerda da linha, e enumera-se cada centímetro com múltiplos consecutivos do valor obtido. Se esse não for conveniente (por exemplo, 800 metros/ cm na Figura 5.1c, 1), divide-se o valor por 10 pelo valor por centímetro, obtendo a medida de centímetros equivalente a um múltiplo de 1 km dependendo da escala, (neste exemplo 1,25 cm equivale a 1 quilômetro). (Outro exemplo: 1:18.500 é 54,1 cm = 10 km; ou 5,4 cm = 1 km).

d. Fórmula que permite a determinação de distâncias e escalas, relacionando entre si mapas, cartas ou fotografias aéreas.

Fórmula básica.

Denominador da escala E1 = (ab2)

Denominador da escala E2 = (ab1)

Onde os índices (1 e 2) identificam a carta ou a foto um e dois, (a b) significa a distância medida na carta ou na foto, correspondente aos índices 1 2 respectivamente.

O caso de aplicação mais comum é aquele em que temos fotos e uma carta de uma determinada região, e desconhecemos, por qualquer motivo, a escala das fotos. Desejamos pois, fazer este cálculo. Teremos, pois:

$$\text{Denominador da escala 1 (da foto)} = (ab) \frac{2}{(ab) 1 \times \text{denominador da escala 2 (da carta)}}$$

Por exemplo, a escala aproximada da foto índice no capítulo 11 pode ser calculada utilizando a carta topográfica da Figura 6.7.

Como o método alternativo, muitas pessoas acham menos confuso calcular primeiramente a medida real no terreno, utilizando a escala conhecida da carta:

$$D \text{ terreno} = d \text{ mapa} / E \text{ mapa} = d \times 100,000 = (\text{unidades de medida de } d.)$$

Então como “d da foto” é semelhante ao “d da carta”, calcula-se a escala da foto.

$$E \text{ foto} = d \text{ foto} / D \text{ terreno}$$

Com estes conhecimentos de escala, é possível fazer uma grande variedade de medições e análises em cartas. Porém, antes de estudar estas medições, é importante reconhecer a influência da generalização, um conceito cartográfico fundamental.

## 5.5 GENERALIZAÇÃO

Devido à redução feita através da escala, o tamanho dos objetos mapeados ficam muito pequenos, tanto que, as vezes, tem-se que exagerá-los para serem visíveis, ou separá-los para que não fiquem um em cima do outro.

Esta “mudança realidade” é chamada de generalização. Pode-se medir qualquer distância numa carta e convertê-la à distância real do terreno. Na escala 1:100.000, uma linha de dois centímetros no mapa representa dois centímetros no terreno, independentemente da sua direção. Existem três principais fontes de erro em tais direções.

1. As distorções provenientes da projeção que são mínimas e calculáveis.

2. As imprecisões resultantes do erro do usuário do mapa nas medições de comprimento de linhas; estas são muito comuns.

3. O erro do mapeador no posicionamento dos símbolos no mapa. Esta última dificuldade, que inclui a influência da generalização, é regulamentada pelos órgãos cartográficos federais de cada país. No Brasil, os principais órgãos são a Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) do Exército e a Fundação IBGE (ver o item 2.3), que publicam Manuais de Normas Técnicas.

Essas normas reconhecem que, os mapas de escalas menores (portanto, menos detalhados), os símbolos que representam os fenômenos físicos e sociais quase sempre ocupam proporcionalmente mais espaço para que sejam visíveis que se eles fossem desenhados na escala verdadeira. Assim, devido a escala, os mapas generalizam os seus símbolos.

Num mapa de escala 1:250.000, uma linha que represente uma estrada precisa ter a largura de 0.5mm para ser visível. Se a largura desta linha estivesse de acordo com o terreno (ou seja, tudo no terreno fosse 250.000 vezes maior que no mapa), sua largura na Terra seria de 125m (bem mais que o comprimento de um campo de futebol) ou o equivalente a uma auto estrada com vinte vias! Na realidade, a largura de uma estrada comum é de apenas 10 a 20 metros. Este exagero no tamanho dos símbolos, com a finalidade de aumentar a sua visibilidade no mapa, também simplifica a tarefa do mapeador no posicionamento correto de uma estrada comum; considerando que um mapeador pode desenhar com uma precisão de apenas 0,5mm, a estrada pode ser posicionada a 250m do seu alinhamento real e ainda estar aceitavelmente representada!

Por essa razão os mapas nas escalas de 1:250.000 e menores, não são feitos para permitir medidas precisas de larguras de rodovias, estradas de ferro ou rios. O seu objetivo é mostrar, com razoável precisão as relativas desses e de outros objetos. Ainda mais vários fenômenos, tais como fronteiras políticas e curvas de nível não tem largura real mais precisam ser desenhadas como se fossem largas fixas cruzando a Terra.

Nas escolas pequenas existem conflitos entre as metas de posicionamento preciso e as da comunicação efetiva. Por exemplo, considera o caso Figura 5.5 de uma garganta estreita entre montanhas que contém um rio (ladeado em ambos os lados pela garganta), ainda contendo uma rodovia e uma estrada de ferro.

Se o declive da garganta for íngreme e representado por curvas de nível com pequeno intervalo, estes vão se sobrepor ou fundir. Entretanto, uma linha azul simbolizando a drenagem, uma linha vermelha indicando a estrada e

uma linha preta representando a estrada de ferro não podem se sobrepor no mapa sem causar uma mancha de tinta preta feia e incompreensível. Uma maneira de evitar isso é manter a precisão normal para a drenagem, mas compensar as rotas de transporte e as curvas de nível tanto quanto for necessário, prevenindo o acúmulo excessivo. A precisão planimétrica de algumas linhas será um pouco sacrificada, porém a da precisão relativa dos fenômenos do conjunto será preservada.

Figura 5.5 – Um Exemplo de Generalização



Figura 5.5a



Figura 5.5b

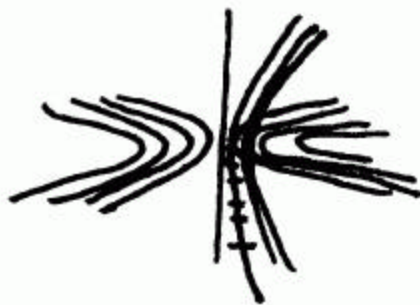


Figura 5.5c – Desenho errado, porque na realidade a ferrovia e estrada não sobem e descem o relevo.

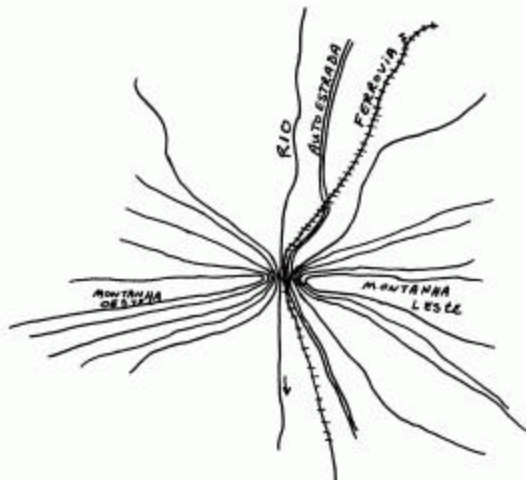


Figura 5.5d



Figura 5.5e – A decisão cartográfica foi de que as posições relativas são mais importantes do que a largura da garganta nas roças. A vale foi ampliado para acomodar as vias dos trens e carros.

Por motivos de clareza, as linhas de um mapa devem frequentemente ter suas curvas atenuadas. Em locais onde o terreno é muito acidentado, as estradas mostradas em um mapa de apenas uma página no atlas rodoviário não podem demonstrar todas as curvas que existem na realidade. Os rios meândricos precisam, de certo modo, ser “encurralado” nos mapas de escala pequena. As irregularidades das costas marítimas também precisam ser suavizadas, ainda que seja desejável incluir algumas reentrâncias levemente exageradas para indicar que a linha de costa não é tão simples nem suave quanto pode parecer. Estas generalizações são obrigatórias quando um mapa corre o risco de ser detalhado a ponto de se tornar uma coleção de símbolos incompreensíveis.

O processo de generalização envolve a seleção tanto dos detalhes mais significativos quanto dos fenômenos mais relevantes. Quanto menor for a escala do mapa, menor será o número e os tipos de fenômenos que poderão ser apresentados. Uma comparação entre diversas redes de vias representadas de duas escalas diferentes ilustra este aspecto (compare Figuras 5.6 e 4.9).

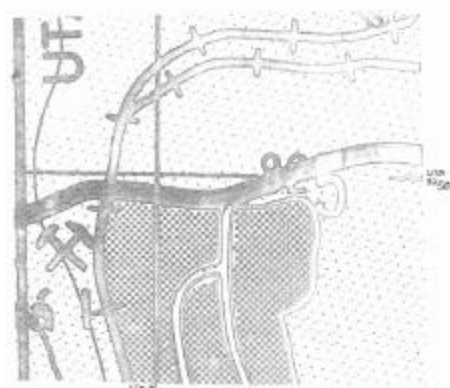


Figura 5.6 – Exemplo de perda de detalhes em mapas de escalas menores. Esta figura é uma ampliação à uma ampliação à escala 1:25,000 de parte de uma carta publicada a escala 1:250,000. Compare-a com a figura 4.9)

O grau de generalização necessário para uma representação clara depende principalmente da escala, complexidade dos fenômenos representados e do tema ou objetivo do mapa. Para evitar grandes confusões, somente devem ser incluídos os itens imprescindíveis e os detalhes verdadeiramente relevantes. Uma carta topográfica de escala grande, por exemplo, não é um bom guia rodoviário, pois somente as principais vias são classificadas com seus nomes. De outra forma um mapa com objetivo de localizar cruzamentos de ruas não se preocupará como relevo, cobertura vegetal ou residências individuais. Casas e outros prédios são pontos de referência úteis em áreas sem feições para mapear. Eles podem ser indicados como estruturas separadas em cartas topográficas. Mas, o agrupamento de residências e prédios comerciais em vilas e cidades obrigam o uso de uma cobertura de tinta uniforme (geralmente na cor rosa) para as áreas urbanizadas, enquanto somente as escolas, igrejas e prédios especiais são desenhados como pontos de referência.

Mesmo quando o propósito do mapa é mais estritamente definido, os fenômenos relacionados ao tema nem sempre tem distribuição espacial uniforme. Portanto, uma única norma para a seleção dos acidentes a serem mapeados talvez seja apropriada para todas as regiões do mapa. Por exemplo, em mapas pequenos do Brasil, a cidade de João Pessoa pode não ser marcada, porque está perto e entre Recife e Natal; mas no mesmo mapa, pode aparecer Porto Velho em Rondônia, a qual possui apenas uma fração da população de João Pessoa, mas ela está situada numa área sem grandes cidades. Obviamente, nem população nem proeminência nacional justificam esta decisão, feita para tentar balancear as necessidades da aparência visual e de conteúdo da informação. Responder a estes conflitos é um grande desafio intelectual da cartografia.

## 5.6 MEDIÇÃO PLANIMÉTRICA

As medições planimétricas visam o cálculo de comprimentos lineares unidimensionais de áreas (bi-dimensionais). As medidas feitas diretamente no terreno (real) (escala 1:1) são de interesse dos geógrafos, agrônomos, engenheiros e são estudadas dentro do grande componente da cartografia chamado “topografia geodesia e trabalho de campo” (ver itens 1.4.11 deste texto). Porém, os bons profissionais sabem que é normalmente mais fácil, conveniente e (dentro dos limites) razoavelmente exato fazer medições em cartas, mapas e plantas, aproveitando a escala dessas representações.

