

CARTOGRAFIA TEMÁTICA PROGRAMA



CENTRO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS

Universidade de Lisboa
ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DE GEO-ECOLOGIA
2007

Maria Helena Dias

Área de Investigação de Geo-Ecologia

Centro de Estudos Geográficos

Universidade de Lisboa

Relatório nº 6

CARTOGRAFIA TEMÁTICA

Programa

MARIA HELENA DIAS

Lisboa, 2007

Ficha Técnica

Título: Cartografia Temática: programa

Autor: Maria Helena Dias

Unidade de Investigação: Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa

Edição e distribuição: Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa

Impressão: David Barreira

Tiragem: 150 exemplares

ISBN: 978-972-636-178-7

Na capa: Blue Marble: next generation, NASA Earth Observatory. Imagem da orografia e batimetria terrestre, obtida essencialmente a partir de um mosaico de dados do sensor MODIS, instalado a bordo dos satélites Terra e Aqua; projecção 'plate carrée', datum WGS84.

**Para José Peres,
o último desenhador-cartógrafo do CEG,
que me ajudou a ilustrar este programa**

**Para o Zé,
que me tem acompanhado na vida**

Da minha aldeia vejo quanto da terra se pode ver do universo...
Por isso a minha aldeia é tão grande como outra terra qualquer,
Porque eu sou do tamanho do que vejo
E não do tamanho da minha altura...

.....

O essencial é saber ver,
Saber ver sem estar a pensar,
Saber ver quando se vê,
E nem pensar quando se vê
Nem ver quando se pensa.

Mas isso (tristes de nós que trazemos a alma vestida!),
Isso exige um estudo profundo,
Uma aprendizagem de desaprender

.....

Alberto Caeiro

ÍNDICE GERAL

<i>Notas prévias</i>	7
 PRIMEIRA PARTE. APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA E DOS MÉTODOS DE ENSINO	9
1. Objectivos, competências e métodos de ensino	12
2. Enunciado do programa	14
3. Bibliografia geral	16
4. Planificação das aulas	22
5. Avaliação	23
 SEGUNDA PARTE. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA.....	25
1. Cartografia e mapa.....	27
2. Escala do mapa e generalização cartográfica	43
3. Projecções cartográficas	51
4. Sistemas de coordenadas. Referenciação cartográfica.....	67
5. Simbolização cartográfica	77
6. Mapas temáticos. Tipos e características	91
7. Representações cartográficas pontuais. Tipos e metodologias.....	97
8. Representações cartográficas lineares. Tipos e metodologias.....	111
9. Representações cartográficas em mancha. Tipos e metodologias	121
10. Elementos e concepção global do mapa temático.....	133

NOTAS PRÉVIAS

O programa de Cartografia Temática, que agora se publica, retoma, com modificações, o da cadeira de Cartografia I, que apresentámos publicamente em Maio de 2006 às provas para a obtenção do título de Professora Agregada¹. A disciplina de Cartografia Temática veio entretanto substituir esta última na nova reforma que teve início em 2006/2007.

A Cartografia I surgiu, como disciplina obrigatória do “tronco comum”, na anterior reestruturação da licenciatura em Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, posta em prática a partir do ano lectivo de 1998/1999. Nessa altura, foram criadas cinco variantes, entre as quais a de Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica. Mas o ensino dos fundamentos da Cartografia, como disciplina autónoma, remonta a 1977/1978, embora a designação da cadeira, que nos pareceu sempre pouco adequada, fosse diferente: Expressão Gráfica em Geografia, algum tempo depois apenas Expressão Gráfica. Participámos desde o princípio na sua docência e, se descontarmos os anos de dispensa de serviço ou de sabática, muito poucas vezes essas cadeiras não estiveram sob a nossa responsabilidade.

Em 1993, apresentámos, no concurso para Professora Associada da Faculdade de Letras de Lisboa, o programa de Expressão Gráfica², que desde então serviu para delinear o seu ensino e, depois, o da Cartografia I. Mas ele estava há muito desactualizado, pois a Cartografia sofreu profundas modificações nestes muitos anos em que vigorou. Ao delinear-mos em 2005 o programa apresentado àquelas provas, que agora se retocou, achámos que devíamos insistir na necessidade de manter na formação básica de qualquer geógrafo os fundamentos gerais da Cartografia, mesmo que apenas remetidos para a parte inicial da cadeira. O ensino dos Sistemas de Informação Geográfica a todos os alunos de Geografia muito beneficiará, quanto a nós, de princípios sólidos de Cartografia.

Estamos, no entanto, conscientes que o programa apresentado é demasiado ambicioso e que os 10 temas propostos (e o respectivo desenvolvimento) não se podem cumprir à risca. Ao docente encarregado da sua coordenação caberá seleccionar, em cada ano, aquilo que considere mais importante ou o que mais possa motivar os alunos. Aproveitámos também para incluir algumas imagens, se bem que não sistemáticas, ilustrando, aqui e ali, alguns princípios. Foi sobretudo pensando nos alunos, e em particular nas largas centenas que ao longo destes 33 anos de actividade docente pudemos acompanhar e, às vezes, motivar, que o reescrevemos.

¹ DIAS, Maria Helena – *Programa de Cartografia I*. Lisboa: Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 2005. 140 p. Relatório que inclui o programa, os conteúdos e os métodos de ensino da disciplina, apresentado às provas para a obtenção do título de Professora Agregada da Universidade de Lisboa.

² DIAS, Maria Helena – *Programa de Expressão Gráfica*. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, 1993 (Linha de Acção de Geografia Regional e Histórica; relatório n.º 11). 71 p. ISBN 972-636-097-8.

PRIMEIRA PARTE

APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA E DOS MÉTODOS DE ENSINO

A cadeira semestral de Cartografia Temática surge actualmente no elenco das cadeiras obrigatórias do 1.º semestre, sendo leccionada a todos os alunos recém-chegados ao 1.º ciclo de estudos em Geografia. Tal posição motiva preocupações acrescidas, numa altura de adaptação difícil do aluno. A separação entre teóricas e práticas é, para além de pouco adequada à natureza da cadeira, particularmente desmotivadora (para o aluno e para o docente) pelas enormes barreiras que se criam na comunicação quando as aulas são ministradas em anfiteatro, razão por que se pôs fim a essa separação no ano lectivo de 2007/2008: os 200 a 250 alunos, que a cadeira geralmente comporta em cada ano, são agora divididos em 5 turmas teórico-práticas. É tendo em conta este cenário que apresentamos o programa que se segue.

É do entendimento do Departamento de Geografia da Faculdade de Letras de Lisboa que a Cartografia Temática integra, em conjunto com as TIC em Geografia, a Recolha de Informação e Análise de Dados, a Análise Multivariada da Informação Geográfica, os SIG e os SIG e Detecção Remota, o bloco das cadeiras “técnicas”. Dela se tem esperado que seja uma abordagem sumária aos conceitos gerais da Cartografia e, sobretudo, uma iniciação à Cartografia temática. A sua carga horária apenas tem permitido dedicar a temas fundamentais, e às vezes complexos, um tempo lectivo largamente insuficiente: pode dar-se como exemplo as projecções cartográficas, abordadas em cerca de 3 horas, ou a generalização cartográfica, assunto a que geralmente não se dedica mais do que 15 a 30 minutos. Mesmo o conceito de escala, ocupando duas sessões práticas, é dificilmente assimilado pelos alunos, que chegados ao final da licenciatura ainda confundem escalas grandes e pequenas. Por outro lado, sendo a única cadeira de Cartografia no 1.º ciclo, mesmo os conceitos-chave, que se consideraram da maior relevância, acabam por ser, pela falta de continuidade e aplicação, rapidamente esquecidos.

No momento em que a utilidade dos SIG para os geógrafos é inquestionável, impõe-se o conhecimento razoável de certos conceitos cartográficos. A geo-referenciação é, em geral, assumida mecanicamente e sem critérios; falar em “datum” é trivial mas desprovido de significado. Estas considerações servem apenas para justificar o maior peso que se atribui no programa apresentado a estas questões, em detrimento de outras mais específicas da Cartografia temática.

1. OBJECTIVOS, COMPETÊNCIAS E MÉTODOS DE ENSINO

O ensino de Cartografia Temática encontra-se actualmente organizado em sessões teórico-práticas. Na primeira parte da cadeira apresentam-se e discutem-se os fundamentos gerais da Cartografia e os seus conceitos, enquanto a segunda metade é destinada aos princípios da Cartografia temática. Considera-se que o seu conteúdo não deve ser constituído por um mero somatório de exercícios práticos, que se multiplicam sem que os alunos percebam como, porquê e com que objectivos os executam. Tal como dominar uma terminologia específica, também é indispensável adquirir as bases teóricas que permitam efectuar adequadamente escolhas práticas, criteriosas e conscientes.

Nas aulas, recorre-se à projecção de diapositivos (*slide-show*), contendo sobretudo imagens, bem como esquemas e tópicos. À exposição das matérias junta-se a observação crítica de exemplos, que se questionam. Os documentos cartográficos constituem muitas vezes o ponto de partida para a aprendizagem dos conceitos e das suas metodologias de construção. A Cartografia também se aprende e pratica pela observação variada de mapas já construídos, tanto nos seus aspectos mais criticáveis como pelas suas qualidades (rigor, clareza, expressividade, inovação...). Assim, os alunos são confrontados com a multiplicidade dos mapas e a variedade das soluções cartográficas, contrárias às "receitas milagrosas" que muitos esperam obter. Tenta-se ainda prepará-los para um outro exercício muito salutar, o da leitura crítica dos mapas: qualquer mapa temático é uma de várias soluções possíveis, logo, corresponde a uma imagem mais ou menos interpretada da realidade, e as transformações da informação, ligadas directamente à construção e à utilização, fazem dele uma imagem forçosamente subjectiva (e, às vezes, deturpada, escamoteada ou até manipulada) da realidade.

As sessões práticas são sobretudo destinadas à discussão de princípios metodológicos, prévia à realização de exercícios simples. Embora os exercícios sejam depois realizados pelos alunos, em grupos de dois, fora da aula, eles são também fruto de discussão com os colegas e, naturalmente, com o docente que realiza o seu acompanhamento tutorial. Aos estudantes são fornecidos os documentos de apoio necessários, variáveis de ano para ano, bem como cópias das apresentações feitas pelos docentes nas aulas.

Para apoio ao ensino conta-se ainda com a variada documentação cartográfica disponível na Mapoteca do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa (nomeadamente atlas, séries de mapas e mapas avulso).

a) Objectivos genéricos:

1. Conhecer as especificidades da informação cartográfica;
2. Desenvolver atitudes críticas na utilização dos mapas, reconhecendo-os como construções da realidade;
3. Conhecer as regras para a elaboração de mapas temáticos simples.

b) Competências ao nível do saber (conhecimento substantivo):

1. Identificar os principais tipos de documentos cartográficos;
2. Compreender o processo cartográfico, as suas diferentes etapas e os seus principais mecanismos;
3. Apreender e aplicar o conceito de escala do mapa;
4. Distinguir os diferentes elementos do mapa e utilizá-los;
5. Identificar e compreender as consequências das transformações da informação cartográfica, nomeadamente das projecções, da generalização e da simbolização;
6. Compreender os principais sistemas de referência e identificar pontos ou objectos através do uso desses sistemas;
7. Identificar e interpretar criticamente a informação cartográfica;
8. Compreender os princípios metodológicos básicos da Cartografia temática, nomeadamente dos mapas pontuais, coropletos e de isolinhas;
9. Reconhecer os principais tipos de informação cartográfica disponíveis em Portugal.

b) Ao nível do saber fazer (instrumental):

1. Usar diferentes fontes cartográficas para o conhecimento do território;
2. Utilizar de forma crítica a informação cartográfica;
3. Dominar as técnicas básicas de construção de mapas;
4. Utilizar o conceito de escala e converter escalas;
5. Identificar localizações através do recurso aos sistemas de coordenadas (geográficas e rectangulares) e localizar pontos ou objectos nos mapas identificados por coordenadas;
6. Tratar e representar informação em mapas temáticos simples (pontuais, lineares e em mancha), aplicando metodologias básicas;
7. Utilizar métodos e técnicas adequados para a comunicação de resultados.

2. ENUNCIADO DO PROGRAMA

- 1.** Cartografia e mapa
 - 1.1. Conceito de Cartografia e de mapa
 - 1.2. Domínios da Cartografia e tipos de mapas
 - 1.3. Processo cartográfico: elaboração e utilização de mapas
 - 1.4. Transformações recentes da Cartografia e dos mapas
 - 1.5. Cartografia portuguesa
- 2.** Escala do mapa e generalização cartográfica
 - 2.1. Escala do mapa: expressão e determinação
 - 2.1.1. Tipos de escala
 - 2.1.2. Determinação e conversão de escalas
 - 2.2. Generalização cartográfica. Relação com a escala do mapa
- 3.** Projecções cartográficas
 - 3.1. Conceito de projecção cartográfica
 - 3.2. Dos modelos da Terra à sua representação plana
 - 3.3. Deformações. Propriedades das projecções e representação das distorções
 - 3.4. Classificação das projecções cartográficas
 - 3.5. Escolha da projecção
- 4.** Sistemas de coordenadas. Referenciação cartográfica
 - 4.1. Sistemas de coordenadas
 - 4.2. Sistemas de referenciação em mapas portugueses
 - 4.2.1. Quadrícula UTM
 - 4.2.2. Quadrícula militar portuguesa
 - 4.3. Sistemas de projecção em mapas portugueses
- 5.** Simbolização cartográfica
 - 5.1. Informação geográfica e símbolos cartográficos
 - 5.2. Variáveis visuais
 - 5.3. Cor e simbolização cartográfica
 - 5.4. Valor e simbolização cartográfica. Escalas de valor e construção de sequências
- 6.** Mapas temáticos. Tipos e características
 - 6.1. Algumas famílias de mapas temáticos
 - 6.2. Os dois planos da informação: tema e fundo
 - 6.3. Natureza da informação e fontes de dados cartográficos
 - 6.4. Etapas para a construção de um mapa temático
 - 6.5. Níveis de leitura e funções dos mapas temáticos
- 7.** Representações cartográficas pontuais. Tipos e metodologias
 - 7.1. Tipos de representações pontuais
 - 7.2. Mapas de pontos
 - 7.2.1. Aspectos metodológicos

- 7.3. Mapas de círculos proporcionais
 - 7.3.1. Aspectos metodológicos
- 8. Representações cartográficas lineares. Tipos e metodologias
 - 8.1. Tipos de representações lineares
 - 8.2. Mapas de isolinhas
 - 8.2.1. Aspectos metodológicos
 - 8.3. Mapas de fluxos
 - 8.3.1. Aspectos metodológicos
- 9. Representações cartográficas em mancha. Tipos e metodologias
 - 9.1. Tipos de representações em mancha
 - 9.2. Mapas coropletos
 - 9.2.1. Escolha do número de classes
 - 9.2.2. Escolha dos intervalos de classe
 - 9.2.3. Optimização da classificação e avaliação dos resultados
 - 9.2.4. Representação cartográfica: sequências de valor
 - 9.2.5. As imagens cartográficas
- 10. Elementos e concepção global do mapa temático
 - 10.1. Elementos do mapa. Características e funções
 - 10.2. Elementos essenciais
 - 10.3. Outros elementos
 - 10.4. Concepção do mapa e atributos do desenho cartográfico
 - 10.5. Toponímia e identificações escritas nos mapas. Algumas regras e convenções

3. BIBLIOGRAFIA GERAL

Apresenta-se, a seguir, uma lista bibliográfica¹ de âmbito geral, que inclui, numa primeira parte, as obras consideradas mais importantes para o estudo das matérias leccionadas. Um comentário sucinto caracteriza-as, justificando a sua importância na Cartografia em geral ou para a cadeira. No final, são ainda fornecidas outras referências complementares.

Na segunda parte do programa inclui-se também uma bibliografia específica, onde para cada ponto se citam, tanto algumas obras indicadas nesta bibliografia geral (com as páginas onde o assunto é tratado), como outras, aqui não mencionadas. Na maioria dos casos, acrescentou-se ainda uma lista de outras referências, para o estudo mais aprofundado desses temas.

Na bibliografia geral incluem-se apenas manuais ou livros de âmbito vasto, evitando-se mencionar obras não disponíveis nas bibliotecas portuguesas e, em particular, na de Geografia da Faculdade de Letras de Lisboa. Quase nunca se referem artigos de revistas da especialidade, que só raramente surgem na segunda parte. Infelizmente, não existem muitos manuais, ou obras gerais de iniciação à Cartografia, em português e suficientemente abrangentes, o que é um entrave importante para alunos recém-chegados à Universidade. Algumas das referências na nossa língua tratam de aspectos parcelares e, neste caso, foram remetidos para a bibliografia específica.

Acrescentaram-se algumas referências a sítios na Internet, sem, no entanto, as multiplicar, dado que os alunos estão hoje suficientemente familiarizados com a sua pesquisa, para além do cariz geralmente efémero de muita desta informação. Por isso, pareceu-nos mais útil fornecer essas referências nas aulas.

Considerou-se útil acrescentar ao programa da cadeira um número de indicações bibliográficas superior àquele que seria, à partida, aconselhável. O aluno dispõe, assim, de elementos de estudo imediatos e simultaneamente de outras referências, que poderá utilizar para aprofundar os assuntos ou retomá-los mais tarde. Espera-se com a orientação das consultas, sugerida pela bibliografia específica, incentivar a leitura e o estudo das matérias leccionadas, uma das dificuldades verificadas sobretudo nos primeiros anos do ensino universitário.

Referências fundamentais

CAMPBELL, John – *Map use & analysis*. 4.^a ed. Boston: McGraw-Hill, 2001. 372 p. ISBN 0-07-303748-6.

Uma boa obra de carácter geral, que trata quer dos aspectos mais clássicos quer dos mais recentes.

¹ As referências bibliográficas aqui apresentadas seguem as normas portuguesas, editadas pelo Instituto Português de Qualidade (NP 405-1, 405-2, 405-3 e 405-4), referentes aos documentos impressos (1994), aos materiais não livro (1998), aos documentos não publicados (2000) e aos documentos electrónicos (2002). Veja-se: <http://www.ipq.pt/customPage.aspx?modID=0&pagID=8&tipo=0>.

DENT, Borden D. – *Cartography: thematic map design*. 2.^a ed. Dubuque: W. C. Brown Publishers, 1990. 433 p. ISBN 0-697-07991-0.

Outra boa obra sobre a Cartografia temática, com uma abordagem simples dos aspectos mais importantes.

DIAS, Maria Helena (coord.) – *Os mapas em Portugal: da tradição aos novos rumos da Cartografia*. 1.^a ed. Lisboa: Edições Cosmos, 1995. 344 p. (Cadernos Penélope, n.º 2). ISBN 972-8081-70-7.

Livro com oito capítulos, escritos por treze especialistas nacionais e estrangeiros, sobre o passado, o presente e o futuro da Cartografia portuguesa. Esgotado.

DIAS, Maria Helena; BOTELHO, Henrique Ferreira (coord.) – *Quatro séculos de imagens da Cartografia portuguesa = Four centuries of images from Portuguese Cartography*. 2.^a ed. Lisboa: Comissão Nacional de Geografia [etc.], 1999. LIV + 71 p. ISBN 972-765-787-7.

Esta edição conjunta da Comissão Nacional de Geografia, do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa e do Instituto Geográfico do Exército versa sobre a História da Cartografia portuguesa, particularmente nos últimos 200 anos.

DIAS, Maria Helena; FEIJÃO, Maria Joaquina – *Glossário para indexação de documentos cartográficos*. Lisboa: Instituto da Biblioteca Nacional e do Livro, 1995. 107 p. ISBN 972-565-209-6.

Vocabulário estruturado, tendo em vista a indexação de documentos cartográficos, acompanhado de um álbum, a cores, ilustrativo dos tipos variados de mapas publicados em Portugal. Esgotado.

GASPAR, Joaquim Alves – *Cartas e projecções cartográficas*. 3.^a ed. Lisboa: Lidel, 2005. 331 p. ISBN 972-757-371-1.

Uma referência importante em língua portuguesa, complementada por um sítio na Internet que fornece as respostas às questões formuladas no fim de cada capítulo (<http://alvesgaspar.planetaclix.pt/>).

GASPAR, Joaquim Alves – *Dicionário de ciências cartográficas*. Lisboa: Lidel, 2004. 327 p. ISBN 972-757-263-7.

Glossário com cerca de 2000 entradas, parte do qual disponível, sem imagens, em <http://pwp.netcabo.pt/alvesgaspar/diconlin.htm>.

INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION – *Basic Cartography for students and technicians*. Hampshire: I.C.A., 1984-1996. 3 vol.+manual de exercícios.

Quatro volumes importantes, alguns já um pouco desactualizados, editados sob os auspícios da Associação Cartográfica Internacional. Os dois primeiros organizam-se em capítulos, da autoria de cartógrafos consagrados: o volume I (Hampshire: I.C.A., 1984. 206 p. ISBN 90-70310-05-8) é dedicado à História e ao campo da Cartografia, às projecções, à teoria da expressão cartográfica e às técnicas de desenho e de reprodução, enquanto o II (London: Elsevier Science Publishers, 1988. 141 p. ISBN 1-85166-232-4) trata dos vários ramos da Cartografia e ainda da compilação e da generalização. Os exercícios, muito bem organizados, sucedem-se noutro volume (London: Elsevier Science Publishers, 1991, s/ p. numeradas. ISBN 1-85166-590-0), pela ordem de apresentação dos temas nos livros anteriores. O volume III, mais recente (Oxford: Butterworth Heinemann, 1996. 192 p. ISBN 0-7506-2702-6), contempla os novos desenvolvimentos ocorridos, nomeadamente a detecção remota, os SIG e a geovisualização.

MacEACHREN, Alan M. – *How maps work: representation, visualization, and design*. New York: The Guilford Press, 1995. 513 p. ISBN 0-89862-589-0.

Uma obra de referência importante para compreender como são vistos, percebidos e utilizados os mapas.

MALING, D. H. – *Coordinate systems and map projections*. 2.^a ed. Oxford: Pergamon Press, 1992. 476 p. ISBN 0-08-037234-1.

Um livro clássico e fundamental no que respeita às projecções cartográficas e aos sistemas de referenciação.

MONMONIER, Mark – *How to lie with maps*. 2.^a ed. London: The University of Chicago Press, 1996. 207 p. ISBN 0-226-53421-9.

Uma referência obrigatória para principiantes, ou simples curiosos pelos temas da Cartografia, por se promover, de forma simples e clara, a crítica dos mapas. O autor, ao mesmo tempo que mostra como os mapas distorcem a realidade, introduz os princípios elementares da Cartografia.

ROBINSON, Arthur H. *et al.* – *Elements of Cartography*. 6.^a ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 674 p. ISBN 0-471-55579-7.

Livro fundamental, claro e bem ilustrado, que fornece uma panorâmica geral da moderna Cartografia. Sucessivamente actualizado, como se impõe num domínio onde têm ocorrido grandes transformações, ele é recomendado como um dos manuais de base, apesar da maioria dos temas ter um tratamento mais aprofundado do que é possível fazer na cadeira.

SLOCUM, Terry A. *et al.* – *Thematic Cartography and geographic visualization*. 2.^a ed. London: Pearson Education, 2005. 518 p. ISBN 0-13-035123-7.

Livro recente (1.^a ed., 1999) e uma referência fundamental no ensino, tanto dos princípios elementares e actualizados da Cartografia, como ainda nos aspectos recentes dos mapas animados e dos ambientes virtuais e multimédia. É vivamente aconselhada a sua consulta nesta cadeira.

SNYDER, John P. – *Flattening the earth: two thousand years of map projections*. Chicago: The University of Chicago Press, 1993. 365 p. ISBN 0-226-76746-9.

Um livro sobre a história das projecções cartográficas, desde Ptolomeu até ao século XX, da autoria de um dos maiores especialistas nesta área.

TYNER, Judith – *Introduction to thematic Cartography*. 2.^a ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1992. 299 p. ISBN 0-13-489105-8.

Um livro já clássico mas simples.

Outras referências

ALLAN, Arthur L. – *Maths for map makers*. 2.^a ed. Caithness: Whittles Publishing, 2004. 394 p. ISBN 1-870325-99-0.

Sobre noções matemáticas elementares e destinado, em particular, a todos os que trabalhem (ou pretendam trabalhar) na área da Cartografia.

AMBROZIAK, Brian M.; AMBROZIAK, Jeffrey R. – *Infinite perspectives: two thousands years of three-dimensional mapmaking*. New York: Princeton Architectural Press, 1999. 109 p. ISBN 1-56898-195-3.

Sobre a evolução científica e artística da representação do relevo, com imagens de grande qualidade.

BERTIN, Jacques – *Sémiologie graphique*. [1.^a ed.]. Paris: Gauthier-Villars, 1967. 432 p.

Obra fundamental, com uma 2.^a edição em 1973, mas de difícil abordagem numa cadeira de iniciação e, por isso, aconselhada apenas aos mais interessados. O essencial da semiologia gráfica é tratado nas aulas, mas recomenda-se a leitura do livro do mesmo autor, a seguir apresentado, ou o de S. Bonin. Existe ainda uma tradução em inglês: BERTIN, Jacques – *Semiology of graphics*. Madison: University of Wisconsin Press, 1983. 415 p. Todas as edições se encontram esgotadas.

BERTIN, Jacques – *La graphique et le traitement graphique de l'information*. Paris: Flammarion, 1977. 275 p. ISBN 2-08-211112-1.

Não sendo, de modo nenhum, uma compilação das ideias-chave da *Sémiologie graphique* do mesmo autor, inclui uma parte sobre os seus conceitos de base. Aconselha-se ainda a sua leitura para outros pontos do programa.

BONIN, Serge – *Initiation à la graphique: transcription visuelle des données statistiques et cartographiques*. [2.^a ed.]. Paris: Épi, 1983. 170 p. ISBN 2-7045-0179-3.

Na mesma linha dos trabalhos da Escola de J. Bertin, trata-se de um livro de grande divulgação, que se recomenda especialmente nesta cadeira de iniciação pela clareza dos assuntos expostos e pela sua ilustração, sobretudo na abordagem da semiologia gráfica.

BUTTENFIELD, Barbara P.; McMASTER, Robert B. (ed.) – *Map generalization: making rules for knowledge representation*. Essex: Longman, 1994. 245 p. ISBN 0-582-08062-2.

Não é uma obra muito simples para iniciados na generalização cartográfica.

CASACA, João Martins; MATOS, João Luís de; DIAS, José Miguel Baio – *Topografia geral*. Lisboa: Lidel, 2000. 306 p. ISBN 972-757-135-2.

Um livro, não muito acessível aos geógrafos principiantes, que abrange a Geodesia, a Cartografia matemática, a Topografia e a Detecção Remota.

CAMPBELL, John – *Introductory Cartography*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984. 406 p. ISBN 0135013046.

Um manual elementar, de âmbito geral, aconselhável para estudos introdutórios de Cartografia, do qual existe também uma 2.^a edição (1991).

CUFF, David J.; MATTSON, Mark T. – *Thematic maps: their design and production*. New York: Methuen, 1982. 169 p. ISBN 0-416-33500-4.

Manual elementar e já clássico, que se recomenda para os aspectos gerais da cadeira.

DIAS, Maria Helena – *Leitura e comparação de mapas temáticos em Geografia*. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, 1991. 433 p. (Memórias do Centro de Estudos Geográficos, 13).

Aconselha-se sobretudo a leitura dos dois primeiros capítulos e a utilização do glossário de termos cartográficos, incluído no final.

DICKINSON, G. C. – *Statistical mapping and the presentation of statistics*. 2.^a ed. London: Edward Arnold, 1973. 195 p. ISBN 0-7131-5683-X.

Um livro clássico sobre a representação de dados de natureza quantitativa, com algum interesse para uma parte do programa da cadeira.

GERSMERL, Philip J. – *The language of maps*. 15.^a ed. Indiana, Pennsylvania: National Council for Geographic Education, 1996. 196 p. (Pathways in Geography Series; 1). ISBN 0-9627379-3-3.

Manual elementar, com inúmeros exercícios, que pode ser útil para os principiantes.

ESPAÑA. Institut Cartogràfic de Catalunya (org.) – *La cartografia de la Península Ibérica i la seva extensió al continent americà*. Barcelona: I.C.C., 1991. 279 p. (Monografies; 8). ISBN 84-393-1670-4.

Um livro importante para se conhecerem alguns aspectos da História da Cartografia portuguesa e espanhola.

INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION – *Multilingual dictionary of technical terms in Cartography*. Wiesbaden: Franz Steiner Verlag, 1973. 573 p.

Embora já desactualizado e difícil de encontrar, é uma referência em termos da terminologia cartográfica.

KEATES, John S. – *Cartographic design and production*. 2.^a ed. Harlow: Longman, 1989. 261 p. ISBN 0-582-301133-5.

Uma referência indispensável, que aborda de forma integrada e actual os processos tradicionais da representação e das tecnologias de produção. Trata ainda, na última parte, dos diversos tipos de mapas e dos atlas.

KEATES, John S. – *Understanding maps*. 2.^a ed. London: Longman, 1996. 352 p. ISBN 0-582-23927-3.

Uma obra útil para a compreensão da utilização dos mapas, que inclui uma discussão dos conhecimentos sobre a percepção visual e a leitura, assim como das teorias da comunicação cartográfica.

MONMONIER, Mark – *Mapping it out: expository Cartography for the Humanities and Social Sciences*. Chicago: University of Chicago Press, 1993. 316 p. ISBN 0-226-53417-0.

Um guia útil para ajudar muitos não especialistas a transformar dados abstractos em imagens apelativas.

MONMONIER, Mark; SCHNELL, George A. – *Map appreciation*. New Jersey: Prentice Hall, 1988. 431 p. ISBN 0-13-556052-7.

Sobre os mapas em vários contextos (como na representação do terreno, da atmosfera, da população, etc.) e servindo várias finalidades (no jornalismo, nos municípios, etc.).

RIMBERT, Sylvie – *Carto-graphies*. Paris: Hermès, 1990. 176 p. ISBN 2-86601-233-X.

Interessante sobretudo para os aspectos relacionados com as transformações cartográficas.

SILVA, Ana Alexandrino da – *Gráficos e mapas: representação de informação estatística*. Lisboa: Lidel, 2006. 270 p. ISBN-10 972-757-340-1. ISBN-13 978-972-757-340-0.

Embora predominantemente sobre gráficos, contém aspectos com interesse.

UNWIN, David – *Introductory spatial analysis*. London: Methuen, 1981. 212 p. ISBN 0-416-72200-8.

Pequeno livro introdutório, que inclui a apresentação de algumas metodologias cartográficas.

WOOD, Denis – *The power of maps*. London: Routledge, 1992. 248 p. ISBN 0-415-09666-9.

Livro interessante pela discussão dos mapas como representações subjectivas da realidade.

Alguns sítios na Internet

Atelier de Cartographie [Em linha]. Paris: Sciences Po, 2006. [Consult. 12 de Março de 2007]. Disponível em: <http://www.sciences-po.fr/cartographie/index.html>.

CAMPBELL, Tony – *Map History* [Em linha]: History of Cartography: the gateway to the subject. [s.l.]: Tony Campbell, 1996-2007, actual. 2 de Março de 2007. [Consult. 12 de Março de 2007]. Disponível em: <http://www.maphistory.info/>.

GASPAR, Joaquim Alves – *Dicionário on line* [Em linha]. [s.l.: s.n., 2004]. [Consult. 12 de Março de 2007]. Disponível em: <http://pwp.netcabo.pt/alvesgaspar/diconlin.htm>.

INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION – *Welcome to the ICA* [Em linha]. [s.l.]: I.C.A., 1999, actual. 24 Janeiro de 2007. [Consult. 12 de Março de 2007]. Disponível em: <http://www.icaci.org/>.

PORTUGAL. Instituto do Ambiente – *Atlas do ambiente* [Em linha]. Lisboa: I.A., 2003. [Consult. 12 de Março de 2007]. Disponível em: <http://www.ambiente.pt/atlas/est/index.jsp>.

PORTUGAL. Instituto Geográfico do Exército – *Igeoe-sig* [Em linha]. Lisboa: I.G.E., 2006, actual. 28 de Fevereiro de 2007. [Consult. 12 de Março de 2007]. Disponível em: <http://www.igeoe.pt/>.

PORTUGAL. Instituto Geográfico Português – *E-geo* [Em linha]. Lisboa: I.G.P., [s.d.]. [Consult. 12 de Março de 2007]. Disponível em: <http://www.igeo.pt/IGEO/portugues/Frameset-geo.htm>.

RUMSEY, David – *David Rumsey map collection* [Em linha]. [s.l.]: Cartography Associates, 2003, actual. 8 de Dezembro de 2006. [Consult. 12 de Março de 2007]. Disponível em: <http://www.davidrumsey.com/index.html>.

4. PLANIFICAÇÃO DAS AULAS

Na planificação das sessões lectivas (ver esquema), com 3 horas cada uma, considerou-se uma duração de 15 semanas do período de ensino. Os 7 trabalhos práticos, articulados com este plano mas realizados fora das sessões, decorrem na semana seguinte ao momento assinalado e têm acompanhamento tutorial (1 hora por semana).

Plano das horas lectivas

Semanas	Sessão semanal
1.	Orientações. Cartografia e mapas; tipos de mapas e sua diversidade (tema 1)
2.	Cartografia portuguesa; análise de alguns mapas (<i>exercício 1</i>)
3.	Escala e generalização. Determinação e conversão de escalas (tema 2)
4.	Idem (<i>exercício 2</i>)
5.	Projecções cartográficas (tema 3)
6.	Sistemas de referência (tema 4): determinação de coordenadas e localização de pontos no mapa
7.	Idem (<i>exercício 3</i>)
8.	1.º teste teórico-prático
9.	Simbolização; construção de sequências (tema 5)
10.	Idem (<i>exercício 4</i>)
11.	Mapas temáticos (tema 6). Representações cartográficas pontuais. Mapas de pontos e círculos: símbolos e organização das legendas (tema 7) (<i>exercício 5</i>)
12.	Representações cartográficas lineares. Mapas de fluxos. Mapas de iso-linhas: interpolação e traçado; concepção de legendas (tema 8) (<i>exercício 6</i>)
13.	Representações cartográficas em mancha. Mapas coropletos: classificação e construção da legenda (tema 9) (<i>exercício 7</i>)
14.	Elementos e concepção do mapa (tema 10)
15.	2.º teste teórico-prático

Naturalmente, a aprendizagem requer alguma flexibilidade na aplicação dos conteúdos planificados, até porque geralmente o ritmo não é o mesmo em cada uma das turmas em que a cadeira se desdobra. Nas aulas, incentiva-se a participação dos alunos na discussão das matérias, embora esta seja geralmente muito reduzida.

5. AVALIAÇÃO

A avaliação da disciplina de Cartografia I segue as orientações do novo *Regulamento Geral de Avaliação* dos cursos de 1.º ciclo da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, que entrou em vigor no ano lectivo de 2007/2008. Apesar do elevado número de alunos, procura-se que a avaliação comporte um grau reduzido de subjectividade e contingência. Para garantir a transparência do processo, os elementos de avaliação e os factores de ponderação para a classificação final são apresentados e discutidos na primeira sessão com os estudantes.

A proposta para os alunos em “regime de avaliação ordinário” comporta os seguintes elementos: a) dois testes individuais (presenciais), teórico-práticos; b) vários exercícios práticos (geralmente, 6 dos 7 exercícios propostos), por grupos de duas pessoas, executados fora do período das aulas e com acompanhamento tutorial. A estes alunos que, pelo Regulamento Geral de Avaliação, são obrigados a assistir a $\frac{2}{3}$ do número total de aulas, não é fácil valorizar a assiduidade e a participação regular no trabalho. Pensamos, por isso, que a realização de dois testes, mais informais, na própria sala onde habitualmente decorrem as aulas, depois de cumpridas 6 a 7 sessões, realizando variantes dos exercícios de aprendizagem, se adequaria mais ao perfil de uma cadeira do 1.º ano, da natureza e com os constrangimentos desta.

Aos alunos em “regime de avaliação especial”, consignado no referido Regulamento, é proposto um esquema semelhante, mas em que os exercícios práticos são entregues no final do ano, ponderando-se os dois testes e estes exercícios de forma um pouco diferente.

No que respeita à avaliação, reconhece-se que as propostas feitas podem não ser as mais satisfatórias. Todavia, têm-se mostrado as mais realistas, tendo em conta a natureza da cadeira e o número de alunos por turma. Seria preferível que a avaliação da componente prática fosse realizada de forma a deixar mais margem para a reflexão e para a iniciativa individual, o que só nos parece exequível em turmas com um menor número de alunos.

SEGUNDA PARTE

DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

1. CARTOGRAFIA E MAPA

1.1. CONCEITO DE CARTOGRAFIA E DE MAPA

a) O conceito de **mapa** (ou **carta**).

- Tradicionalmente, representação gráfica, geralmente plana, de toda ou parte da superfície da Terra ou do Universo e de fenómenos, concretos ou abstractos, aí localizados.
- Definição proposta pela Associação Cartográfica Internacional (2003): representação simbólica da realidade geográfica, mostrando aspectos e características seleccionados, concebida para ser utilizada sempre que as relações espaciais sejam de primordial importância (adaptado).
- Em português, as expressões **mapa** e **carta** podem considerar-se sinónimas, se bem que a primeira seja mais conhecida da generalidade das pessoas, enquanto a segunda é sobretudo referida pelos produtores dos mapas de base.

b) O conceito de **Cartografia**.