### 5.6.1 Medidas Uni-Dimensionais

Foi discutido nos itens anteriores (especialmente 5.2.3) que a escala permite fazer

medições lineares simplesmente usando régua (ou mesmo um fio) e uma escala gráfica. Também, é possível medir distâncias aplicando o teorema de Pitágoras nas coordenadas UTM (ver item 4.7.3) ou ainda, através das coordenadas geográficas se é utilizada a geometria de uma esfera.

Também existem instrumentos próprios para a medição. Um desses faz a digitação eletrônica automatizada, com tudo está fora do alcance da maioria dos usuários de cartas. Um instrumento mais simples é o curvímeter, (Figura 5.7), com o qual pode-se medir as distâncias requeridas em mapas, cartas e plantas. Todos os curvímetros funcionam da mesma maneira, porém cada modelo tem aspectos diferentes, especialmente em relação ao número de escalas em que cada aparelho pode trabalhar. Por exemplo, alguns funcionam nas escalas 1:25.000, 1:40.000, 1:50.000, 1:80.000, 1:100.000, 1:200.000), enquanto outros possuem escalas para o sistema britânico. Cada calibrado numa escala específica está dividido em partes; cada uma delas indica, respectivamente, uma medida em quilômetros (ou milhas). Assim, essas indicações fornecem medidas diretas nas cartas com escalas selecionadas. Para as cartas de outras escalas, é possível fazer as medidas em centímetros, usando a escala 1:100.000 e depois transformar o valor obtido a escala desejada.

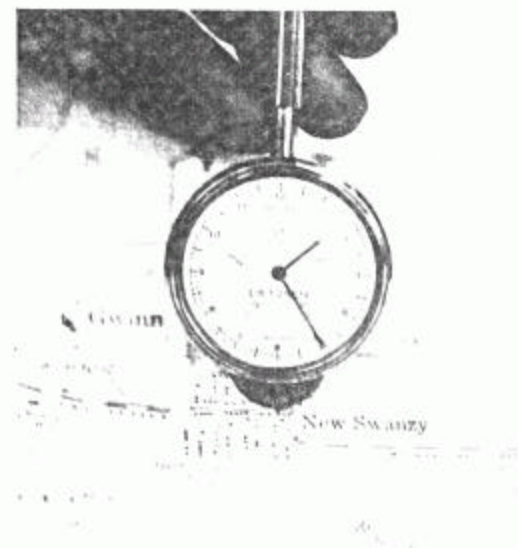


Figura 5.7 – Um Curvímeter

As indicações para o uso de um curvímeter são: Girando-se a pequena rodinha do instrumento ou a roda serrilhada maior, a graduação irá para a marcação zero. Como num relógio, esta marcação não aparece na escala, mas correspondente à parte central superior do instrumento. O curvímeter é então colocado verticalmente sobre o mapa no começo da linha de interesse, empurrando, o que faz girar a pequena roda (parte inferior) sobre o percurso da distância que se deseja medir.

Sem fazer cálculo, lê-se o valor em quilômetros diretamente na escala desejada. É importante segurar o instrumento verticalmente e seguir sempre a mesma direção, nunca retornando, o que provocaria uma diminuição da distância. Também, se o curvilíneo tem escalas em ambos os lados deve-se cuidar para que o ponteiro gire crescentemente, e não regressivamente. O instrumento não funciona bem em superfícies muito lisas e duras, como vidro e alguns tipos de papel.

### 5.6.2 Medidas Bi-Dimensionais (áreas)

#### 5.6.2.1 A Natureza das Áreas

Os trabalhos de cartografia e fotointerpretação estão muitas vezes relacionados a cálculos da áreas, como as de tamanhos de fazendas, zonas urbanizadas e edifícios nas escalas maiores.

Portanto, é indispensável entender a natureza das áreas reais e como elas aparecem quando são desenhadas em diferentes escalas. No mundo inteiro existem dezenas de unidades de medição de áreas (hectares, alqueires goianos, alqueires paulistas, mansanas acres, quadrados de medidas lineares (cm<sup>2</sup>, m<sup>2</sup>, km<sup>2</sup>, pé,<sup>2</sup> etc) e muitas outras usadas na Ásia, na África, etc.). Cada uma destas unidades de medida tem sua particular aplicação e todas elas são bem entendidas pelos agricultores, etc., das várias regiões do globo. As conversões de um sistema para outro é lenta e difícil para aqueles que não estejam acostumados, e se torna mais complicados ainda quando se considera

também a escala do mapa. Afortunadamente, o mundo está adoptando cada vez mais o hectare, a unidade espacial básica do sistema métrico.

No colégio todos os alunos memorizam que um hectare (ha.) equivale a 10.000 metros quadrados, mas poucos sabem quantos metros mede cada lado de um hectare (supondo que ele esteja numa forma geométrica quadrada). A resposta é "a raiz quadrada de 10.000 m<sup>2</sup> = 100 m = 1000 metros. E quanto é isto no campo?

Um hectare é equivalente aproximadamente a dois campos de futebol lado a lado (um campo com 11m mede aproximadamente 100 por 60 metros).

Essa lembrança traz um melhor entendimento do problema dos minifúndios; no Brasil, 400.000 estabelecimentos agrícolas medem menos que um hectare.

Se um hectare (em forma quadrada) mede 100 metros de um lado, são necessários dez desses segmentos alinhados para se ter uma faixa com o comprimento de um quilómetro (e com a largura de 100m). Se a largura também for de 1000 metros, tem-se um quilómetro quadrado, que contém 100 hectares 910 X 10). Assim, uma fazenda com 100 hectares tem 1 km<sup>2</sup> de superfície; uma outra com 382 hectares tem 3,82 km<sup>2</sup> e uma com 10.000 hectares tem 100 km<sup>2</sup> (ou seja, 10 por 10 km se a fazenda for um quadrado). Essas são valores de medição no campo (reais).

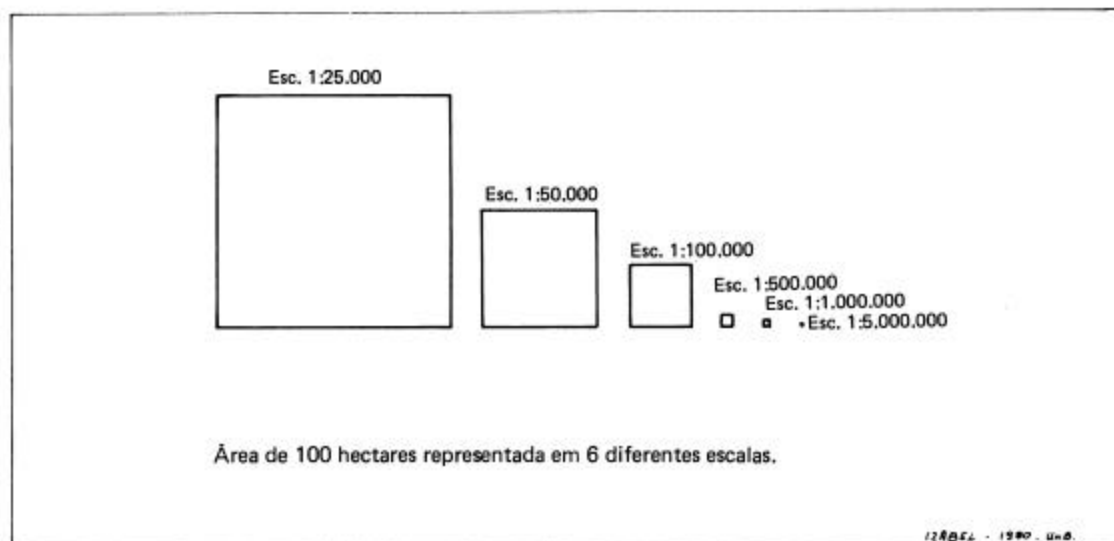
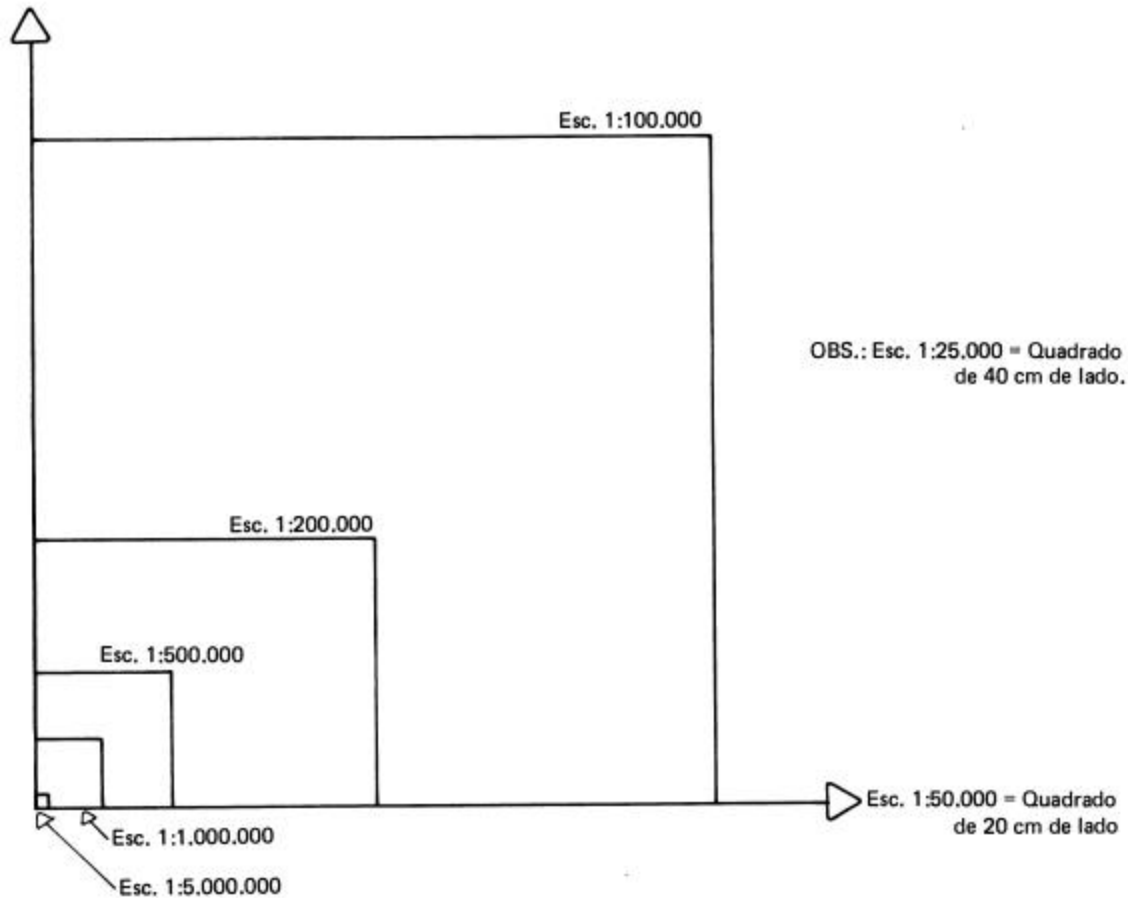


Figura 5.8a – A relação entre escala linear e área



Área de 10.000 hectares representada em 5 diferentes escalas.

Figura 5.8b – A relação entre escala linear e área

Quando se trabalha com áreas Geométricas, como quadrados, retângulos, etc., sobre mapas, é aconselhável transformar os valores dos relativos lados de tais figuras geométricas, em valores reais em metros ou quilômetros, para depois calcular a respectiva área. Procedendo-se de forma diferente, é possível ter a frente uma complicação matemática: se a escala muda de um fator “X”, a mesma área do papel necessário para o novo mapa muda por fator “X<sup>2</sup>”. Por exemplo, uma área que mede 12 por 8cm num mapa de escala qualquer, mede 6 por 4 num outro mapa construído com a metade da escala; isto é mais fácil de perceber do que dizer que 96 cm<sup>2</sup> no primeiro mapa será apenas 24 cm<sup>2</sup> no segundo que possui escala reduzida pela metade. Diminuindo a escala pela metade essa segunda carta ocupa uma quarta parte, e assim por diante: 1/3-1/9; 1/4-1/16; 1/10-1/100; 3/9; 5-25 etc. A Figura 5.8 demonstra a influência da escala na representação de áreas. Esse fato matemático explica porque são necessárias 3036 cartas de escala 1:200.000 para cobrir a área do Brasil enquanto na

escala 1:100.000 são exigidas apenas 46 folhas (algumas quase brancas) nas áreas limítrofes.

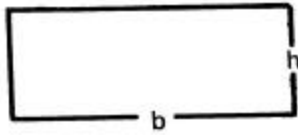
#### 5.6.2.2 Medidas de Áreas Com Formas Regulares

A Figura 5.9 apresenta como orientação as formas geométricas e fórmulas comentadas empregadas nos trabalhos de cartografia e fotointerpretação de complexos industriais, áreas urbana, pontos de suprimentos, etc.

Nota 1: Se as medidas são em medidas lineares são em centímetros resultado será em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>). Para o trabalho com cartas, é aconselhável transformar logo as medidas lineares em quilômetros (ou metros), antes de fazer os cálculos da área.

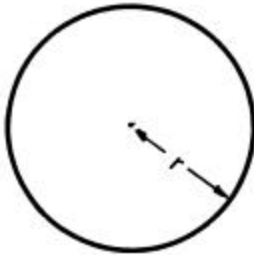
Nota 2: As áreas destas formas geométricas também podem ser medidas pelos métodos explicativos no item seguinte.

a. Retângulo:



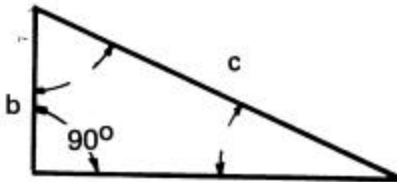
$$A = b \cdot h$$

b. Círculo:



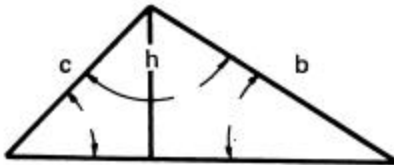
$$A = \pi r^2$$

c. Triângulo Retângulo:



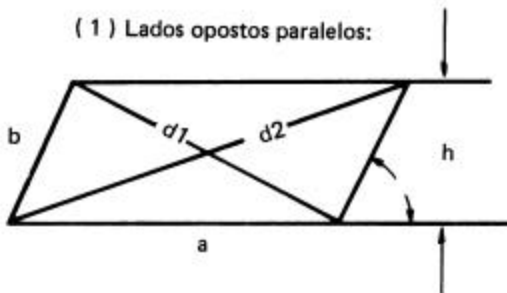
$$A = \frac{a \cdot b}{2} = \frac{a^2}{2} \cdot \text{tg} = c^2 \cdot \text{sen}^2$$

d. Triângulo Qualquer:



$$A = \frac{a \cdot h}{2} = \frac{a \cdot b}{2} \text{sen} = \frac{b^2 \cdot \text{sen}}{2 \text{sen}}$$

e. Paralelogramo Qualquer com:



$$d_1 = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos}$$

$$d_2 = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos}$$

$$A = a \cdot h = a \cdot b \cdot \text{sen}$$

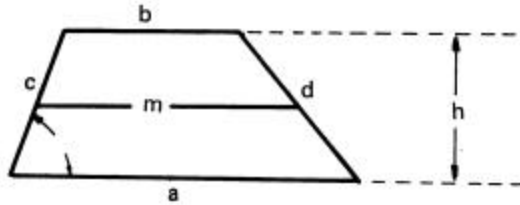
$$d_1 + d_2 = 2(a + b \cos)$$

(2) Lados opostos paralelos e todos os lados iguais (quadrado):

$$a = b$$

$$A = \frac{d_1 \cdot d_2}{2} = a^2$$

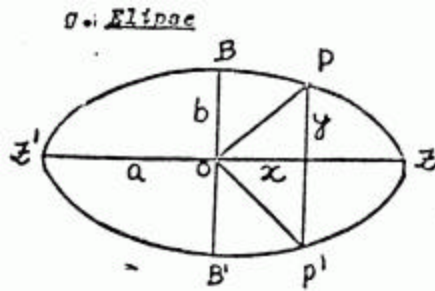
f. Trapezóide Qualquer com um par de lados paralelos:



$m =$  mediana dos lados não paralelos

$$m = \frac{a+b}{2}$$

$$A = \frac{(a+b)h}{2} = m \cdot h$$



$$A = \pi \cdot a \cdot b$$

$$A_{ZOB} = \frac{ab}{2} \arccos \frac{y}{b}$$

$$A_{ZOP} = \frac{ab}{2} \arcsin \frac{y}{b}$$

$$A_{BPP'B} = xy + ab \arcsin \frac{y}{b}$$

Figura 5.9 (a-g)

### 5.6.2.3 Medidas de Áreas Formas Irregulares

#### 5.6.2.3.1 Planímetros

Os planímetros são instrumentos usados para a medição de áreas principalmente as irregulares representadas, por exemplo, em um mapa ou fotografia aérea vertical. Eles são de vários tipos: eletrônicos, mecânicos e de pontos.

Os planeamentos eletrônicos são uma extensão de computadores com digitação. Através de um marcador eletrônico. Traça-se um perímetro da área a ser conhecida, que está contida num mapa. Esse mapa deve estar fixada numa mesa espacial, a qual fornece diretamente ao computador as coordenadas de cada seguimento da linha (margem) da área.

Os planímetros mecânicos são de dois tipos: polar ou rolante (Figura 5.10). A um extremo do aparelho está um pontador (frequentemente com

uma lupa para melhorar a visão com o qual contorna-se a área cuja medida é desejada. No mecanismo da medição (no modelo polar isto está na articulação), existe uma roda que gira no plano com o movimento do aparelho e serve para determinar a área percorrida. Com isto, adapte-se a medida à escala e obtém-se o tamanho da área. Alguns modelos possuem minicomputadores acoplados.

O Planímetro de pontos é um instrumento de precisão para medir áreas em mapas, fotografias aéreas ou em qualquer outro objeto plano em qualquer escala, seja redução, tamanho natural ou ampliação. O instrumento consiste de uma lâmina transparente com uma malha de pontos impressa contendo um mesmo número de pontos por centímetro quadrado. Para a grande maioria das ampliações, uma malha de 25 pontos por centímetro quadrado, assim como a deste modelo, é considerado ótimo.



Figura 5.10a – Planímetros mecânicos



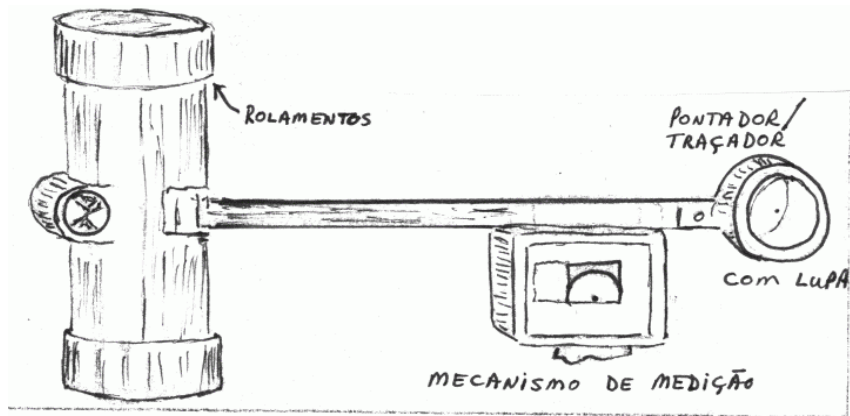


Figura 5.10b – Planímetro rolante

Colocase a malha de pontos aleatoriamente e conte-se cada ponto que está dentro da área de interesse. Se um ponto está exatamente na divisa, é contado como meio ponto; isto não acontecerá muito, se as divisas das áreas forem finas. Cada ponto equivale a uma certa medida quadrada no planímetro. Por exemplo, esta malha tem 25 pontos por centímetro quadrado, ou 100 pontos por 4cm<sup>2</sup> (2 X 2cm). Portanto, cada ponto equivale a 0,04cm<sup>2</sup> no planímetro. Dependendo da escala do mapa, se transforma o número de pontos em área do terreno. Os valores de conversão para as escalas principais estão impressos no planímetro, junto com a forma de derivação que serve para qualquer outra escala. Multiplica-se o número de pontos contados pelo valor de cada ponto para obter o tamanho da área. A malha dos pontos será dividida em quadrados de 2 X 2cm, com cem (100)

pontos, para facilitar a contagem quando as áreas são grandes. As linhas que separam os quadrados não tem outra utilidade e não devem ser usadas para alinhar a malha com as divisas das áreas, porque o alinhamento pode causar um erro sistemático para mais ou para menos na medidas da área.

Os planímetro de pontos são “instrumentos” de precisão bem do que o que é possível conseguir com máquinas de fotocopiar de transparências. Isto é, fotocópias comuns de planímetros de pontos não servem para medições de boa precisão. Observa-se também que a malha é dividida em grandes quadrículas que contém múltiplos convenientes de pontos (Figura 5.11 cada quadrado contém 100 pontos). Considerando isto, às vezes é mais fácil contar quantos pontos estão fora de uma quadrícula subtraindo-os do total.

## PLANÍMETRO DE PONTOS

Modelo A com 25 pontos por cm<sup>2</sup>

© Direitos reservados - 1980

D = Denominador da escala

Escala	1/1	1/10.000	1/20.000	1/25.000	1/50.000	1/75.000	1/100.000	Outras
Valor de cada ponto	0,04 cm <sup>2</sup>	0,04 ha	0,16 ha	0,25 ha	1,00 ha	2,25 ha	4,00 ha	$\frac{D^2 \times 4}{10^{10}}$ ha

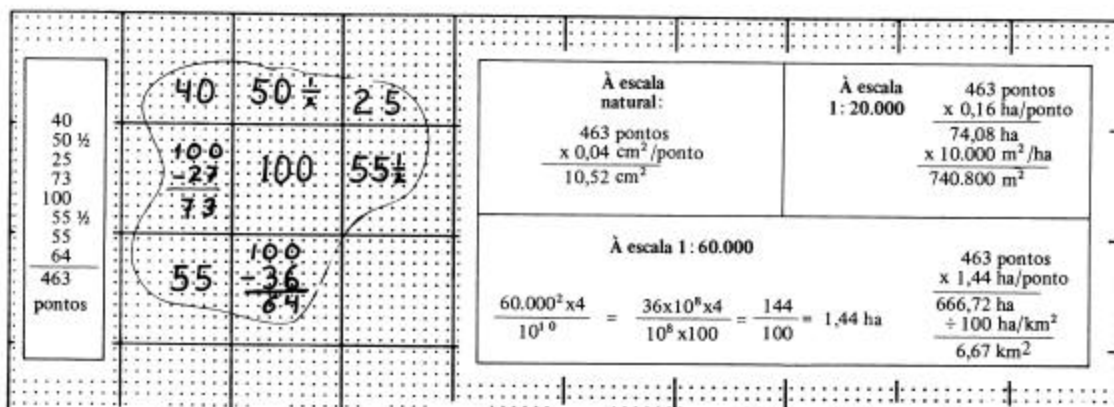


Figura 5.11 – Exemplo de medição de área num planímetro de pontos. Observação: Um planímetro de pontos e transparente.