- Definição tradicional: conjunto de estudos e de operações científicas, técnicas e artísticas que intervêm a partir dos resultados das observações directas ou da exploração de documentação variada, com vista à elaboração e obtenção de mapas, plantas e outros modos de expressão, assim como da sua utilização (definição aprovada pela Associação Cartográfica Internacional em 1967 e publicada em 1973). A Cartografia abrange no seu domínio a elaboração e a utilização de mapas, isto é, o conjunto de estudos e operações que intervêm na concepção, produção e difusão dos mapas, bem como o seu estudo enquanto documentos científicos.
- Definição proposta pela Associação Cartográfica Internacional (2003): ciência que trata da criação e manipulação de representações do espaço geográfico, visuais ou virtuais, para permitir a exploração, análise, compreensão e comunicação de informação acerca desse espaço (adaptado).
- Termo proposto pelo visconde de Santarém, em 1839, e adoptado internacionalmente desde então.

c) A problemática dos conceitos de mapa e de Cartografia no quadro das modificações tecnológicas recentes (discutido separadamente a seguir).

d) **Mapa e Cartografia:** distinção dos dois conceitos (fig. 1.1).

- O mapa como representação gráfica e a Cartografia como "ciência dos mapas", não se confundindo esta com aquela e com a mera elaboração técnica dos mapas (produção), como por vezes é entendido.
- Como representação da superfície terrestre, o conceito de mapa implica a transformação geométrica dessa superfície (projectão cartográfica), a sua redução (escala), a selecção e simplificação (generalização) e o recurso a um sistema de codificação (simbolização) dos objectos ou factos retratados.

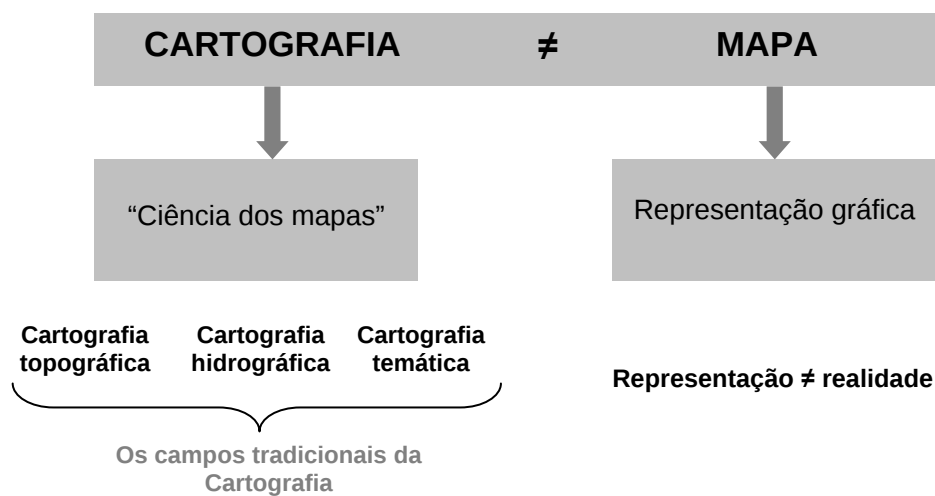


Fig. 1.1 – Os conceitos de mapa e de Cartografia.

1.2. DOMÍNIOS DA CARTOGRAFIA E TIPOS DE MAPAS

a) Os ramos principais da Cartografia: **Cartografia topográfica, hidrográfica e temática.** A distinção não corresponde hoje à realidade da prática cartográfica mas é usualmente reconhecida e referida e traduz actividades que têm tido características diferentes.

- Na Cartografia topográfica e hidrográfica, aqui designada por Cartografia de base, a produção é padronizada e na maioria dos países centralizada em organismos oficiais, sendo sobretudo exercida por engenheiros geógrafos e hidrógrafos.
- Na Cartografia temática a produção é muito mais diversificada, tanto no que respeita aos mapas como aos profissionais envolvidos (geógrafos, historiadores, economistas, naturalistas...).

b) Os conceitos de **mapa topográfico**, **mapa hidrográfico** e **mapa temático**.

- Mapa topográfico (fig. 1.2 e 1.3): mapa de base cuja finalidade principal é representar a topografia da parte emersa da superfície terrestre, tão fielmente quanto a sua escala o permita. Geralmente a escala encontra-se compreendida entre 1:10 000 e 1:50 000 (ou 1:100 000). Actualmente, o termo abrange todos estes mapas, independentemente da escala, sendo a sua função primordial a localização dos fenómenos espaciais (por isso, poderiam ser também designados por mapas de referência espacial).
- Mapa hidrográfico (fig. 1.4): mapa de base cujo objectivo é a representação de informação sobre os oceanos, lagos ou rios, incluindo as áreas adjacentes. Diferença entre este conceito e o de carta náutica (destinada a apoiar a navegação marítima). Cartas náuticas oceânicas (escala inferior a 1:350 000), costeiras (1:350 000 a 1:150 000) e de águas restritas (maior do que 1:150 000).
- Mapa temático (fig. 1.5 e 1.6): mapa cuja finalidade principal é mostrar a distribuição espacial de um ou mais atributos geográficos. Nestes mapas, sobre um fundo mais ou menos simplificado (informações de mapas topográficos ou outras), são representados temas de qualquer natureza, qualitativos ou quantitativos. O uso desta expressão exclui convencionalmente os mapas topográficos.
- Outros tipos (fig. 1.7).

c) **Diversidade dos mapas temáticos** e dificuldades da sua tipologia, pela variedade de temas, de escalas e de técnicas de representação (abordado no ponto 6 do programa).

d) **Funções** dos mapas (segundo S. Rimbert, 1995¹¹):

- *Função de localização* – ajuda a situarmo-nos e a situar os objectos geográficos;
- *Função documental* – dá resposta a questões do seguinte tipo: O que se encontra em tal lugar? Onde se encontra tal objecto geográfico? Quais são as suas dimensões, forma, distância a que se encontra de..., etc.;
- *Função de análise espacial* – dá resposta a questões sobre a natureza das formas observadas na superfície terrestre e sobre as suas relações, que permitam extrair informações sobre a complexidade desse espaço;
- *Função de simulação* – permite a previsão de eventuais transformações, por aplicação de modelos espaciais;
- *Função de comunicação* (ou de ilustração) – permite a apreensão global e fácil dos resultados de questões postas por utilizadores diferentes (o mapa como canal de transmissão entre o cartógrafo/produtor e o leitor/receptor).

¹¹ RIMBERT, Sylvie – A Cartografia e o computador. In DIAS, Maria Helena (coord.) – *Os mapas em Portugal: da tradição aos novos rumos da Cartografia*. Lisboa: Cosmos, 1995. ISBN 972-8081-70-7. p. 311-344.

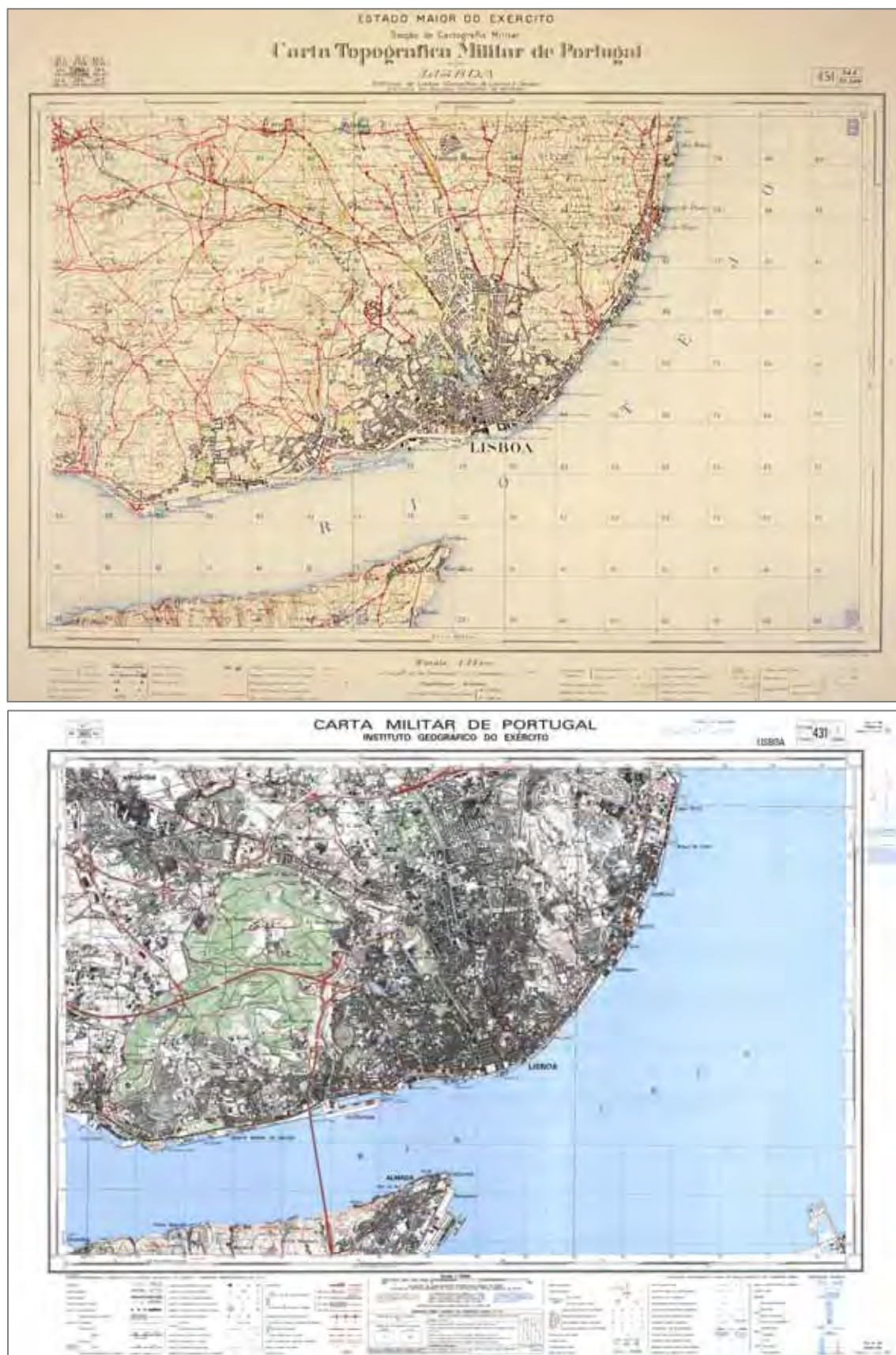


Fig. 1.2 – Primeira e última edição da folha de Lisboa da Carta Militar de Portugal 1:25 000 do Instituto Geográfico do Exército (1928, 1993): exemplo do conceito de mapa topográfico.

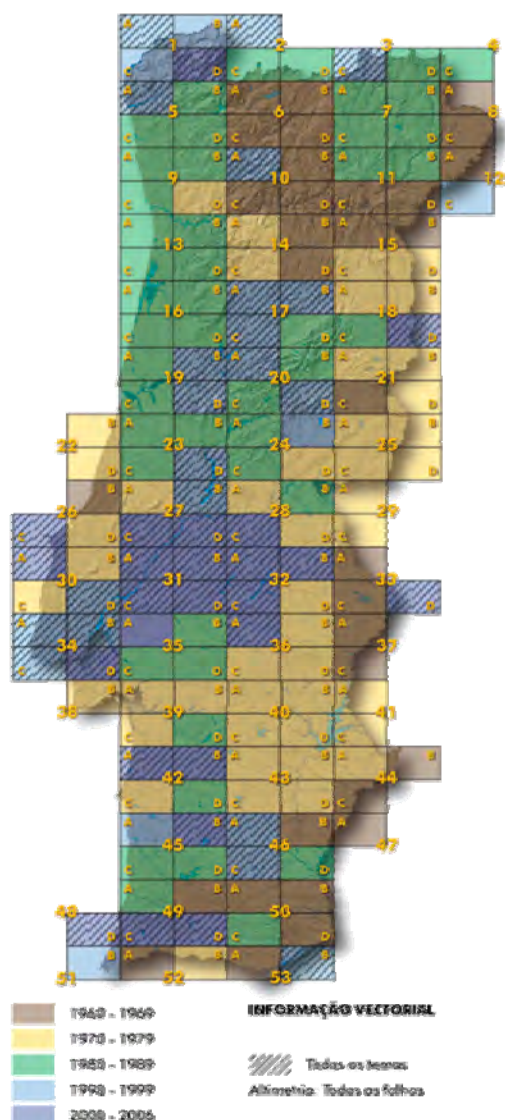
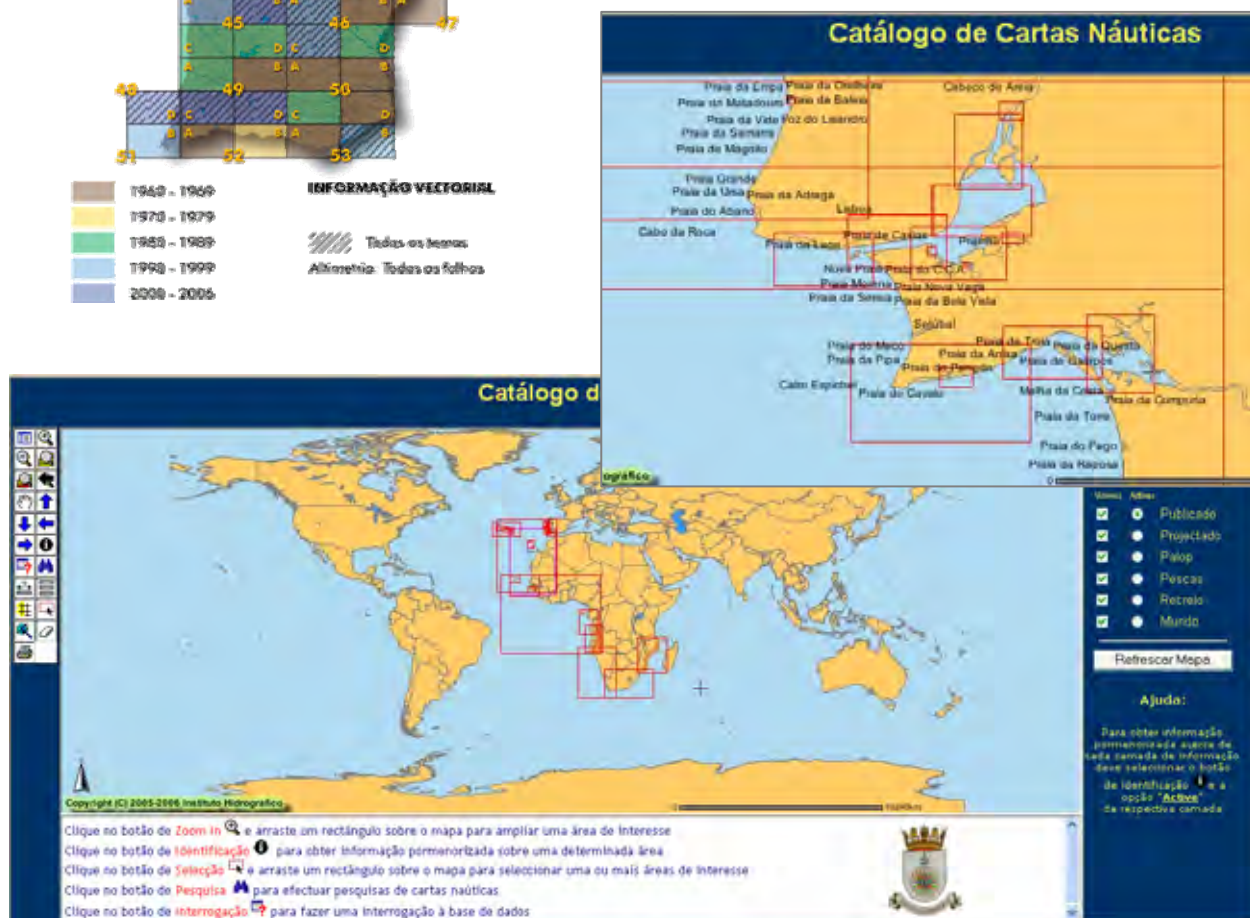
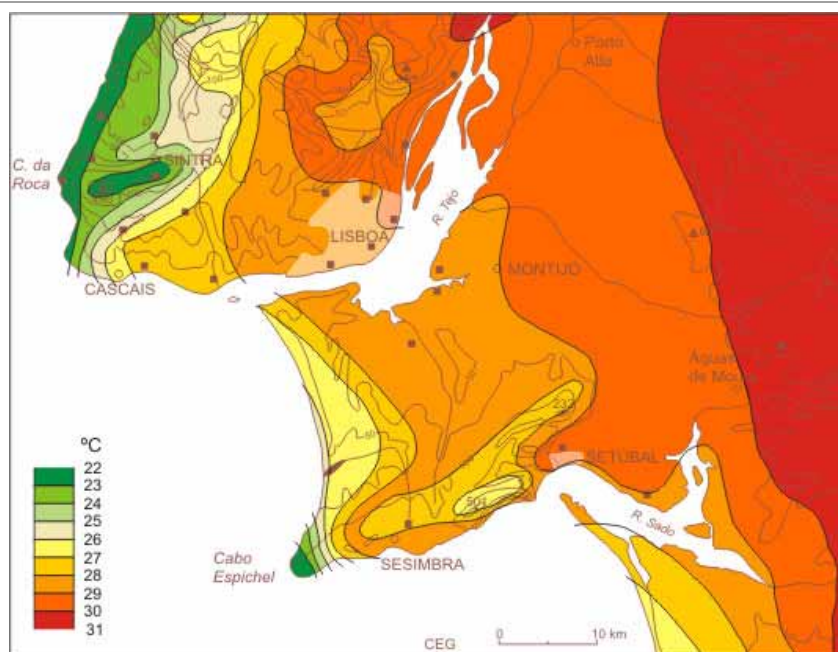


Fig. 1.3 – Mapa de junção da Carta de Portugal 1:50 000 do Instituto Geográfico Português: grau de actualização da cobertura e informação vectorial disponível. Extraído de: <http://www.igeo.pt/IGEO/portugues/Frameset-produtos.htm>.

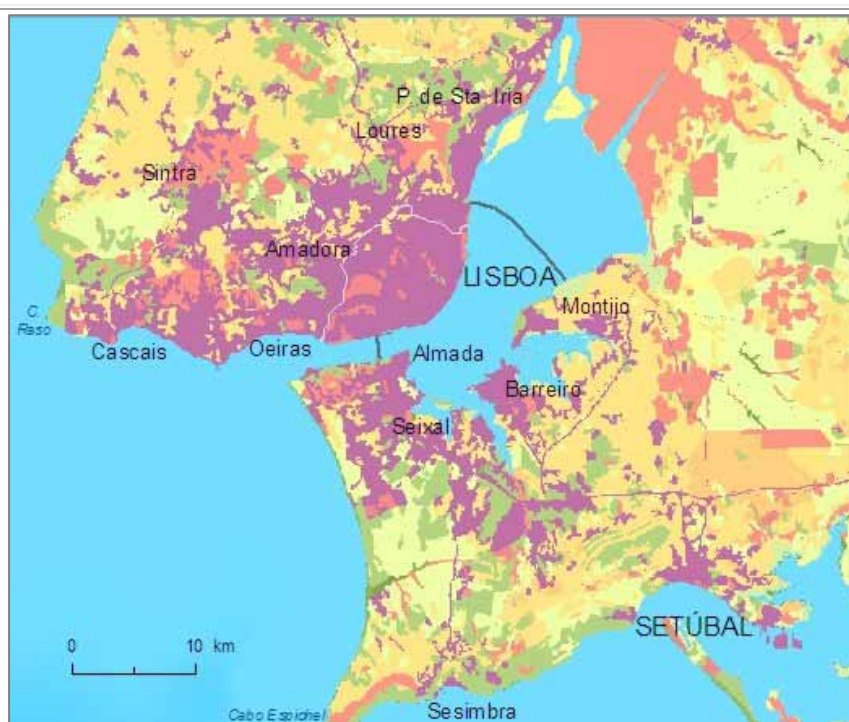


Temperatura máxima média (1961-1971)



In: ALCOFORADO, Maria João; DIAS, Maria Helena - *Imagens climáticas da região de Lisboa* [CD-ROM]. Lisboa: C.E.G., 2001.

Impacto humano



Elaborado em 2006 por Gonçalo Archer de Carvalho e Paulo Jorge Santos, com coordenação de Maria Helena Dias, para o *Atlas do Ambiente* (inédito).

Fig. 1.5 – Exemplos de mapas temáticos.

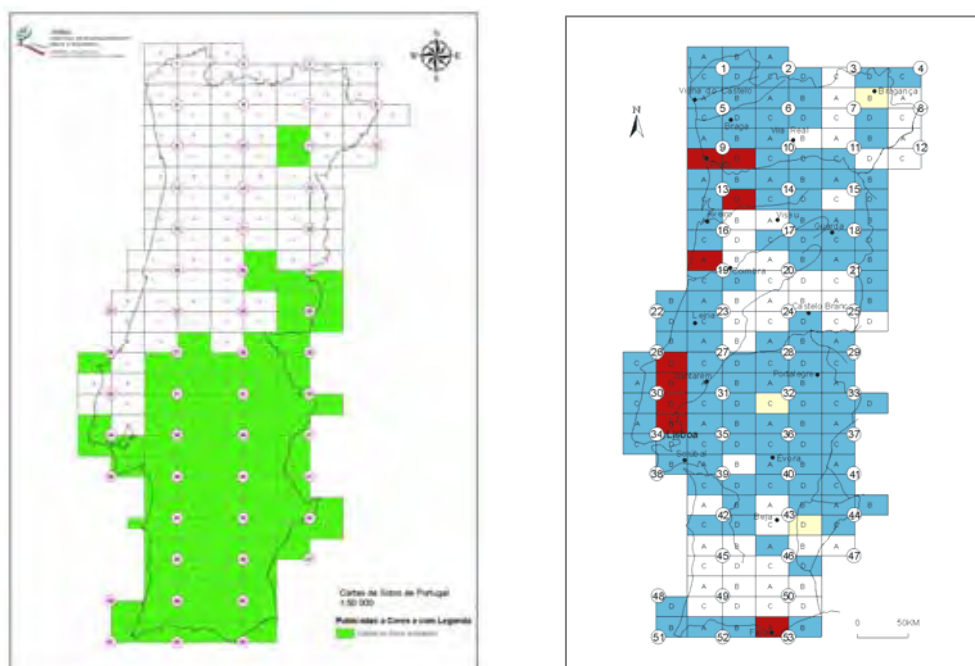


Fig. 1.6 – Situação actual da cobertura da Carta de Solos e da Carta Geológica, 1:50 000, actualmente editadas pelo Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica (Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas) e pelo Departamento de Geologia do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI).



Fig. 1.7 – Extracto do ortofotomapa de Lisboa elaborado pelo Instituto Geográfico do Exército em 2004, mostrando a área da Cidade Universitária (cobertura fotográfica de 2001, escala média de voo 1:25 000, projecção de Gauss, datum e elipsóide WGS84).

1.3. PROCESSO CARTOGRÁFICO: ELABORAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MAPAS

a) **Processo cartográfico**: conjunto de etapas que decorre da realidade até à obtenção de qualquer mapa – elaboração – e deste até à compreensão dessa realidade – utilização.

b) **Etapas principais** do processo cartográfico (fig. 1.8):

- **Elaboração (concepção + produção)**. As três primeiras etapas correspondem à concepção do mapa, enquanto as duas últimas são habitualmente consideradas de produção.
 - *Recolha de dados*: recolha diversa (trabalho de campo, censos, estatísticas várias, etc.);
 - *Seleção e classificação*: escolha e tratamento dos dados;
 - *Simplificação* (ou generalização cartográfica, considerada no seu sentido mais lato);
 - *Simbolização*: etapa da criação física do documento, isto é, de codificação dos dados que passam a símbolos gráficos;
 - *Reprodução*: impressão ou qualquer outro tipo de multiplicação ou difusão do original.
- **Utilização (leitura + interpretação)**. Utilização: termo abrangente, designando o processo que leva à construção da imagem mental da realidade a partir da informação do mapa; leitura: etapas iniciais da utilização, de discriminação e identificação da informação representada no mapa.
 - *Deteção*: início da leitura, correspondente à constatação de que existem símbolos no campo visual, de que o objecto observado é um mapa e da sua orientação correcta;
 - *Discriminação*: verificação da existência de diferenças entre os símbolos, de cor, de forma, etc.;
 - *Identificação*: atribuição de significado aos símbolos;
 - *Interpretação*: confronto da informação recolhida da leitura do mapa com conhecimentos anteriores, em memória, de qualquer natureza;
 - *Verificação*: confronto do mapa com a realidade e avaliação de factos representados, como por exemplo medições de grandezas.

c) **A leitura dos mapas**.

- O sistema visual humano: olho + cérebro.
- Movimentos oculares e recolha de informação pelo sistema visual (fig. 1.9).
- Exemplos de estudos experimentais (na Psicologia e na Cartografia) e resultados genéricos.
 - Individualidade da leitura e diferenças individuais;
 - Importância dos aspectos gráficos;
 - Diferenças na leitura entre exame livre e dirigido: maiores diferenças entre indivíduos e maior importância dos aspectos gráficos, no primeiro caso; mais forte coerência entre indivíduos e maior importância das questões a resolver, no segundo.

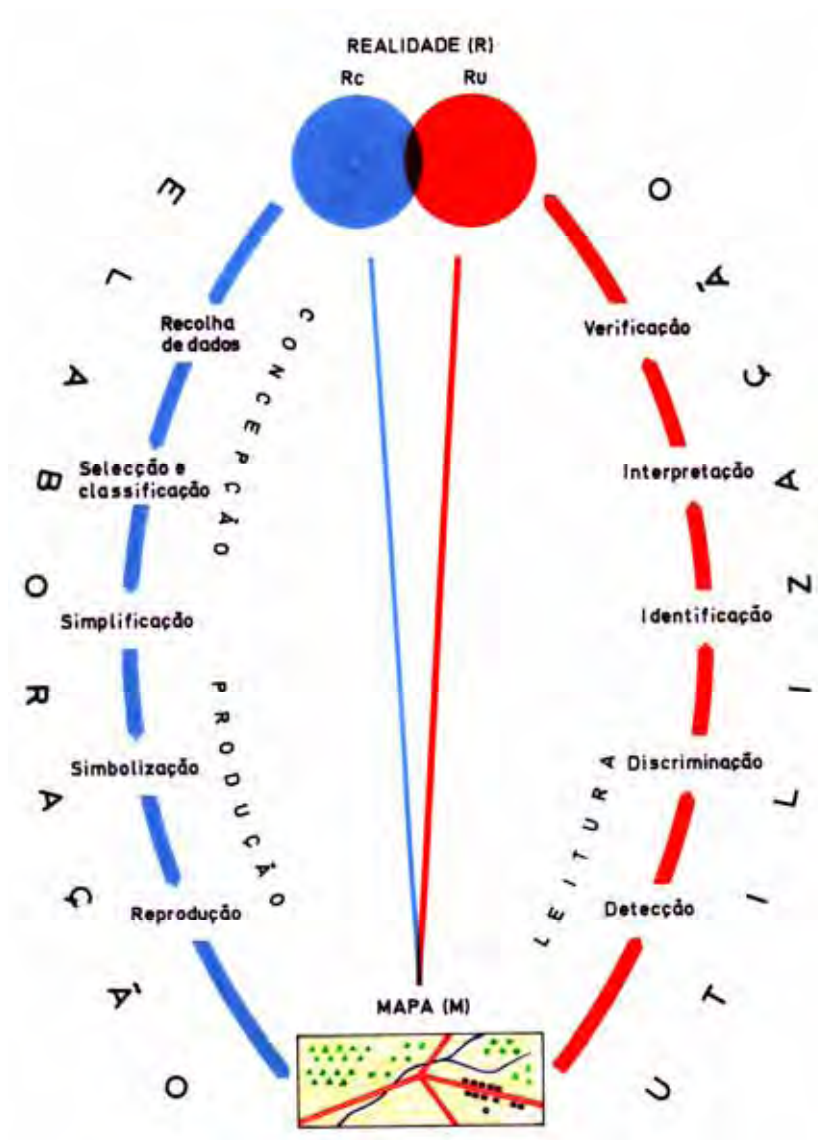


Fig. 1.8 – Da realidade ao mapa e do mapa à realidade: etapas principais do processo cartográfico.

- Fracções da informação cartográfica percebida na leitura: esquematização (fig. 1.10).
 - Informação já conhecida (M1);
 - Informação adquirida na leitura (M2);
 - Informação não compreendida, por complexidade do mapa, desinteresse do leitor ou outras razões (M3);
 - Informação acrescentada pela interpretação mas não presente no mapa (U).

d) Transformações da informação.

- Principais transformações durante o processo cartográfico:
 - Transposição da superfície terrestre para o plano da representação;

- Recolha e manipulação dos dados;
 - Generalização;
 - Simbolização;
 - Leitura;
 - Interpretação.
- Consequências: o mapa não é a representação fiel da Terra mas uma construção selectiva.
- O mapa construído não coincide com a realidade, assim como o mapa lido também não coincide com o construído.
 - Realidade e representação: objectividade ou subjectividade? Qualquer mapa é único; qualquer mapa representa uma realidade interpretada (por quem o constrói e por quem o utiliza).

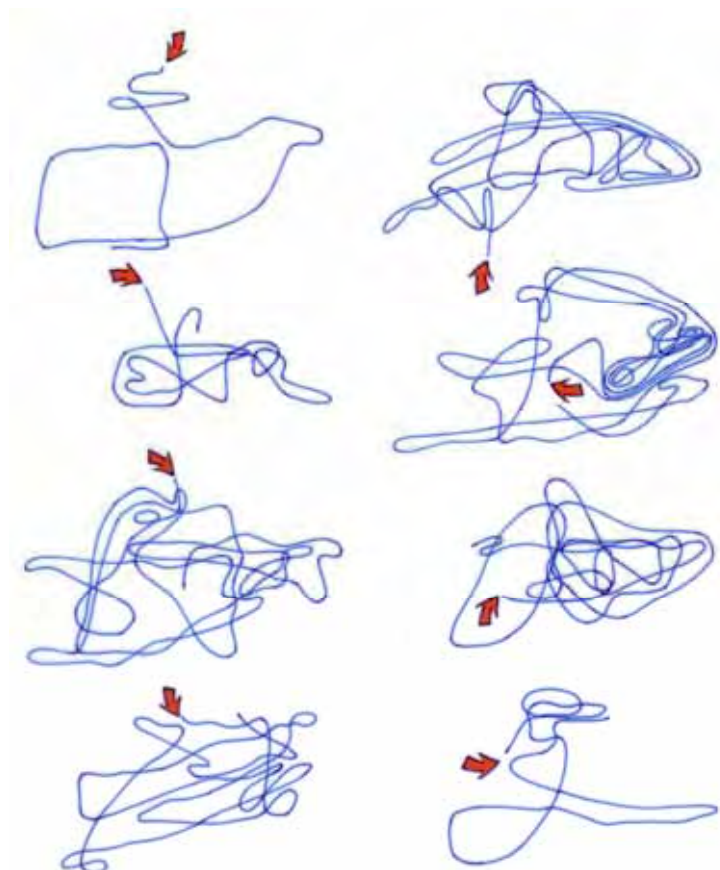


Fig.1.9 – Os movimentos oculares e a leitura de mapas: padrão de varrimento do mesmo mapa por diferentes indivíduos, nas primeiras experiências realizadas por G. F. Jenks nos princípios da década de 70¹ (adaptado).

¹ JENKS, G. F. – Visual integration in thematic mapping: fact or fiction? *International Yearbook of Cartography*. [s.l.]: International Cartographic Association. Vol. XIII (1973), p. 27-35.

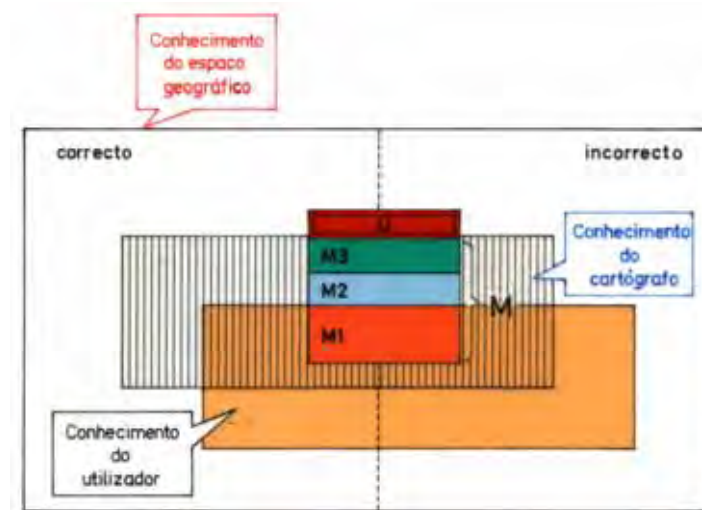


Fig. 1.10 – As diferentes fracções da informação cartográfica percebida
(adaptado de A. H. Robinson e B. B. Petchenik, 1976, p. 34). Sobre o significado de M1 a M3 e U, ver texto.

1.4. TRANSFORMAÇÕES RECENTES DA CARTOGRAFIA E DOS MAPAS

a) As mudanças tecnológicas ocorridas a partir dos anos 60 e suas consequências.

- Mudança da produção manual (ou analógica) para a produção baseada em meios informáticos (ou digital) e, por consequência, dos mapas em papel para os mapas digitais.
- Mudança da produção, antes quase exclusivamente centralizada em profissionais (cartógrafos) e instituições vocacionadas para as actividades cartográficas e hoje mais acessível a qualquer pessoa, munida de meios tecnológicos mínimos.
- Possibilidade de produzir mapas que antes eram difíceis ou impossíveis de obter por processos manuais (caso, por exemplo, dos mapas animados). Possibilidade também de criar representações mais realistas da Terra (fig. 1.11), tanto do seu ambiente natural como da ocupação humana.
- Mudança da forma de utilização dos mapas: do “melhor” e único mapa proposto ao utilizador à exploração dos dados feita pelo próprio utilizador em tempo reduzido, que pode seleccionar diferentes representações e correlacionar informação com rápida resposta em mapas (isto é, do mapa enquanto modelo de comunicação ao mapa como forma de visualização geográfica ou geovisualização).
 - Os mapas em apresentações **multimédia** ou **hipermédia**, ligando imagens, texto e som. Caso dos atlas electrónicos, incorporando animação, exploração de dados e capacidades multimédia.
 - Os mapas em **ambientes virtuais**, em que o utilizador se sente imerso numa paisagem 3D, nela navega e com ela interage. Implicações desta mudança na extensão do conceito tradicional de mapa, como um conjunto de símbolos, para incluir o realismo.

- Larga difusão dos mapas e da informação relacionada através da *Web*, podendo ser acedidos em qualquer ponto do globo. Disponibilização de informação geográfica a que antes o utilizador não tinha acesso. Actividades cartográficas caracterizadas mais pela procura do que pela oferta, sendo a produção de mapas e as actividades relacionadas mais conduzida pelos utilizadores e eles próprios mais intervenientes no processo.

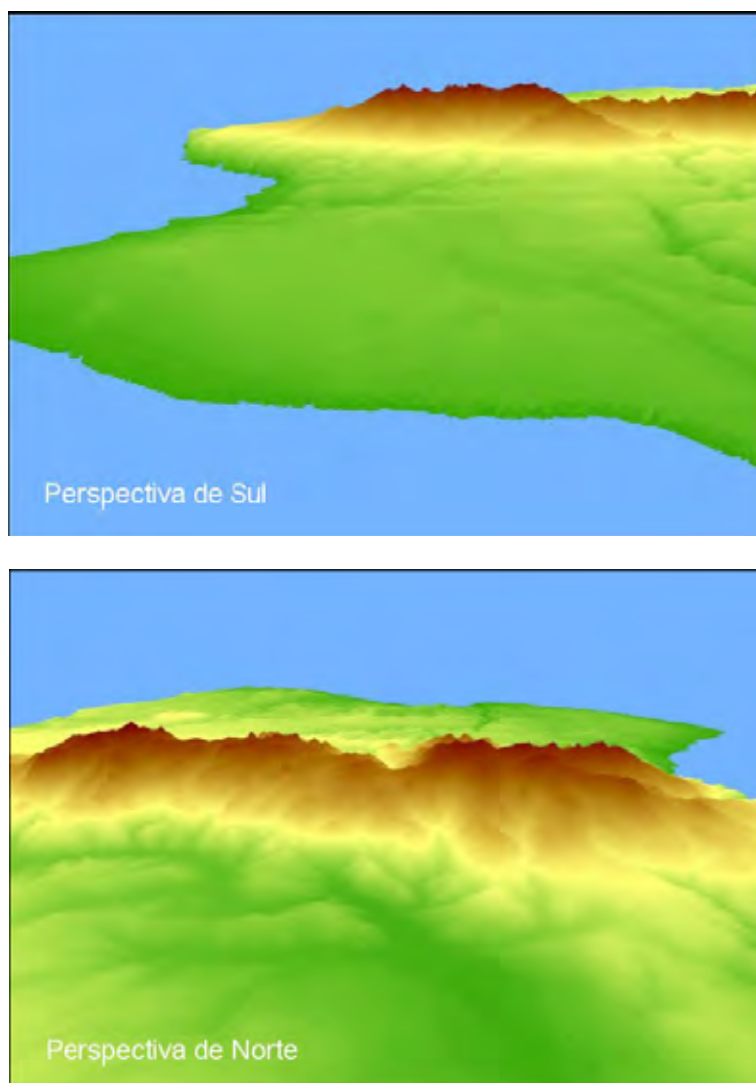


Fig. 1.11 – Exemplo de um Modelo Digital do Terreno da área da Serra de Sintra (elaborado em 2004 por Luís Baltazar e Carlos Martins, com coordenação de Maria Helena Dias¹).

b) Os mapas na actualidade (baseado em I.C.A., 2003).