### 5.6.2.3.2 Outros Métodos

Em geral, as outras maneiras de medir áreas irregulares exigem a marcação ou destruição do mapa. Um método estudado no segundo grau consiste em traçar uma rede de linhas formando quadrículas em cima da área desejada. Depois contam-se os quadrados que estão incluídos dentro da área que se quer conhecer. Na margem se inclui as que estão com a metade ou mais dentro da área. Conhecendo o resultado dessa contagem, deve ser relacionado com o tamanho dos quadrados e a escala do mapa para que a medida real seja conhecida. Obviamente uma metodologia semelhante é aplicada quando o contorno da área está traçado em papel milimetrado (o que se pode fazer através de uma mesa luminosa ou fixando o mapa numa janela).

Para boas estimativas de área não muito complexas, o sistema de “faixas” seria adequado (Figura 5.12). Divide-se a área de interesse na metade, através de uma linha central reta. Perpendicularmente e com separação de um em um centímetro, traçam-se linhas sobre toda a área a ser medida, formando faixas. Faixas mais finas dão maior precisão, porém mais trabalho. É tecnicamente possível traçar numa folha transparente as linhas retas e perpendiculares para fazer um planímetro de faixas. Ao longo do meio de cada faixa precisam ser marcados os centímetros e milímetros. Para usá-lo, coloca-se em cima do mapa e se soma o valor das faixas.

Finalmente, uma outra maneira é através do peso, que não é uma técnica tão precisa quanto as outras. O procedimento consiste em recortar do mapa a área desejada e pesá-la. Também pesa-se uma área de 10 por 10. Tendo-se a área real do 10 X 10cm, seu peso e o peso da área desejada, descobre-se a dimensão dessa última através de uma regra de três simples.

### 5.7 REDUÇÃO E AMPLIAÇÃO DE MAPAS

A necessidade de aumentar ou diminuir a escala (tamanho) de um mapa é comum, e o cartógrafo precisa saber como realizar esta tarefa e as implicações resultantes para os desenhos originais e finais.

Existem várias maneiras de mudar escalas:

- fotocópia de redução
- quadrados semelhantes
- câmara clara
- projeção óptica
- pantógrafo
- fotografia

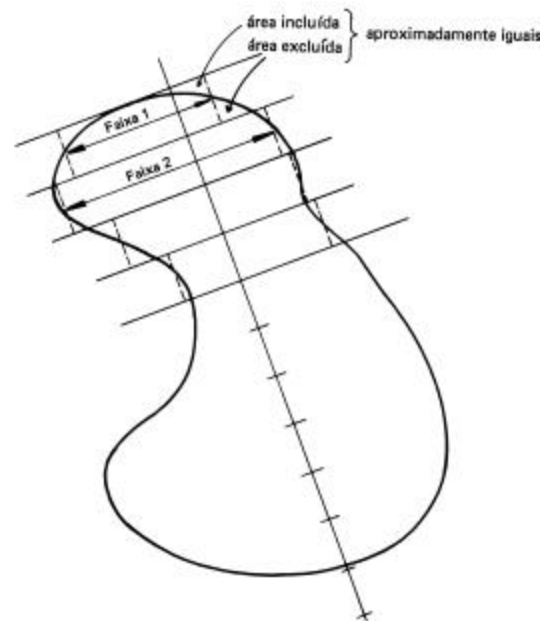


Figura 5.12 – Medição de uma área por faixas

#### 5.7.1 Fotocópia de Redução

Destes métodos, a fotocópia de redução é o mais rápido, de baixo custo, e o mais usado para trabalhos que não exigem alta precisão. As proporções possíveis de reduções lineares são fixadas pelas máquinas fotocopadoras (veja Figura 5.13). Dentre elas, as mais comuns exigem tamanho máximo de original a 45 por 35 cm, ou seja, algo mais que o dobro de duas folhas de tamanho A4; porém existem modelos que recebem folhas de até 100cm de largura e sem limite para o comprimento, dado que o papel cópia está em um rolo, e não em folhas de tamanho pré-definido.

Máquina Xerox		
Redução Número	Porcentagem de redução	Tamanho linear e área Resultante(%)
1	0 %	100 – 100
2	15%	85 – 72,3
3	23%	77 – 59,3
4	35%	65 – 42,3
5	38%	61,5 – 37,8

Figura 5.13 Tabela das reduções de fotocópia pela máquina Xerox 7000.

**Nota: Não há possibilidade de se obter uma porcentagem de redução ou de ampliação daquela estabelecida pela máquina.**

#### 5.7.2 Quadrados Semelhantes

O método de representação menos sofisticados é o por quadrados semelhantes, que exigem apenas lápis, régua, papel e o mapa original. Para aplicar é preciso traçar uma rede quadriculada

sobre o mapa original com quadrículas maiores ou menores, de acordo com a mudança planejada de escala (Figura 5.14). A mão livre e a olho nu desenha-se dentro de cada quadrícula reduzida ou ampliada todos os detalhes correspondentes ao original. É preciso prestar muita atenção nos pontos onde os contornos dos mapas cruzam as linhas das quadrículas, para que eles estejam proporcionalmente nas mesmas posições. Estes pontos são considerados guias e podem ser definidos por medidas e as quadrículas não são maiores que dois por dois centímetros.

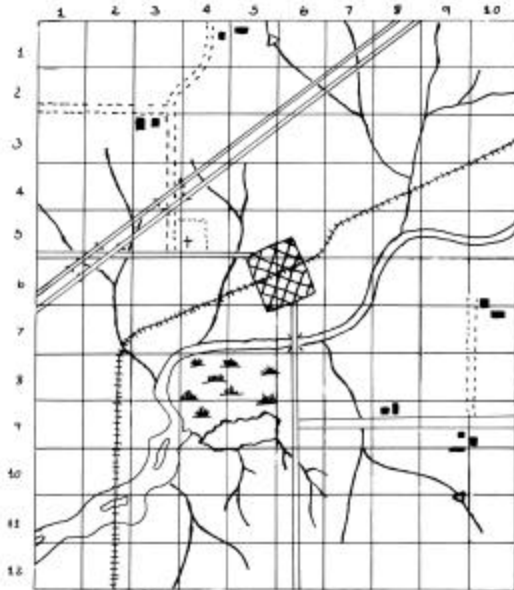


Figura 5.14a – Escala 1/125,000



Figura 5.14b – Escala 1/250,000

Figura 5.14 – Exemplo de mudança de escala por quadrados semelhantes

### 5.7.3 Câmara Clara

A “câmara clara” recebe esse nome pelo fato de ser usada em plena luz do dia. Ela também recebe vários outros nomes devido aos seus diversos fins como “conversor de fotografias aéreas” de acordo com as várias marcas como a “Sketchmaster” (Figura 5.15). Mudar escalas de mapas é a finalidade mais simples deste aparelho,

porque não é preciso corrigir as inclinações ou os deslocamentos presentes quando se faz trabalho com fotografias aéreas. A transferência de um mapa a uma outra folha, em qualquer escala, exige apenas que a chapa do aparelho esteja vertical em relação a mesa e à monocular. Uma explicação detalhada do uso da câmara clara está no livro “Técnicas para Fotointerpretação” (Anderson; em fase de elaboração).

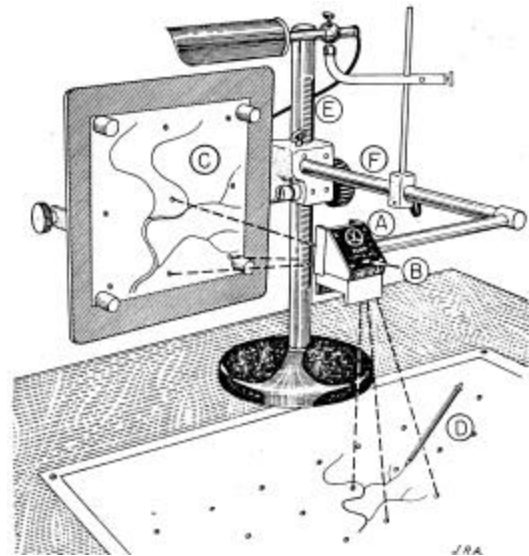


Figura 5.15 – Câmara clara

### 5.7.4 Projeção Óptica

A projeção óptica refere-se a uma simples projeção de transparência em uma “tela” de papel. Ajusta-se a distância entre o projetor e a “tela” até se conseguir o tamanho desejado. É importante que a “tela” esteja perpendicular ao eixo óptico do projetor para evitar distorções devido a inclinações. O projetor pode ser “slide”, um retroprojetor ou um epididscópio, que pode iluminar e projetar originais opacos. (Nota: papel vegetal é opaco para um retroprojetor). Com tudo arrumado, faz-se o desenho na “tela”, copiando as linhas projetadas.

### 5.7.5 Pantógrafo

O pantógrafo é um instrumento muito simples e de boa precisão. Por um sistema de barras paralelas estão três pontos que se mantêm sempre numa reta (Figura 5.16.a). Um dos pontos é chamado “pólo” e é fixado na mesa. Os outros dois pontos são chamados “meio” e “extremo” e são livres para “correr” sobre a mesa. Através das barras paralelas é mantida sempre constante a razão (proporção) entre as medidas pólo-meio (PM) e pólo-extremo (PE). Quando PM:PE é 1:2 (por exemplo PM=23cm e PE=46cm), o pantógrafo está ajustado para reduzir à metade um mapa original, ou ampliá-lo ao dobro. A redução ou ampliação depende de onde está o mapa original: se embaixo

do ponto do meio ou extremo. Quando ele está em baixo da agulha ou do indicador do ponto extremo, a cópia feita pelo lápis ou caneta que está no ponto do meio será uma proporção de  $PM/PE$ . Trocando a posição do indicador pela do meio e vice-versa, arranjando, então, o lápis no ponto extremo e o mapa original no ponto meio, faz-se uma ampliação, na proporção de  $PE/PM$ .  $PE$  e  $PM$  são vectores.

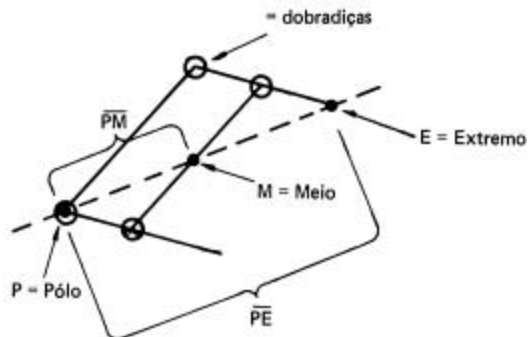


Figura 5.16a

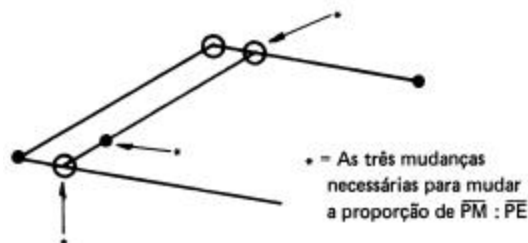


Figura 5.16b – Esquma estrutural de pantógrafos (5.16a e 5.16b)

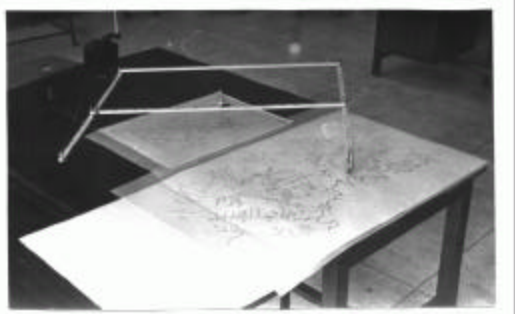


Figura 5.16c – Pantógrafo metálico com suspensão

Para modificar a proporção da reprodução, é necessário fazer três mudanças nas barras parcelares. Uma é a posição do lápis (ou indicador) da barra do meio; e as outras duas mudanças estão relacionadas com barra do meio (Figura 5.16.b).

Existem pantógrafos de várias qualidades e tamanhos. Os mais comuns são com barras de 40 cm (de madeira) até 100cm (de metal), o que significa um alcance do ponto extremo de 75cm até 195cm do pólo fixo. O alcance determina o tamanho máximo e também as proporções possíveis na mudança da escala. Um pantógrafo como o da Figura 5.16.c, com barras de 90 cm, tem proporções de até 1:20.

A cópia resultante da reprodução pelo pantógrafo não sofre distorções devido as lentes, como ocorre com fotocópias, porém exibe os erros instrumentais (folga nas dobradiças, atrito das rodas) e os manuais; estes últimos ocorrem quando se está refazendo os traços. Os erros manuais aparecem mais nas ampliações que nas reduções,

Quando é possível escolher, é melhor reduzir que ampliar com um pantógrafo. Os dois desenhos da Figura 5.17.a) é uma redução para 1:50.000 elaborada como uso de um pantógrafo sobre uma carta topográfica de 1:25.000, nele os traços são firmes, fidedignos e de fácil desenho. A Figura 5.17.b é uma ampliação para 1:50.000, realizada com o uso do mesmo pantógrafo, as linhas apresentam-se trémulas, por vezes até tortuosas, e a sua construção demanda mais tempo. Assim, a conclusão é a de que, com a utilização de um pantógrafo, a redução é mais simples e oferece melhores resultados que a ampliação (Obs: também existem pequenas diferenças entre os dois diagramas, devido à maior generalização da carta topográfica de 1:100.000 à de 1:25.000).

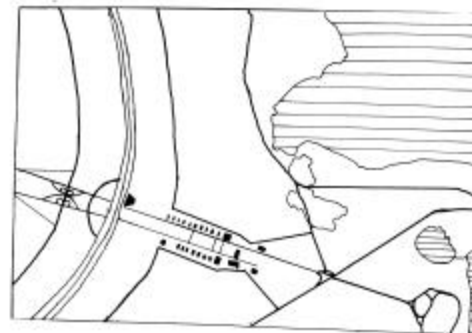


Figura 5.17a – Redução de escala 1:25,000 a 1:50,000

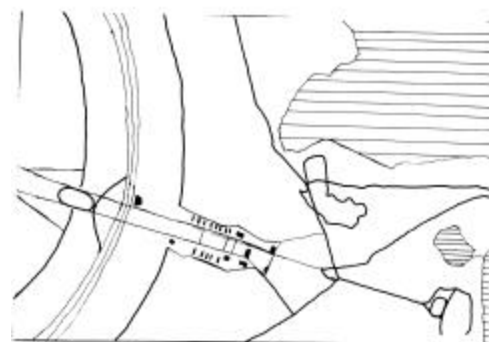


Figura 5.17b – Ampliação de escala 1:100,000 a 1:50,000

Figura 5.17 – Exemplos da qualidade de desenho com um pantógrafo. Notas: 1. As linhas podem ser melhoradas com régua e curvas por um desenhista profissional. 2. Os dois mapas originais (1:25,000 e 1:100,000, Brasília) tem diferenças nas ruas e detalhes.

### 5.7.6 Processos Fotográficos

Por processos fotográficos, é possível reduzir ou ampliar um mapa o quanto se quiser, mesmo até os extremos de micro-fichas ou então, ampliação tão grandes que perdem a utilidade. Com câmaras boas e modernas, qualquer qualidade e precisão podem ser exigidas. A investigação em máquinas e material fotográfico é grande, porém é o melhor e mais rápido processo para uso por órgãos e empresas que trabalham constantemente com reprodução de mapas reduzidos, ampliando ou mesmo conservando com precisão a escala original.

Quando um mapa está sendo feito para ser depois reduzido por métodos fotográficos ou fotocópias, é importante que o cartógrafo fique atento para influências da redução. Por exemplo, letra reduzidas demais não são convenientes para a leitura, linhas ou pontos finos podem desaparecer (não serem reproduzidas) ou fundirem-se. Nesse caso para evitar esses problemas, o cartógrafo precisa fazer seu original com linhas, pontos e letras maiores que o normal, para que esses caracteres saiam normais no produto final reduzido.

## Capítulo 6

### SIMBOLIZAÇÃO, GENERALIZAÇÃO E AS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS EM CARTAS TOPOGRÁFICAS



Figura 6.1 – Os símbolos são importantes na leitura de mapas

#### 6.1 SIMBOLIZAÇÃO

Tal como Snoopy, no desenho da Figura 6.1, ninguém consegue usar uma carta topográfica, ou outro tipo de carta, sem entender de símbolos, convenções, etc., enfim, de suas características. A representação de uma cidade por um círculo pequeno trata-se de uma generalização, visto que poucas áreas urbanas têm limites circulares. Assim, quando muitas cidades são representadas pelo

mesmo tipo de símbolos (como o caso dos círculos, para cidades), o processo é chamado de “simbolização”.

No processo de mapeamento, depois de um fenómeno ter sido seleccionado e geometricamente simplificado (nesse caso reduzido a um ponto ou círculo) usa - se um símbolo descritivo para “apresentar” visualmente o fenómeno ao leitor do mapa.

Os principais critérios para seleção de símbolos de um mapa são as convenções do mapeamento, a clareza e a facilidade com que será interpretado um complexo de símbolos ou os seus elementos individuais. Na simbolização são usados alguns instrumentos de apoio, além de canetas, tintas, régua e curvas francesas; esses podem ser lâminas de plástico (“templetes” para o desenho de círculos, estrelas e outras formas geometricamente simples), folhas impressas de celotone (como Letraset e Normatone) e ainda rolos finos de fita contendo linhas grossas paralelas pontilhadas e tracejadas. Hoje em dia, alguns mapeamentos semi-automatizados digitais, traçadores (plotters) de linhas, unidade “COM” (de computador diretamente a micro-fichas), além de métodos de reprodução avançada, tais como a gravação em negativo e coberturas fotográficas. Porém, ainda que toda esta tecnologia moderna tenha mudado sensivelmente as operações de algumas grandes agências e firmas de mapeamento, ela não altera substancialmente as tradições do processo de simbolização dos mapas.

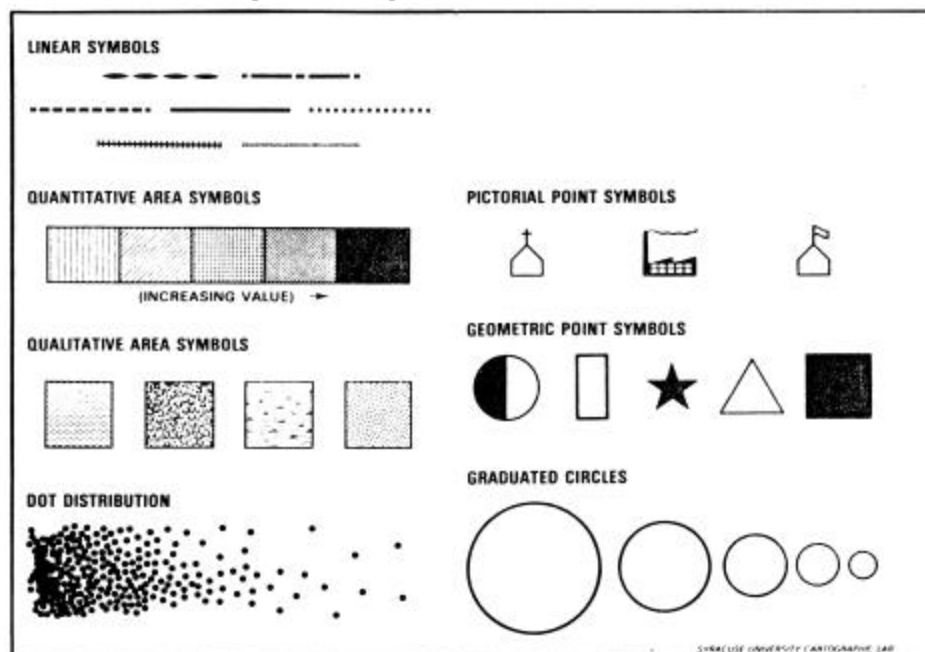


Figura 6.2 – Exemplos de símbolos cartográficos



As convenções dizem quais são os tipos de símbolos apropriados para cada tipo de fenômeno. Os símbolos lineares, sejam eles grossos, pontilhados, tracejados tais como fronteiras e rotas de transporte. As curvas de nível (usadas para representar as características tridimensionais de relevo são também consideradas como símbolos lineares. E ainda, quando linhas e pontos são agrupados com fim de formar um padrão coerente de uma área, os símbolos resultantes são amplamente aplicados para mostrar diferenças quantitativas e qualitativas em unidades bidimensionais de área. Um outro tipo de símbolo de área é o sombreamento com cores. Também ser usados como símbolos individuais 1) em mapas pontilhados que enfatizam as variações geográficas de densidade, e 2) para fenômenos pontuais tais com cidades, sítios ou localidades para as quais a dimensão real tenha sido generalizada a um ponto. As diferenças qualitativas entre os fenômenos pontuais podem ser representadas por símbolos

compreensíveis (naturais ou semi-naturais, tais como desenho em miniaturas de igrejas ou fábricas), ou por símbolos arbitrários (quadrados, triângulos e estrelas). Ver a Figura 6.2. Também existem convenções sobre os tamanhos dos símbolos para que eles representem valores quantitativos proporcionais as suas áreas (por exemplo, círculos proporcionais segundo as populações das cidades). Também existe normas sobre a apresentação dos símbolos e os mapas (compare os desenhos da Figura 6.3). Todos estes ilustram, mas não esgotam as práticas tradicionais na escolha de símbolos para mapas.

A adoção absoluta das convenções sufocariam o mapeamento, o cartógrafo deve seguir as normas quanto possível, lembrando que os leitores com experiência tendem a associar tipos específicos de símbolos com certos temas nos mapas (Dobson, 1975). Portanto a divergência radical dos costumes pode impedir a leitura (Jenks, 1976:14).