- Os mapas podem ser descritos como:

¹ BALTAZAR, Luís; MARTINS, Carlos – *Atlas do Parque Natural de Sintra – Cascais*. [s.l.]: Junta de Turismo da Costa do Estoril [etc.], 2005. Também disponível em: http://www.ambitare.com/atlas_pnsc/.

- Permanentes (por exemplo, em papel) ou 'virtuais' (existentes sob forma digital ou cognitiva).
- Visíveis ou invisíveis (em bases de dados).
- Tangíveis ou intangíveis (sob forma digital ou cognitiva).
- Os mapas podem existir sob várias **formas**, como por exemplo:
 - Em papel (permanentes: visíveis e tangíveis).
 - Em ecrã de computador (virtuais: visíveis mas intangíveis).
 - Guardado em disco (virtuais: invisíveis mas tangíveis).
 - Acessíveis em rede a partir de bases de dados (virtuais: invisíveis e intangíveis).
- Os mapas podem ter **funcionalidades** adicionais e serem:
 - Dinâmicos (animados em tempo real).
 - Interactivos, contendo hiperligações que os relacionam com outras bases de dados e ajudando os utilizadores a navegarem no geo-espço.
 - Concebidos com novas variáveis, como o som.
- Os mapas podem ser **utilizados** como:
 - Imagens virtuais simples ou colecções de imagens virtuais, disponíveis em CD ou acedidos em rede.
 - Parte de um sistema interactivo, em que o utilizador pode seleccionar e interagir com mapas previamente existentes ou aceder a bases de dados, permitindo-lhe pesquisar e construir o que pretende, ou ainda serem interfaces também com a funcionalidade de permitir a visualização para exploração e análise das bases de dados.

1.5. CARTOGRAFIA PORTUGUESA

a) A **produção cartográfica actual**.

- No âmbito da Cartografia topográfica:
 - Instituto Geográfico do Exército;
 - Instituto Geográfico Português.
- No âmbito da Cartografia hidrográfica:
 - Instituto Hidrográfico.
- No âmbito da Cartografia temática.

b) **Enquadramento histórico** da Cartografia actual (sucinto) (fig. 1.12).

- A importância, à escala mundial, da Cartografia portuguesa no período dos Descobrimentos (muito sucinto).
- Os primeiros mapas modernos e a institucionalização das actividades cartográficas.



Fig. 1.12 – O primeiro mapa conhecido do conjunto de Portugal, de Fernando Álvaro (ou Álvares) Seco (1561), na versão publicada a partir de 1570 no Theatrum Orbis Terrarum de Ortelius (aqui numa edição italiana, de 1611 ou 1618, existente na Mapoteca do Centro de Estudos Geográficos).

OBJECTIVOS DOS EXERCÍCIOS PRÁTICOS

- Identificar os principais tipos de mapas (nomeadamente, mapas topográficos, mapas temáticos e cartas náuticas) e reconhecer as suas características específicas.
- Distinguir série cartográfica e folha de mapa e reconhecer o mesmo tipo de informação em escalas diversas e com diferente grau de generalização.
- Conhecer os principais produtores nacionais de informação cartográfica.
- Descrever de forma muito simplificada o material cartográfico.

Referências bibliográficas fundamentais:

CAMPBELL, John – *Map use & analysis*. 4.^a ed. Boston: McGraw-Hill, 2001. 372 p. ISBN 0-07-303748-6.

Ver capítulo 1, p. 1-18.

DIAS, Maria Helena (coord.) – *Os mapas em Portugal: da tradição aos novos rumos da Cartografia*. 1.^a ed. Lisboa: Edições Cosmos, 1995. 344 p. (Cadernos Penélope, n.º 2). ISBN 972-8081-70-7.

Ver, em particular, os capítulos 1, 3, 4 e 6.

DIAS, Maria Helena; BOTELHO, Henrique Ferreira (coord.) – *Quatro séculos de imagens da Cartografia portuguesa = Four centuries of images from Portuguese Cartography*. [1.^a ed.]. Lisboa: Comissão Nacional de Geografia [etc.], 1998. LIV + 71 p. ISBN 972-765-787-7.

DIAS, Maria Helena; FEIJÃO, Maria Joaquina – *Glossário para indexação de documentos cartográficos*. Lisboa: Instituto da Biblioteca Nacional e do Livro, 1995. 107 p. ISBN 972-565-209-6.

GASPAR, Joaquim Alves – *Cartas e projecções cartográficas*. 3.^a ed. Lisboa: Lidel, 2005. 331 p. ISBN 972-757-371-1.

Ver, em particular, p. 1-20.

ROBINSON, Arthur H. *et al.* – *Elements of Cartography*. 6.^a ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 674 p. ISBN 0-471-55579-7.

Ver, em particular, p. 9-19.

Outras referências:

BERTIN, Jacques – A new look at Cartography. In TAYLOR, D. R. F. (ed.) - *Graphic communication and design in contemporary Cartography*. Chichester: John Wiley, 1983. ISBN 0-471-10316-0. p. 69-86.

DIAS, Maria Helena – *Leitura e comparação de mapas temáticos em Geografia*. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, 1991. 433 p. (Memórias do Centro de Estudos Geográficos; n.º 13).

DIAS, Maria Helena (coord.) – *Contributos para a História da Cartografia militar portuguesa* [CD-ROM]. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos [etc.], 2003. ISBN 972-636-141-9.

HARROWER, Mark – *A look at the history and future of animated maps* [Em linha]. Madison: University of Wisconsin, 2006. [Consult. 13 de Março de 2007]. Disponível em: http://www.geography.wisc.edu/~harrower/history_animation.html.

INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION – *A strategic plan for the International Cartographic Association 2003-2011* [Em linha]: as adopted by the ICA general assembly 2003-08-16. [S. l.]: I.C.A., 2003. [Consult. 13 de Março de 2007]. Disponível em: http://www.icaci.org/en/ICA_Strategic_Plan_2003-08-16.pdf.

ROBINSON, A. H.; PETCHENIK, B. B. – *The nature of maps: essays toward understanding maps and mapping*. Chicago: The University of Chicago Press, 1976. 138 p. ISBN 0-226-72281-3.

2. ESCALA DO MAPA E GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

2.1. ESCALA DO MAPA: EXPRESSÃO E DETERMINAÇÃO

a) O **conceito** de escala do mapa (fig. 2.1).

- Escala do mapa: razão entre distâncias no mapa e distâncias correspondentes na Terra. Indica a redução a que a Terra (isto é, o seu modelo) é sujeita na sua representação plana.
- Na realidade, a escala indicada (*escala principal*) varia ao longo do mapa, consoante a posição e a direcção (devido às distorções inerentes à representação plana da Terra), não sendo geralmente referidos os pontos ou linhas onde é válida.
- Escala geográfica (extensão da área analisada) e escala do mapa: diferenças entre os dois conceitos.

b) **Mapas de escala grande e pequena** (cujos limites são meras sugestões para balizar a adjectivação da escala).

- Mapa de escala grande: 1:25 000 ou maior (podendo considerar-se ainda escalas muito grandes as de certas plantas urbanas, por exemplo 1:2500);
- Mapa de escala média: 1:50 000 a 1:100 000;
- Mapa de escala pequena: 1:250 000 ou menor (geralmente abaixo de 1:7 500 000 são considerados mapas de escala muito pequena).

2.1.1. TIPOS DE ESCALA (fig. 2.2)

a) **Escala numérica:** exprime a escala sob a forma de fracção, sendo o numerador a unidade e o denominador o número de vezes que a realidade está reduzida. Exemplo: 1:25 000 significa que qualquer unidade de comprimento que se considere no mapa (1 mm, 1 cm, etc.) é 25 000 vezes maior na Terra.

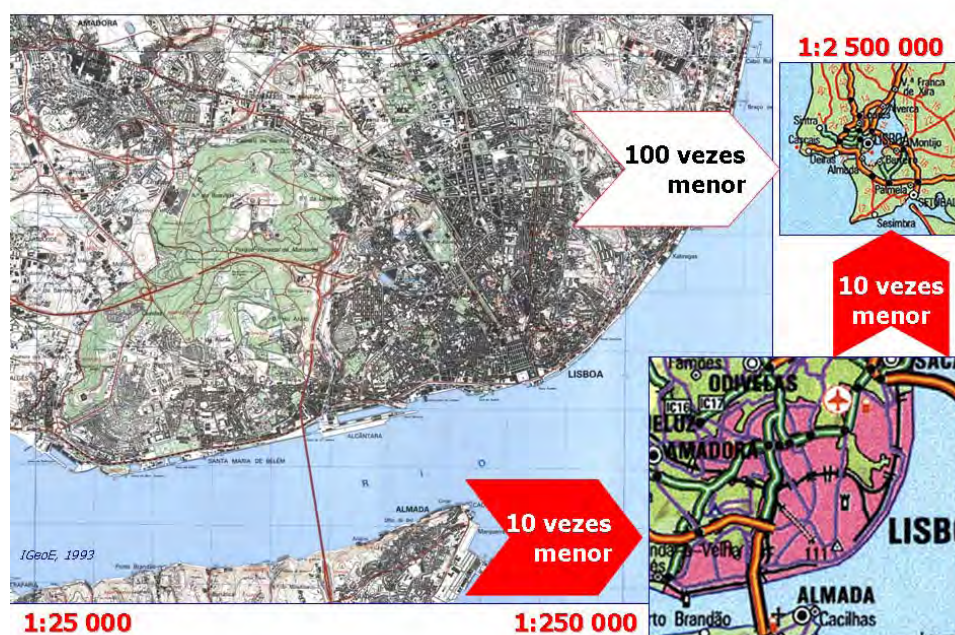


Fig. 2.1 – Escala do mapa: o conceito.

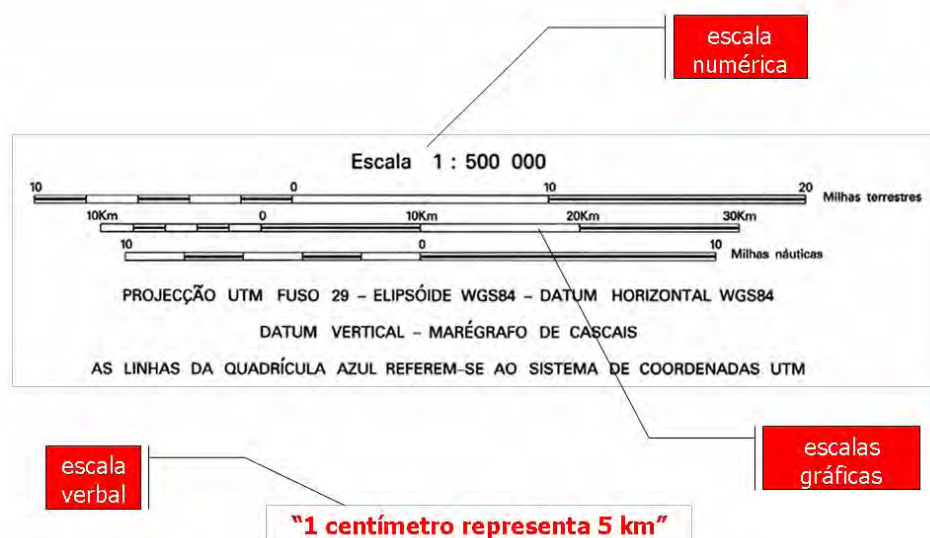


Fig. 2.2 – Alguns tipos de escalas nos mapas.

b) **Escala gráfica:** exprime a escala através de um segmento de recta graduado em unidades de comprimento (fig. 2.3); vantagens da sua inclusão nos mapas.

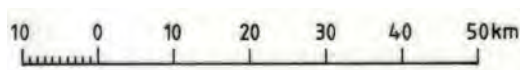
- **Escala gráfica simples:** um só segmento de recta; variedades de expressão e incorrecções.
- **Escala gráfica composta:** talão e escala principal; utilização.

- **Escala gráfica múltipla** (ou variável): conjunto composto por vários segmentos de recta, para várias latitudes.

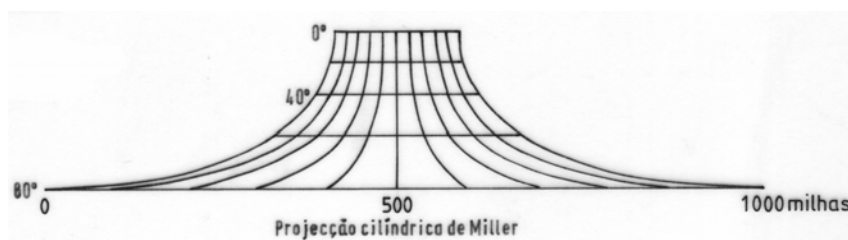
c) **Escala verbal**: indica, por exemplo, “1 centímetro representa 5 km”.



escalas gráficas simples: várias soluções, com diferente complexidade e “peso” visual (a simplicidade é a melhor solução)



escala gráfica composta (com talão e escala principal)



escala gráfica múltipla

Fig. 2.3 – As escalas gráficas: tipos e soluções com utilização e eficácia diferentes.

2.1.2. DETERMINAÇÃO E CONVERSÃO DE ESCALAS

a) Determinação da escala numérica de um mapa (quando não é conhecida):

- A partir de uma escala gráfica;
- A partir de um outro mapa, de escala conhecida, tomando os mesmos pontos para referência;
- A partir da distância entre paralelos, utilizando o comprimento médio do grau de latitude ou, para maior rigor, o comprimento do arco de meridiano à respectiva latitude.

b) Conversão de uma escala numérica numa gráfica e regras para a construção da escala gráfica.

c) **Medição de distâncias** sobre o mapa.

- Medição de distâncias em linha recta, utilizando a escala.
- Erros associados e princípios a observar:
 - Utilizar mapas com a maior escala possível;
 - Considerar que a escala indicada no mapa só é válida em certos pontos ou linhas;
 - Atender a que as medições efectuadas são sempre aproximações, que geralmente subavaliam a realidade, e que os erros, inevitáveis (aceitáveis ou não), serão tanto maiores quanto maior for distância real e menor a escala do mapa, dependendo ainda do modo como a medição é efectuada e a fiabilidade dos instrumentos utilizados.

2.2. GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA. RELAÇÃO COM A ESCALA DO MAPA

a) O **conceito** de generalização.

- Tradicionalmente, conjunto dos processos de selecção, simplificação e adequação da informação representado no mapa.
- Em ambiente digital, conjunto de processos de manipulação da informação espacial, através da aplicação de transformações espaciais e de transformações sobre os atributos, de forma a reduzir a sua complexidade.

b) **Objectivos** da generalização.

- Objectivo principal: redução da complexidade, isto é, redução da quantidade e detalhe da informação, consistente com a escala, os fins e a utilização do mapa.
- Objectivo último: clareza gráfica ou legibilidade do mapa.

c) Relação entre **escala do mapa** e **generalização** (fig. 2.4 a 2.8):

- A escala condiciona o espaço disponível para a representação e, consequentemente, o conteúdo apropriado da informação no mapa.
- O grau de generalização é tanto maior quanto menor for a escala do mapa.

d) Algumas **condições** para a generalização. Sempre que se verifique

- **Congestão**: excessiva densidade gráfica resultante da redução de escala, em que demasiados objectos ficaram comprimidos num espaço menor;
- **Coalescência**: colisão gráfica dos objectos, devido à mudança de escala;
- **Imperceptibilidade**: ilegibilidade dos símbolos, pela redução de escala;
- **Complicação**: dependente de condições específicas em certas partes de um objecto ou do mapa;
- **Conflito**: incoerências na representação motivadas pela generalização, como, por exemplo, a ocorrida na generalização da linha de costa que deixa uma cidade no interior quando se deveria encontrar situada numa das suas reentrâncias;
- **Inconsistência**: incoerências na generalização quanto à importância relativa dos factos ou objectos, estando os mais importantes mais simplificados do que os menos relevantes.

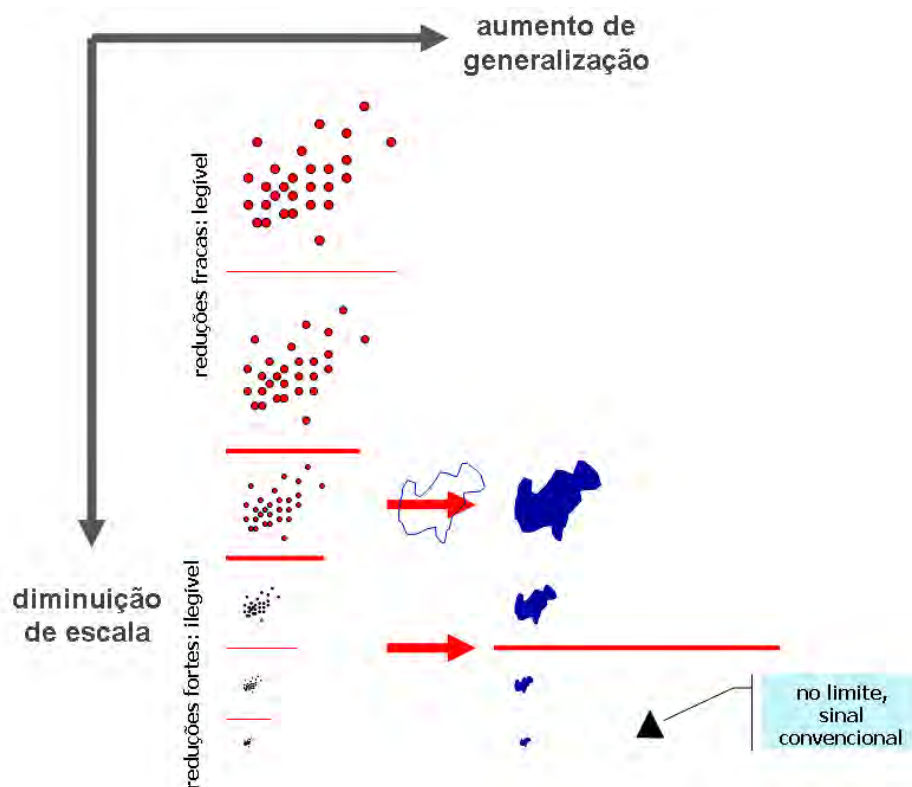


Fig. 2.4 – Redução de escala e generalização cartográfica de símbolos pontuais.



demasiado pormenor



simplificação 1: supressão das sinuosidades e exagero da grossura da linha



simplificação 2: exagero do meandro



simplificação 3: supressão do meandro

etc.

Fig. 2.5 – Redução de escala e generalização cartográfica de um rio.

e) **Processos de generalização** (simplificado).

- **Seleção**: retenção de factos ou objectos relevantes e supressão dos restantes;
- **Simplificação**: supressão de pormenores nos factos ou objectos retidos;
- **Combinação**: junção de dois ou mais factos ou objectos semelhantes num só;
- **Sobrevalorização** (ou exagero) e **deslocamento**: o tamanho dos factos ou objectos é exagerado, para os tornar legíveis, e a sua localização é deslocada para os acomodar ao maior tamanho.

f) A **generalização** na **Cartografia tradicional** e na **Cartografia digital**.

- Na Cartografia tradicional: generalização mais intuitiva;
- Na Cartografia digital (fig. 2.9): envolve a identificação e a implementação de operações fundamentais, correspondentes a tarefas separadas e de acordo com a geometria dos objectos.

g) **Consequências** da generalização.

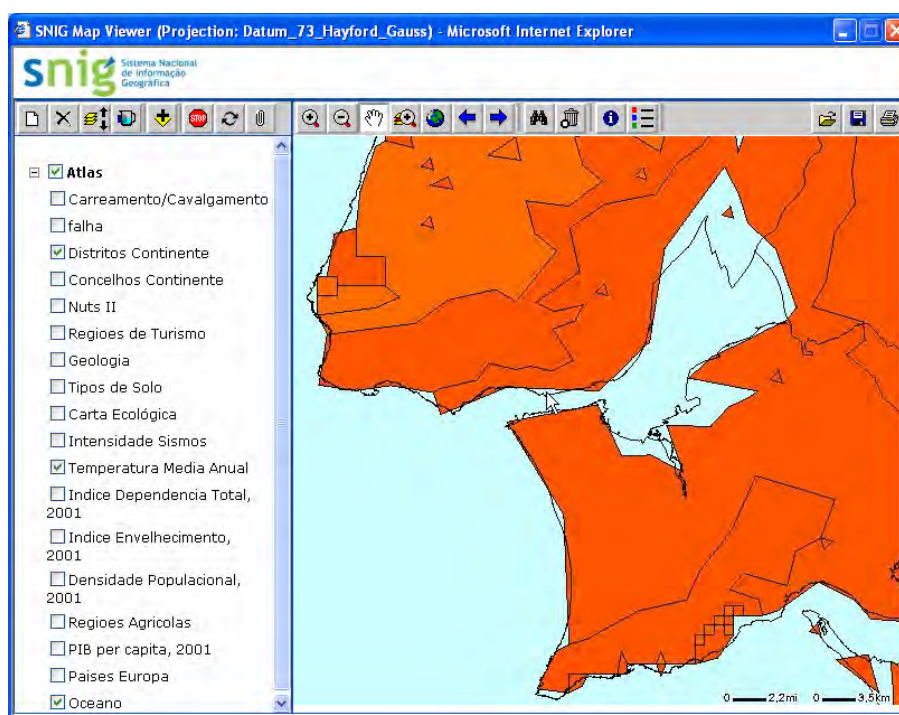


Fig. 2.6 – Exemplo de generalização inadequada, por excesso, defeito e erros.

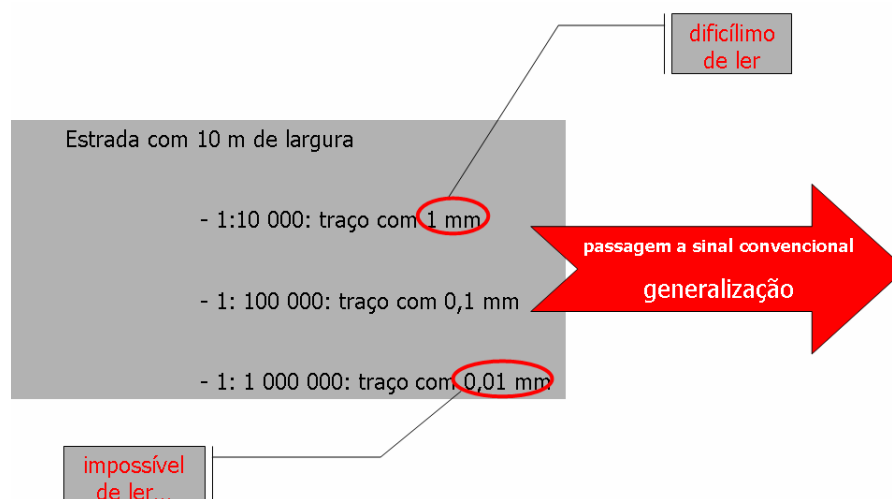


Fig. 2.7 – Exemplo da necessidade de generalização na representação cartográfica.

	Precisão gráfica		
	2 mm	1 mm	1/10 mm
Escala	Exactidão dimensional		
1:10 000	20 m	10 m	1 m
1:50 000	100 m	50 m	5 m
1:500 000	1 km	500 m	50 m
1:5 000 000	10 km	5 km	500 m

Fig. 2.8 – Generalização e exactidão cartográfica: como representar uma estrada com 10 m de largura num mapa de escala 1:500 000 (exactidão dimensional superior à largura do objecto)?

OBJECTIVOS DOS EXERCÍCIOS PRÁTICOS

- Comparar mapas a escalas diferentes. Identificar escalas grandes e pequenas.
- Determinar e converter escalas. Construir escalas gráficas.

Referências bibliográficas fundamentais:

CAMPBELL, John – *Map use & analysis*. 4.^a ed. Boston: McGraw-Hill, 2001. 372 p. ISBN 0-07-303748-6.

Ver capítulo 5, p. 75-86.

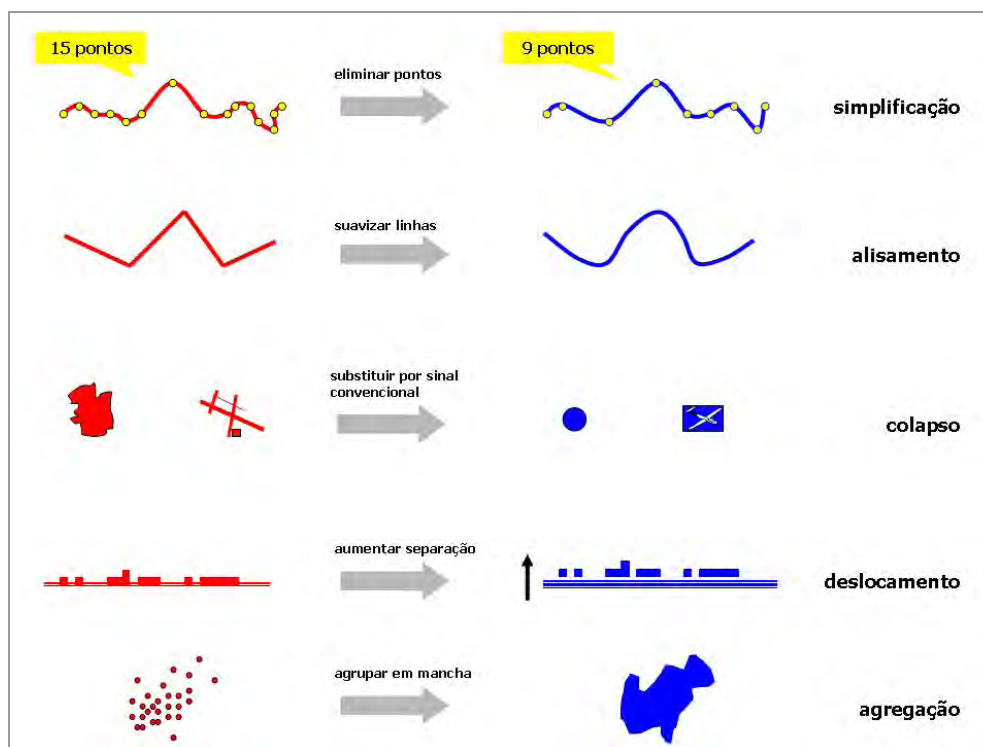


Fig. 2.9 – Algumas operações de generalização em ambiente digital.

GASPAR, Joaquim Alves – *Cartas e projecções cartográficas*. 3.^a ed. Lisboa: Lidel, 2005. 331 p. ISBN 972-757-371-1.

Ver p. 159-163 e 187-191.

ROBINSON, Arthur H. et al. – *Elements of Cartography*. 6.^a ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 674 p. ISBN 0-471-55579-7.

Ver capítulo 24, p. 449-473.

SLOCUM, Terry A. et al. – *Thematic Cartography and geographic visualization*. 2.^a ed. London: Pearson Education, 2005. 518 p. ISBN 0-13-035123-7.

Ver capítulo 6, p. 103-120.

Outras referências:

BUTTENFIELD, Barbara P.; McMASTER, Robert B. (ed.) – *Map generalization: making rules for knowledge representation*. Essex: Longman, 1994. 245 p. ISBN 0-582-08062-2.

McMASTER, Robert B. (ed.) – *Numerical generalization in Cartography*. Toronto: University of Toronto Press, 1989. 121 p. (Cartographica; monograph 40). ISBN 919870-40-6.

MULLER, J. C.; LAGRANGE, J. P.; WEIBEL, R. (ed.) – *GIS and generalization: methodology and practice*. London: Taylor & Francis, 1995. 257 p. ISBN 0-7484-0319-1.

WEIBEL, Robert (ed.) – *Cartography and Geographic Information Systems: map generalization*. Bethesda: American Congress on Surveying and Mapping. ISSN 1050-9844. Vol. 22, nº 4 (1995), p. 259-336.

3. PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

3.1. CONCEITO DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA

- a) “Arranjo sistemático, sobre o plano, da rede geográfica de meridianos e paralelos da esfera ou elipsóide de referência”; b) “também, o processo de transformação, geométrico ou analítico, utilizado para realizar essa representação” (J. A. Gaspar, 2004, p. 250-251; 2005, p. 95).
- O processo de transformação da superfície da Terra numa superfície plana provoca deformações inevitáveis, determinando a aparência e propriedades geométricas dos mapas e condicionando a sua utilização.

3.2. DOS MODELOS DA TERRA À SUA REPRESENTAÇÃO PLANA

a) A forma e o tamanho da Terra: descrição complexa e dificuldades na planificação da superfície terrestre.

b) Os modelos da superfície da Terra (ou superfícies de referência).

– **Superfícies de referência:**

- **Elipsóide:** formado por rotação de uma elipse em torno do seu eixo menor, que se adapta tanto quanto possível ao geóide (fig. 3.1)¹. Caracterização do elipsóide: semi-eixo maior (a), semi-eixo menor (b), ambos expressos em metros, e achatamento $((a-b)/a)$. Diversidade de elipsóides utilizados em Cartografia. Modelo adoptado na Cartografia topográfica.
- **Esfera:** utilizada como superfície de referência cartográfica em mapas de pequena escala ou como modelo da Terra para o cálculo de distâncias e direcções (por exemplo em navegação). Define-se pelo seu raio, em metros. Na maioria das representações temáticas, tendo em conta os objectivos destas representações e a sua escala (geralmente média ou pequena), pode ser o modelo utilizado.
- **Plano:** adoptada para áreas muito reduzidas (até cerca de 8 km de raio), em topografia; sem necessidade de projecção cartográfica.

¹ Geóide: superfície de nível, aproximadamente coincidente com o nível médio do mar, supostamente prolongada sob os continentes. Sendo uma superfície menos irregular do que a da Terra, é, mesmo assim, demasiado complexa para ser utilizada como seu modelo.

- **Superfícies de referência geodésica:** modelo com forma e dimensões tão próximas da Terra quanto possível, sobre o qual são definidas as coordenadas geográficas.
- **Superfícies de referência cartográfica:** modelo destinado à representação plana da Terra, sobre o qual se constroem as projecções cartográficas. São utilizados o elipsóide, a esfera e o plano, consoante a escala, a extensão da área e os objectivos da representação.

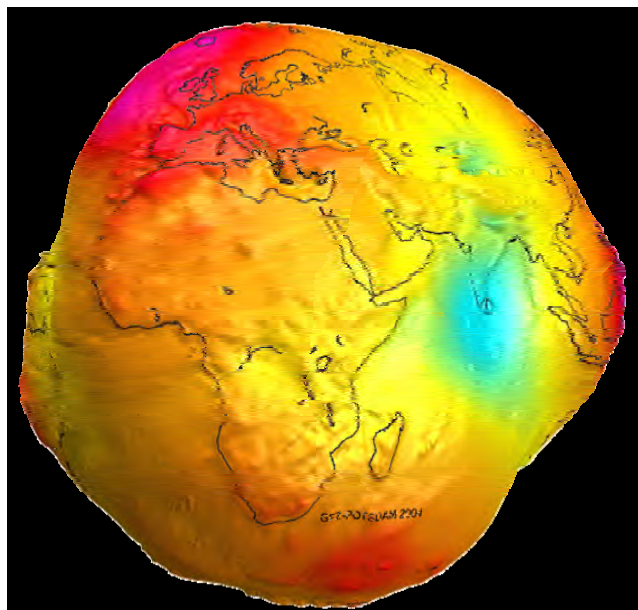


Fig. 3.1 – Imagem tridimensional do geóide (exagerada). Cores frias: geóide abaixo do elipsóide de referência; cores quentes: geóide acima do elipsóide. Extraído de: http://www.gfz-potsdam.de/pb1/op/grace/index_GRACE.html.

c) A **construção da projecção** cartográfica.

- Redução da superfície de referência cartográfica, pela aplicação de um factor de redução, definindo-se a escala principal.
- Planificação do modelo reduzido, geralmente através de fórmulas de transformação.

3.3. DEFORMAÇÕES. PROPRIEDADES DAS PROJEÇÕES E REPRESENTAÇÃO DAS DISTORÇÕES

a) Inevitabilidade das deformações nos mapas, pelo facto da esfera ou do elipsóide não serem planificáveis.

b) **Deformações de ângulos, áreas, distâncias ou direcções.** Apesar da inevitabilidade das deformações, algumas propriedades podem ser conservadas.

- **Conservação dos ângulos:** ângulos iguais medidos em torno de um ponto só são representados como tal se a escala for, em cada ponto, independente da direcção. Só se verifica nas *projecções conformes*.
- **Conservação das áreas:** a conservação da proporção entre as áreas reais e as representadas só se verifica nas *projecções equivalentes*.
- **Conservação das distâncias:** as relações de distância não podem ser todas conservadas, dado não ser possível preservar a escala principal da projecção em todos os pontos e segundo todas as direcções. Nas *projecções equidistantes* as distâncias são conservadas ao longo de determinadas linhas ou a partir de certos pontos.
- **Conservação das direcções:** as direcções entre pontos da Terra (azimutes) não podem ser todas preservadas. Nas *projecções azimutais* podem ser preservadas a partir de certos pontos.

c) **Deformações e variação da escala:** nenhum mapa tem em todos os lugares a mesma escala; além disso, a escala varia geralmente com a direcção considerada.

- *Escala principal* (ou nominal): a que é indicada no mapa, e que se refere ao factor de redução a que a superfície de referência foi sujeita antes da projecção cartográfica; exprime-se sob forma numérica.
- Conservação da escala: a escala principal só se mantém em certos pontos ou linhas (*pontos ou linhas de escala conservada*).
 - A escala pode manter-se num ponto ou sobre uma ou mais linhas (*ponto ou linhas padrão, ou de escala conservada*; se forem paralelos ou meridianos, designam-se por *paralelos ou meridianos padrão*) e só nele ou ao longo delas;
 - A escala pode manter-se em todas as direcções a partir de 1 ou 2 pontos (*pontos padrão ou de escala conservada*) e só a partir deles (nas projecções equidistantes).
- *Factor de escala* (ou *módulo de deformação linear* ou ainda *módulo linear*) (FE) = escala num ponto ou segundo uma certa direcção (escala local)/escala nominal ou principal (correspondente à superfície de referência e indicada no mapa).
- Variação da escala, na dependência da projecção. Exemplo: num planisfério em projecção cilíndrica equatorial secante, os dois paralelos de tangencia originam no mapa dois segmentos de recta de escala conservada, onde $FE = 1$ (paralelos padrão), aumentando a escala para Norte e para Sul e diminuindo em direcção ao Equador ($FE > 1$ e < 1). Os Pólos são representados por segmentos de recta com o mesmo comprimento do Equador.

d) **Representação das distorções.**

- Através das **indicatrizes de Tissot** (ou elipses de deformação ou ainda elipses de Tissot): figuras (círculos ou elipses) resultantes da projecção sobre o plano de um círculo de dimensões infinitesimais na superfície de referência (fig. 3.2 e 3.3), geralmente colocadas na intersecção dos paralelos e meridianos, a determinados intervalos.

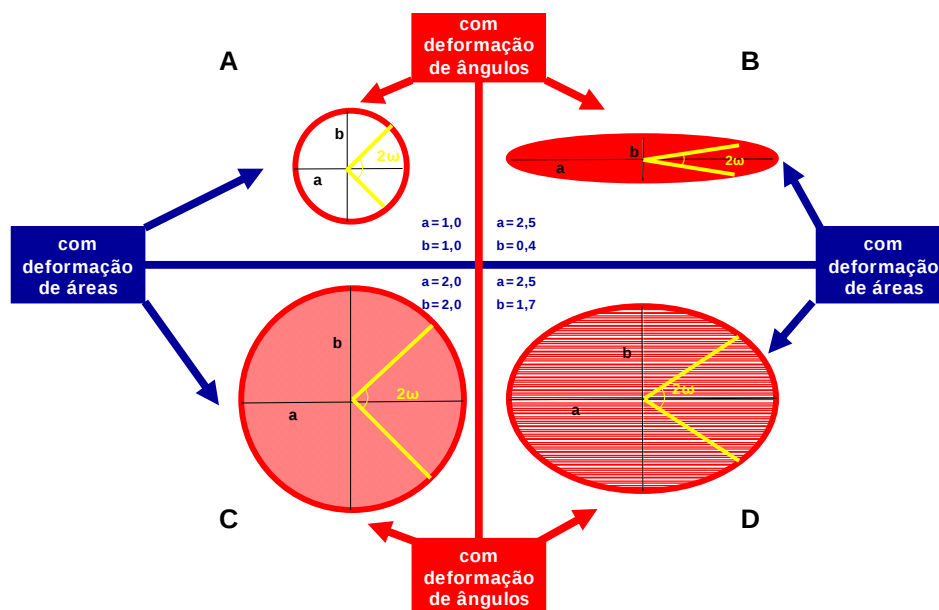


Fig. 3.2 – Configurações possíveis da indicatriz de Tissot após projecção. A: círculo unitário na superfície de referência e nos locais do mapa sem distorção (ponto ou linhas padrão); B: indicatriz sugerindo distorção angular; C: idem, com distorção de área; D: idem, com distorção de área e ângulos. 2ω : distorção angular máxima; a: semi-eixo maior; b: semi-eixo menor (de notar que os eixos da elipse não se alinham necessariamente com os meridianos e paralelos). Adaptado de T. A. Slocum et al. (2005, p. 151).