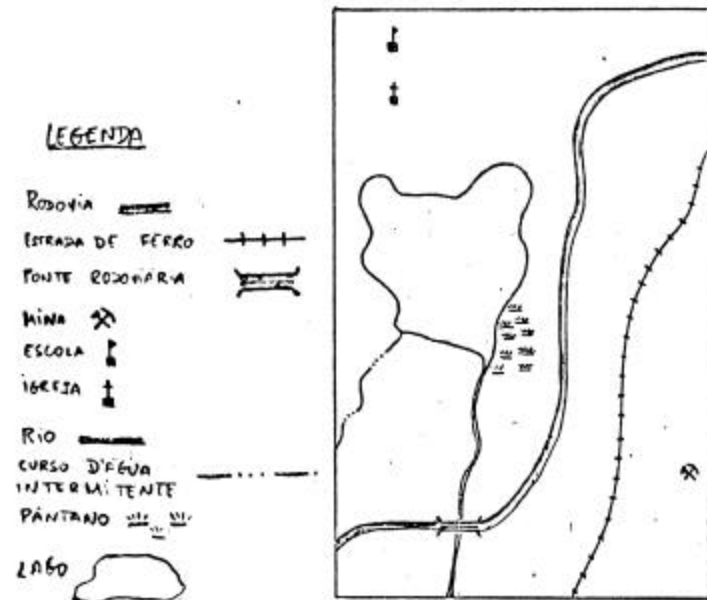


Figura 6.3a

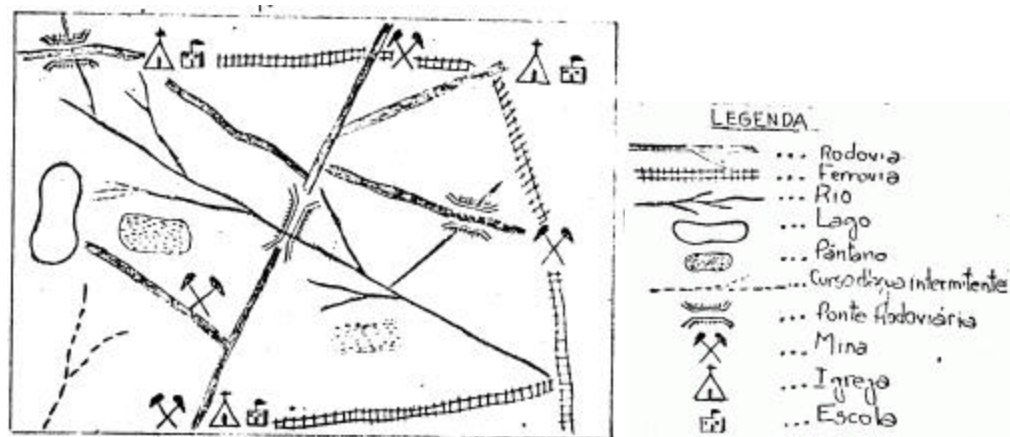


Figura 6.3b

Figura 6.3 – O uso de símbolos e normas cartográficas

## 6.2 CLASSIFICAÇÃO

A grande variedade de acidente da paisagem e de valores numéricos retratados num mapa geralmente ultrapassa o número de símbolos utilizados. Em tais casos, a simbolização requer a classificação. As categorias podem ser qualitativas (por exemplo, quando as áreas são rotuladas como “Comerciais” ou “Industriais”) ou quantitativas (no caso em que estados e territórios sejam agrupadas em classe baseadas na renda familiar). Neste último caso, o leitor do mapa não deve imaginar que um Estado é homogêneo, sem diferenças entre as zonas rurais e urbanas, ou entre bairros ricos e as favelas. Tão pouco, no primeiro exemplo não deve ser considerado que não existe algumas residências nas áreas comerciais. Em ambos os casos, o mapeador pode escolher, mostrar maiores detalhes geográficos ou usar uma classificação mais complexa, porém o objetivo de um mapa é mais facilmente realizado se detalhes excessivos e legendas sobre - envolvidas são evitados. Os mapas, como os livros, podem ser informativos sem serem exaustivos; quando se tenta englobar tudo, pode-se correr o risco de incluir também o desnecessário.

Felizmente, as convenções cartográficas facilitam esse entendimento, especialmente no caso da carta topográfica que está quase mundialmente padronizada. As convenções estão divididas, em dois tipos:

- a. Inscrições marginais da Carta Topográfica;
- b. Sinais Convencionais para a representação de uma área mapeada.

Os comentários são referentes as partes de uma parte de uma Carta topográficas que estão impressas nas Figuras 6.4, 6.5, 6.6 e 6.7. Porém, é aconselhável acompanhar as leituras com um exemplar completo em cores (ver o item 4.6 sobre a compra de cartas topográficas no Brasil).

### 6.3 INSCRIÇÕES MARGINAIS DA CARTA TOPOGRÁFICA

São muitas as inscrições marginais e, por isso desenvolveremos apenas as mais importantes para o nosso estudo. Elas se encontram ilustradas nas Figuras 6.4, 6.5, 6.6 e 6.7. Os números envolvidos por círculos, na descrição seguinte, identificam a anotação indicada na Figura 6.4.

**1. Nome da folha:** Geralmente, a carta é nominada pelo seu acidente cultural ou fisiográfico mais notável; quando possível, é usado o nome da maior cidade ou do maior povoado da folha.

**2. Escala:** A escala da carta é um fator importantíssimo e normalmente apresentada em forma numérica ou gráfica.

**3. Índice das Folhas Adjacentes:** Este índice facilita a identificação das cartas em torno da região em foco.

**4. Número da Folha:** O número da folha é um número de referência, designado para cada folha com base em um sistema de coordenadas arbitrarias. Existem vários desses sistemas, e os mais importante para o Brasil estão apresentados nos parágrafos do Item 4.5

**5. Situação da Folha no Estado:** A localização da folha no estado é indicada por um diagrama simples.

**6. Coordenadas Geográficas:** A latitude e a longitude de cada extremidade (“canto”) da área mapeada são fornecidas. (ver item 4.4)

**7. Nota Sobre a Quadrícula de Coordenadas UTM:** O sistema de coordenadas quadriculadas impresso na carta é explicado no rodapé da folha (ver também o item 4.5.1)

**8. Sinais Convencionais:** cada carta é apresenta a uma legenda dos símbolos mais comuns.

**9. Declinação Magnética:** A diferença angular entre o norte magnético e o norte verdadeiro (geográfico).

**10. Intervalo de Equidistância das Curvas de Nível:** A diferença vertical entre as curvas de nível desenhadas é fornecida (isto está explicado no capítulo 9, que pertence ao segundo volume, Princípios de Cartografia topográfica)

**11. Índice de Cobertura:** essa informação indica as fontes de informações (fotográficas áreas, cartas em outras escalas, etc.) utilizadas nas confeções daquela carta.

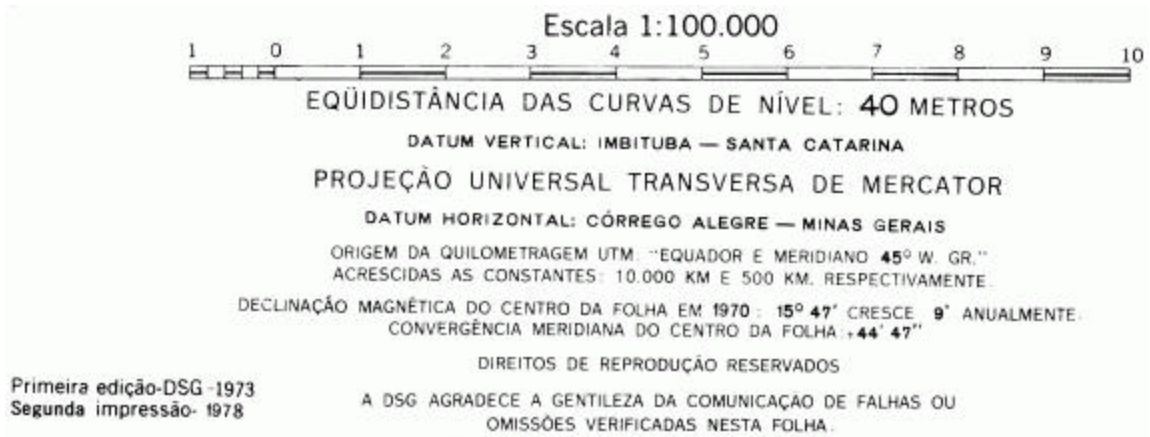
### 6.4 SINAIS CONVENCIONAIS DA CARTA TOPOGRÁFICA

O total dos sinais convencionais existentes e utilizados em cada carta é muito maior do que o número que é impresso no rodapé da carta (ver Figura 6.5.a).

As normas e convenções dos sinais são tão importantes que os órgãos mapeadores responsáveis publicam livros e fascículos para informação dos cartógrafos e leitores de mapas. Alguns exemplos de sinais utilizados para vias e estradas estão na Figura 6.8.







Primeira edição-DSG -1973  
Segunda impressão- 1978

EXEMPLO DE OBTENÇÃO DE COORDENADAS PLANAS DE UM PONTO DESTA FOLHA COM 100 METROS DE APROXIMAÇÃO	
NÃO SE DEVEM TOMAR EM CONTA os algarismos em TIPO PEQUENO de qualquer número da quadricula, esses algarismos são para determinar os valores complementares das coordenadas. Utilizam-se SOMENTE os algarismos de TIPO GRANDE. Exemplo: <b>8230 000</b>	
PONTO UTILIZADO COMO EXEMPLO: <b>IGREJA</b>	
1. Localiza-se a linha VERTICAL da quadricula situada imediatamente à ESQUERDA do ponto e lêem-se os algarismos de TIPO GRANDE correspondentes a ela, na margem superior ou inferior da folha. Estimam-se os milímetros (do intervalo da quadricula) entre a linha mencionada e o ponto.	92 17
2. Localiza-se a linha HORIZONTAL da quadricula situada imediatamente ABAIXO do ponto e lêem-se os algarismos de TIPO GRANDE correspondentes a ela, na margem esquerda ou direita da folha. Estimam-se os milímetros (do intervalo da quadricula) entre a linha mencionada e o ponto.	60 11
EXEMPLO de referência	<b>937 611</b>

Figura 6.5b

Folha desenhada pela Geocarta S/A e levantada e impressa pela DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO — BRASIL. Fotografias aéreas de 1964/65 do AST - 10 USAF. Apoio básico e apoio suplementar em 1971. Restituição fotogramétrica executada em aparelho de 2ª ordem em 1971/72.



Figura 6.5c

Figura 6.5 — (5a, 5b, 5c) Informações do rodapé da carta topográfica no. 2215 (Brasília)





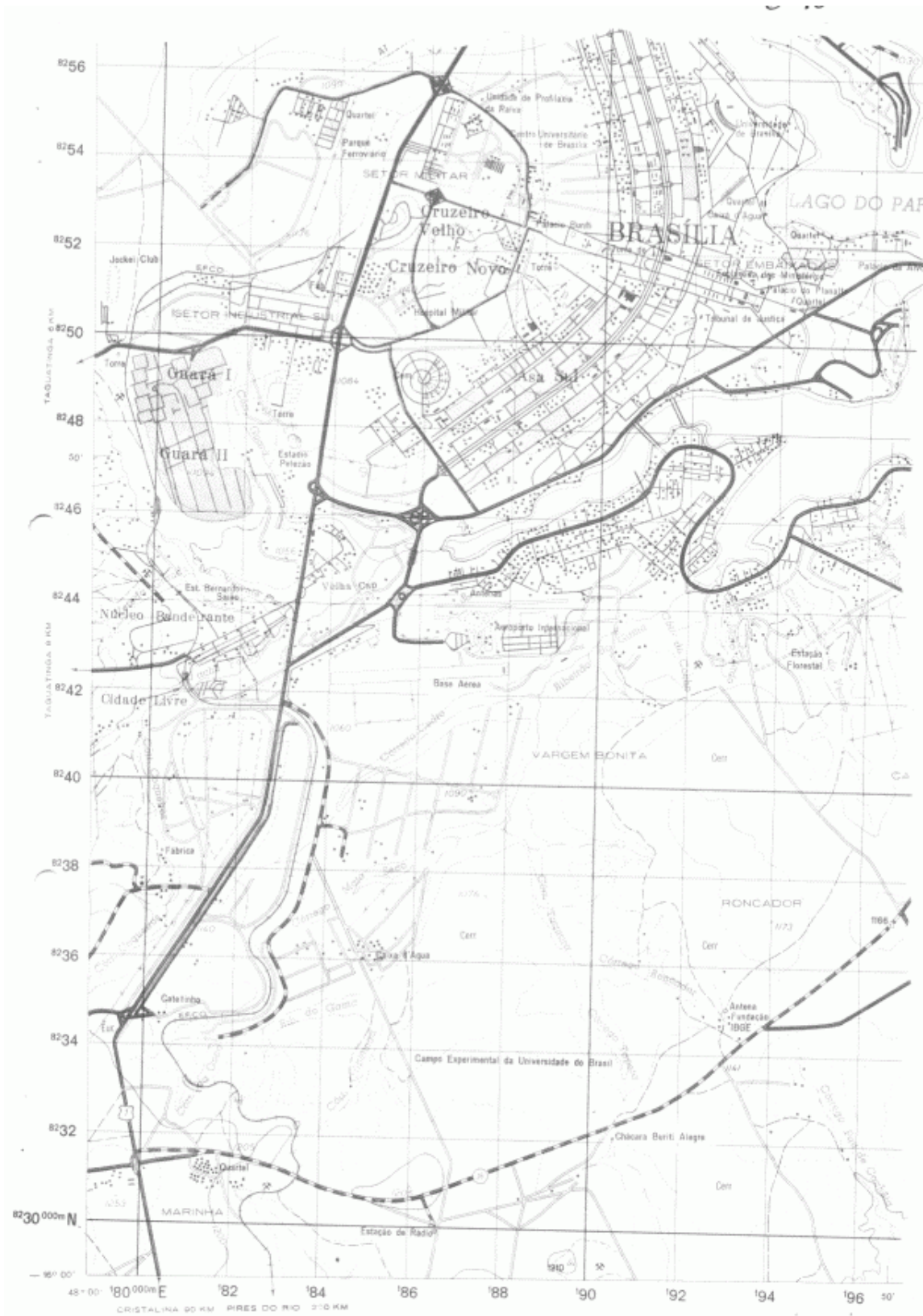


Figura 6.7 – O canto Sudoeste da carta topográfica no. 2215 (Brasília)



RODOVIAS E CAMINHOS

1:100,000

RODOVIAS, CAMINHOS E ELEMENTOS RELACIONADOS		DESENHO FINAL	
	Símbolo	Especificações	
141	Transitável todo o ano, revestimento sólido, duas ou mais vias		141
142	Transitável todo o ano, revestimento solto ou leve, duas ou mais vias		142
143	Transitável todo o ano, revestimento sólido, uma via		143
144	Transitável todo o ano, revestimento solto ou leve, uma via		144
145	Transitável em tempo bom ou seco, revestimento solto		145
146	Caminho		146
147	Trilho para cargueiro, cavaleiro ou pedestre		147
147A	Auto estrada		147A
147B	Auto estrada, via dupla, com faixa divisória, canteiros representável em escala		147B
148	Transitável todo o ano, revestimento sólido, duas ou mais vias, em construção		148
149	Transitável todo o ano, revestimento solto ou leve, duas ou mais vias, em construção		149
150	Transitável todo o ano, revestimento sólido, uma via, em construção		150
151	Transitável todo o ano, revestimento solto ou leve, uma via, em construção		151
153	Alinhamento aproximado		153
154	Alinhamento desconhecido		154
155	Prefixo de estrada federal		155
156	Prefixo de estrada estadual		156

Figura 6.8a – Especificações se alguns símbolos para as cartas topográficas Brasileiras 1:100,000

CAMINHOS - ESTRADAS DE FERRO

1:100.000

	DESENHO FINAL		
	Símbolo	Especificações	
157 Estradas em lugares povoados			157
158 Rua sem saída			158
159 Círculo de tráfego			159
160 Arruamento em áreas congestionadas		*****	160
161 Trevo rodoviário			161
162			162
163 Identificação de largura da estrada			163
164 Identificação de mudança na largura da estrada			164

ESTRADAS DE FERRO E ELEMENTOS RELACIONADOS\*\*\*

174 Via simples, bitola normal ou larga, em uso***			174
175 Via simples, bitola normal ou larga, fora de uso***			175
381 Via dupla ou múltipla, bitola normal ou larga em uso***			381
382 Via dupla ou múltipla, bitola normal ou larga, fora de uso***			382
183 Via simples, bitola estreita, em uso			183
184 Via simples, bitola estreita, fora de uso			184

\*\*\* Escala de 1:100.000, quando for o caso.  
 \*\* Escrita em **ABANDONADA, DESTRUIDA, EM CONSTRUÇÃO**, segundo o caso.  
 \*\*\* Escrita em tamanho de 10 metros, inclusive no desenho final.  
 \*\*\*\* Escrita em **ELETRIFICADA**, quando for o caso, para Estradas de Ferro.  
 \*\*\*\*\* Especifico para escalas onde não é possível o emprego do símbolo 157.  
 \* Em áreas congestionadas e em áreas normais que, 1:100.000, as ruas podem reduzir-se a largura mínima de 0,2 metros (012).

Figura 6.8b – Especificações de alguns símbolos para as cartas topográficas Brasileiras 1:100.000

Mesmo que exista uma convenção para a simbolização de um determinado objeto, a maneira final de usar símbolo depende, em parte, de preferências e normas (ver Figura 6.9).

Para facilitar a identificação dos fenômenos mapeados, os símbolos são geralmente impressos em cores nas cartas topográficas sendo que cada cor representa um tipo de fenômeno. As cores mais usadas estão apresentadas a seguir, juntamente com a indicação do que elas representam.

- a. **Azul:** fenômeno hidrográfico como lagos, rios, pântanos, etc.
  - b. **Verde:** vegetação em geral, tal com florestas, pomares e plantações;
  - c. **Marrom:** todos fenômenos de relevo, tais como curvas de nível, cortes e aterros;
  - d. **Preto:** a maioria dos fenômenos culturais ou construções humanas;
  - e. **Vermelho:** rodovias
  - f. **Rosa:** áreas urbanizadas ocasionalmente
- outras cores podem ser usadas para mostrar informações especiais, essas devem ser indicadas nas informações da margem de folha.

Numa situação ideal, todos os objetos apareceriam num, mapa através de símbolos com seus verdadeiros tamanhos, porções e formas originadas de uma vista ortogonal (de cima). Porém, a generalização exigida pela escala torna isto impossível, como pode ser visto numa carta Internacional ao milionésimo (cm) tal como aquelas publicadas pela fundação IBGE no Brasil (ver Figura 6.10) Nessas, uma estrada desenhada com uma linha de 0,5 mm teria quinzentos metros de largura se considerássemos sua largura real de acordo com a escala da carta. Os símbolos utilizados em cartas ao milionésimo (Figura 6.11) tem semelhanças com os das cartas de escala 1:10.000 e maiores, porém possuem distinções; isto acontece também nas cartas á escala 1:250.000 (compare Figura 6.12 com 6.10 e 6.7)

Na confecção de cartas temáticas de boa qualidade e alta precisão, frequentemente se aproveita as cartas topográficas como a base cartográfica. Entretanto, cada tipo de carta temática (geológico náutico de vegetação, de planejamento urbano, etc.) tem seus próprios símbolos convencionais, os quais são demais para serem ilustrados aqui. O entendimento dos sinais convencionais somente vem com as experiências práticas na leitura de cartas. Isto é que possibilita ao usuário melhorar o seu “vocabulário de símbolos” da mesma maneira que a leitura de livros melhora o seu “vocabulário de palavras”, portanto, as Figuras 6.4 a 6.12 (ou uma carta topográfica integral) devem

ser estudadas e não somente olhadas como enfeites deste texto e dos capítulos no segundo volume que trata de cartas topográficas.

## 6.5 CONVENÇÕES E ESCALAS CARTOGRÁFICAS FORA DO BRASIL

As cartas topográficas dos outros países normalmente também seguem padrões semelhantes. A variação mais importante não está na simbologia e arranjo das convenções, mas está na escala. Muitas cartas foram publicadas com escalas do sistema britânico. As escalas principais são:

### Escalas pequenas:

- 1:1.000.000
- 1:500.000 - Mundialmente Uniformizada.
- 1:250.000
- 1:125.000 - Raramente Usada.

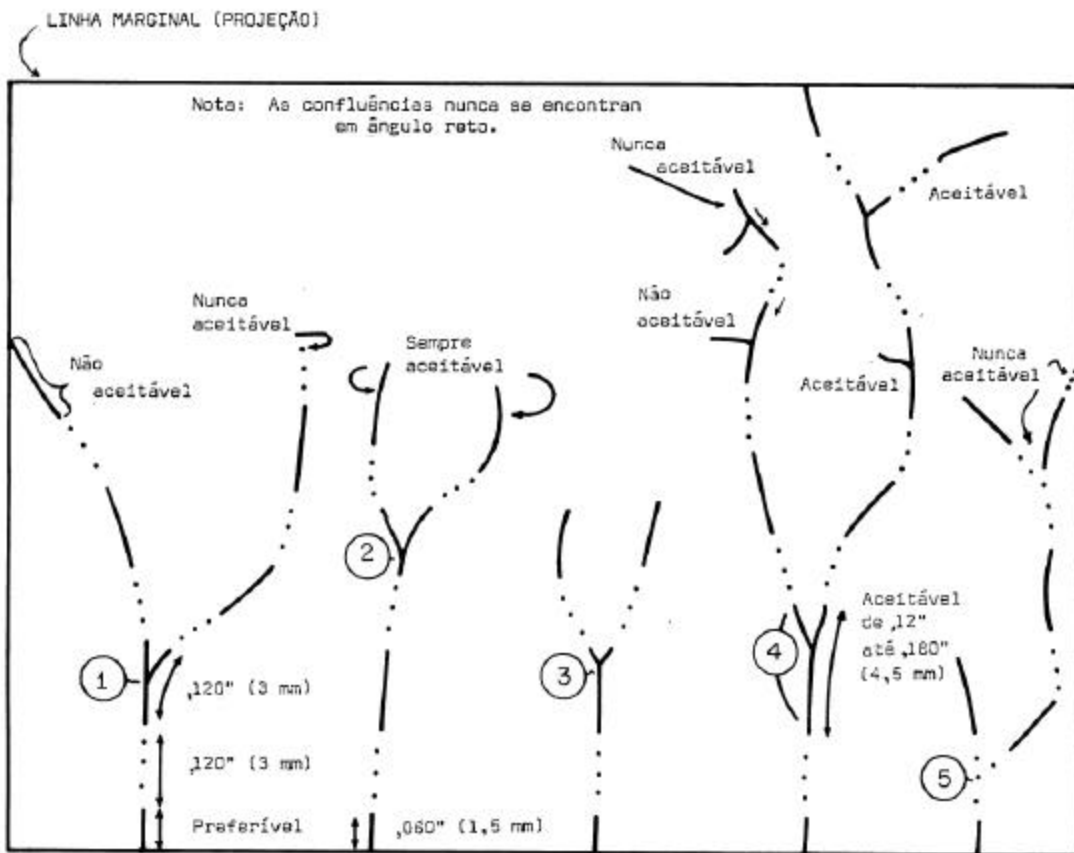
### Escalas médias:

- 1:63.360 - A mais usada, porque nela, uma polegada equivale a uma milha (porque tem 63.360 polegadas por milhas) esta escala é a substituta britânica para as escalas 1:100.000 e 1:50.000 no sistema métrico. Nesta escala 1,57828cm (ou = 1,6 cm) equivale a um quilometro.
- 1:62.500 - Esta escala é uma tentativa não muito empregada de ter uma escala “adequada” para ambos os sistemas. Nela, uma polegada é quase equivalente a uma milha; e 16 centímetros equivale 10 quilometro (exato).
- 1:31,680- Uma polegada equivale meia milha.
- 1:24.000- Uma polegada equivale 2000 pés. Esta escala é bem comparável (porém não é igual) á escala 1:25.000.

### Escalas grandes:

- 1:12.000
- 1:10.000 - Facilmente utilizada tanto no sistema métrico como no Britânico.

Nota: quando alguém acostumado ao sistema métrico tem que trabalhar com carta do sistema britânico, é aconselhável não seguir seu primeiro desejo de transformar tudo em métrico. Especialmente se tiver várias medidas para calcular, é mais fácil aprender o sistema britânico, e somente transformar os resultados finais.



ORDEM DE PREFERÊNCIA PARA FAZER AS INTERSESSÕES DE CURSOS DE ÁGUA INTERMITENTES. O MÉTDO CORRETO DE AJUSTAR SÍMBOLOS À LINHA MARGINAL É TERMINAR OS SÍMBOLOS COM LINHA.