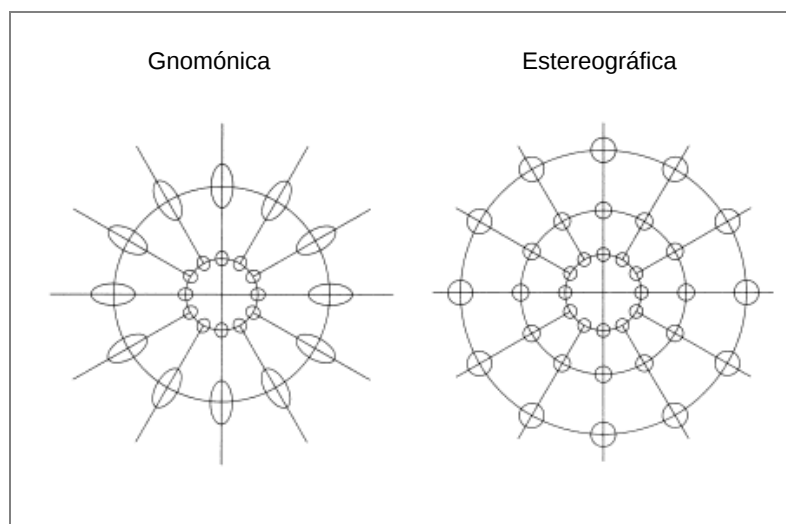


Fig. 3.3 – Indicatrizes de Tissot em duas projecções azimutais, dispostas num intervalo de 30°. De notar as distorções notáveis de ângulos e áreas da projecção gnomónica, enquanto a estereográfica não apresenta distorções angulares (extraído de J. P. Snyder and P. M. Voxland, 1989, p. 116 e 120).

- Numa projecção conforme (com conservação dos ângulos), as indicatrizes são círculos de tamanho variável.
 - Numa projecção equivalente (com representação verdadeira das áreas), as indicatrizes são elipses e círculos (estes nas linhas padrão ou de escala conservada), todos de área igual.
 - Numa projecção afilática (com deformação de ângulos e áreas), as indicatrizes são elipses e círculos, de tamanho variável.
- Através de **isolinhas** dos valores de deformação angular máxima (erro máximo cometido pela projecção de um ângulo medido à superfície da Terra, variando de 0° a 180°) e de deformação das áreas (1: sem deformação das áreas representadas; <1: redução; >1: exagero).

3.4. CLASSIFICAÇÃO DAS PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

a) Elevado número de projecções existentes e **grande diversidade de classificações**, atendendo às suas propriedades, características geométricas e formas de construção. As projecções podem ser classificadas quanto às formas de construção, às superfícies de projecção, ao tipo de perspectiva, à orientação da superfície de projecção (ou aspecto) e às propriedades¹.

– Formas de construção:

- *Projecções geométricas*: baseadas no conceito de superfície de projecção. Os pontos do modelo da Terra são projectados por processos geométricos – *projecções perspectivas* – ou não – *projecções analíticas*. São os casos das projecções azimutais, cilíndricas e cónicas.
- *Projecções geométricas modificadas*: embora partindo do conceito de superfície de projecção, a geometria e as propriedades características da classe geométrica a que pertencem são modificadas. É o caso da *projecção policónica*, com meridianos curvilíneos.
- *Projecções convencionais*: baseadas completamente em critérios matemáticos (e não no conceito de superfície de projecção). Nesta categoria, muito ampla e diversificada, incluem-se as projecções pseudogeométricas: *projecções pseudoazimutais* (no aspecto normal, diferem das azimutais pelos meridianos curvilíneos, convergindo nos Pólos), *projecções pseudocilíndricas* (no aspecto normal, diferem das cilíndricas pelo facto dos meridianos serem curvilíneos; muito utilizadas nas representações da Terra inteira) e *projecções pseudocónicas* (no aspecto normal, diferem das cónicas pelos seus meridianos curvilíneos).

– Superfícies de projecção:

- *Projecções azimutais* (às vezes também designadas projecções planas ou planares) (fig. 3.4): resultam da projecção conceptual num plano. No aspecto normal, quando o

¹ Classificação baseada em J. A. Gaspar, 2005, p. 50-51.

ponto central é um dos Pólos, os meridianos são rectilíneos e concorrentes no centro e os paralelos circulares e concêntricos; o Pólo é um ponto e a envolvente da projecção uma circunferência. As distorções aumentam a partir do ponto padrão central (Pólo, nas azimutais polares) para o exterior.

- *Projecções cilíndricas* (fig. 3.5): resultam da projecção conceptual num cilindro, tangente ou secante. No aspecto normal, os meridianos e os paralelos são rectilíneos e perpendiculares entre si; os Pólos são representados por segmentos de recta com o mesmo comprimento do Equador. As distorções aumentam a partir de uma (*projecções cilíndricas tangentes*) ou de duas (*projecções cilíndricas secantes*) linhas padrão (o Equador ou dois paralelos padrão, nas cilíndricas equatoriais).
- *Projecções cónicas* (fig. 3.6): resultam da projecção conceptual num cone, tangente ou secante. No aspecto normal, os meridianos são rectilíneos e concorrentes no vértice e os paralelos são circulares e concêntricos; o Pólo é representado por um ponto ou arco de circunferência, sendo a envolvente da projecção um sector circular. As distorções aumentam a partir de uma (*projecções cónicas tangentes*) ou de duas (*projecções cónicas secantes*) linhas padrão (um ou dois paralelos padrão, no caso das cónicas normais).

– **Tipo de perspectiva** (fig. 3.7):

- *Projecções centrográficas ou gnomónicas*: centro da perspectiva no centro do modelo da Terra.
- *Projecções estereográficas*: centro da perspectiva à superfície do modelo da Terra.
- *Projecções ortográficas*: centro da perspectiva no infinito.

– **Orientação da superfície de projecção em relação ao eixo da Terra (ou aspecto da projecção)** (fig. 3.8):

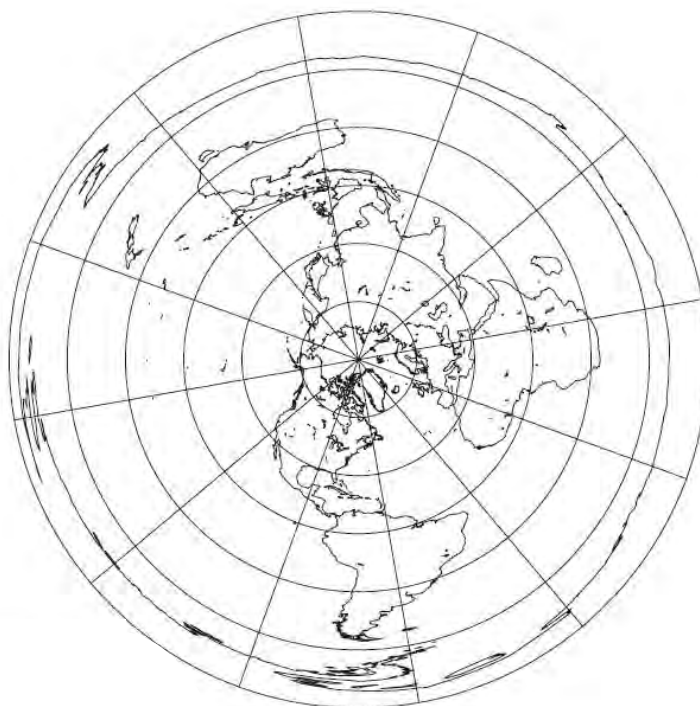
- *Projecções normais*: eixo da superfície de projecção coincidente com o eixo do modelo da Terra; também designadas por *projecções polares*, no caso das cónicas e azimutais, e por *projecções equatoriais*, no caso das cilíndricas.
- *Projecções transversas*: eixo da superfície de projecção perpendicular ao eixo do modelo da Terra, passando pelo Equador; também designadas por *projecções meridianas*, nas azimutais e cilíndricas.
- *Projecções oblíquas*: eixo da superfície de projecção oblíquo em relação ao eixo do modelo da Terra.

– **Propriedades:**

- *Projecções conformes*: os ângulos medidos em cada ponto são conservados e a escala é independente da direcção. As indicatrizes de Tissot são círculos de tamanho variável. Em rigor, a forma de todos os objectos não é conservada, pelo facto da escala variar de um lugar para outro. Esta propriedade é importante nos mapas topográficos e nos destinados à navegação marítima e aérea, como são os casos da projecção de Mercator, nas cartas náuticas, da projecção cónica conforme, nas cartas aeronáuticas, e das projecções transversas de Mercator (Gauss e UTM), nos mapas topográficos.

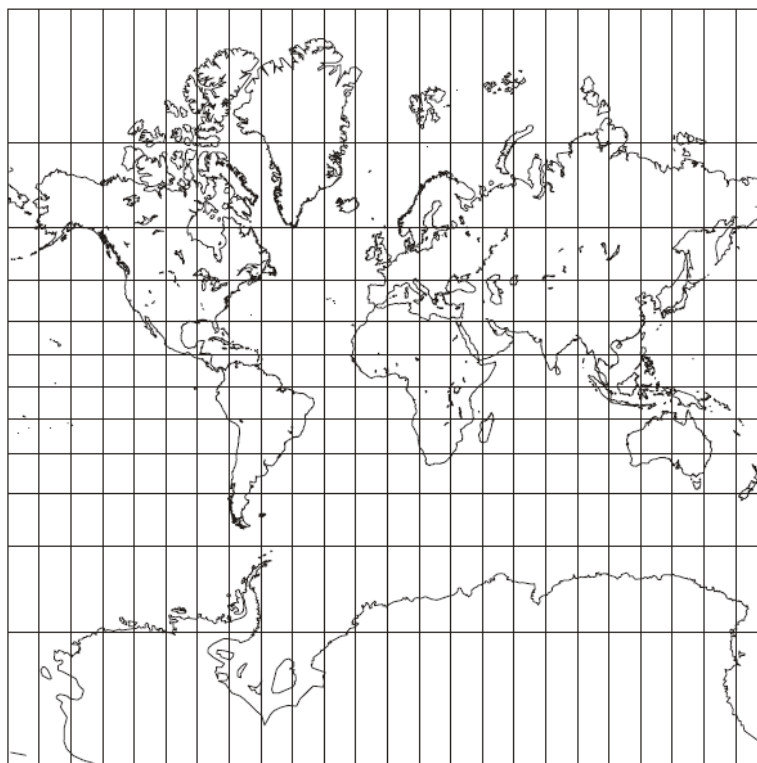


Projeção ortográfica
(afilática; Hipparchus,
século II)

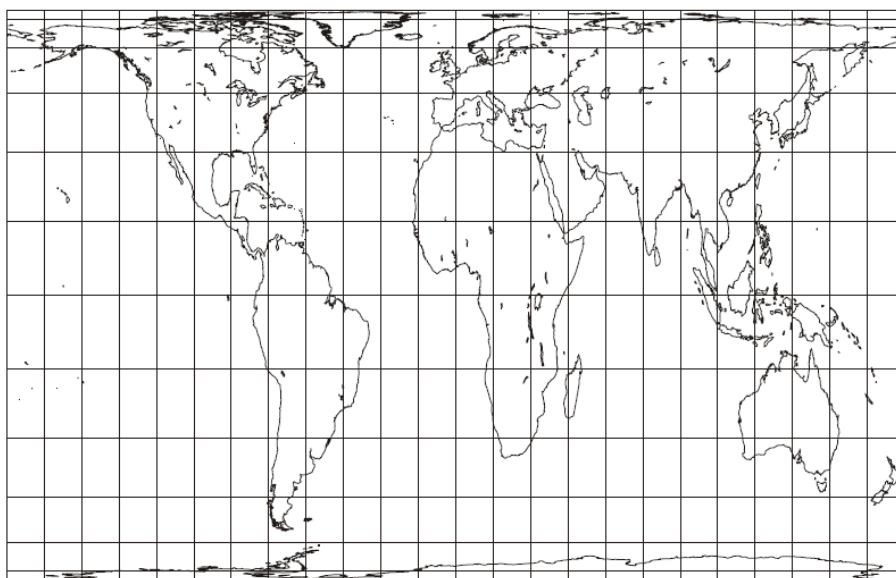


Projeção azimutal
equidistante (afilática;
antiga mas de origem
desconhecida)

Fig. 3.4 – Exemplos de projecções azimutais (segundo Paul B. Anderson, <http://www.galleryofmapprojections.com/>).



Proiecção de Mercator (cilíndrica, conforme; Gerardus Mercator, 1569)



Proiecção ortográfica de Gall (ou Gall-Peters; cilíndrica modificada, equivalente, paralelos padrão a 45° Norte e Sul; James Gall, 1855)

Fig. 3.5 – Exemplos de projecções cilíndricas (segundo Paul B. Anderson, <http://www.galleryofmapprojections.com/>).



Projeção de Albers
(equivalente; H. C. Albers,
1805)



Projeção cónica conforme de
Lambert (Johann Heinrich
Lambert, 1772)



Projeção cónica equivalente de
Lambert (J. H. Lambert, 1772)

**Fig. 3.6 – Exemplos de projecções cónicas (segundo Paul B. Anderson,
<http://www.galleryofmapprojections.com/>).**

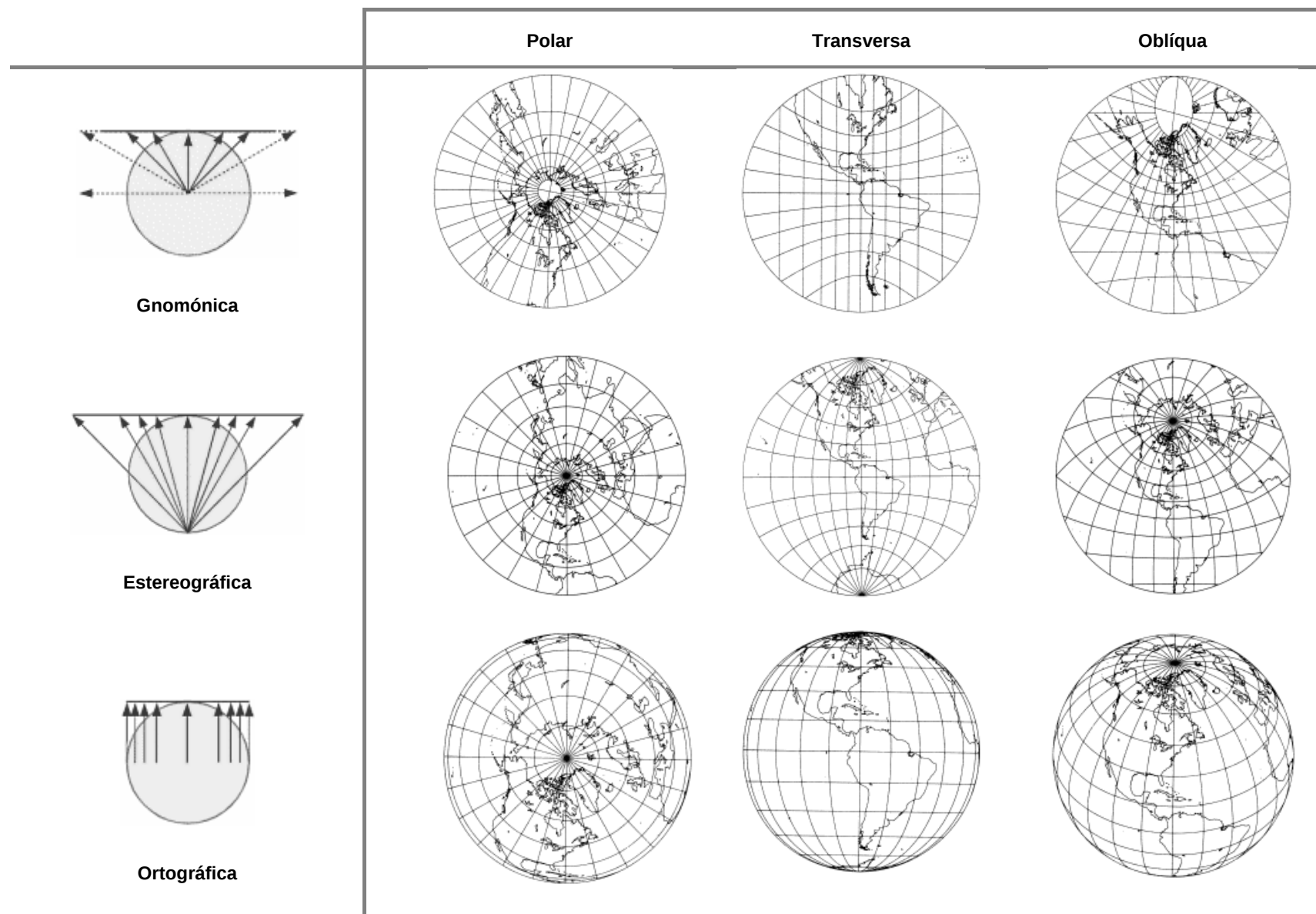


Fig. 3.7 – Tipos de perspectiva em projecções azimutais.

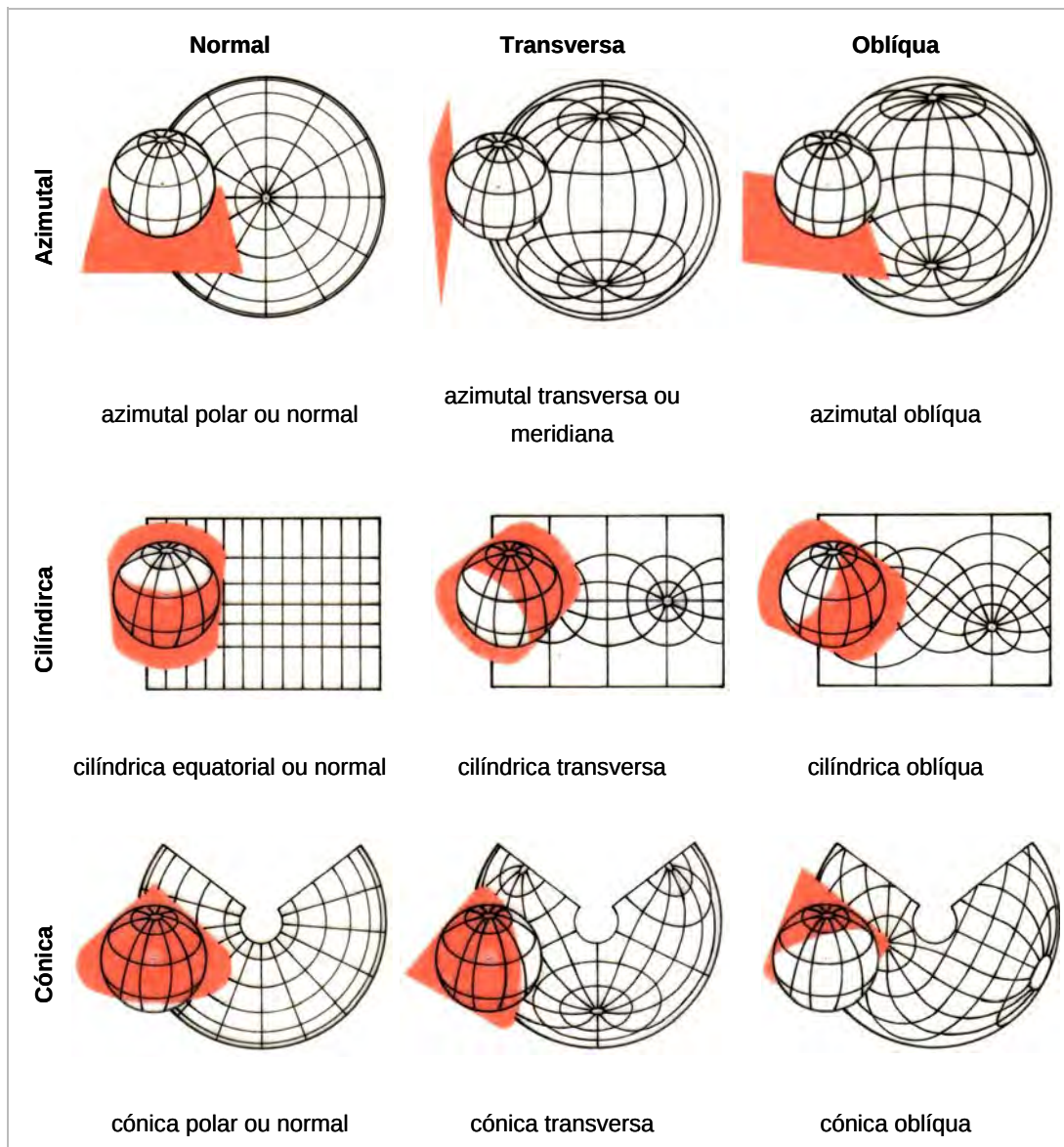


Fig. 3.8 – Diferentes orientações das superfícies de projecção (normal, transversa e oblíqua) aplicadas a três projecções (azimutal equivalente, cilíndrica de Miller e cônica de Albers), com diferentes planos tangentes (adaptado de Carlos A. Futuri, 1997).

- *Projecções equivalentes:* com representação verdadeira das áreas. Nenhuma projecção pode conservar simultaneamente as áreas e os ângulos. As indicatrizes de Tissot são elipses de área constante (e círculos nos pontos ou linhas padrão). Esta propriedade é importante em muitos mapas temáticos, como é o caso dos que representam a distribuição da população.
- *Projecções afiláticas:* não são nem equivalentes nem conformes, isto é, apresentam distorção de ângulos e áreas. As projecções afiláticas construídas de modo a minimizar simultaneamente as deformações de ângulos e áreas designam-se por *projecções de erro absoluto mínimo*. Nas projecções afiláticas, as indicatrizes de

Tissot são elipses de tamanho variável (e círculos nos pontos ou linhas padrão). Estas projecções são muito utilizadas na Cartografia temática, particularmente em representações de áreas extensas do globo, sempre que a equivalência estrita não seja uma propriedade relevante.

- *Projecções equidistantes*: com escala conservada ao longo de determinadas linhas. A escala é conservada a partir do centro da projecção em todas as direcções, nas *projecções azimutais equidistantes*, ao longo dos meridianos, nas *projecções equidistantes meridianas*, e ao longo dos paralelos, nas *projecções equidistantes transversais*. Estas projecções são utilizadas também como uma solução de compromisso útil entre as conformes e as equivalentes.
- *Projecções azimutais*: com azimutes ou direcções conservados a partir do centro (num mapa em projecção azimutal, apenas são correctamente representados as direcções ou ângulos de qualquer ponto em relação ao ponto central). Podem ainda ter outras propriedades, como serem equivalentes, conformes ou equidistantes.

b) **Designação das projecções** cartográficas (confusa para os não especialistas). Tentativas de normalização das designações das centenas de projecções existentes.

- Designações universalmente reconhecidas, geralmente identificando as projecções pelo nome de quem as criou (exemplos: projecção de Mercator, projecção de Bonne) e considerando-se que devem ser invioláveis, pela sua longa história de uso internacional. Nalguns casos, pelo facto de existirem várias projecções do mesmo inventor, acrescem outras descrições, referindo algumas particularidades (cilíndrica equivalente de Lambert, por exemplo), ou são numeradas (caso da Eckert I a VI). Menos frequente é a designação pelo atlas ou livro onde primeiro foram utilizadas.
- Designações não universais: identificação através da classe, aspecto (se não normal), propriedades especiais, natureza de qualquer modificação e nome de quem as criou.

c) Observação das **características de algumas projecções**.

3.5. ESCOLHA DA PROJEÇÃO

a) Problemas da escolha: elevado número de projecções existentes (número teoricamente infinito de projecções diferentes; cerca de 400 descritas e 200 construídas; cerca de 50 habitualmente utilizadas); numerosas características e propriedades das projecções, mas deformações da Terra em todas elas; necessidade de equacionar as características e os objectivos do mapa para o qual se escolhe a projecção.

b) **Princípio geral**:

- Procurar o mínimo de deformações, atendendo à área a representar e aos objectivos do mapa. A melhor solução: quase sempre um compromisso, tanto mais difícil quanto mais extensa for a área a representar e tanto mais fácil quanto mais específicos forem os critérios de escolha.
- Nalguns casos, procurar determinadas propriedades especiais e, às vezes, sem escolha (caso da projecção de Mercator para as cartas náuticas).

c) **Outros princípios:**

- A **dimensão geográfica da área** a representar: quanto maior a área, maiores as distorções, mais difícil a escolha e mais necessária se torna. Por isso, no quadro 3.1, que contém algumas linhas orientadoras, se distingue primeiro a dimensão da área de interesse (globo inteiro, hemisfério ou área de menores dimensões). A representação da Terra inteira, onde a escolha é mais complexa, tem algumas soluções de projecções especificamente concebidas para esse efeito³. Na representação de um hemisfério, as projecções azimutais são as recomendadas. Para áreas reduzidas do Globo (pequenos países, como Portugal, ou áreas menores), a escolha da melhor projecção é, na Cartografia temática e para a maioria dos fins a que os seus mapas se destinam, relativamente irrelevante.
- A **extensão direccional predominante da área** a representar: se essa área é alongada e em que direcção (extensão latitudinal, longitudinal ou nenhuma destas) ou, pelo contrário, sem estiramento (área próxima de um círculo ou quadrado).
- A **localização geográfica da área** a representar: regiões equatoriais, polares ou qualquer outra zona do Globo. Devem utilizar-se nas regiões intertropicais, entre 30° N e S, projecções cilíndricas equatoriais; nas regiões polares, projecções azimutais polares; nas latitudes intermédias, projecções azimutais (em áreas sem estiramento) ou cónicas (áreas com extensão em longitude) ou ainda cilíndricas transversas (áreas com extensão em latitude).
- A **preservação de certas propriedades**: conformidade, equivalência, equidistância ou outras. A conformidade é uma propriedade requerida no caso dos mapas topográficos, das cartas náuticas e de navegação aérea, enquanto a equivalência é desejável para muitos mapas temáticos, particularmente os que mostram distribuições de fenómenos em superfície. A escolha destas propriedades para a representação temática depende da natureza do tema e dos objectivos do mapa. Se a conformidade ou equivalência não forem relevantes, a solução será optar por uma projecção de erro absoluto mínimo. Seleccionadas as projecções com estas propriedades, elas devem ser avaliadas em função do valor e do modo como variam as deformações na área a representar, que são influenciadas pela sua dimensão, extensão direccional e localização geográfica.

d) Uso normalizado de apenas algumas projecções nos **mapas topográficos** e nas **cartas de navegação**: projecção de Mercator para a maioria das cartas náuticas e projecção transversa de Mercator ou variantes para as cartas topográficas de muitos países.

e) Grande liberdade de escolha em muitos **mapas temáticos**. Critérios a considerar:

- Seleccionar uma projecção na qual as distorções extremas são mais reduzidas do que as que ocorrem em qualquer outra projecção utilizada para representar a mesma área.
- Equacionar o fim a que o mapa se destina e a sua utilização.

³ Em muitos casos, na representação do globo inteiro, aconselha-se a não utilização de projecções cilíndricas (A. H. ROBINSON, 1990), devido a: grandes distorções de áreas vastas; configuração da Terra sob a forma de rectângulo; representação incorrecta das distâncias; figuração da rede de paralelos e meridianos por rectas; criação de falsas imagens mentais da Terra.

Referências bibliográficas fundamentais:

- GASPAR, Joaquim Alves – *Cartas e projecções cartográficas*. 3.^a ed. Lisboa: Lidel, 2005. 331 p. ISBN 972-757-371-1.
Ver, em particular, p. 20-55, 95-108 e 109-151.
- MALING, D. H. – Mathematical Cartography. In: INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION - *Basic Cartography for students and technicians*. Hampshire: I.C.A., 1984. Vol. I., p. 32-78.
- ROBINSON, Arthur H. *et al.* – *Elements of Cartography*. 6.^a ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 674 p. ISBN 0-471-55579-7.
Ver, em particular, p. 59-90.
- SLOCUM, Terry A. *et al.* – *Thematic Cartography and geographic visualization*. 2.^a ed. London: Pearson Education, 2005. 518 p. ISBN 0-13-035123-7.
Ver capítulos 8 e 9, p. 137-180.

Outras referências:

- CANTERS, Frank; DECLEIR, Hugo – *The world in perspective: a directory of world map projections*. Chichester: John Wiley, 1989. 181 p. ISBN 0-471-92147-5.
- CASACA, João; MATOS, João; BAIO, Miguel – *Topografia geral*. 3.^a ed. Lisboa: Lidel, 2004. 328 p. ISBN 972-757-135-2.
- FUTURI, Carlos A. – *Cartographical map projections* [Em linha]. [s.l.: s.n.], 1997, actual. 7 Outubro de 2006. [Consult. 13 de Fevereiro de 2007]. Disponível em: <http://www.progonos.com/furuti/MapProj/Normal/TOC/cartTOC.html>.
- MALING, D. H. – *Coordinate systems and map projections*. 2.^a ed. Oxford: Pergamon Press, 1992. 476 p. ISBN 0-08-037234-1.
- ROBINSON, A. H. – Rectangular world maps, no! *The Professional Geographer*. Washington: The Association of American Geographers. Vol. 42, nº 1 (1990), p. 101-104.
- ROBINSON, Arthur H.; SNYDER, John P. (ed.) – *Matching the map projection to the need* [Em linha]. Bethesda: Cartography and Geographic Information Society, 1997. [Consult. 13 de Fevereiro de 2007]. Disponível em: <http://www.gis.psu.edu/projection/index.html>.
- SNYDER, John P. – *Flattening the earth: two thousand years of map projections*. Chicago: The University of Chicago Press, 1993. 365 p. ISBN 0-226-76746-9.
- SNYDER, John P.; VOXLAND, Philip M. – *An album of map projections*. Denver: U. S. Geological Survey, 1989. 249 p. (U. S. Geological Survey professional paper; 1453).

4. SISTEMAS DE COORDENADAS. REFERENCIAÇÃO CARTOGRÁFICA

4.1. SISTEMAS DE COORDENADAS

- Forma de referenciar a posição de um ponto ou objecto no plano, numa superfície ou no espaço tridimensional, por meio de ângulos e distâncias.
- Em Cartografia utilizam-se os sistemas de **coordenadas geográficas**, referidas à esfera ou ao elipsóide, e os sistemas de **coordenadas planas**, rectangulares ou polares.

a) **Sistema de coordenadas geográficas (*latitude, longitude*)**: destina-se a referenciar pontos à superfície da Terra, sendo as coordenadas definidas nesta superfície ou numa superfície de referência (esfera ou elipsóide). Neste sistema de coordenadas, cada ponto é referido por dois ângulos, expressos em graus, minutos e segundos:

- **Latitude** (ϕ) de um lugar: no modelo esférico da Terra, valor do ângulo entre o plano do Equador e o raio que passa por esse lugar ou o arco do meridiano entre o Equador e o lugar; varia de 0° a 90° N ou S.
- **Longitude** (λ) de um lugar: valor do ângulo entre o plano do meridiano desse lugar e um meridiano de referência (hoje, o semimeridiano de Greenwich) ou o arco do Equador entre esses meridianos; varia de 0° a 180° E ou W.

b) **Sistema de coordenadas planas (*abscissa, ordenada*)**: destina-se a referenciar pontos sobre o plano, referindo a sua distância em relação a um sistema de eixos perpendiculares (*eixo das abcissas e eixo das ordenadas*).

- **Coordenadas rectangulares (*abscissa, distância à meridiana* ou “*easting*” e *ordenada, distância à perpendicular* ou “*northing*”)**: qualquer posição é referenciada pela sua distância em relação a um sistema de eixos perpendiculares, cuja origem é estabelecida por convenção (fig. 4.1). **Origens** dos sistemas utilizados em mapas portugueses:

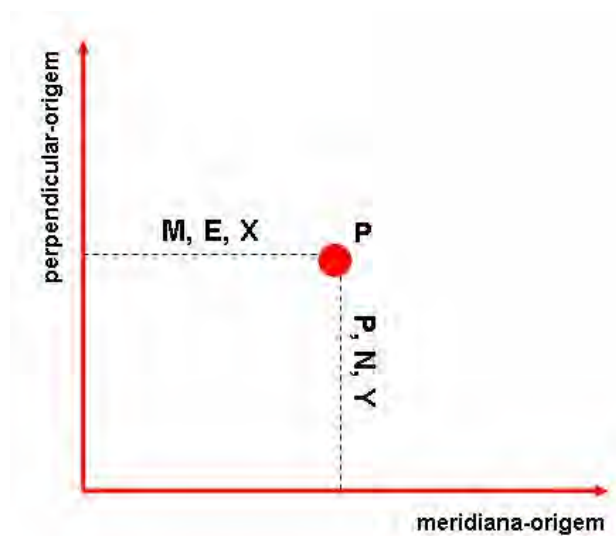


Fig. 4.1 – As coordenadas rectangulares. M, E ou X: abcissa, distância à meridiana ou “easting”; P, N ou Y: ordenada, distância à perpendicular ou “northing”.

- **Observatório do Castelo de S. Jorge.** Eixos constituídos pela projecção do meridiano e do paralelo que passam por esse ponto. Origem do sistema de coordenadas utilizado em mapas mais antigos, hoje abandonado.
 - **Ponto Central** (situado próximo do vértice geodésico da Melriça, Abrantes). Eixos constituídos pela projecção do meridiano e do paralelo que passam por esse ponto. Origem do sistema de coordenadas Gauss, utilizado nos mapas topográficos do Instituto Geográfico Português e organismos antecessores.
 - **Ponto Fictício** (situado no mar, próximo do Cabo de S. Vicente). Eixos paralelos ao sistema anterior, estando deles desviado 200 km para W e 300 km para S. Origem do sistema de coordenadas militares, utilizado nos mapas topográficos do Instituto Geográfico do Exército e organismos antecessores.
 - **Origem Fictícia** (ponto situado perto do Cabo de S. Vicente, a 200 km para W e 300 km para S do *Ponto Origem* ($\varphi=39^{\circ} 40' 5,730''$ N, $\lambda=8^{\circ} 7' 59,191''$ W)). Eixos constituídos por paralelas à projecção do meridiano que passa pelo Ponto Origem e pela direcção perpendicular a este. Origem do novo sistema de coordenadas militares, utilizado desde 2003 nas cartas militares portuguesas.
 - Ponto de intersecção do meridiano central do fuso (com determinada amplitude em longitude) com o Equador. Eixos constituídos pela projecção desse meridiano central e do Equador, por convenção deslocados 500 km para W e 0 ou 10 000 km para S (consoante se trate de área situada no Hemisfério Norte ou Sul). Origem do sistema de coordenadas utilizado nas cartas militares portuguesas, denominado *sistema UTM*.
- **Coordenadas polares** (não abordado): a referência no plano é feita através de uma distância e de um ângulo.

4.2. SISTEMAS DE REFERENCIAÇÃO EM MAPAS PORTUGUESES

a) **Sistema de coordenadas geográficas:** materializado no mapa por uma rede de paralelos e meridianos, rectos ou não (dependente da projecção cartográfica), mais ou menos explícita; sistema indispensável sempre que os efeitos da curvatura da Terra não possam ser ignorados (por exemplo, em áreas extensas).

- **Grades geográficas:** sistemas de referenciação, utilizados nalguns mapas, baseados na rede de paralelos e meridianos. Exemplos: sistema GEOREF (*World Geographic Reference System*) e, em parte, UTM (*Universal Transverse Mercator*).
- Sistema GEOREF: grade geográfica constituída por uma malha de paralelos e meridianos de $15^\circ \times 15^\circ$, definindo áreas (identificadas por 2 letras), divididas em subáreas, com 1° , ou com subdivisões mais finas.
- Sistema UTM (referido em separado): combina princípios da referenciação através de grades geográficas e de quadrículas cartográficas.

b) **Sistemas de coordenadas rectangulares:** sistemas de referenciação materializados nos mapas por quadrículas cartográficas, geralmente em metros; vantajosos para áreas reduzidas (pela simplicidade dos cálculos e de marcação de posições); aplicáveis apenas aos mapas para os quais foram definidos.

- **Quadrículas cartográficas:** sistemas de referenciação através de coordenadas rectangulares, constituídos por uma rede de *meridianas* (linhas com a mesma distância à meridiana) e de *paralelas* (linhas com a mesma distância à perpendicular), implantadas num mapa com um determinado sistema de projecção, e geralmente expressas em metros. Os eixos do sistema são constituídos pela meridiana-origem e pela perpendicular-origem, que se intersectam no ponto central da quadrícula cartográfica. A meridiana-origem coincide com o meridiano central da projecção, podendo ser ou não uma linha de abcissa nula.
- **Falsas quadrículas cartográficas:** os mapas podem apresentar, para além de quadrículas próprias do seu sistema de projecção, quadrículas de outros sistemas. É o caso da quadrícula UTM na Carta Militar de Portugal 1:25 000.

4.2.1. QUADRÍCULA UTM

- Os fusos e as faixas (fig. 4.2). Referenciação através do número do fuso e da letra da faixa (ou zona).
 - Os fusos (amplitude: 6° ; 60 fusos no total); identificação de 1 a 60, a partir do meridiano de longitude 180° .
 - As faixas (amplitude: 8° ; 20 faixas, entre 80° S e 84° N); identificação de C a X (excepto I e O), a partir de 80° S e até ao paralelo 84° N.
 - As zonas ($6^\circ \times 8^\circ$; $60 \times 20 = 1200$ zonas); identificação pelo número do fuso e pela letra da faixa. Situação de Portugal Continental: 29S e 29T (fuso 29, parte sul na faixa S e parte norte na faixa T).
- Eixos de referência, por fuso:

- Meridiano central do fuso e Equador.
- Eixo das abcissas e eixo das ordenadas para a referência: meridiana-origem (por convenção, deslocada 500 km para W do meridiano central do fuso) e perpendicular-origem (com uma distância fictícia de 0 m nas zonas do Hemisfério Norte e de 10 000 km no Hemisfério Sul, fig. 4.3).