Figura 6.9a – Símbolos aceitáveis e não aceitáveis de cursos de água intermetentes

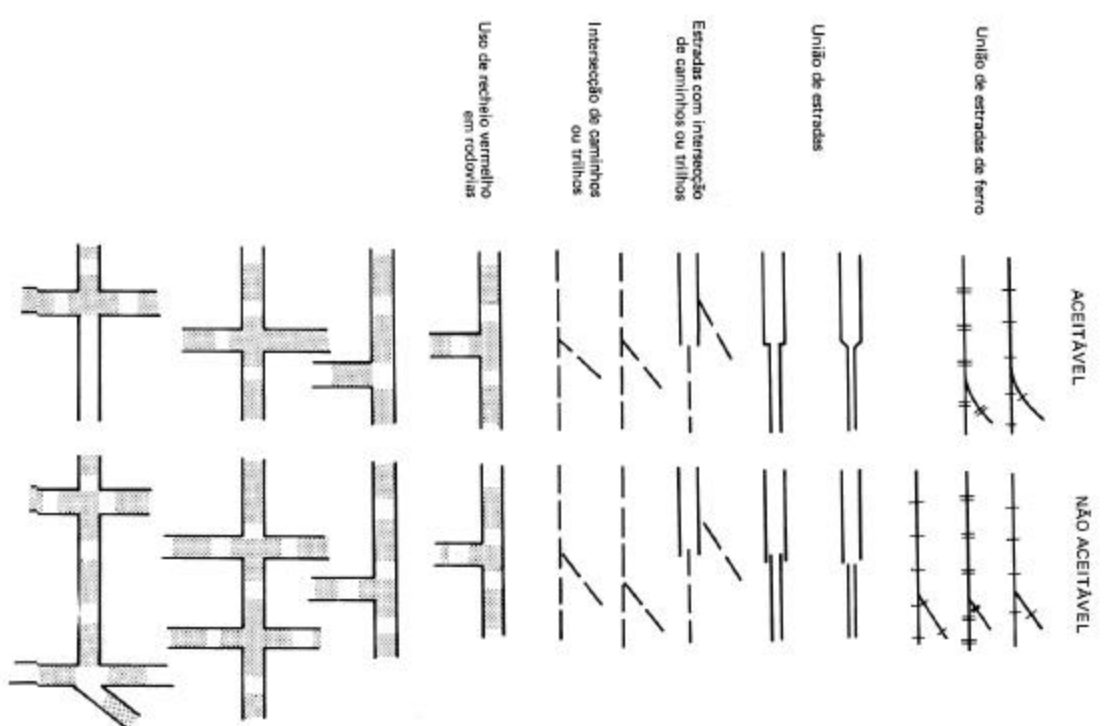


Figura 6.9b – Símbolos aceitáveis e não aceitáveis na cartografia topográfica



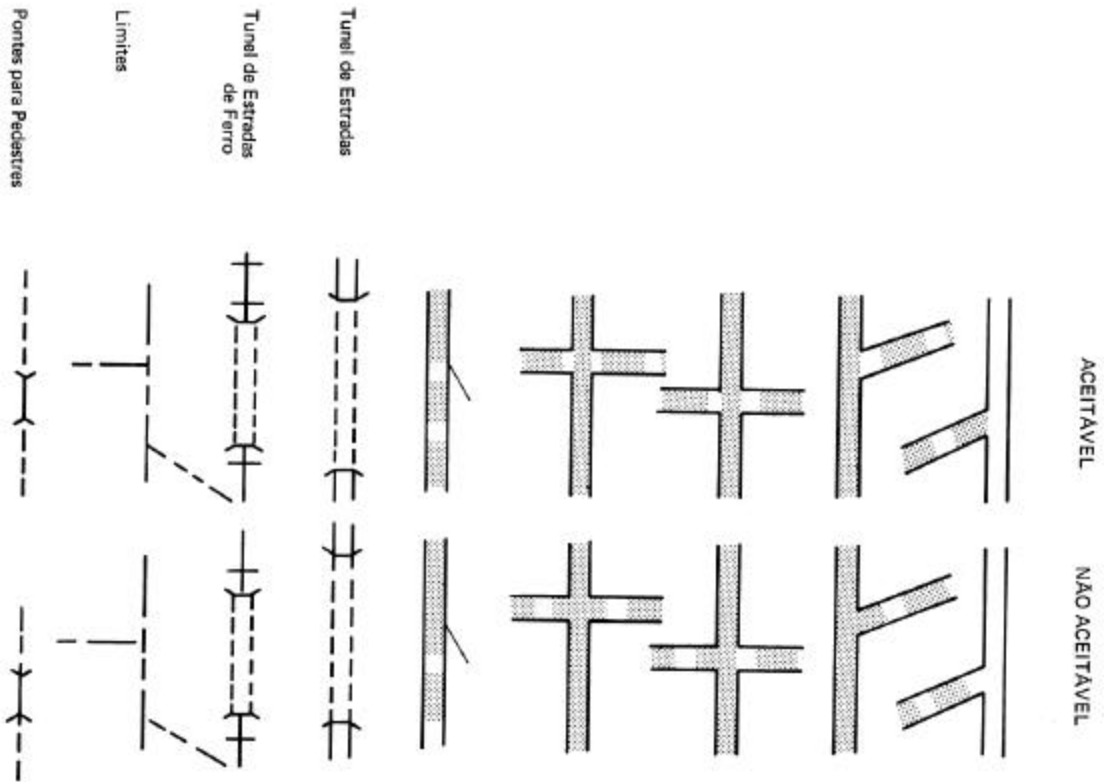


Figura 6.9c – Símbolos aceitáveis e não aceitáveis na cartografia topográfica

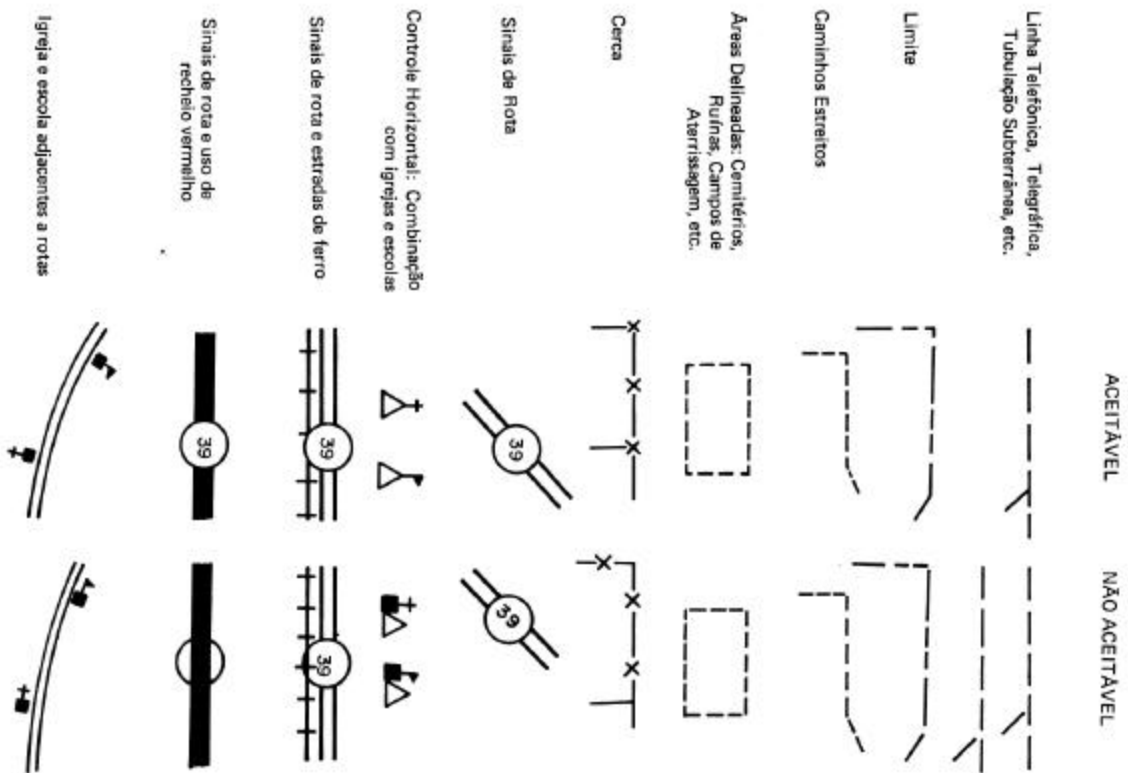


Figura 6.9d – Símbolos aceitáveis e não aceitáveis na cartografia topográfica



Figura 6.12 – Exemplo de cartografia topográfica a escala 1:250,000 (Parte sudeste da carta de Goianésia, Goiás, o que inclui a cidade de Tatuatinga, Distrito Federal.)

## Capítulo 7

### CONCLUSÃO DO VOLUME UM.

Os mapas são instrumentos de comunicação indispensáveis tanto para os geógrafos quanto para os profissionais de muitos outros campos de estudo e de trabalho. Eles são tão importantes que a competência profissional pode ser parcialmente equacionada com habilidades e talentos nas suas interpretações. Durante todas as fases dos cursos que usam mapas (geografia, engenharia cartográfica, geologia, agronomia, engenharia florestal, engenharia civil, etc...), o aluno está engajado em alguns aspectos da leitura e da interpretação de mapas. Ele rapidamente aprende a apreciar a importância de uma representação de mapas. O papel da cartografia e dos cartógrafos é fazer a comunicação via mapas tão clara e adequada quanto possível.

É importante, no entanto, perceber que a interpretação de mapas e cartas não é uma faceta da cartografia que se pode estudar de isoladamente de disciplinas que fazem uso de mapas; ela é, antes disso, um instrumento valioso de aproximação de trabalhos que contenham alguma natureza geográfica ou espacial. Assim, o caminho mais apropriado para aprender como interpretar um mapa é em conjugação com o curso no qual o aluno se relaciona. Contudo, o básico da leitura e a interpretação e de elaboração é ensinado na disciplina de cartografia.

É altamente interessante que os três atributos imprecindíveis de um mapa, ou seja, a projeção, a escala e a simbolização, associada à generalização e à classificação, sejam as principais fontes das distorções de mapas (não incluindo as distorções intencionais do mapeador). Esses atributos são inevitáveis devido 1) às leis geométricas de uma esfera, 2) à definição e obrigação de que mapas sejam uma representação reduzida, e 3) à impossibilidade de que um desenho possua todas as características do objeto real. Portanto, é obrigatório generalizar para que a realidade seja inteligível ao ser humano.

Assim como muitos processos cartográficos, os de generalização e simbolização estão também intimamente ligados à simplificação, e por isso distorcem a realidade. Os mapas são representações da realidade e não ela própria. Porém, distorcem a realidade não implica em distorcer a verdade. Se “distorcer” significa “mentir”, então os mapas devem mentir. Contudo, as suas “mentiras” não são geralmente graves, pois não são deliberadamente assim elaboradas para enganar; são feitas para facilitar a comunicação:

Distorcem-se distâncias numa projeção para Possibilitar ao usuário do mapa ver todo o

terreno; separam-se fenômenos por distâncias maiores que as reais para permitir a representação de suas posições relativas; desenha-se uma rodovia relativamente mais larga do que ela é na realidade para torná-la visível; Essas distorções são necessárias no sentido de permitir ao leitor a mensagem do maps. O entendimento, o controle e o uso destas e outras distorções são, talvez, os maiores desafios que os cartógrafos enfrentam; e são tão importantes para a comunicação cartográfica.

A grande importância e a interligação entre as bases de toda cartografia fica como uma conclusão deste primeiro volume. Foram apresentados aqui as seguintes questões:

- Comunicação;
- Distorção;
- Projeção (e coordenadas);
- Escala (e generalização);
- Simbolização (e classificação);
- História e a visão global da cartografia

Obviamente, este volume é apenas um começo; ele somente tocou ligeiramente em seis dos dezesseis grandes componentes da cartografia. Os três outros volumes sobre a cartografia topográfica (II), Temática (III) e Especial (IV) explicarão mais componentes.

Porém, deve ser lembrado que não são tópicos isolados, e que todos dependem das bases aqui apresentados.