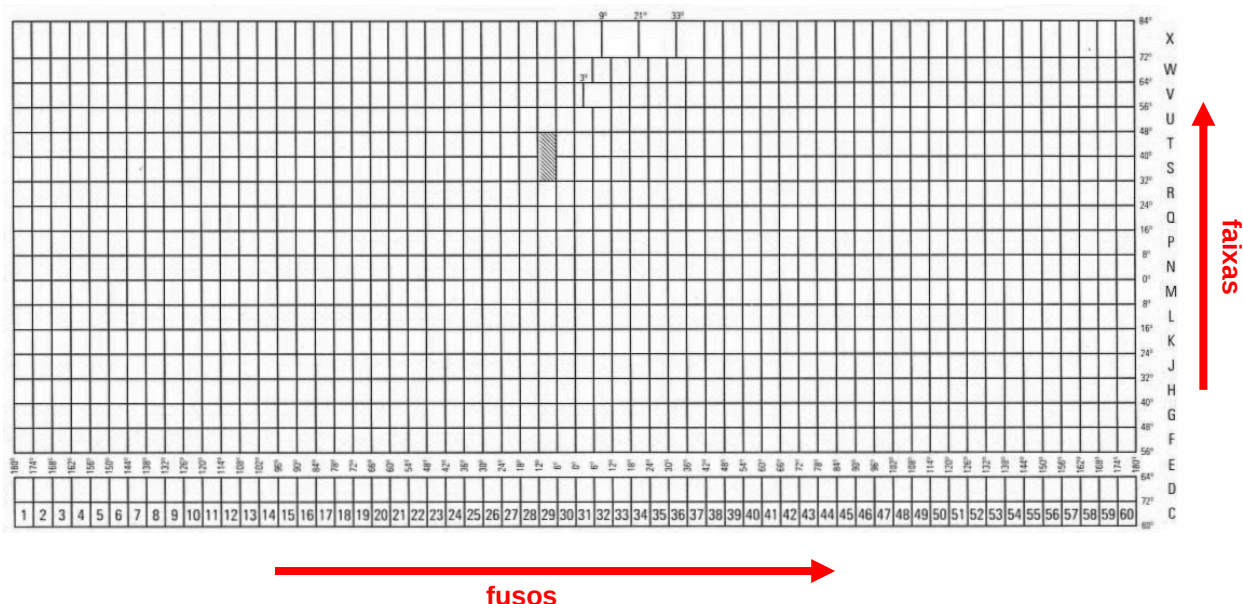


Fig. 4.2 – Sistema UTM: identificação dos fusos e das faixas. Portugal Continental encontra-se localizado nas zonas 29S e 29T (extraído de Instituto Geográfico do Exército, 2004, p. 32).

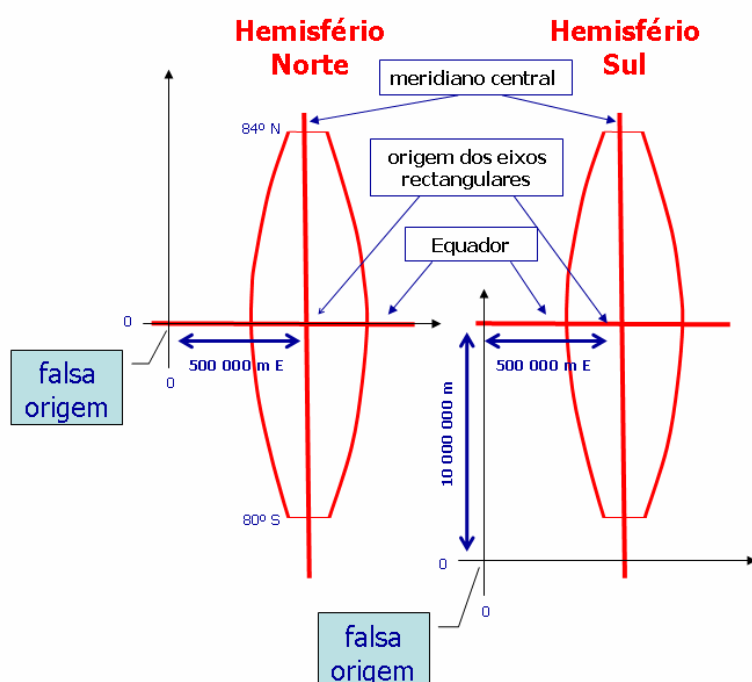


Fig. 4.3 – Sistema UTM: falsa origem nos Hemisférios Norte e Sul.

– Quadricula quilométrica:

- Quadrados de 100 km de lado; referência através de 2 letras maiúsculas (fig. 4.4).
- Consoante a escala do mapa, ainda malha decaquilométrica (em escalas menores do que 1:100 000) ou quilométrica (em escalas maiores ou iguais a 1:100 000), em relação às quais são dadas as coordenadas distância à meridiana e distância à perpendicular (parte numérica da referência).

– Regras de referência:

- Referência completa, que inclui a zona (fuso + faixa), o quadrado de 100 km de lado e as coordenadas rectangulares (distância à meridiana seguida da distância à perpendicular), com a precisão desejada (dependente da escala do mapa); referida por meio de expressão contínua, sem espaços ou pontuação.
- Referência incompleta, podendo omitir-se a zona e o quadrado de 100 km.

4.2.2. QUADRÍCULA MILITAR PORTUGUESA

- Utilizada nas cartas topográficas militares do Instituto Geográfico do Exército (em particular, 1:25 000 e 1:250 000).
- Sistema de eixos com origem no Ponto Fictício (200 km W e 300 km S do Ponto Central, nas cartas publicadas até 2003) ou no Ponto Origem (nas publicadas depois de 2003); PC - 39° 40' N, 8° 7' 54,862" W; PO - 39° 40' 05,730" N, 8° 7' 59,191" W (fig. 4.5).
- Quadricula com uma malha de 100 km de lado, sendo cada quadrado designado por uma letra maiúscula (excepto a letra I), podendo ser subdividida em malhas mais finas de 10 e 1 km de lado (consoante a escala do mapa).
- Regras da referência: inclui a indicação do quadrado de 100 km de lado, seguida, em separado, da distância à meridiana e da distância à perpendicular, com a precisão desejada e adequada à escala do mapa.

4.3. SISTEMAS DE PROECÇÃO EM MAPAS PORTUGUESES

a) **Sistema de projecção** (ou **sistema de representação**): conjunto de parâmetros que, associados à projecção cartográfica, estabelecem as coordenadas (geodésicas e cartográficas) representadas no mapa, sem qualquer ambiguidade. Estes parâmetros incluem:

- a projecção cartográfica;
- o *datum* geodésico, com a superfície de referência e as coordenadas do seu ponto de fixação (ou ponto origem do *datum*);
- o ponto central da quadricula cartográfica, definido pela intersecção da meridiana-origem e da perpendicular-origem;
- a origem das coordenadas cartográficas (que pode não ser coincidente com o anterior);
- a localização das linhas padrão ou o factor de escala sobre o meridiano central.

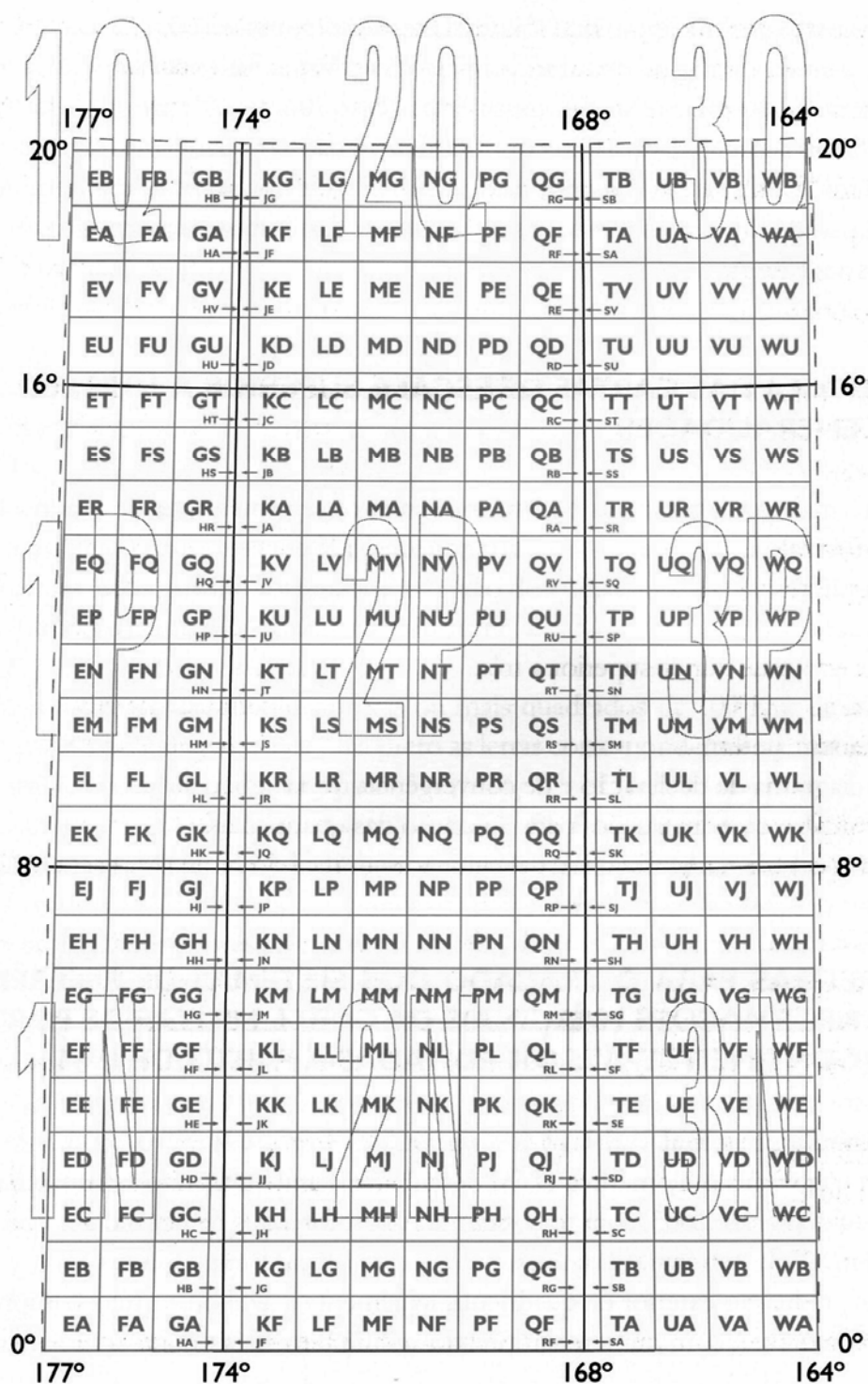


Fig. 4.4 – Sistema UTM: identificação dos quadrados de 100 km de lado, por zona (extraído de Instituto Geográfico do Exército, 2004, p. 73).

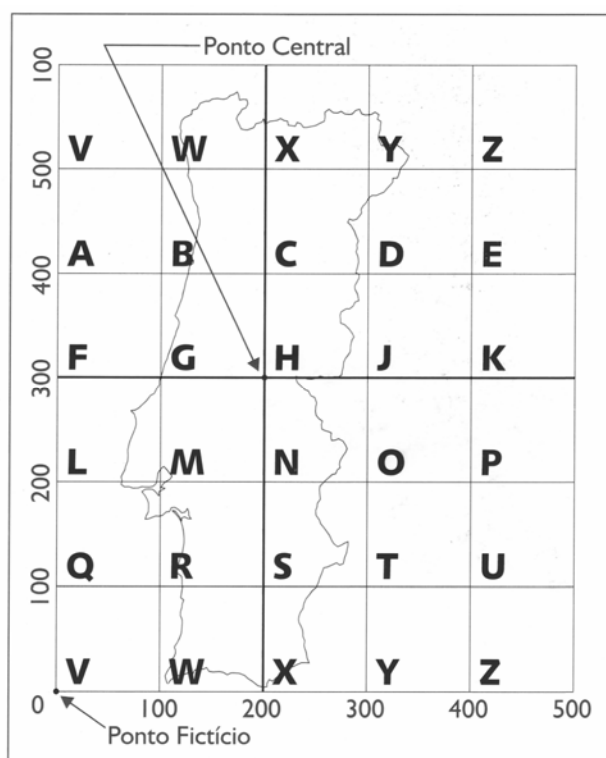


Fig. 4.5 – Quadrícula militar portuguesa: quadrados de 100 km de lado (extraído de Instituto Geográfico do Exército, 2004, p. 27).

b) Alguns sistemas de projecção utilizados nas cartas topográficas portuguesas.

- **Sistema Puissant-Bonne** (abandonado): elipsóide de Puissant; projecção de Bonne; ponto de fixação e origem das coordenadas cartográficas: Lisboa (Castelo de S. Jorge).
- **Sistema Bessel-Bonne-Lisboa** (utilizado na Carta de Portugal 1:50 000 do IGP e mapas temáticos nela apoiados, bem como na Carta Militar de Portugal 1:25 000 até 1939): elipsóide de Bessel; projecção de Bonne; o mesmo ponto de fixação que o anterior; ponto central e origem das coordenadas cartográficas: próximo do vértice geodésico da Melriça.
- **Sistema Hayford-Gauss-Lisboa** (utilizado nas Cartas de Portugal do IGP 1:100 000 e 1:200 000): elipsóide de Hayford (ou Internacional); projecção de Gauss-Krüger; ponto de fixação, ponto central e origem das coordenadas cartográficas: os mesmos que o anterior.
- **Sistema Hayford-Gauss-Militar** ou sistema militar português (utilizado na Carta Militar de Portugal 1:25 000 do Instituto Geográfico do Exército e nos mapas temáticos nela apoiados): idêntico ao anterior, com excepção da origem das coordenadas cartográficas, situada a Oeste do Cabo de S. Vicente (por translação de 200 km para Oeste e 300 km para Sul).
- **Sistema Hayford-Gauss-Melriça** ou *Datum 73* (utilizado nos ortofotomapas e na carta topográfica 1:10 000 do Instituto Geográfico Português): semelhante ao sistema Hayford-Gauss-Lisboa, com excepção do ponto de fixação, situado no vértice geodésico da

Melriça, e da origem das coordenadas cartográficas, deslocada cerca de 200 m para WSW.

- **Sistema UTM** (*Universal Transverse Mercator*, utilizado nas cartas topográficas das Regiões Autónomas): elipsóide de Hayford; projecção transversa de Mercator, por fuso, secante ao elipsóide segundo 2 círculos menores que distam de 180 km; ponto de fixação do elipsóide: variável, consoante as conveniências; ponto central da quadrícula: intersecção do meridiano central do fuso com o Equador; origem das coordenadas cartográficas: deslocada sobre o Equador 500 km para Oeste do meridiano central (no Hemisfério Sul: 500 km W do meridiano central e 10 000 km para Sul do Equador); factor de escala no meridiano central: 0,9996.

c) *Datum* europeu e *datum* global:

- *Datum* europeu (ED50): baseado no elipsóide de Hayford (ou internacional), com o ponto origem em Postdam (Alemanha). A partir de 1958, a Carta Militar de Portugal 1:25 000 passou a apresentar uma dupla graduação geográfica, uma que continuou referida ao *datum* de Lisboa e outra ao *datum* europeu, para além da quadrícula UTM (marginal, que passou em 1965 a principal) e da quadrícula militar (primeiro principal e depois de 1965 secundária), mantendo-se a projecção Gauss-Krüger.
- *Datum* global, baseado no elipsóide WGS84 (*World Geodetic System 84*). De introdução muito recente, visa a adopção de um sistema coerente em todos os países: elipsóide que melhor se adapte às necessidades, ponto fundamental comum a todas as triangulações e uma mesma projecção conforme (UTM). A partir de 2003, a Carta Militar de Portugal 1:25 000 passou a apresentar a quadrícula UTM principal referida a este *datum* global WGS84, mantendo-se como secundárias a UTM e a quadrícula militar portuguesa, ambas referidas ao *datum* europeu (ED50), enquanto o duplo sistema de coordenadas geográficas se passou a referir ao *datum* WGS84 e ao *datum* europeu (fig. 4.6).



Fig. 4.6 – Indicações constantes nas novas folhas da Carta Militar de Portugal 1:25 000, publicadas a partir de 2003.

OBJECTIVOS DOS EXERCÍCIOS PRÁTICOS

- Determinar coordenadas geográficas em mapas topográficos e localizar pontos sobre o mapa.
- Determinar coordenadas rectangulares, utilizando a quadrícula UTM e a quadrícula militar, e localizar pontos sobre o mapa.

Referências bibliográficas fundamentais:

CAMPBELL, John – *Map use & analysis*. 4.^a ed. Boston: McGraw-Hill, 2001. 372 p. ISBN 0-07-303748-6.

Ver capítulo 4, em particular p. 53-63.

GASPAR, Joaquim Alves – *Cartas e projecções cartográficas*. 3.^a ed. Lisboa: Lidel, 2005. 331 p. ISBN 972-757-371-1.

Ver, em particular, capítulo 2, p. 57-93.

PORTUGAL. Instituto Geográfico do Exército – *Sistemas de referência*. 3.^a ed. Lisboa: I.G.E., 2004. 85 p. ISBN 972-765-785-0.

ROBINSON, Arthur H. *et al.* – *Elements of Cartography*. 6.^a ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 674 p. ISBN 0-471-55579-7.

Ver capítulos 4 e 6, em particular p. 46-58 e 95-110.

Outras referências:

CASACA, João; MATOS, João; BAIO, Miguel – *Topografia geral*. Lisboa: 3.^a ed. Lisboa: Lidel, 2004. 328 p. ISBN 972-757-135-2.

PORTUGAL. Instituto Geográfico do Exército – *Manual de leitura de cartas*. 5.^a ed. Lisboa: I.G.E., 2002. 109 p. ISBN 972-790-896-9.

MALING, D. H. – *Coordinate systems and map projections*. 2.^a ed. Oxford: Pergamon Press, 1992. 476 p. ISBN 0-08-037234-1.

5. SIMBOLIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

5.1. INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E SÍMBOLOS CARTOGRÁFICOS

a) O **conceito de símbolo** cartográfico.

- Símbolo cartográfico: indicação gráfica de um objecto ou fenómeno, evocando-o de forma simplificada ou esquematizada, com representação mais ou menos rigorosa ou sugerindo a área que ocupa.
- Não é usual utilizar, em português, sinal como sinónimo, ou com significado aproximado, de símbolo, com excepção de sinal convencional (certos símbolos dos mapas topográficos ou afins, com dimensão propositadamente exagerada em relação à escala do mapa).

b) A **dimensão espacial** dos fenómenos geográficos.

- Fenómenos pontuais (sem dimensão, isto é, sem extensão);
- Fenómenos lineares (1 dimensão);
- Fenómenos em área (2 dimensões);
- Fenómenos volumétricos:
 - 2,5D: conceptualizados por uma superfície, em que cada ponto é definido pelas coordenadas x e y (posição geográfica) e pelo valor do fenómeno que dá a altura acima do ponto 0 (ou a profundidade, abaixo desse ponto), como no caso da superfície da Terra ou da precipitação total numa certa área;
 - 3D: nestes, cada ponto é definido por 4 valores, correspondentes às coordenadas x, y e z (altura ou profundidade) e ao valor do fenómeno.

c) As **escalas de medida** dos dados geográficos:

- Escala nominal;
- Escala ordinal;
- Escala de intervalos;
- Escala de razão.

d) Os **grandes tipos de símbolos** cartográficos.

- Grande **variedade** de símbolos:

- Símbolos pontuais, lineares ou em mancha (em função da sua implantação gráfica no plano bidimensional; fig. 5.1);
 - Símbolos figurativos ou abstractos (consoante sejam mais ou menos evocadores da realidade);
 - Símbolos proporcionais, geométricos, etc. (dependendo das suas características).
- Relação entre os tipos de símbolos e a natureza e dimensão espacial dos fenómenos: analogia entre as características dos fenómenos e a sua representação gráfica.

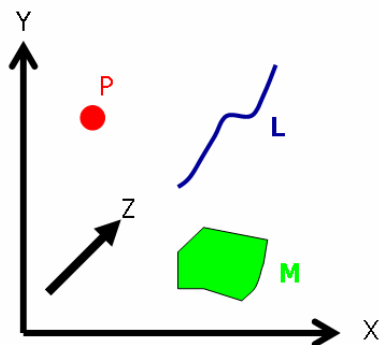


Fig. 5.1 – Implantação gráfica dos símbolos. P: pontual; L: linear; M: mancha.

5.2. VARIÁVEIS VISUAIS

a) As variáveis visuais segundo Jacques Bertin e as novas propostas.

- As variáveis visuais (ou as grandes famílias de símbolos gráficos, agrupadas segundo o modo como são percebidas as suas diferenças) segundo J. Bertin (fig. 5.2):
- *Tamanho*;
 - *Valor*;
 - *Textura* (ou grão);
 - *Cor* (entendida por Bertin apenas na sua dimensão principal, sem variação de valor ou de croma);
 - *Orientação*;
 - *Forma*.
- As novas propostas de variáveis visuais (muito simplificado e sem considerar as variáveis dinâmicas), distinguindo, para além das utilizadas nas representações pontuais, lineares, em área ou mancha (isto é, nas representações estáticas no plano), as tridimensionais (2,5D e as verdadeiras 3D):
- *elevação* (acima ou abaixo do plano da representação), designada por altura em perspectiva (Slocum *et al.*, 2005) ou elevação (MacEacheren, 1995);
 - *estrutura*, referida ao modo como os sinais gráficos se distribuem (nos símbolos em mancha e em representações 3D) ou à variação das características desses sinais (no caso de símbolos pontuais ou lineares);
 - *croma* ou *intensidade* (da cor), correspondente também à saturação ou pureza.

b) **Propriedades perceptivas** das variáveis visuais e utilização.

– Propriedades das variáveis visuais (ordenadas segundo o seu nível de organização visual):

- *Quantitativa* (Q, proporcional); representação de valores absolutos (dados em escalas de intervalo ou de razão): tamanho.
- *Ordenada* (O); representação de classes numéricas ou de categorias sequenciais (dados em escala ordinal ou nela transformados): valor (essencialmente); nalguns casos, textura (só com número restrito de variações e grandes diferenças) e cor (quando a dimensão valor prepondera sobre as outras duas).

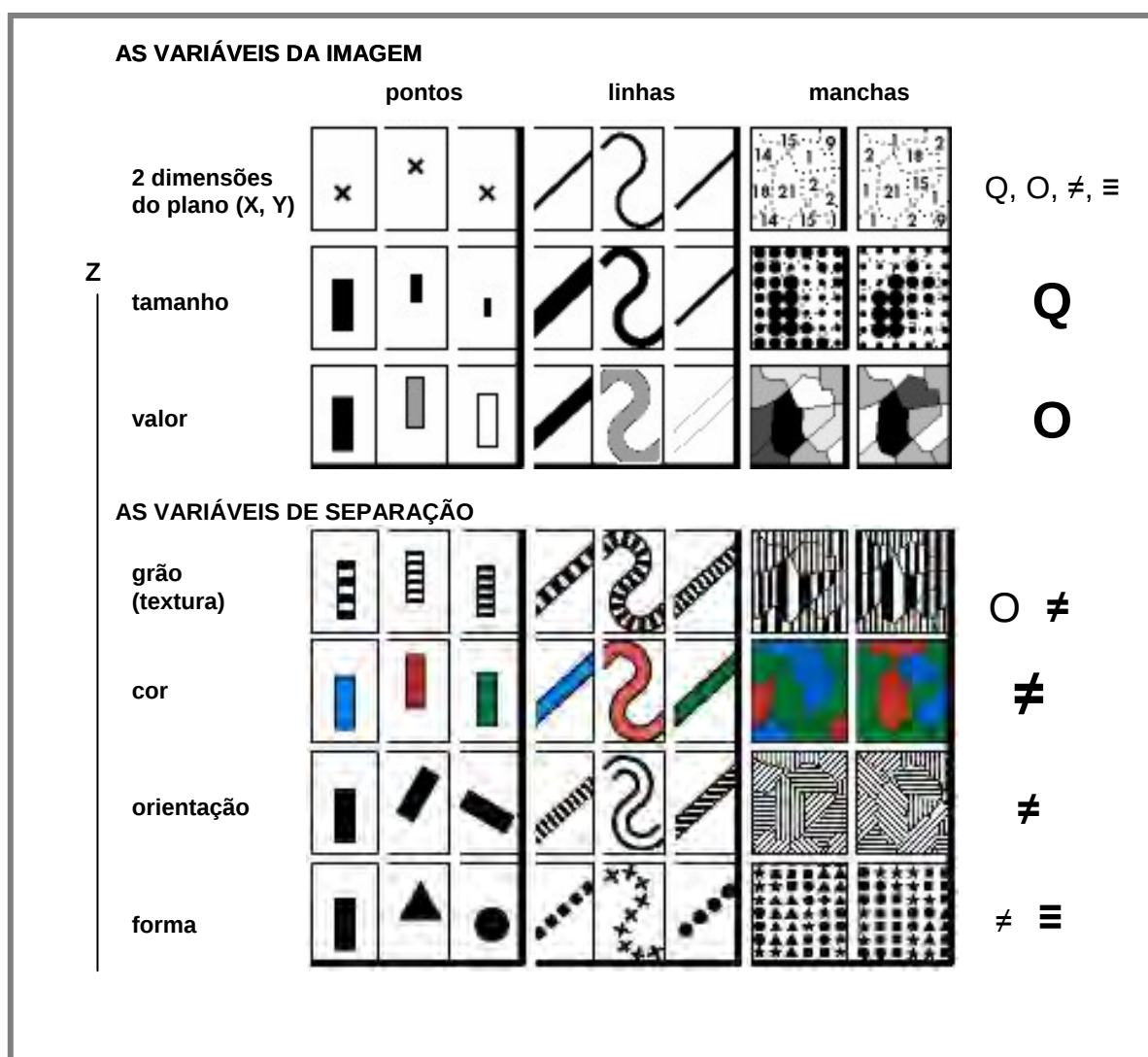


Fig. 5.2 – As variáveis visuais propostas por Jacques Bertin¹. As propriedades perceptivas mais relevantes são indicadas à direita.

¹ Segundo sistematização adaptada de http://www.sciences-po.fr/cartographie/semio/graphique_bertin2001/flash/accueil.html.

- *Selectiva* ($\neq$, diferencial); representação de informações diferenciadas (dados nominais): essencialmente cor (sobretudo em mancha) e orientação.
 - *Associativa* ($\equiv$, visibilidade constante); no geral sem interesse cartográfico isoladamente: forma.
- Adequação das variáveis visuais à escala de medição dos dados (fig. 5.3).

		Escala de medição dos dados		
		nominal	ordinal	intervalos ou razão
Variáveis visuais	elevação			
	tamanho			
	valor			
	tonalidade		se bem seleccionada	
	croma (ou intensidade)			
	textura	desagradável	desagradável	
	estrutura			
	orientação			
	forma			

Fig. 5.3 – Utilização das variáveis visuais de acordo com a escala de medição dos dados. Os três níveis representados, do cinzento-escuro ao branco, traduzem a eficácia dessas variáveis na visualização: boa, fraca e má.

c) **Utilização do tamanho, da textura, da estrutura, da orientação e da forma como símbolos gráficos** (pelo desenvolvimento dado à cor e ao valor, estes são apresentados em pontos separados).

- Relação entre a variação de tamanho dos símbolos e os dados representados (com maior desenvolvimento no ponto 7 do programa, referente às representações cartográficas pontuais).
- No caso de símbolos pontuais que são figuras bidimensionais: área proporcional aos valores representados ($A = Q$);
- No caso de símbolos pontuais que são figuras volumétricas: volume proporcional aos valores representados ($V = Q$);
- Em símbolos lineares: espessura do traço proporcional aos valores representados ($L = Q$).

- Símbolos com variação de textura.
 - Textura de uma trama: número de elementos gráficos por unidade de comprimento (geralmente a polegada linear); texturas grosseiras e finas.
 - Percepção de variação preto/branco em texturas diferentes (sem que haja variação física da proporção de preto).
 - Variação desagradável, quando utilizada isoladamente.
- Utilização de símbolos que variam na sua orientação (avaliada pelo ângulo feito em relação ao plano da leitura), em implantação linear e em mancha.
- Utilização de símbolos pontuais e lineares que variam na forma e preferência pela utilização de figuras geométricas simples.
- Utilização de símbolos que variam na sua estrutura, particularmente em implantação linear e pontual.

d) Utilizações preferenciais e combinação de variáveis visuais.

- Implantações gráficas preferenciais das variáveis visuais.
- Combinação de variáveis visuais na representação de determinada informação.
Resultado:
 - Mesmas propriedades da variável visual de nível mais alto. Exemplos: Tamanho + Forma = Q; Valor + Textura = O.
 - Reforço das propriedades em comum. Exemplos e resultados: Tamanho + Forma pouco eficaz; Valor + Textura com interesse, por acentuar os contrastes visuais e permitir a discriminação de maior número de níveis da informação.

5.3. COR E SIMBOLIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

a) O conceito de cor.

- Cor (de uma superfície colorida): sensação psicofisiológica resultante da visão de uma superfície colorida; em Cartografia: tipo de símbolo cartográfico.
- Complexidade do conceito.
- *Dimensões da cor*: cor propriamente dita (ou tonalidade; H); valor (V); croma (C), intensidade, saturação ou pureza (fig. 5.4).

b) Síntese (ou mistura) de cores:

- *Síntese aditiva*; cores primárias aditivas: vermelho (R), verde (G), azul (B); $R+G+B=\text{branco}$.
- *Síntese subtrativa*; cores primárias subtrativas: magenta (M), amarelo (Y), ciano (C); $M+Y+C=\text{preto}$.

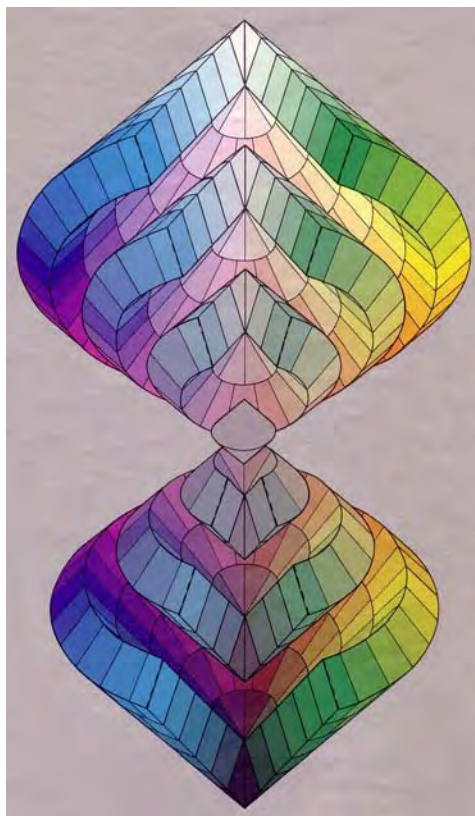
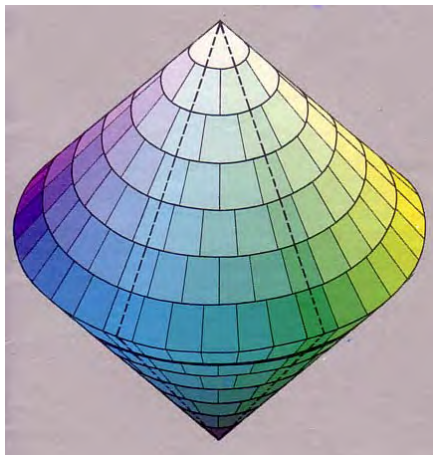
c) Sistemas de notação das cores.

- Um exemplo: o sistema de Munsell (fig. 5.5).

- Espaço das cores de Munsell: 5 cores principais (5R, 5Y, 5G, 5B e 5P) e 5 intermédias (5RP, 5YR, 5GY, 5BG e 5PB);
 - Valor: 10 níveis (0=preto; 10=branco; 5=valor médio);
 - Croma com número variável de níveis.
- Forma de notação no sistema de Munsell: H, V/C; N V/, no caso dos neutros.
- Exemplos de notação:
5R 5/14 = vermelho intenso

N 1/ = preto
N 9/ = branco
N 5/ = cinzento médio
 - Exemplos de aplicação.
- Outro exemplo: o modelo RGB (fig. 5.6) - cubo cujos vértices correspondem a R (vermelho, x), G (verde, y), B (azul, z), amarelo (R+G), magenta (R+B), ciano (G+B), preto (0, 0, 0) e branco (255, 255, 255).

Fig. 5.4 – Exemplificação da disposição das cores num sólido de cores.



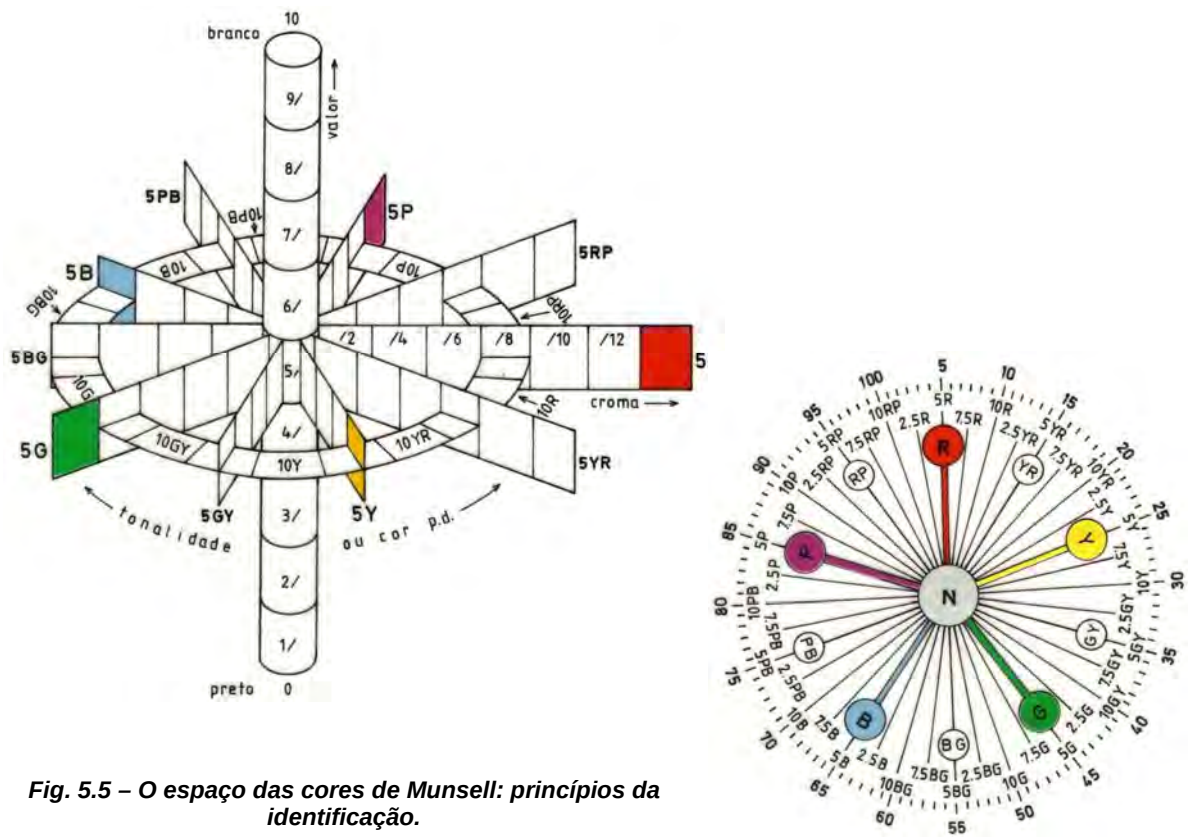


Fig. 5.5 – O espaço das cores de Munsell: princípios da identificação.

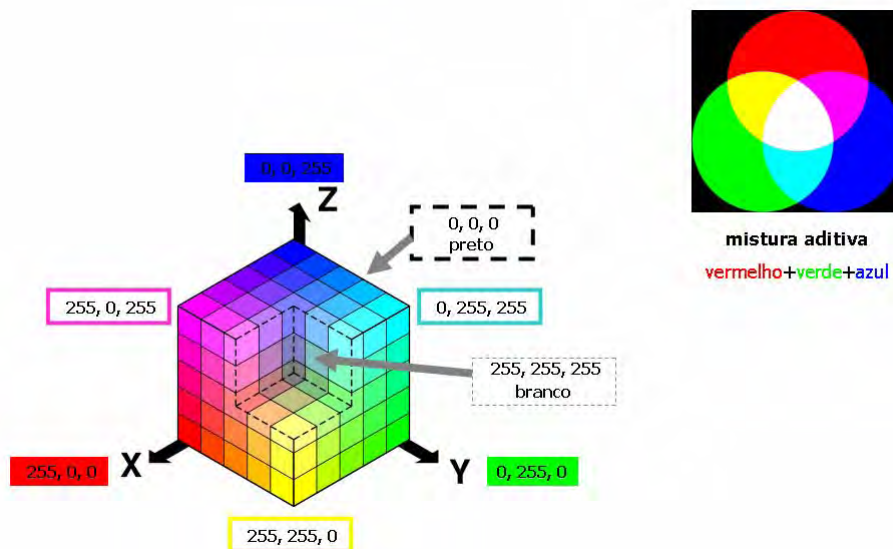


Fig. 5.6 – O modelo RGB: princípios da identificação.

d) **Utilização da cor** em Cartografia. Factores a ter em conta:

- **Natureza dos dados:** dados qualitativos e quantitativos (veja-se o ponto referente às sequências de cor).
- **Contraste simultâneo** (mudança aparente da cor por influência do fundo ou de cores vizinhas).
 - Contraste simultâneo em símbolos coloridos (exemplo: verde mais azulado em fundo amarelo e mais amarelado em fundo azul; aproximação em relação à cor complementar) e a preto e branco (cinzento aparentemente mais escuro em fundo branco e mais claro em fundo preto).
 - Efeito que afecta a leitura de símbolos que se repartem desigualmente no mapa, dificultando a sua correcta identificação na legenda.
 - Solução: redução do número de categorias representadas para acentuar os contrastes visuais dos símbolos.
- Associação das cores (**características conotativas**) e convenções (fig. 5.7).
 - Exemplos: verde = frio; vermelho = quente; azul = húmido; amarelo = soalheiro, etc. Associações de natureza cognitiva e cultural, que podem variar com os utilizadores e ao longo do tempo.
 - Convenções conotativas (azul - água).
 - Convenções instituídas (vermelho - rochas ígneas).
 - O caso das sequências hipsométricas.
- Aspectos estéticos ou **preferências pelas cores**.
 - Escalas afectivas. Diferentes exemplos que têm sido propostos: 1.º azul, 2.º vermelho, 3.º verde, ..., amarelo; 1.º azul, 2.º verde, 3.º púrpura, 4.º vermelho, 5.º amarelo. Outras propostas, diferentes, colocam sempre, no entanto, o azul e o amarelo nas extremidades das preferências. Dificuldades: variações entre indivíduos e culturais.
- **Sensibilidade** à cor e deficiências na visão cromática.
 - Sensibilidade variável com a cor e o espaço por ela ocupado.
 - Importância das deficiências de visão cromática (que afecta cerca de 4 a 5 % das pessoas).

5.4. VALOR E SIMBOLIZAÇÃO CARTOGRÁFICA. ESCALAS DE VALOR E CONSTRUÇÃO DE SEQUÊNCIAS

a) Os conceitos de **valor** e de **escala de cinzento**.

- Valor: sensação de claro ou escuro, referenciada a séries ordenadas de cinzentos (designadas por escalas de cinzento). Este parâmetro, que descreve a característica percebida do símbolo, é referido de 0 (preto) até um limiar máximo (branco), que varia com o sistema de identificação das cores (sendo de 10 no de Munsell).

Cor	Conotação da cor	Utilização cartográfica
	Pureza, limpeza, doença, fé	Informação de fundo, classes de valores fracos
	Alegria, quente, seco, juventude, ódio, cobardia, optimismo	Áreas de pouca vegetação ou secas
	Fogo, Outono, saboroso, abundância, atenção	(ver vermelho; castanho: relevo, terreno)
	Ação, importância, perigo, paixão, poder, raiva, bravura	Áreas quentes e secas, estradas, variações positivas
	Juventude, natureza, paz, imaturidade, inveja, ignorância	Áreas verdes, arborizadas ou baixas
	Frio, serenidade, solidão, formalidade, melancolia	Água, zonas frias, precipitações intensas, variações negativas
	Quietude, reserva, tristeza	Áreas marginais
	Mistério, força, peso	Edificações, fronteira, toponímia

Fig. 5.7 – Características conotativas da cor e uso convencional nos mapas.

- Escala de cinzento: série ordenada de amostras de cinzento, com maior ou menor número de intervalos, escalonadas do branco ao preto. As curvas de cinzentos exprimem graficamente esta relação.
- Escala de valor: tipo particular de escala de cinzento, em que este se ordena do preto ao branco, com iguais intervalos do ponto de vista visual (isto é, iguais intervalos de valor).

b) **Relação reflectância (ou percentagem de preto) / valor:** relação não linear entre a medida física dos cinzentos e a medida percebida (fig. 5.8).

- O caso da escala de Munsell; diferenças com outras escalas de cinzentos e sua utilização.

c) **Aplicação das escalas de cinzentos** (ou de uma cor) à construção de sequências cartográficas. Exemplos de determinação da percentagem de preto das tramas de sequências "acromáticas" (introdutório; fig. 5.9).

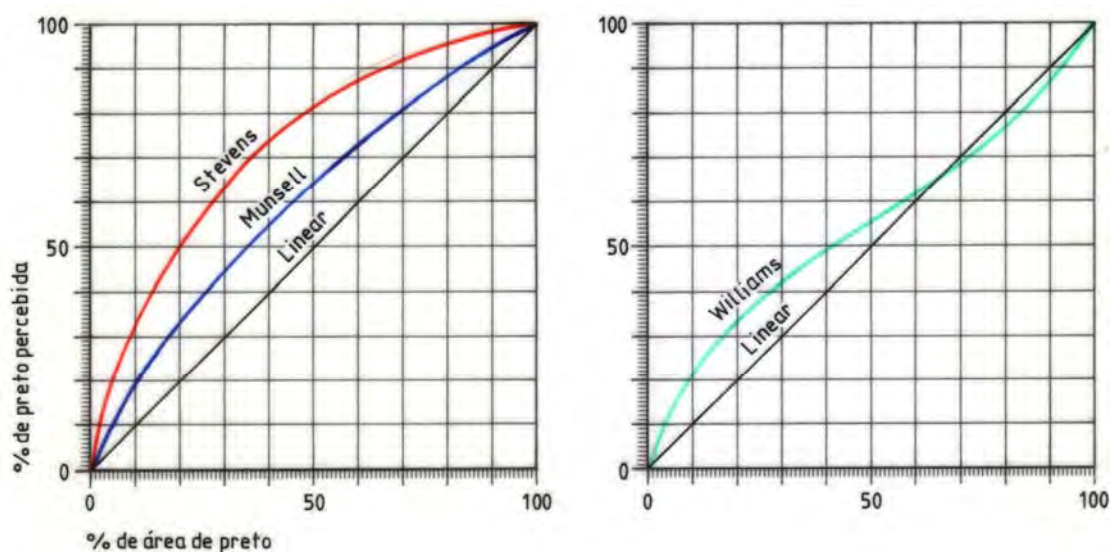


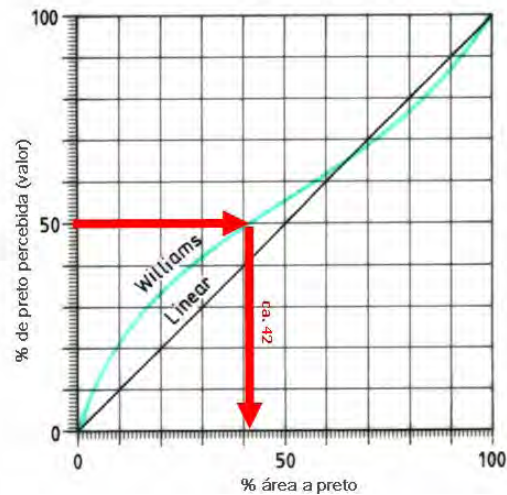
Fig. 5.8 – Curvas de cinzentos utilizadas para converter as características percebidas dos símbolos a preto e branco (valor) em percentagens de preto a utilizar na representação. No gráfico da esquerda, curvas usadas para cinzentos regulares ou de estrutura imperceptível, em mapas coropletos com (curva de Munsell) e sem (curva de Stevens) classes. No gráfico da direita, curva de Williams utilizada para obter sequências de cinzentos a partir de tramas com texturas grosseiras ou de estrutura perceptível.

d) Construção de sequências de cor.

- Tipos de sequências em dados quantitativos: unipolar, bipolar (ou divergente), oscilante e bivariada.
 - **Sequência unipolar** (em que um fenómeno varia num sentido): tradução dos degraus sequenciais dos dados por idênticos degraus na escala de valor, mantendo constante a tonalidade e o croma ou fazendo-os variar (valor+croma acentua contrastes visuais) mas escolhendo cores mais claras para valores baixos e mais escuras para os elevados (isto é, subordinando a tonalidade às diferenças de valor).
 - **Sequência bipolar ou divergente** (em que há um ponto de divisão natural ou significativo inerente aos dados, que os divide em 2 partes distintas: 0 ou média, por exemplo): tradução dos degraus sequenciais dos dados por idênticos degraus na escala de valor. Neste caso, 2 tonalidades divergem a partir do branco ou de outra cor clara ou ainda do cinzento. Exemplo: verde-escuro a amarelado, amarelo, amarelo a laranja-escuro; vermelho-escuro a claro, cinzento, azul-claro a escuro. A identificação das cores como distintas é um factor importante: é o caso do azul-vermelho (mas não do vermelho-rosa).
 - **Sequência oscilante** (em que dois fenómenos coexistem complementarmente, de modo que aumentando um diminui o outro): tradução a partir de um par de cores percebidas como únicas e distintas (primárias perceptivas) e outras percebidas como mistura daquelas (princípio da individualidade perceptiva das cores), utilizando-se sequências unipolares ou bipolares. Exemplo: magenta+cião=púrpura.

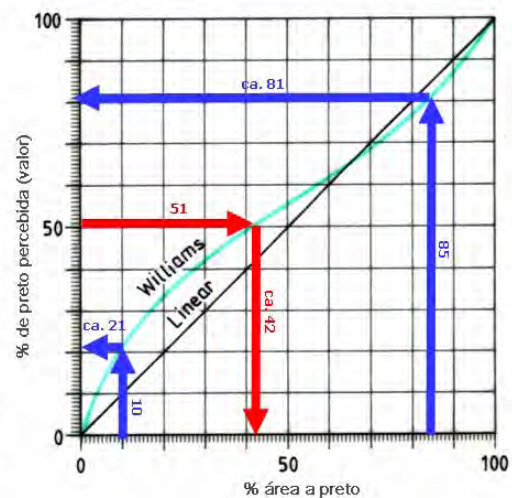
1.º caso: 3 classes regulares, com igual amplitude (logo, sequência de símbolos com iguais intervalos visuais), sendo os extremos a preto e branco

Classes	Limites numéricos (exemplo)	Valor (%)	% de preto a utilizar
1	0 - 100	0	0
2	100 - 200	50	± 42
3	200 - 300	100	100



2.º caso: 3 classes regulares, com igual amplitude, cujos extremos se pretendem representar por 10 e 85 % de preto

Classes	Limites numéricos (exemplo)	Valor (%)	% de preto a utilizar
1	0 - 100	± 21	10
2	100 - 200	51	± 42
3	200 - 300	± 81	85



3.º caso: 3 classes irregulares (a que deve corresponder uma sequência com idêntica irregularidade visual). a) Determinação do centro de cada classe; b) determinação do valor das classes extremas (1 e 3); c) partição da escala de valor entre aqueles extremos, considerando o centro da classes; d) determinação da % de preto correspondente.

Classes	Limites numéricos (exemplo)	Amplitu- de das classes	Centro das classes	Valor (%)	% de preto a utilizar
1	0 - 50	50	25	± 21	10
2	100 - 200	100	150	43	± 31
3	200 - 500	300	350	± 81	85

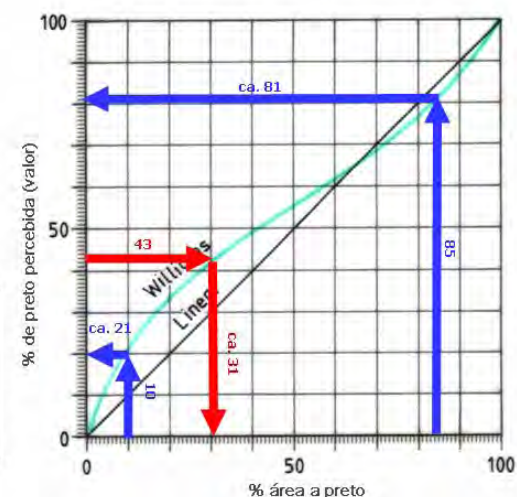


Fig. 5.9 – Exemplo de construção de sequências para representar classes de valores numéricos, utilizando uma curva de cinzentos, com diferentes opções quanto às classes extremas. As classes são regulares, no primeiro e segundo casos, e irregulares, no terceiro. Os resultados decorrem da partição do eixo das ordenadas do gráfico (valor percebido) em tantas partes (iguais ou desiguais) quanto o número de classes e leitura dos valores correspondentes no eixo das abcissas (% de preto).

- **Sequência bivariada:** tradução por cores complementares (2 tonalidades situadas em pontos opostos do sólido das cores, que por mistura originam o cinzento do mesmo valor). Combinação do vermelho+cião (para representar, na fig. 5.10, a relação das variáveis 1 e 2).

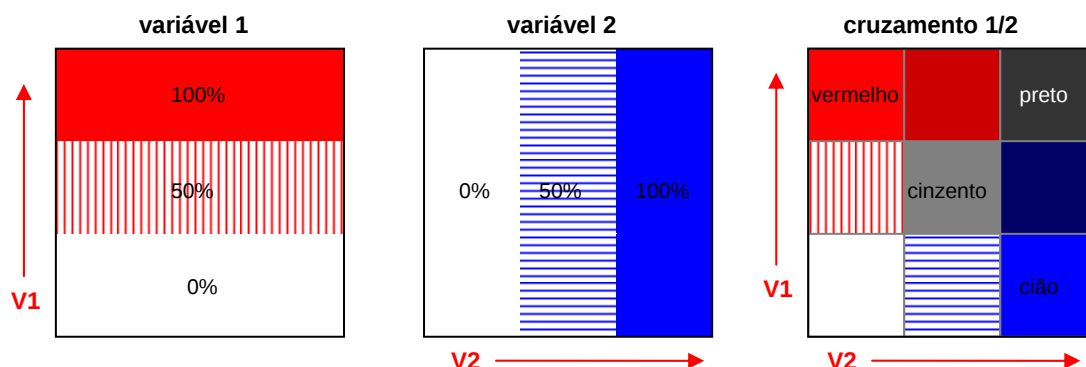


Fig. 5.10 – Proposta de simbolização do cruzamento de 2 variáveis, com base num par de cores complementares (vermelho - cião), segundo J. R. Eyton, 1984¹. De notar que as cores representadas não são verdadeiras. Na diagonal do cruzamento 1/2 origina-se uma escala de cinzentos.

- As sequências ordenadas são mais eficazes, sobretudo as baseadas na variação tonalidade-valor. Variando a sua eficácia consoante os tipos de utilização, as sequências devem na maioria dos casos permitir uma ampla utilização, porque nem sempre esta se consegue prever de forma adequada.

OBJECTIVOS DOS EXERCÍCIOS PRÁTICOS

- Identificar os elementos do mapa, distinguindo as informações do fundo e do tema.
- Identificar e utilizar adequadamente as implantações gráficas dos símbolos e as variáveis visuais.
- Compreender a construção de sequências de valor na representação de fenómenos geográficos quantitativos.

Referências bibliográficas fundamentais:

BERTIN, Jacques – Brève présentation de la graphique: diagrammes, réseaux, cartes [Em linha]. In *Atelier de Cartographie*. Paris: Sciences Po, 2003 [Consult. 12 de Março de 2007]. Disponível em: http://www.sciences-po.fr/cartographie/semio/graphique_bertin-2001/index.html.

¹ EYTON, J. Ronald – Complementary-color two-variable maps. *Annals of the Association of American Geographers*. Washington: Association of American Geographers. ISSN 0004-5608. Vol. 74, n.º 3 (1984), p. 477-490.

BONIN, Serge - *Initiation à la graphique*: transcription visuelle des données statistiques et cartographiques. [2.^a ed.]. Paris: Épi, 1983. 170 p. ISBN 2-7045-0179-3.

Ver p. 86 a 109.

GASPAR, Joaquim Alves – *Cartas e projecções cartográficas*. 3.^a ed. Lisboa: Lidel, 2005. 331 p. ISBN 972-757-371-1.

Ver p. 164-173.

MITRANO, P. – Sémiologie graphique [Em linha]. In *Atelier de Cartographie*. Paris: Sciences Po, 2005 [Consult. 12 de Março de 2007]. Disponível em: http://www.sciences-po.fr/cartographie/semio/index_theorie.html.

ROBINSON, Arthur H. *et al.* - *Elements of Cartography*. 6.^a ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 674 p. ISBN 0-471-55579-7.

Ver capítulos 18 a 21 e 25, em particular, p. 318-330, 341-345, 351-354, 356-357, 380-402 e 475-492.

ROULEAU, B. – Theory of cartographic expression and design. In INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION - *Basic Cartography for students and technicians*. Hampshire: I. C. A., 1984. Vol. I, p. 81-111.

SLOCUM, Terry A. *et al.* – *Thematic Cartography and geographic visualization*. 2.^a ed. London: Pearson Education, 2005. 518 p. ISBN 0-13-035123-7.

Ver capítulo 4, p. 56-73, e 10, p. 181-198, e ainda p. 253-262.

Outras referências:

BERTIN, Jacques - *Sémiologie graphique*. [1.^a ed.]. Paris: Gauthier-Villars, 1967. 432 p.

Ver, em especial, p. 41 a 97.

BERTIN, Jacques - *La graphique et le traitement graphique de l'information*. Paris: Flammarion, 1977. 275 p. ISBN 2-08-211112-1.

Ver p. 186 a 232.

MacEACHREN, Alan M. – *How maps work*: representation, visualization, and design. New York: The Guilford Press, 1995. 513 p. ISBN 0-89862-589-0.

Ver capítulo 6, em particular, p. 269-306.

MERSEY, Janet E. - *Colour and thematic map design*: the role of colour scheme and map complexity in choropleth map communication. Toronto: University of Toronto Press, 1990. 157 p. (Cartographica; monograph 41). ISBN 919870-41-4.

6. MAPAS TEMÁTICOS. TIPOS E CARACTERÍSTICAS

6.1. ALGUMAS FAMÍLIAS DE MAPAS TEMÁTICOS

- Em função da natureza dos dados.
 - Mapas "qualitativos": representam dados em escala nominal ou ordinal;
 - Mapas "quantitativos": representam dados em escala de intervalos ou de razão.
- Em função dos símbolos utilizados (intimamente ligados à natureza dos dados e às técnicas cartográficas).
 - Mapas de símbolos pontuais;
 - Mapas de símbolos lineares;
 - Mapas de símbolos em mancha.
- Variantes destes mapas em função das características dos símbolos temáticos; grande variedade de termos para os distinguir. Exemplos:
 - No caso de símbolos pontuais: mapas de pontos, de círculos proporcionais, de esferas, de cubos (ou de quaisquer outras figuras geométricas, bi ou tridimensionais);
 - No caso de símbolos lineares: mapas de isolinhas, mapas isopleto, mapas de fluxos, etc.
 - No caso de símbolos em mancha: entre outros, mapas coropletos (designados durante muito tempo por mapas "estatísticos"), os mais utilizados e conhecidos, mapas densimétricos, bivariados, etc.
- Em função da distorção ou não da base espacial.
 - Maioria dos mapas convencionais: sem distorção;
 - Transformações cartográficas (fig. 6.1): distorção do suporte espacial em função dos dados temáticos (com transformação, por exemplo, das distâncias entre lugares ou das áreas da malha espacial). Algumas transformações são conhecidas por designações específicas (embora nem sempre entendidas na mesma acepção, até por se tratar de uma área actualmente em expansão na Cartografia, facilitada pelas novas tecnologias), como as anamorfoses (geralmente entendidas como as transformações acompanhadas pela mudança das formas, logo, dos contornos do

próprio mapa) e os cartogramas (designação que em regra se aplica às deformações em que a área das unidades espaciais é proporcional aos valores temáticos).

- Em função do número de variáveis retratadas (ou temas).
 - Mapas unitemáticos;
 - Mapas pluritemáticos, com justaposição gráfica (tantos símbolos quantos os dados) ou combinação (com representação de categorias resultantes de tratamento prévio dos dados, fig. 6.2).

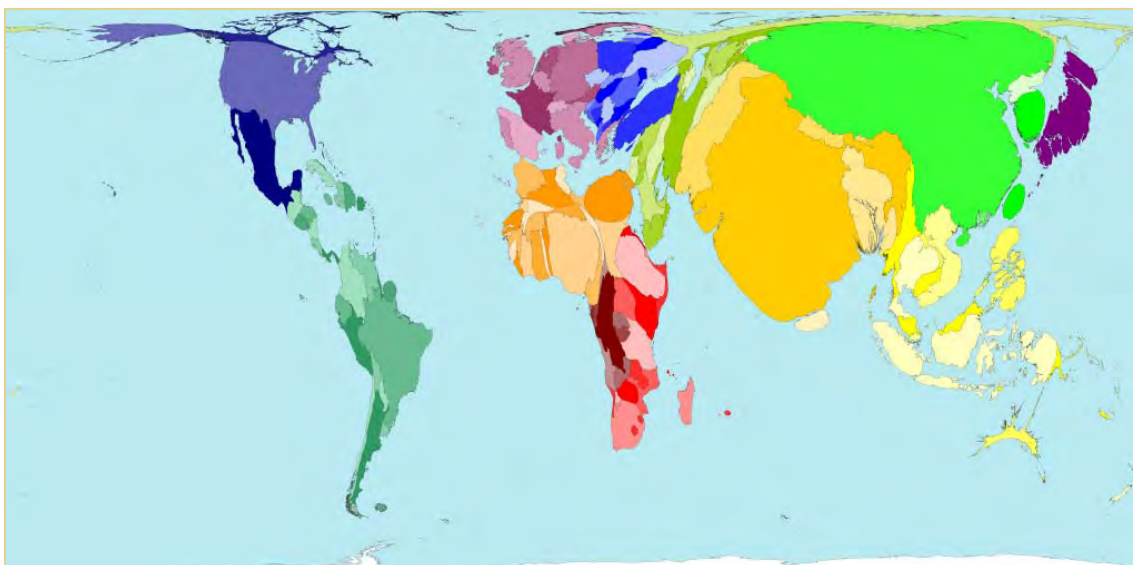


Fig. 6.1 – Cartograma ilustrando a distribuição da população mundial em 2002, segundo o WorldMapper da Universidade de Sheffield e de Michigan (<http://www.worldmapper.org/>).

6.2. OS DOIS PLANOS DA INFORMAÇÃO: TEMA E FUNDO

a) O **conceito de fundo do mapa**: conjunto de informações representadas que serve de suporte ao conteúdo do mapa temático, como os limites administrativos, os cursos de água ou a linha de costa. O fundo do mapa pode ser constituído por elementos significativos relativamente ao tema abordado ou por meras referências espaciais.

b) O **conceito de tema (ou conteúdo) do mapa**: conjunto de factos representados num mapa que constitui o assunto central, geralmente mencionado no título.

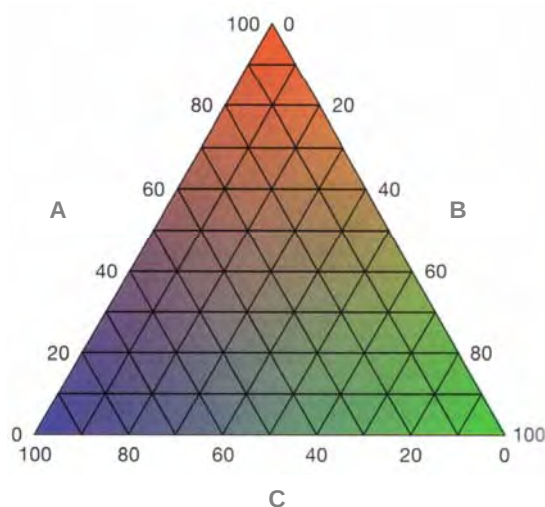


Fig. 6.2 – Exemplo de um esquema de cores para a criação de um mapa a três variáveis (A, B e C). Os valores dos lados do diagrama triangular estão expressos em percentagem.

c) **Escolha do suporte espacial** do mapa temático, quanto à escala e projecção cartográfica.

- Escala: relação estreita com o tema e os objectivos do mapa.
- Projecção cartográfica: adequação da projecção ao tema e ao espaço representado.
- Recurso a informação de base "séria": geralmente mapas topográficos ou afins, eventualmente outros.

d) **As informações do fundo:**

- Limites da área representada;
- Elementos referentes à base espacial dos dados temáticos (exemplo: limites dos concelhos ou rede de estações meteorológicas);
- Elementos estáveis de referenciação espacial (rios principais, estradas ou localidades, etc.);
- Elementos de compreensão e explicação do tema.

e) **Relação gráfica fundo/tema:**

- Discriminação clara.
- Separação e ordenação visual dos vários níveis de informação do fundo (e do tema), que implicam contrastes visuais suficientes.

f) **Algumas escolhas:**

- Que mapa? E quantos mapas?
- Que base cartográfica?
- Um só tema por mapa (mapa unitemático) ou mais do que um tema (mapa pluritemático)?

- Mapas unitemáticos: que simbolização do tema (pontual, linear ou em mancha; 2D ou 3D)?
- Mapas multitemáticos: justaposição ou combinação cartográfica?

g) Necessidade de equacionar correctamente as características dos dados, os objectivos e as funções do mapa, assim como os utilizadores.

6.3. NATUREZA DA INFORMAÇÃO E FONTES DE DADOS CARTOGRÁFICOS

a) Natureza da informação cartográfica.

- Implantação geométrica da informação (que determina a implantação gráfica dos símbolos correspondentes): pontual, linear, em área (e volumétrica);
- Informação espacialmente contínua ou descontínua;
- Níveis de medição (ou "escalas" de medição) dos dados (que condiciona a escolha dos tipos de símbolos/variáveis visuais): nominal, ordinal, de intervalo e de razão; essencialmente separação dos dados em "quantitativos" (escalas de intervalo e de razão) e "qualitativos" (escalas ordinais e nominais).
- "Formas" dos dados: dados absolutos ou relativos; de variáveis simples ou compósitas; com valores individuais ou agregados (classes de valores).

b) **Fontes de dados** para a Cartografia: muito diversas, às vezes não directamente comparáveis e utilizáveis (logo, implicando transformações, diferentes consoante se referem ao fundo ou ao conteúdo); grandes categorias de fontes.

- *Informação cartográfica*: indispensável para o fundo do mapa temático e eventualmente também para o conteúdo.
 - Mapas gerais, de referência espacial (plantas, mapas topográficos ou outros), essenciais sobretudo para a construção do fundo do mapa temático;
 - Mapas temáticos existentes, tanto mapas de inventário (solos, agrícolas, geológicos, etc.), que constituem uma fonte importante de informação, como mapas de ilustração (geralmente demasiado esquemáticos para serem fonte satisfatória) ou destinados a outros fins.
- *Imagens*: muito ricas de informação; problema das distorções. Distinguem-se:
 - Imagens fotográficas: fotografias de avião, verticais ou oblíquas, e fotografias tiradas do solo;
 - Imagens de satélite.
- *Dados numéricos* diversos, de origens muito variadas:
 - Medições efectuadas directamente à superfície da Terra (dados meteorológicos, caudais, etc.);
 - Medições indirectas, sobre mapas ou imagens (declives, etc.)
 - Dados de estatísticas diversas, censos, inquéritos, etc.
- *Publicações*: livros, revistas, etc.

6.4. ETAPAS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM MAPA TEMÁTICO

- a) Considerar a distribuição real do fenómeno a representar. Isto implica analisar o detalhe da distribuição e, em função, decidir o grau de generalização adequado aos propósitos do mapa.
- b) Determinar os objectivos do mapa e os seus potenciais utilizadores.
- c) Recolher dados adequados para os objectivos do mapa.
- d) Conceber e construir o mapa. Esta etapa implica equacionar as seguintes questões:
 - Qual a finalidade do mapa: fornecer informação específica sobre os lugares ou informação geral sobre a distribuição do fenómeno.
 - A dimensão espacial dos dados: dados relacionados com pontos, linhas ou áreas.
 - Escala de medição dos dados: nominais, ordinais, de intervalos ou de razão.
 - Características dos dados e necessidade de normalização ou ponderação.
 - Número de atributos a representar.
 - Existência ou não de componente temporal nos dados.
 - Existência ou não de limitações técnicas: uso da cor ou não, dimensão do mapa, etc.
 - Características dos utilizadores: público em geral, profissionais, etc.
 - Constrangimentos de tempo ou outros.

- e) Avaliar se os utilizadores consideram o mapa útil e informativo. Exemplo:

Pretende construir-se um mapa da distribuição da população. Os dados disponíveis são, por exemplo, valores absolutos do número de habitantes por determinada unidade espacial. Soluções possíveis (algumas erradas ou imperfeitas, muitas vezes baseadas nos dados disponíveis, na rapidez de execução ou no *software* disponível ou conhecido, sem reflexão): representar os valores absolutos em mancha (solução inaceitável); representar os valores absolutos por círculos (solução imperfeita); transformar os dados, determinando o número de habitantes por km², e representação em mancha (solução correcta); representação sob a forma de mapa de pontos (nalguns casos a melhor solução).

6.5. NÍVEIS DE LEITURA E FUNÇÕES DOS MAPAS TEMÁTICOS

- a) **Níveis de leitura** (e de compreensão da informação representada; fig. 6.3):
 - *Leitura global* (de conjunto ou holística): permite a apreciação global da distribuição espacial do tema e a "regionalização" da imagem, por individualização de subconjuntos considerados homogéneos. Corresponde a distinguir e identificar o padrão da distribuição espacial.
 - *Leitura elementar* (ou atomística): permite resposta a questões do tipo "em tal lugar, o que existe?". Corresponde a distinguir os atributos individualizados em cada ponto. A leitura de conjunto supõe possibilidade de leitura elementar, mas não o inverso.

b) **Funções** mais importantes dos mapas temáticos:

- fornecer **informação específica** sobre determinadas localizações;
- fornecer **informação geral** sobre a repartição espacial de fenómenos geográficos;
- **comparar distribuições** em dois ou mais mapas.

c) Níveis de leitura, finalidade dos mapas e representação temática.

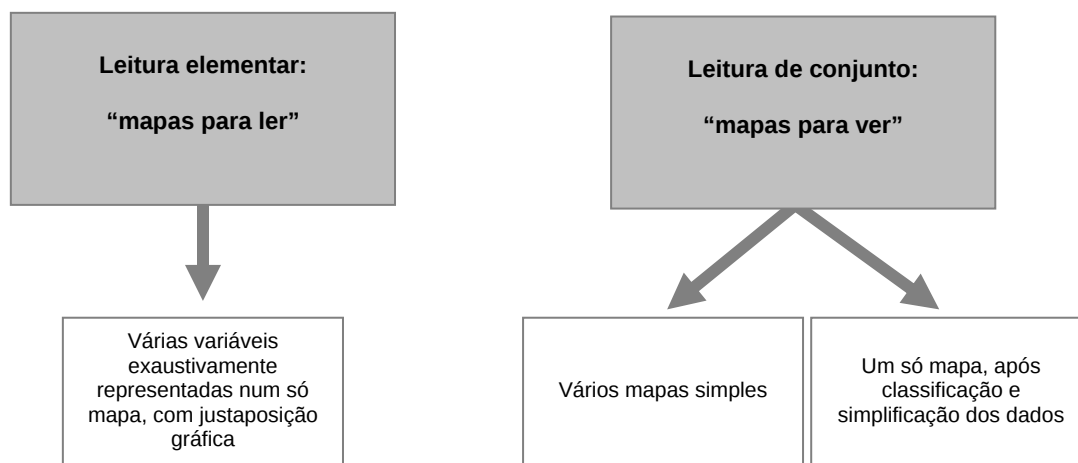


Fig. 6.3 – Os níveis de leitura: justaposição gráfica associada à leitura elementar (ineficaz quando se pretende visualizar o padrão de repartição espacial dos fenómenos) e soluções para uma leitura de conjunto.

Referências bibliográficas fundamentais:

DENT, Borden D. – *Cartography: thematic map design*. 2.^a ed. Dubuque: W. C. Brown Publishers, 1990. 433 p. ISBN 0-697-07991-0.

Ver capítulo 4, em particular p. 95-104.

ROBINSON, Arthur H. *et al.* – *Elements of Cartography*. 6.^a ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 674 p. ISBN 0-471-55579-7.

Ver, em particular, capítulo 25, p. 475-492.

SLOCUM, Terry A. *et al.* – *Thematic Cartography and geographic visualization*. 2.^a ed. London: Pearson Education, 2005. 518 p. ISBN 0-13-035123-7.

Ver, em especial, capítulo 1, p. 1-17, e ainda p. 360-364.

7. REPRESENTAÇÕES CARTOGRÁFICAS PONTUAIS. TIPOS E METODOLOGIAS

7.1. TIPOS DE REPRESENTAÇÕES PONTUAIS

a) O **conceito** de representações cartográficas pontuais: conjunto de representações em que se utilizam símbolos pontuais para exprimir fenómenos descontínuos no espaço, cuja localização pode ser assimilada a pontos e referenciada por coordenadas.

b) Tipos de representações pontuais.

- Representação de dados qualitativos: os símbolos estabelecem associações ou diferenciações e traduzem descontinuidade das variáveis representadas; sobretudo utilizada em inventários.
 - Tipo de símbolos: geométricos, figurativos e letras.
 - Localização dos símbolos: correspondente à do fenómeno retratado.
- Representação de dados quantitativos: dois tipos, em função do problema cartográfico.
 - Representação por pontos: graficamente idênticos mas afectados de valores numéricos variáveis (como os pontos cotados), repetidos com tamanho e valor constantes (mapa de pontos) ou ainda com características gráficas variáveis (cor, valor ou orientação);
 - Representação por símbolos proporcionais aos dados ou a classes numéricas.

7.2. MAPAS DE PONTOS

a) O **conceito** de mapa de pontos: mapa temático que representa um fenómeno de natureza quantitativa por intermédio de pontos de valor constante (ou pontos de valor unitário) e de igual tamanho. A metodologia aplica-se a dados com características diferentes (ver tipos de mapas de pontos), embora os mais característicos se relacionem com fenómenos descontínuos.

- Utiliza dados em valor absoluto ou dados normalizados, frequentemente relacionados com unidades espaciais;
- Necessita de informação adicional ou auxiliar para aproximar a localização dos pontos das áreas de ocorrência do fenómeno;

- Representa a distribuição dos dados, mostrando que esta não é uniforme em cada unidade espacial (ao contrário dos mapas coropletos, ver ponto 9 do programa).

b) Tipos de mapas de pontos.

- Mapas que representam fenómenos descontínuos: símbolos próximos da posição real; o número de pontos multiplicado pelo valor do ponto corresponde aproximadamente aos dados originais; imagem visual das densidades relativas muito sugestiva.
- Mapas de representação "estratificada" (pontos + símbolos proporcionais, geralmente círculos): utilizados em caso de grande amplitude dos valores numéricos (exemplo: pontos para a população rural e círculos para a população urbana). Pode considerar-se como variante do tipo anterior e os dois únicos que constituem "verdadeiros" mapas de pontos.
- Mapas de pontos uniformemente repartidos: repartição uniforme em função da base espacial dos dados; imagens idênticas às dos mapas coropletos; frequentemente utilizados na repartição vegetal e animal.
- Mapas com pontos correspondentes ao "centro de gravidade" da base espacial dos dados: pontos localizados no centro geométrico ou na sede administrativa, mas figuração em mancha metodologicamente mais correcta.
- Mapas de pontos pluritemáticos: duas ou mais distribuições simultâneas; geralmente pontos de cores diferentes.

7.2.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS

a) As escolhas prévias e a elaboração.

- Escolha do valor do ponto: menor valor possível, com representação das variações espaciais significativas; escolha dependente também da discriminação dos dados e da escala do mapa final.
- Escolha da dimensão gráfica (ou tamanho) do ponto: maior tamanho possível, sem grande coalescência dos pontos; escolha conjunta do tamanho e do valor do ponto (fig. 7.1).
- Localização dos pontos e papel da informação auxiliar.
 - Os *atributos limitativos*, que colocam limites absolutos e definem onde os pontos não podem ser localizados, e os *atributos relacionados*, correlacionados com o fenómeno mas que não colocam limites absolutos à localização dos pontos.
 - A produção manual e a localização dos pontos: repartição uniforme ou repartição com base geográfica.
 - A produção automática e a insatisfatória repartição aleatória dos pontos. A utilização de atributos e de unidades espaciais de muito pequena dimensão, em mapas de pequena escala.
- A morosa produção tradicional dos mapas de pontos: as dificuldades da escolha da escala de trabalho e da escala final do documento (muito menor): escala de trabalho dependente da cobertura de base e definindo os atributos (limitativos e relacionados);

redução e escala definitiva. A produção em ambiente SIG: escolhas do valor e do tamanho simplificadas; o problema da localização dos pontos (fig. 7.2).

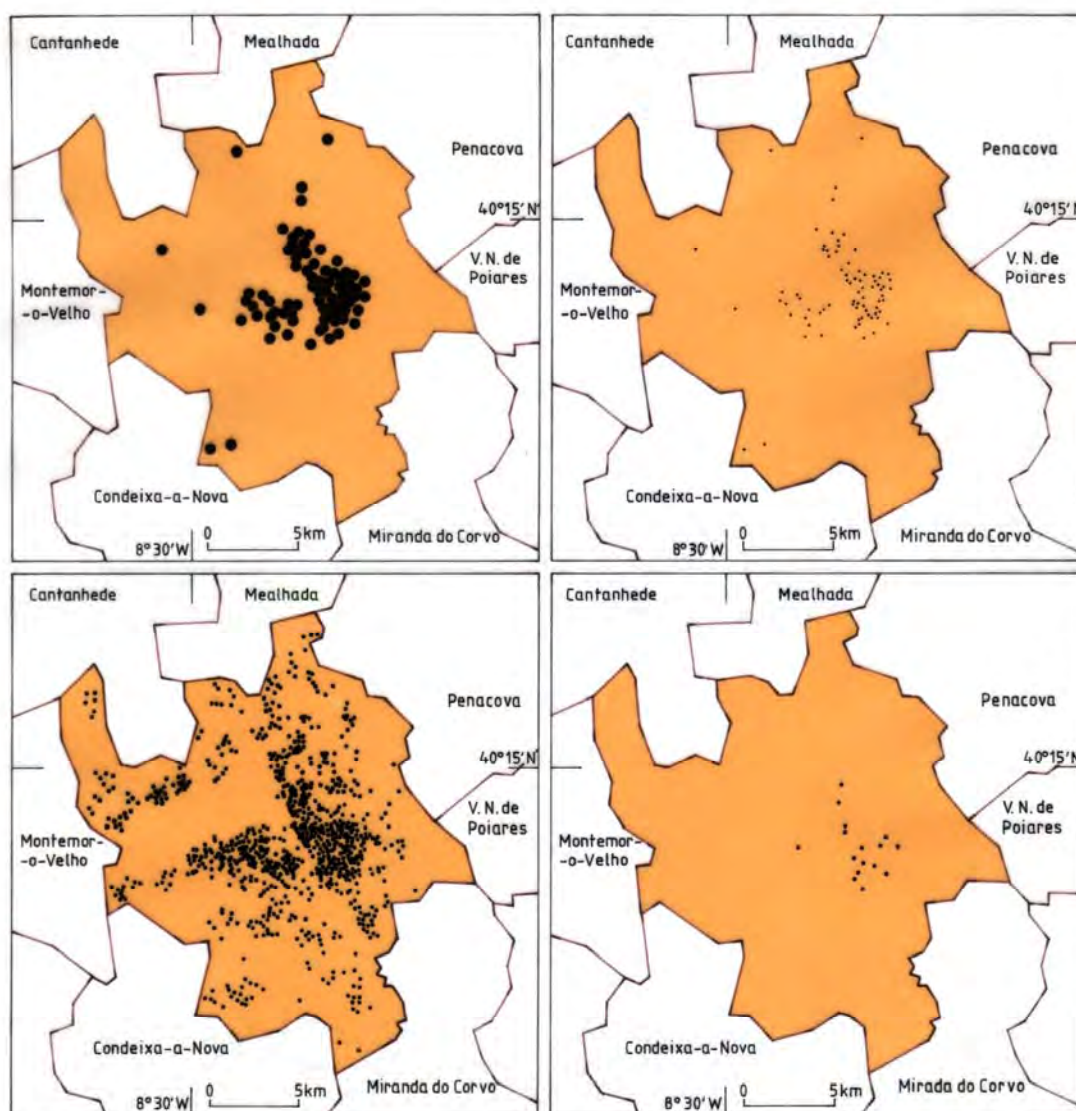
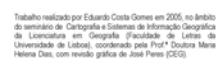


Fig. 7.1 – A escolha do valor e da dimensão gráfica do ponto: distribuição da população no concelho de Coimbra, 2001. O ponto corresponde a 500 habitantes, ao topo, e a 100 e 1000, em baixo (adaptado da notícia explicativa do Atlas do Ambiente sobre o mapa da distribuição da população residente em Portugal Continental – 2001, elaborada por Eduardo Gomes com coordenação de Maria Helena Dias, no prelo).

Fig. 7.2 – Na página seguinte, mapa da distribuição da população residente em Portugal Continental – 2001, 1:1 000 000, Atlas do Ambiente. Elaborado em 2006 por Eduardo Gomes, com coordenação de Maria Helena Dias, no prelo.



b) Utilização do **ábaco de Mackay** (fig. 7.3) para determinação do tamanho dos pontos (sobretudo em representações de pontos uniformemente repartidos). Neste ábaco relaciona-se o tamanho com o espaçamento (ou distância entre pontos) e a densidade dos pontos. Etapas:

- Escolha de áreas-teste (pelo menos duas);
- Cálculo da densidade dos pontos em áreas-teste, escolhendo o valor do ponto;
- Utilização do ábaco para verificação da distância (logo, coalescência ou não) de pontos com determinados diâmetros;
- Escolha da melhor dimensão, em função da coalescência ou nova definição do valor do ponto.

c) **Vantagens e limitações** dos mapas de pontos (na representação de fenómenos pontuais).

- Vantagens gerais: clareza e expressividade das imagens cartográficas, não exigindo preparação específica do utilizador.
- Algumas limitações: apreciação visual das densidades apenas em escala ordinal; subestimação visual das diferenças do número de pontos e da densidade; relações representado/observado não lineares (tanto do número como da densidade dos pontos); se manual, produção morosa; se automática, produção ainda com limitações.

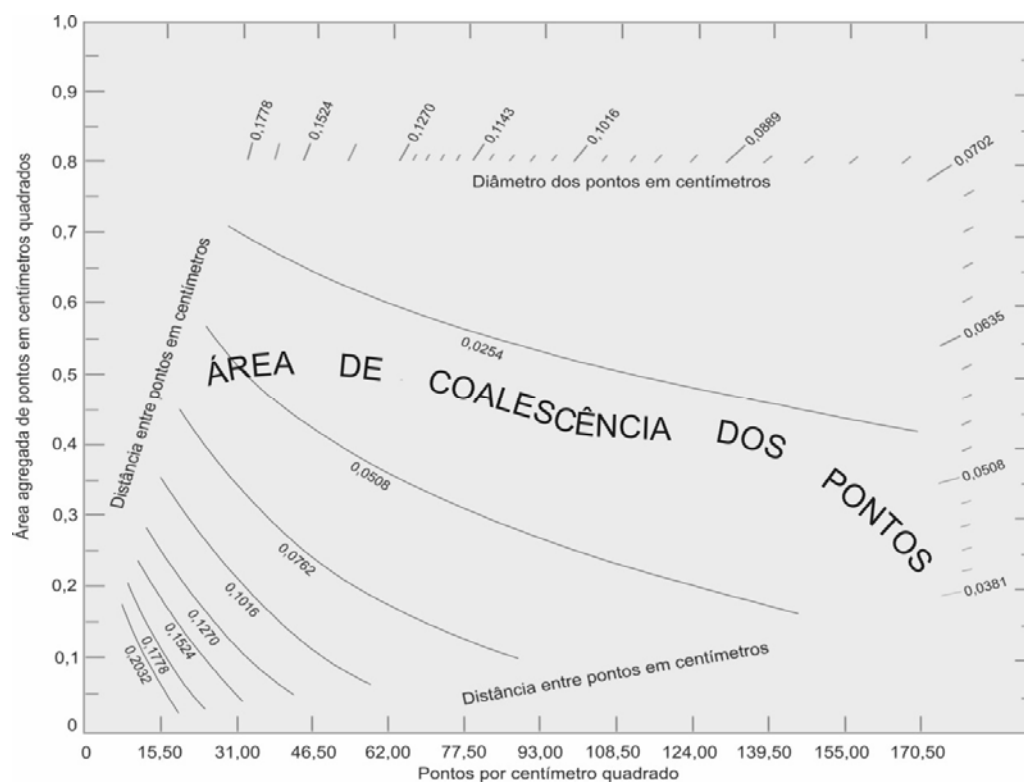


Fig. 7.3 – Ábaco de Mackay para determinação do tamanho e do valor do ponto.

7.3. MAPAS DE CÍRCULOS PROPORCIONAIS (ou outros símbolos pontuais)

a) O **conceito** de mapa de símbolos pontuais proporcionais: mapa temático que representa dados numéricos por intermédio de símbolos pontuais (bidimensionais ou volumétricos), proporcionais aos dados.

- Os dados representados podem ser medidos em pontos (verdadeiros dados pontuais) ou referidos a áreas mas associados a pontos para efeitos da sua simbolização (dados pontuais conceptuais).
- Os **símbolos** utilizados podem ser **geométricos** ou **pictográficos**, bidimensionais ou volumétricos (e daí as designações: mapa de círculos proporcionais, de quadrados, de esferas, de cubos, etc.).
 - Mapas de círculos tradicionalmente mais utilizados, pela facilidade de construção e pela melhor estimacção visual dos dados representados.
 - Mapas de símbolos volumétricos de valor discutível, pela dificuldade de estimacção visual das quantidades representadas.
 - Mapas de símbolos pictográficos cada vez mais frequentes, pela facilidade em os produzir automaticamente; às vezes considerados mais atractivos mas com problemas na justaposição gráfica dos símbolos e sérias limitações quanto à estimacção visual dos tamanhos de figuras irregulares.

7.3.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS

a) A **elaboração**: proporcionalidade entre os dados e os símbolos.

- Proporcionalidade directa entre o tamanho (área ou volume) dos símbolos e os dados (regra mais geral de proporcionalidade): **graduação matemática dos símbolos**. Os dados podem ser valores absolutos ou normalizados. Representação de todos os valores, considerados individualmente, com tantas variações de tamanho quantas as ocorrências diferentes.

- No caso de figuras bidimensionais:

$$\pi r_i^2 / \pi r_m^2 = v_i / v_m \quad \text{ou} \quad r_i = (v_i / v_m)^{0.5} \times r_m \quad \text{círculos}$$

$$l_i = (v_i / v_m) \times l_m \quad \text{quadrados}$$

r_i e l_i = raio do círculo e lado do quadrado correspondente ao valor i (v_i);

r_m e l_m = raio do círculo e lado do quadrado correspondente ao valor escolhido, geralmente o máximo (v_m)

- No caso de figuras volumétricas:

$$r_i = (v_i / v_m)^{1/3} \times r_m \quad \text{esferas}$$

$$l_i = (v_i / v_m)^{1/3} \times l_m \quad \text{cubos}$$

- Escolha prévia do tamanho de um dos símbolos, geralmente o maior (por ser aquele que mais problemas suscita na representação, sobretudo em variáveis com grande amplitude), podendo também ser o menor ou qualquer outro. A escolha determina a justaposição gráfica dos símbolos e a aparência visual: em situações extremas, os

símbolos 'esmagam' a representação ou, pelo contrário, dão uma aparência de mapa vazio. Importância desta escolha e consequência nas impressões visuais (fig. 7.4).

- Utilização de ábacos de círculos e construção de ábacos (fig. 7.5).
- Representação de classes de valores (o que implica classificação prévia dos dados), logo número restrito de variações de tamanho dos símbolos, correspondente ao número de classes: **graduação de classes de símbolos**. Vantagens: simplifica a imagem e facilita a relação entre os símbolos representados e a legenda do mapa. Problemas na escolha do número de classes e do processo de classificação (sobre este assunto, ver o ponto referente aos mapas coropletos), bem como do tamanho dos símbolos. Neste caso, há duas soluções:
 - Proporcionalidade dos símbolos estabelecida em relação ao centro de cada classe ou à média das suas ocorrências (solução preferível).
 - Sem proporcionalidade entre os símbolos e os dados: recurso a sequências de círculos construídas para esse fim (como a de Meihoefer ou de Dent, quadro 7.1)¹, que visam apenas acentuar a discriminação dos símbolos. Desvantagens na leitura.
- Proporcionalidade corrigida tendo em conta a subestimação visual dos símbolos maiores (quadro 7.2): **graduação perceptiva (ou psicológica) dos símbolos**.

- Relação geral:

$$R = cE^n \text{ ou } E = c_1 R^{1/n}$$

em que

R = resposta (ou tamanho percebido)

E = estímulo (ou tamanho físico)

c = uma constante

$$c_1 = (1/c)^{1/n}$$

n = expoente (derivado experimentalmente); se $n > 1$ – sobrestimação; $n < 1$: subestimação; $n \approx 1$: estimativa aproximadamente correcta

- Expoente proposto por Flannery² para o caso dos **círculos**:

$R = E^{0,8747}$ ou $E = R^{1,1431}$ (relação simplificada, após eliminação da constante, próxima de 1; expoente indicando subestimação visual)

$r_i = (v_i/v_m)^{0,57} \times r_m$ fórmula para determinação dos raios dos círculos, com expoente arredondado

- Outros expoentes propostos:

– $R = E^{0,93}$ ou $E = R^{1,07}$ no caso dos **quadrados** (expoente indicando que os quadrados são visualmente subavaliados mas melhor estimados que os círculos, embora considerados desagradáveis esteticamente)

¹ Sobre estas propostas, ver T. A. Slocum *et al.* (2005, p. 320).

² FLANNERY, J. J. – The relative effectiveness of some common graduated point symbols in the presentation of quantitative data. *Canadian Cartographer*. [s.l.]: University of Toronto Press. ISSN 0008-3127. Vol. 8, n.º 2 (1971), p. 96-109.

$$l_i = (v_i/v_m)^{0,54} \times l_m \quad \text{fórmula para determinação dos lados dos quadrados}$$

– sem expoente de correcção para as **barras** (o que indica avaliação visual aproximadamente correcta mas símbolos mais dificilmente associados a localizações pontuais)

– $R = E^{0,75}$ ou $E = R^{1,33}$ no caso de **esferas representadas no plano** (expoente indicando subestimação visual severa, mais acentuada do que nos círculos)

$$r_i = (v_i/v_m)^{0,44} \times r_m \quad \text{fórmula para determinação dos raios das esferas}$$

– $R = E^{0,74}$ ou $E = R^{1,35}$ no caso de **cubos representados no plano** (expoente indicando subestimação muito idêntica à das esferas)

$$l_i = (v_i/v_m)^{0,45} \times l_m \quad \text{fórmula para determinação dos lados dos cubos}$$

Nota: o modo como os símbolos volumétricos são vistos no espaço bidimensional influencia o expoente; daí as propostas de expoentes próximos de 1 para os cubos em ambiente 3D, em que se dê a impressão de viajar nesse espaço tridimensional.

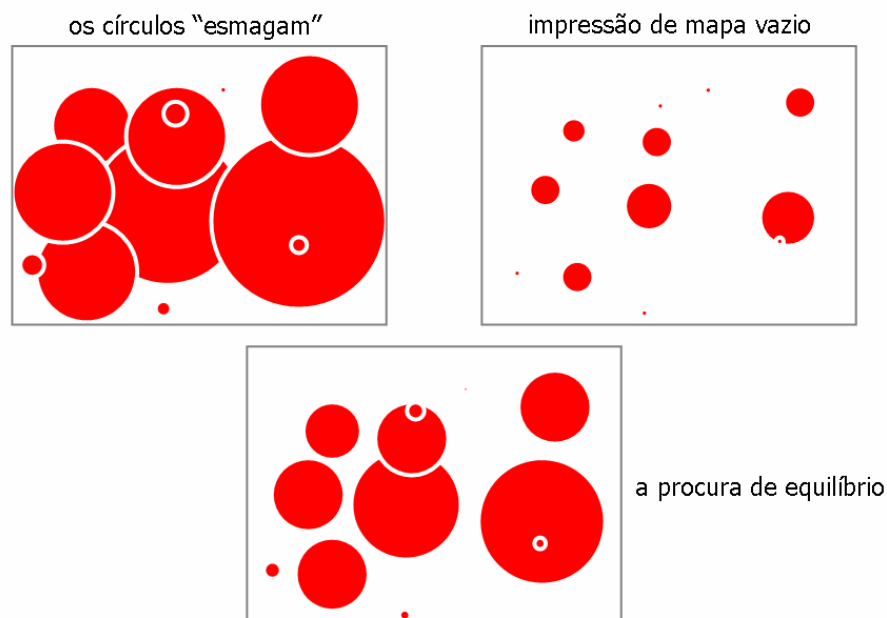


Fig. 7.4 – Consequências da escolha prévia do tamanho do círculo tomado como referência.

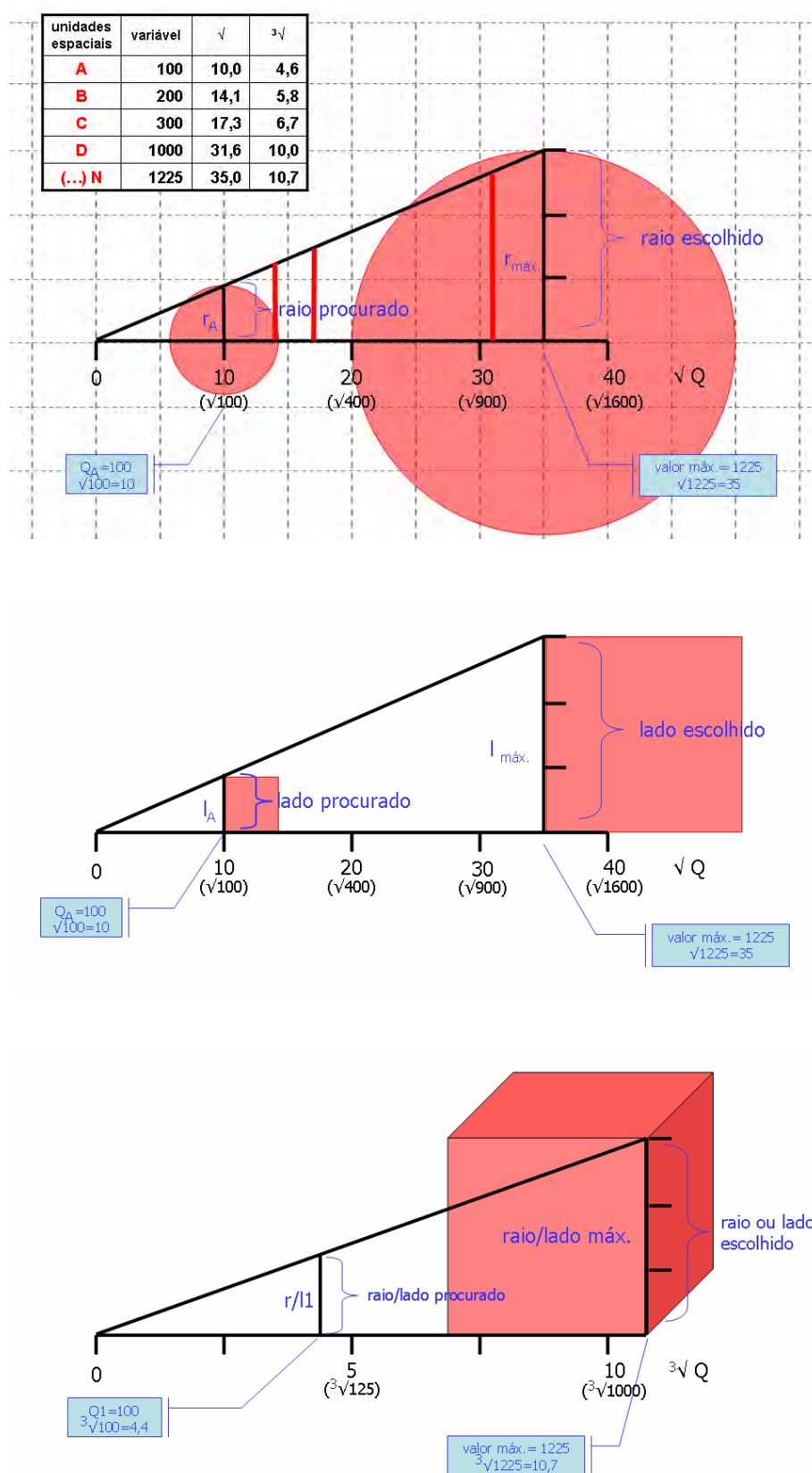


Fig. 7.5 – Ábacos de círculos, quadrados ou cubos proporcionais: exemplificação.

Quadro 7.1 – Tamanhos potenciais para classes de círculos, segundo as propostas de Meihoefer e de Dent, com base em experimentação visual e na prática da sua elaboração, respectivamente

Ordem dos círculos	raio dos círculos (cm)	
	Meihoefer	Dent
1	1,3	0,6
2	2,0	1,1
3	2,8	1,7
4	4,0	2,8
5	5,6	4,3
6	8,0	6,2
7	9,8	9,7
8	11,3	13,0
9	13,8	15,1
10	16,0	

Quadro 7.2 – Magnitudes dos círculos proporcionais numa graduação matemática e perceptiva: exemplo

círculos	valores	raio do círculo (graduação matemática)	raio do círculo (graduação perceptiva)
A	100	2,5 cm	2,5 cm
B	500	5,6 cm	6,3 cm

b) Problemas da **leitura** e consequências na elaboração.

- No caso de proporcionalidade directa entre o tamanho dos símbolos e os valores numéricos, distorção visual com subestimação dos maiores tamanhos e sobrevalorização dos mais pequenos. Possibilidade de correcção das avaliações visuais, pelo recurso a graduações perceptivas (por exemplo, os círculos maiores são tornados ainda maiores e o inverso, no caso dos mais pequenos, relativamente à proporcionalidade directa). Dificuldades na aplicação das fórmulas de correcção indicadas, de valor discutível, pela variabilidade dos resultados obtidos em diferentes condições experimentais e entre indivíduos.

- No caso de esferas (ou de qualquer outra figura volumétrica) representada num plano bidimensional, impossibilidade de reconstituir visualmente os valores e de comparar os símbolos, por não ser possível ao sistema visual humano confrontar figuras tridimensionais representadas a duas dimensões. Sugere-se geralmente que não se utilize este tipo de símbolos cartográficos nessas circunstâncias, mesmo no caso de variáveis numéricas muito amplas.
- Algumas propostas: a) legendas bem construídas, alertando eventualmente o utilizador para a proporcionalidade entre os dados e os símbolos utilizados; b) deslocação dos círculos das áreas mais congestionadas; c) atender à ilusão provocada pela disposição espacial dos símbolos e redução desses efeitos, etc.

c) **Desenho dos símbolos no mapa** (fig. 7.6).

- **Diferenciação dos símbolos** em relação ao fundo do mapa.
- **Justaposição gráfica:** símbolos transparentes e opacos.
 - Vantagens dos símbolos transparentes (deixam ver a dimensão real dos símbolos, facilitando a estimativa visual, e da informação do fundo) e dos opacos (acentuam o contraste figura - fundo, favorecendo a hierarquia visual).
 - Símbolos a cor, a preto ou a cinzento, opacos ou transparentes: discussão das melhores soluções.
 - Símbolos opacos e o desenho das intersecções: auréolas brancas em torno dos círculos mais pequenos, com intersecção dos maiores que se justapõem, ou coroas, no caso de um pequeno se inscrever noutro maior.

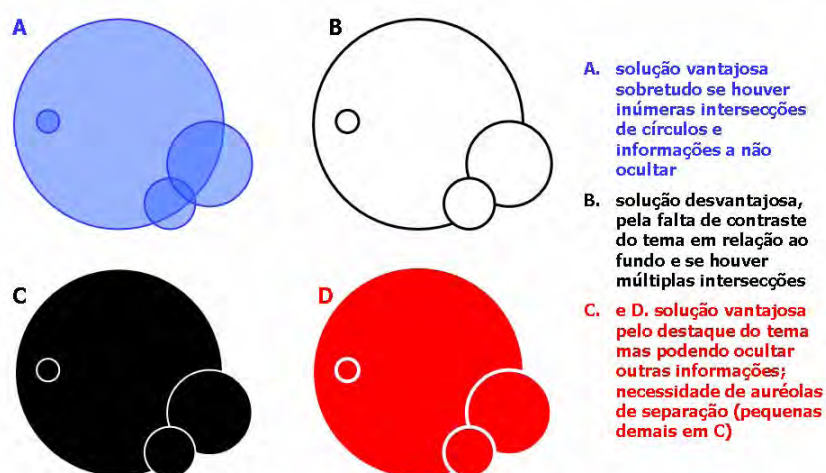


Fig. 7.6 – O desenho dos círculos no mapa: algumas soluções.

d) **Legenda do mapa**, com símbolos embutidos ou de disposição linear (fig. 7.7).

- Símbolos que compõem a legenda. Número e valores a incluir:
 - Alguns símbolos sempre que não se representem classes (sendo os outros visualmente avaliados), comportando o maior, o menor e ainda um ou mais de permeio, que podem existir ou não no mapa ou serem os mais representativos, para minimizar os erros de estimação.
 - Todos os símbolos, no caso de classes de valores.
- Soluções gráficas:
 - Símbolos embutidos e tangentes à parte inferior (nunca concêntricos, por não possibilitarem a reconstituição visual das quantidades representadas), tanto completos como incompletos; solução pouco eficaz, dificultando-se a comparação entre a legenda e o mapa e geralmente não permitindo a figuração de todas as características gráficas dos símbolos; vantagem pelo reduzido espaço da legenda.
 - Símbolos dispostos linearmente, na horizontal (sendo preferível os maiores à direita) ou na vertical (sendo preferível os maiores ao topo), separados uns dos outros e com todas as suas características; espaçamento igual entre círculos diferentes (pior solução) ou espaçamento proporcional à diferença dos valores (pequeno ábaco com alguns círculos significativos); espaço considerável para a legenda.

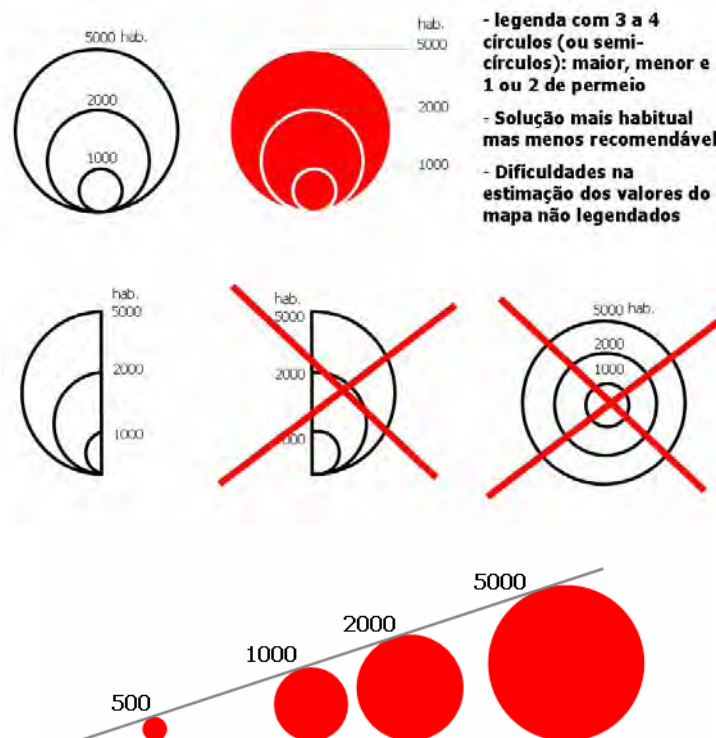


Fig. 7.7 – As legendas de um mapa de círculos, embutidos ou não: soluções e dificuldades.

OBJECTIVOS DOS EXERCÍCIOS PRÁTICOS

- Determinar valores representados em mapas de círculos proporcionais.
- Utilizar símbolos proporcionais na representação cartográfica (em particular, círculos).
- Construir e utilizar ábacos de símbolos proporcionais e preparar a legenda do mapa.

Referências bibliográficas fundamentais:

DENT, Borden D. – *Cartography: thematic map design*. 2.^a ed. Dubuque: W. C. Brown Publishers, 1990. 433 p. ISBN 0-697-07991-0.

Ver capítulos 7 e 8, p. 183-196 e 197-215.

DIAS, Maria Helena – *Contributos para o Atlas de Portugal: o mapa da distribuição da população portuguesa em 1981*. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, 1991. (Linha de Acção de Geografia Regional e Histórica; relatório n.º 10). 74 p + 1 mapa em fl. desdobr. ISBN 972-636-087-0.

ROBINSON, Arthur H. *et al.* – *Elements of Cartography*. 6.^a ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 674 p. ISBN 0-471-55579-7.

Ver p. 497-502.

SLOCUM, Terry A. *et al.* – *Thematic Cartography and geographic visualization*. 2.^a ed. London: Pearson Education, 2005. 518 p. ISBN 0-13-035123-7.

Ver capítulo 17, p. 328-340.

Outras referências:

DIAS, Maria Helena – A população da região de Lisboa em 1911 e 1940: interesse e dificuldades da Cartografia temática. *Penélope*. Lisboa: Edições Cosmos. ISSN 0871-7486. N.º 7 (1992), p. 117-126.

DIAS, Maria Helena – Mapas de pontos: o interesse de uma velha tradição cartográfica. *Finisterra: Revista Portuguesa de Geografia*. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos. Vol. XXIV, n.º 49 (1990), p. 57-85.

8. REPRESENTAÇÕES CARTOGRÁFICAS LINEARES. TIPOS E METODOLOGIAS

8.1. TIPOS DE REPRESENTAÇÕES LINEARES

a) O **conceito** de representações cartográficas lineares: conjunto de representações em que se utilizam símbolos lineares, quer para figurar fenómenos com significado linear (exemplos: rede hidrográfica, fluxos viários), quer para exprimir a distribuição de fenómenos contínuos, ou considerados como tal, a partir de valores recolhidos ou atribuídos a pontos (nos mapas de isolinhas).

b) **Tipos** de representação linear.

- Representação de dados "qualitativos": os símbolos exprimem diferenças de fenómenos lineares através da variação das suas características gráficas, tais como
 - Traço contínuo ou descontínuo, em relação com a continuidade ou não do fenómeno;
 - Traço fechado ou não (noção de limite);
 - Traço regular ou anguloso;
 - Outras variações gráficas (cor, orientação, etc.).
- Representação de dados "quantitativos"; distinção entre mapas de significado linear e não linear.
 - Mapas de representação e significado lineares (caso do mapa de fluxos): representação através de traços ou setas, com características gráficas variáveis (cor, largura, etc.), correspondendo a um traçado real ou topológico (existência de ligações e, eventualmente, a sua força);
 - Mapas de símbolos lineares para representar volumes (caso das isolinhas).

8.2. MAPAS DE ISOLINHAS

a) O **conceito** de mapa de isolinhas.

- Mapa temático que representa um fenómeno considerado **contínuo e de variação regular**, a partir de dados recolhidos em pontos ou atribuídos a pontos. Presume-se que

o fenómeno ocorre em toda a área representada, variando **gradualmente** entre os pontos de recolha da informação ou entre os pontos a que se atribuíram os valores.

- Os dados são constituídos por uma amostra limitada de valores numéricos, espacialmente referenciáveis a pontos, a partir dos quais se infere a superfície contínua da repartição do fenómeno. Estes pontos, designados por **pontos de controlo** ou **pontos de valores conhecidos**, podem ser **verdadeiros** ou **conceptuais**.
- Pela aplicação de **processos de interpolação**, determinam-se outros pontos entre estes, a partir dos quais se definem linhas de igual valor do fenómeno: as **isolinhas**. Em função da natureza do fenómeno, que determina que os pontos sejam verdadeiros ou conceptuais, nas isolinhas distinguem-se as **isométricas** (em que os valores são reais e se relacionam com pontos, como isotérmicas e isoietas) das **isopletas** (de valores calculados ou teóricos, relacionados com áreas e atribuídos ficticiamente a pontos, como nas isopletas do número de habitantes por km²).

8.2.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS

a) Natureza dos valores.

- Primeiro caso: os valores verificam-se em pontos – **pontos de dados verdadeiros** -, sendo reais ou derivados; neste caso, os mapas de isolinhas obtidos são designados por mapas de isométricas (ou mapas isométricos). A representação visa a configuração espacial da distribuição; é aqui possível ler declives (ou gradientes), se for constante o intervalo das isolinhas (intervalos irregulares só devem ser utilizados em casos especiais e advertindo o leitor).
 - Valores reais: validade apenas afectada por erros de posição (x,y) ou de observação;
 - Valores derivados: medidas estatísticas derivadas da série de observações realizadas no ponto, índices ou percentagens de valores em relação ao ponto; logo, estes valores nunca existiram mas representam quantidades que se aplicam ao ponto.
- Segundo caso: os valores não se podem verificar em pontos mas, para efeitos da representação cartográfica, são atribuídos a pontos específicos – **pontos de dados conceptuais**; neste caso, tratam-se de **mapas de isopletas** (ou **mapas isopletos**), cuja função principal é esquematizar a distribuição cartográfica. Os mesmos dados podem ser representados num mapa coropleto e, tal como neste tipo de mapas, não devem representar-se valores absolutos.

b) Localização dos valores.

- Valores verificados em pontos: afectação aos pontos.
- Valores não verificados em pontos: onde localizar? No centro da área a que respeitam ou centro geométrico? No centro de gravidade ou centro médio ponderado pelos valores? Necessidade de atender à distribuição do fenómeno e às áreas a que os valores respeitam.
 - Áreas regulares: pontos localizados no seu interior;

- Áreas irregulares: os pontos podem localizar-se fora da área a que respeitam.
- Fenómenos com distribuição regular: coincidência entre o centro de gravidade e o centro geométrico; utilização do centro da área;
- Fenómenos com distribuição irregular: centro geométrico distinto do centro de gravidade; utilização do centro de gravidade.

c) **Número de valores:** relação entre o número de pontos amostrados e a exactidão do mapa resultante.

- Pequeno número: exactidão reduzida e representação grosseira;
- Número elevado: maior exactidão; quanto maior o número de valores mais pormenores, não havendo vantagem na sua multiplicação para além de certo limiar, variável de caso para caso, correspondente à "estabilização" do padrão da repartição espacial do fenómeno;
- Número óptimo: número mínimo possível de valores para a maior exactidão da representação; variável de caso para caso.

d) **Distribuição espacial dos valores.**

- Distribuição regular: densidade homogénea;
- Distribuição irregular: erros maiores nas áreas com menor densidade de valores; necessidade da rede de pontos figurar no mapa final por condicionar a interpretação.

e) **Interpolação espacial.**

- Problema da escolha do método de interpolação (manual ou automática).
- **Interpolação linear** (fig. 8.1 e 8.2): considera-se haver variação regular do fenómeno entre pontos próximos; utilização em distribuições regulares (ou supostas como tal) e, de um modo geral, nos mapas isopletois tradicionais.

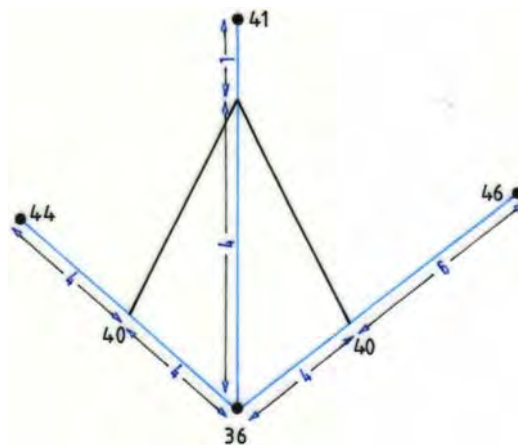
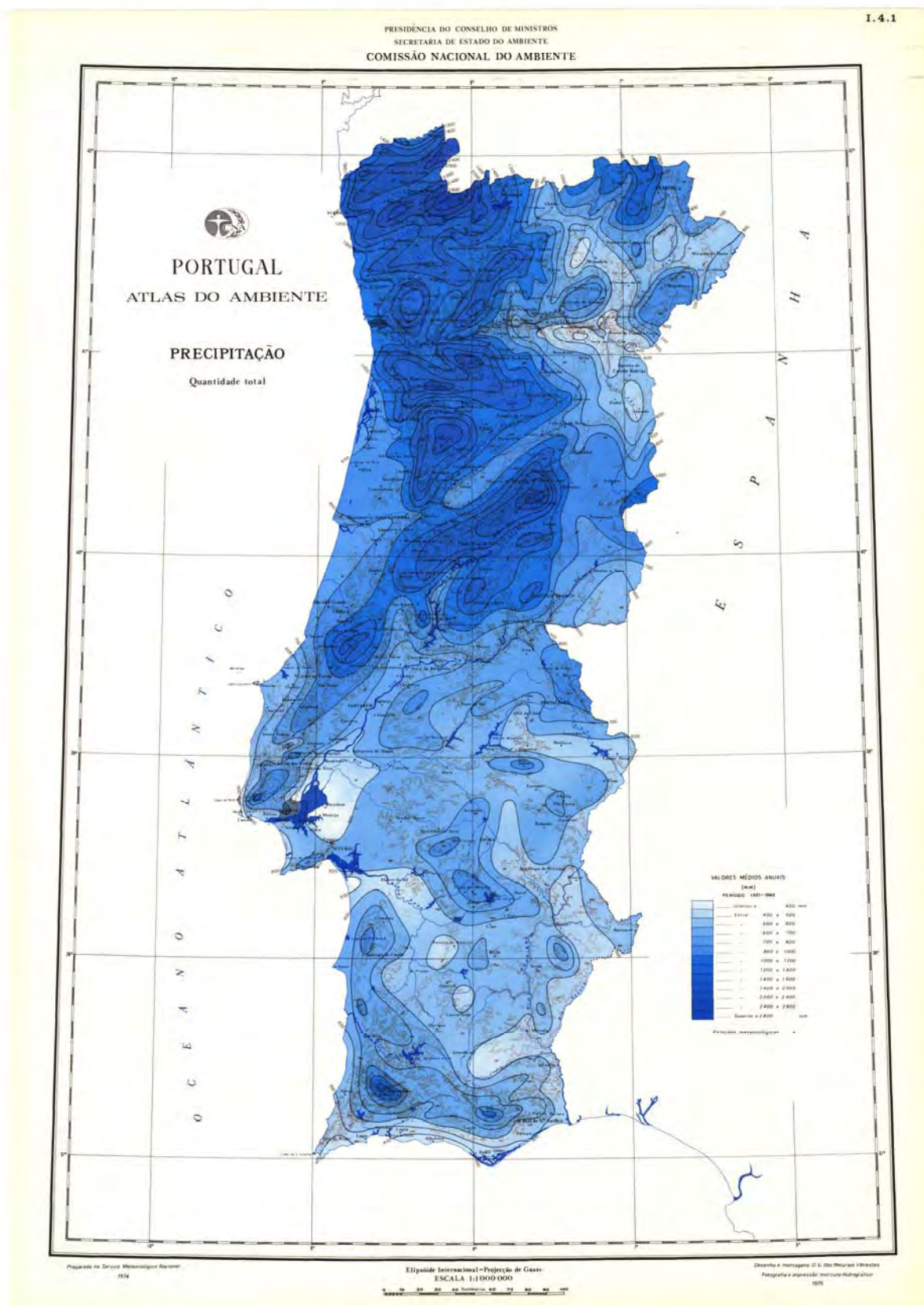
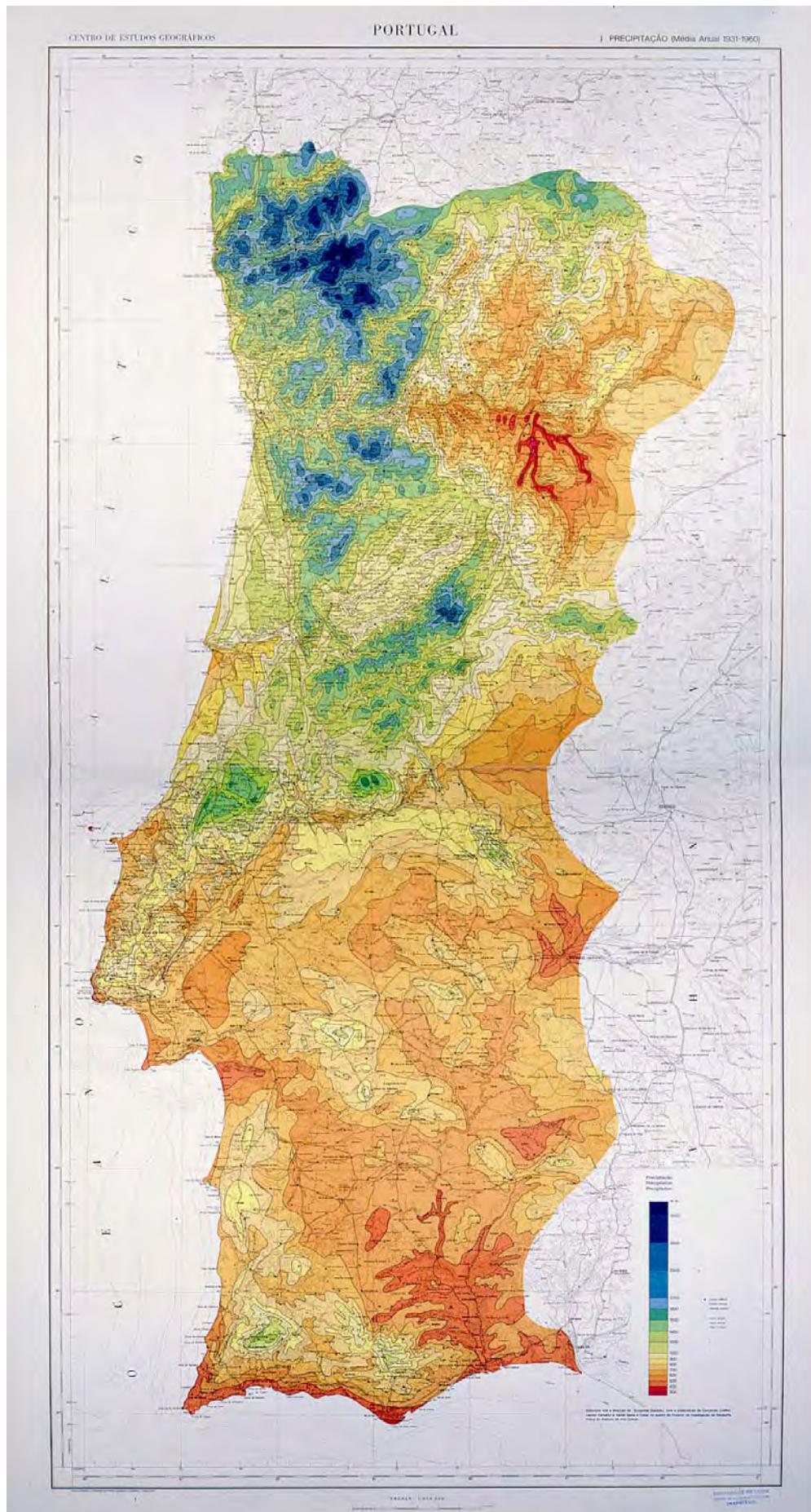


Fig. 8.1 – Interpolação linear: princípios.

- **Interpolação interpretativa:** exige-se conhecimento da distribuição do fenómeno e das suas inter-relações; resultados variáveis (fig. 8.3); utilização em mapas de distribuição de aspectos climáticos (mapas de isoietas, de isotérmicas, etc.), entre outros.





- **Interpolação automática** (apenas referência): variedade dos modelos de interpolação, aplicáveis a pontos de dados verdadeiros ou aos conceptuais; dificuldades de escolha criteriosa e problemas nos resultados obtidos.

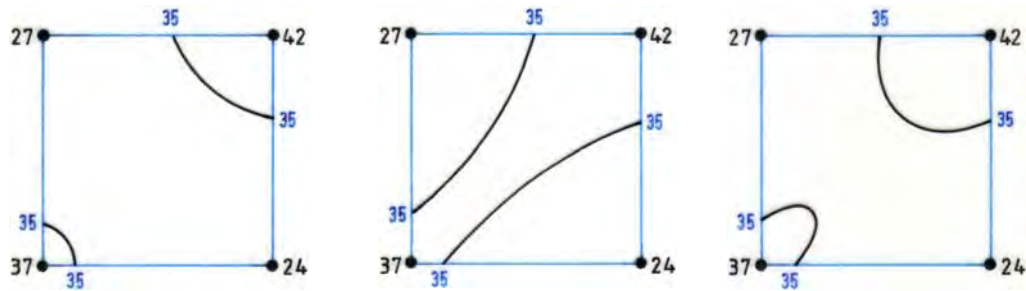


Fig. 8.2 – A criação de um ponto fictício, a partir da média dos 4 pontos de valores conhecidos, para resolver o traçado das isolinhas neste exemplo de interpolação linear.

f) Intervalo das isolinhas.

- Problema da escolha do intervalo, geralmente constante e expresso por valores simples.
- A escolha do intervalo determina o número de isolinhas, que deve depender do número de pontos e do rigor dos dados.
 - A um número reduzido de valores devem corresponder poucas isolinhas, logo, um intervalo maior;
 - A um número maior de valores pode corresponder um menor intervalo (embora não se deva dar aparência de grande rigor, pelo traçado de isolinhas numerosas, se os dados são pouco rigorosos).

g) Traçado das isolinhas e apresentação final do mapa.

- Dos valores interpolados às isolinhas; variedade de soluções no traçado e intervenção dos conhecimentos geográficos (fig. 8.3).
- Apresentação final:
 - Só isolinhas ou isolinhas e valores numéricos (nalgumas ou em todas).
 - Isolinhas e manchas de cor ou de variações preto-branco; algumas sequências cromáticas habituais.
 - Isolinhas e/ou sequências contínuas de cor ou de preto-branco. Neste caso, a cada ponto da superfície é atribuída um cinzento (ou cor) proporcional ao valor numérico desse ponto. Problemas: apesar de melhor visualização da continuidade da superfície, é difícil associar um determinado cinzento (ou cor) ao valor correspondente, utilizando a legenda, pelo que se recomenda a sua utilização conjunta com as isolinhas.

- Outros: anáglifos, cores com efeito estereoscópico, simbolização com aparência 3D (problema de certas áreas de valores mais baixos ficarem escondidas pelos valores mais altos, com rotação produzindo perspectivas menos familiares a muitos utilizadores), etc.
- A legenda.

8.3. MAPAS DE FLUXOS

a) O **conceito** de mapa de fluxos: mapa temático que representa, através de linhas com largura variável (geralmente em relação com os valores numéricos ou classes de valores), características de fenómenos lineares e em movimento. Exemplos: fluxos rodoviários, comércio externo (fig. 8.4).

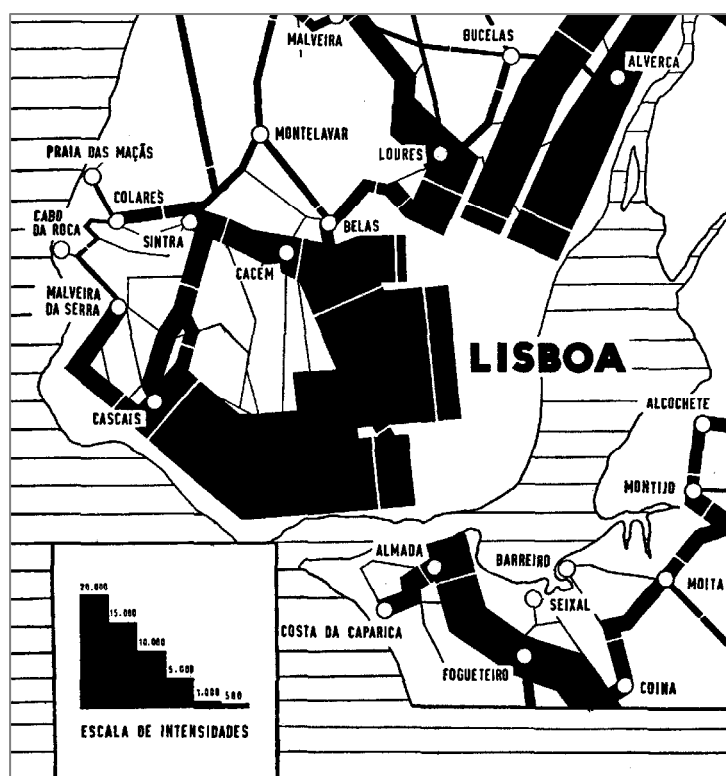


Fig. 8.4 – Exemplo de mapa de fluxos: tráfego médio diário nas estradas nacionais em 1965, J. A. E. (extracto).

b) Natureza dos dados.

- Dados de natureza quantitativa, exprimindo fenómenos lineares que se traduzem por movimentos no espaço.

– Dados referentes a:

- Pontos (lugares de recolha da informação); exemplo: postos de contagem de tráfego, nos fluxos rodoviários, ou estações, nos ferroviários; neste caso, haverá tantos valores ao longo de uma ligação quanto os pontos considerados;
- Fluxo total, com dois pontos extremos ("origem-destino"); exemplo: número de turistas, por país de origem, entrados num determinado aeroporto; neste caso, a cada ligação considerada corresponde um único valor.

8.3.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS

a) **Elaboração.**

– Símbolos utilizados:

- Traços ou setas;
- Linhas curvas ou quebradas.

– Variação do fluxo.

- Variação de tamanho e, eventualmente, de outras características gráficas em simultâneo (cor, valor, etc.).
- Proporcionalidade estabelecida a partir de uma unidade convencional (x unidades = y mm de espessura do traço) ou, no caso de classes de fluxos, relação da espessura da linha com o centro de cada classe e, às vezes, recurso a outras variações gráficas (valor, cor, orientação, etc.), sem modificação da espessura.

– Traçado do fluxo.

- Segue o traçado "real" do fenómeno;
- Liga os pontos extremos (origem e destino).

– Explicitação do sentido do fluxo.

- Geralmente sem indicação quando o sentido está implícito, ou pelo tipo de fenómeno retratado ou porque o conjunto dos fluxos sugere o sentido do movimento;
- Utilização de setas, num ou em vários sentidos; desenho de flechas na extremidade do fluxo ou de setas no percurso (sobretudo em caso de haver movimentos relativos em sentidos opostos).

b) **Apresentação final.**

– Algumas dificuldades.

- Problema da escolha das variações de tamanho mais adequadas (que passa pela escolha correcta da espessura unitária), que não sobrevalorize ou subvalorize visualmente o fenómeno;
- Convergência de fluxos num ponto ou área restrita e desenho de flechas terminais;
- Sobreposição gráfica de fluxos: soluções.

– A legenda.

- Algumas amostras significativas, se os fluxos forem proporcionais aos valores, ou todas as espessuras de traço, tratando-se de classes de valores.

- Geralmente disposição em "escada", em que as várias espessuras dos fluxos legendados se justapõem na horizontal, ou individualização das setas.

OBJECTIVOS DOS EXERCÍCIOS PRÁTICOS

- Construir mapas de isolinhas, por interpolação linear e interpretando a distribuição espacial do fenómeno.
- Avaliar os dados, escolher o intervalo das isolinhas e aplicar processos de interpolação.

Referências bibliográficas fundamentais:

ANSON, R. W.; ORMELING, F. J. (eds.) – *Basic Cartography for students and technicians: exercise manual*. London: Elsevier Science Publishers, 1991. ISBN 1-85166-590-0.

Ver exercício 2 (construção de isolinhas), 5 (fluxos) e 6 (expressão do movimento através de setas), capítulo 3.

DENT, Borden D. – *Cartography: thematic map design*. 2.^a ed. Dubuque: W. C. Brown Publishers, 1990. 433 p. ISBN 0-697-07991-0.

Ver capítulo 9, p. 216-241.

ROBINSON, Arthur H. *et al.* – *Elements of Cartography*. 6.^a ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 674 p. ISBN 0-471-55579-7.

Ver p. 501-515.

SLOCUM, Terry A. *et al.* – *Thematic Cartography and geographic visualization*. 2.^a ed. London: Pearson Education, 2005. 518 p. ISBN 0-13-035123-7.

Ver capítulo 14, p. 271-291, e ainda p. 364-366.

Outras referências:

UNWIN, David – *Introductory spatial analysis*. London: Methuen, 1981. 212 p. ISBN 0-416-72200-8.

9. REPRESENTAÇÕES CARTOGRÁFICAS EM MANCHA. TIPOS E METODOLOGIAS

9.1. TIPOS DE REPRESENTAÇÕES EM MANCHA

a) O **conceito** de representações cartográficas em mancha: conjunto de representações em que se utilizam símbolos em mancha para figurar fenómenos que se admite terem características mais ou menos homogêneas em cada uma das áreas identificadas no mapa pelo mesmo símbolo.

b) **Tipos** de representação em mancha.

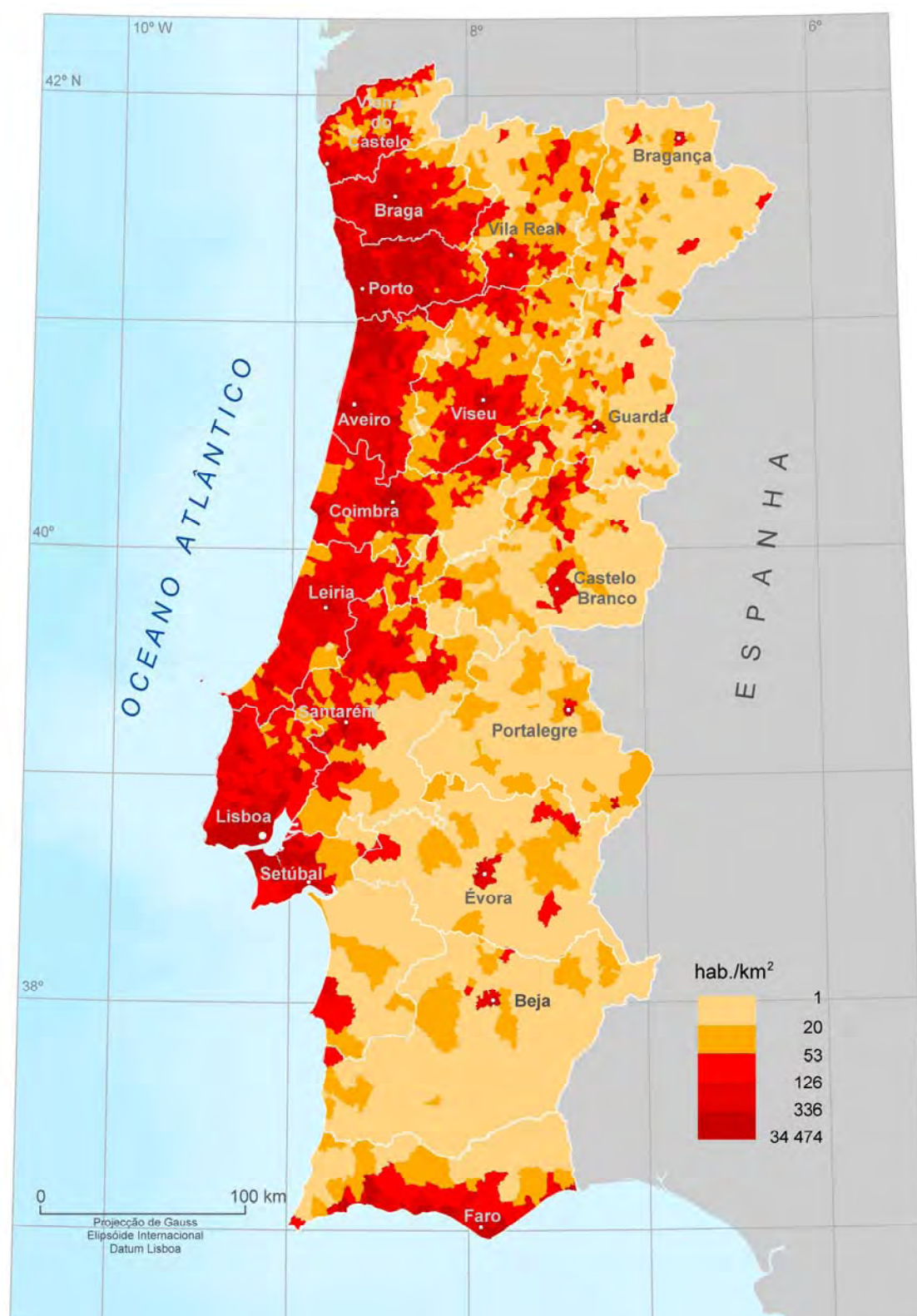
- Representação de dados "qualitativos": diferenciação ou associação de unidades espaciais em função das várias categorias do tema (exemplo: mapa de utilização do solo), através de símbolos em mancha geralmente com variação de cor, orientação e textura.
- Representação de dados "quantitativos": a maioria são mapas estabelecidos numa base espacial imposta, geralmente arbitrária (mapa coropleto).

9.2. MAPAS COROPLETOS

a) O **conceito** de mapa coropleto: mapa temático que representa dados numéricos (fig. 9.1), geralmente agrupados em classes, referidos a unidades espaciais (administrativas ou outras). O seu conteúdo é representado por manchas, correspondentes à base espacial, através de sequências de símbolos que expressam a variação das classes (ou dos próprios dados, no caso de serem estes representados).

b) **Problemas metodológicos** gerais.

- Agrupar ou não os dados: mapas coropletos com classes e mapas coropletos sem classes (ou de representação contínua).
 - Primeiro caso (solução tradicional): classificação prévia dos dados (habitualmente designada por "divisão em classes"). Transformação da informação e imagens mais simples.



Fonte dos dados: XIV Recenseamento Geral da População, INE, Lisboa.

Fig. 9.1 – Um exemplo de mapa coropleto: densidade da população por freguesias em Portugal Continental, 2001 (mapa elaborado em ambiente SIG por Eduardo Gomes, com coordenação de Maria Helena Dias, para a notícia explicativa da folha da distribuição da população do Atlas do Ambiente; no prelo). Método de classificação utilizado: quantis.

- Segundo caso (só com meios automáticos): não classificação e representação contínua dos dados (proposta pela primeira vez, em 1973, por W. Tobler). Sem transformação prévia dos dados e imagens geralmente consideradas mais complexas, pelo número elevado de símbolos, mas simplificadas visualmente a *posteriori*.
- Havendo classificação (logo, simplificação prévia por agrupamento dos dados em classes):
 - Necessidade de escolha adequada do número e dos intervalos das classes (considerada um "mal necessário" na produção manual); grande variedade de possibilidades, nem sempre satisfatórias.
 - Necessidade de considerar as características da variável (ocorrências, distribuição, rigor, etc.), as características da base espacial dos dados (homogeneidade ou não, etc.), os objectivos do mapa (mapa único ou colecção de mapas destinados a comparações, etc.) e o público a que se destina.
- Havendo representação contínua dos dados, a cada valor corresponde um símbolo, devendo ser utilizada na representação uma escala de valor.
 - Argumentos a favor: não haver distorção dos dados; simplificação posterior, de natureza visual, em que a "regionalização" da imagem, feita pelo utilizador, se aproxima dos melhores processos de classificação; solução interessante nalguns casos (leitores treinados e na investigação), podendo ser o ponto de partida para a produção de mapas coropletos tradicionais destinados a leitores menos experientes.
 - Argumentos contra: imagens visualmente mais complexas; dificuldades na apreensão e retenção visual de elevado número de variações gráficas dos símbolos e, por isso, aconselhado este tipo de mapas sobretudo em leituras de conjunto da repartição espacial; variações individuais na "regionalização" visual, considerando-se perigoso deixar ao utilizador (e ao seu sistema visual) a simplificação do padrão cartográfico; problemas na elaboração da legenda, pela impossibilidade de identificação de todos os símbolos presentes, mostrando-se na maioria dos casos amostras significativas (com avaliação visual das restantes variações) ou uma escala de valor progressiva.

c) Algumas regras básicas das classes nos mapas coropletos.

- As classes devem cobrir o conjunto dos valores da variável;
- Cada valor deve pertencer a uma classe e só a ela;
- Não deve haver classes vazias;
- Não deve haver precisão exagerada na identificação numérica das classes:
 - A precisão na identificação depende do rigor dos dados (exemplo: os dados censitários raramente justificam grande rigor; é inútil e falso indicar o número de médicos por 10 000 habitantes com 4 casas decimais...);
 - Na legenda dos mapas, devem arredondar-se e simplificar-se os valores numéricos das classes. Exemplos a evitar:

[50 - 75 [	50 - 74,99
[75 - 100 [	75 - 99,99
[100 - 110 [	100 - 109,99
[110 - 150 [	110 - 149,99

9.2.1. ESCOLHA DO NÚMERO DE CLASSES (do ponto de vista cartográfico)

a) **Princípio geral:** quanto mais elevado for o número de classes mais a repartição espacial se aproxima dos dados originais (logo, melhor simplificação).

b) **Limites** de aplicação do princípio.

– **Limites lógicos**, em função das ocorrências da variável.

- A um maior número de ocorrências deve corresponder um maior número de classes.
- As fórmulas geralmente utilizadas nos tratamentos estatísticos, que relacionam o número de classes com as ocorrências da variável, têm reduzido interesse cartográfico, visto que na maioria dos casos o número de classes é demasiado elevado.

– **Limites técnicos**, ligados à produção do documento.

- Sobretudo na produção manual, tradicional: dificuldade em produzir mais do que 7 a 10 símbolos ordenados, percebidos como diferentes; maiores dificuldades se os símbolos são fabricados à mão.
- Reduzidos na produção automática: possibilidade de construir sequências de valor com elevado número de símbolos escalonados e proporcionais aos dados.

– **Limites visuais**, ligados à leitura do mapa.

- Dificuldade na identificação visual de mais de 6 a 7 níveis.
- Necessidade de acentuar os contrastes visuais entre símbolos ordenados para facilitar a transferência mapa/legenda e impedir os efeitos do contraste simultâneo, sobretudo quando se exige leitura elementar do mapa.

c) **Escolha do número de classes:** conclusão.

– Não há regras universais.

– O número de classes de um mapa deve situar-se, em geral, entre 4 (sendo as distribuições cartográficas grosseiras abaixo deste limiar) e 6-7 (havendo dificuldades de identificação visual dos símbolos acima deste limiar).

– Necessidade de atender na escolha do número de classes aos objectivos dos mapas e à experiência cartográfica dos utilizadores. Exemplos: mesmo número em mapas destinados a comparações; número mais baixo para pessoas menos treinadas e em mapas destinados à apreensão global da distribuição; número mais elevado para leitores treinados e quando se torna importante uma imagem da repartição espacial o mais próxima possível da realidade.

d) Relação entre **o número de classes e a complexidade do mapa coropleto** resultante (fig. 9.2).

– Para pequeno número de classes (variável conforme os casos), o incremento de uma classe traduz-se num aumento acentuado de complexidade: não deve haver escolha de um número reduzido de classes por não estar correctamente definido o padrão da repartição espacial da variável.

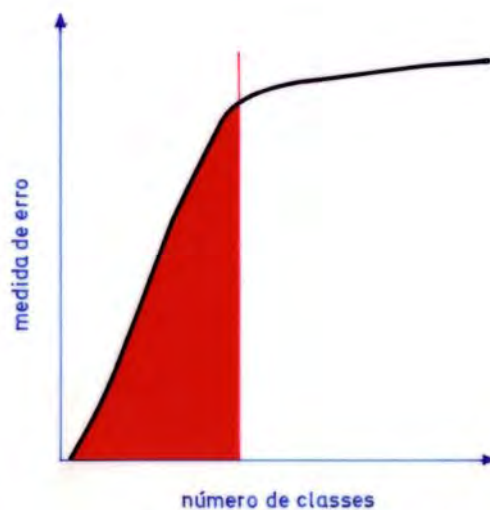


Fig. 9.2 – Relação hipotética entre o erro do mapa e o número de classes. A linha a vermelho indica o limite a considerar: abaixo do número de classes correspondente (área a vermelho) não deve haver escolha; acima dessa linha, não há grandes vantagens.

- Para um número elevado de classes (também variável de caso para caso), crescendo este número a complexidade estabiliza mas aumenta o número de símbolos: não há interesse na escolha de um número elevado de classes.
- A escolha deve situar-se, portanto, no número mais baixo possível que defina o padrão da repartição espacial mais próximo da realidade. A aplicação de testes automáticos à classificação permite equacionar rapidamente este problema.

9.2.2. ESCOLHA DOS INTERVALOS DE CLASSE (do ponto de vista cartográfico)

a) Grandes famílias e alguns **métodos de classificação**; determinação dos limites das classes; vantagens e inconvenientes (fig. 9.3).

- **Métodos intuitivos** (ou arbitrários): partição *a priori* baseada na experiência.
- **Métodos exógenos**: limites determinados segundo um referencial externo (e não em função dos dados a cartografar).
- **Métodos matemáticos**: classes matematicamente determinadas, de igual amplitude ou com intervalos crescentes.
 - *Divisão em intervalos de igual amplitude* (ou intervalos constantes): amplitude das classes em função da amplitude da variável.
 - *Divisão com intervalos em progressão*: *progressões aritméticas* (classes de amplitude variável, que aumenta do valor mais baixo para o mais elevado, ou vice-versa, segundo uma razão de progressão aritmética) e *progressões*

geométricas (idem, segundo uma razão de progressão geométrica, o que origina classes de ordem inferior com menores intervalos, relativamente à divisão em progressão aritmética, e o contrário nas classes de ordem superior, ou vice-versa).

- *Divisão após transformação da variável* (pelo inverso, raiz quadrada, etc.): geralmente classes de igual amplitude ou baseadas na média e desvio-padrão dos valores transformados; razões principais da transformação: normalização da variável ou pormenorização dos valores mais frequentes; problemas da escolha do tipo de transformação e do método de classificação a aplicar aos dados transformados, bem como do seu significado cartográfico (não explanado).
- **Métodos estatísticos:** utilização de parâmetros estatísticos para agrupamento dos valores da variável.
 - *Quantis* (quartis, quintis, decis, etc.): iguais efectivos em cada classe.
 - *Média e desvio-padrão* (centrada ou não na média): classes de igual amplitude, exceptuando às vezes as classes extremas.
 - *Médias embutidas:* classificação derivada da noção de média aritmética, aplicada primeiro ao total dos valores da variável e, em seguida, a subconjuntos.
 - *Classificação optimizada* (não desenvolvido), baseada em algoritmos que asseguram a formação de grupos homogéneos, partindo de medidas objectivas do erro da classificação. Método proposto pela primeira vez por G. F. Jenks e F. G. Caspall (1971)¹ e, por isso, conhecido também por *método de Jenks*, embora se utilizem hoje vários algoritmos.
 - Outros (não explanados).
- **Métodos gráficos:** agrupamento visual dos valores da variável com base em rupturas observadas graficamente ou a partir da curva clinográfica (que relaciona os valores ordenados da variável, em y, com a percentagem da superfície acumulada das unidades espaciais correspondentes, em x).
 - *Rupturas observadas:* agrupamento dos valores a partir das discontinuidades aparentes observadas em gráficos (gráfico de frequências, histograma, etc.).
 - *Quantis espaciais:* limites numéricos das classes determinados a partir da curva clinográfica, correspondentes a iguais intervalos no eixo do x (áreas acumuladas) (não desenvolvido).
 - *Rupturas espaciais:* limites das classes determinados a partir da curva clinográfica, correspondentes às inflexões ou patamares da curva (não desenvolvido).

b) Tipo de **intervalos** resultantes.

- *Intervalos regulares:*
 - Igual amplitude das classes (exemplos: equidistante, algumas arbitrárias e às vezes média e desvio-padrão);
 - Amplitude variável (progressões, divisão após transformação, etc.).
- *Intervalos irregulares e descontínuos* (quantis, algumas divisões gráficas).

¹ JENKS, George F.; CASPALL, Fred G. – Error on choroplethic maps: definition, measurement, reduction. *Annals*. Washington: Association of American Geographers. Vol. 61, n.º 2 (1971), p. 217-244.

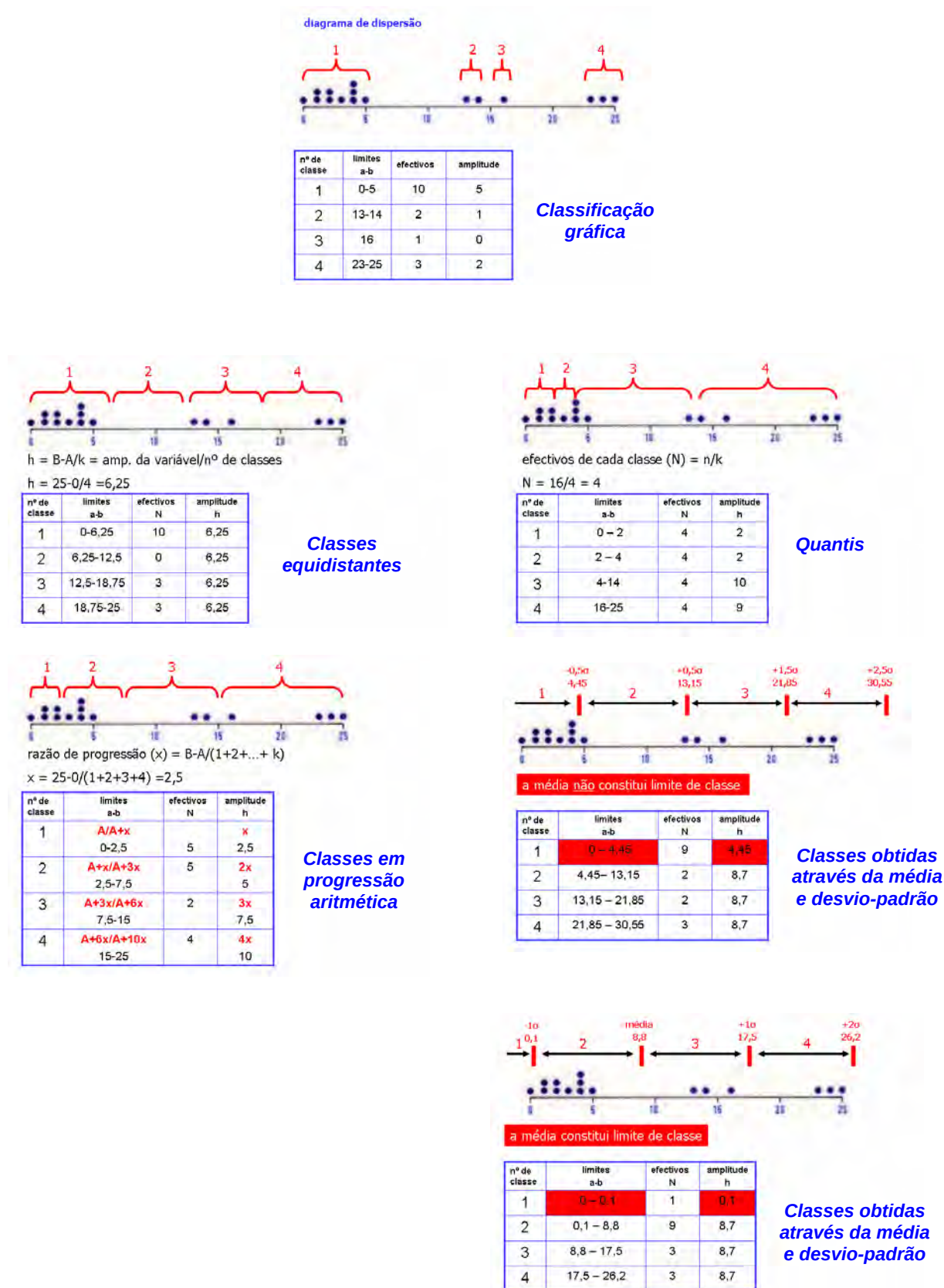


Fig. 9.3 – Exemplificação de alguns métodos de classificação.

c) Passos técnicos de determinação dos limites numéricos das classes, utilizando alguns métodos atrás referidos.

d) Avaliação das situações a que se adequam alguns métodos de classificação (fig. 9.4), particularmente no que se refere aos dados, aos objectivos dos mapas resultantes e à simplicidade de execução técnica. A comparação de distribuições geográficas e os métodos de classificação.

Critérios de escolha	Alguns processos de classificação				
	intervalos iguais	quantis	média e desvio-padrão	rupturas naturais	otimizada
Distribuição dos dados					
Facilidade de compreensão do método					
Facilidade de cálculo					
Facilidade de compreensão da legenda					
Aceitável para dados ordinais		aceitável			
Seleccção do n.º apropriado de classes					

Fig. 9.4 – Critérios para seleccionar alguns métodos de classificação (adaptado e simplificado de T. A. Slocum et al., 2005, p. 88). As situações consideradas muito boas e boas estão figuradas a cinzento, escuro e claro respectivamente, enquanto a amarelo-claro se representam as más ou inaceitáveis.

9.2.3. OPTIMIZAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

- Meios de avaliação dos "erros": gráficos e índices (apresentação sucinta).
 - Teste de Jenks e Coulson (1964; quadro 9.1);
 - Teste de Jenks e Caspall (1971): TAI/*Tabular Accuracy Index* (quadro 9.2).

Quadro 9.1 – Medição dos erros da classificação: teste de Jenks e Coulson (1964)

Processo de divisão	Nº de ordem da classe	Limites de cada classe	Somatório das ocorrências por classe	Nº de ocorrências por classe	Média de cada classe	amplitude observada	idem, ponderada	média teórica (ou centro da classe)	idem, ponderada	desvio entre as amplitudes ponderadas (observada e teórica)
	n	a - b	S	N	m=S/N	h=b-a	hp=h/m	μ=a+h/2	Hp=h/μ	D= hp-Hp

Erro = somatório dos desvios

Quadro 9.2 – Medição dos erros da classificação: teste TAI (tabular accuracy index) de Jenks e Caspall (1971)

Processo de divisão	Nº de ordem da classe	Limites de cada classe	Somatório das ocorrências por classe	Nº de ocorrências por classe	Média de cada classe	Somatório dos desvios observados de cada valor em relação à média da classe
	n	a - b	S	N	m=S/N	Σ xi - m

TAI = 1 – somatório dos desvios |xi - m| / somatório dos desvios de cada valor à média da variável

ou

TAI = 1 – erro total do mapa / erro máximo do mapa
(variação do TAI: 0 a 1, sendo 0 o erro máximo e 1 o erro mínimo)

9.2.4. REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA: SEQUÊNCIAS DE VALOR

a) **Tipos de sequências** (ver ponto 5 do programa):

- *Monocromáticas e policromáticas;*
- *Unipolares ou bipolares.*

b) **Aplicação.**

- Classes regulares, com intervalos contínuos de igual amplitude: sequência de símbolos com iguais intervalos visuais.
- Classes irregulares, descontínuas e de diferente amplitude: sequências correspondentes.
- Criação de contrastes suficientes para a discriminação visual das classes.

c) As **legendas** dos mapas coropletos.

9.2.5. AS IMAGENS CARTOGRÁFICAS

a) **Diversidade de imagens** em função da classificação dos dados.

b) **Tipos de distribuição cartográfica** em mapas coropletos: distribuições concentradas e fragmentadas.

c) Relação da **complexidade dos mapas** com o número de classes e as características da base espacial.

d) **Importância da base espacial.**

OBJECTIVOS DOS EXERCÍCIOS PRÁTICOS

- *Escolher o número adequado de classes na elaboração de mapas coropletos.*
- *Utilizar diversos métodos de classificação e seleccionar o mais apropriado.*
- *Construir a legenda do mapa.*

Referências bibliográficas fundamentais:

ANSON, R. W.; ORMELING, F. J. (ed.) – *Basic Cartography for students and technicians: exercise manual*. London: Elsevier Science Publishers, 1991. ISBN 1-85166-590-0.

Ver exercício 7 (construção de mapa coropleto), capítulo 3; exercício 4 (mapa demográfico) e 5 (mapa de densidade da população), capítulo 8.

CAUVIN, Colette; REYMOND, Henri; SERRADJ, Abdelaziz – *Discretisation et représentation cartographique*. Montpellier: GIP Reclus, 1987. 116 p. (Reclus Modes d'Emplois). ISBN 2-86912-010-3.

DENT, Borden D. – *Cartography: thematic map design*. 2.^a ed. Dubuque: W. C. Brown Publishers, 1990. 433 p. ISBN 0-697-07991-0.

Ver capítulo 6, p. 145-182.

DIAS, Maria Helena – *Leitura e comparação de mapas temáticos em Geografia*. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, 1991. 433 p. (Memórias do Centro de Estudos Geográficos; n.º 13).

Ver p. 53-73.

ROBINSON, Arthur H. *et al.* – *Elements of Cartography*. 6.^a ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 674 p. ISBN 0-471-55579-7.

Ver, em particular, p. 515-526.

SLOCUM, Terry A. *et al.* – *Thematic Cartography and geographic visualization*. 2.^a ed. London: Pearson Education, 2005. 518 p. ISBN 0-13-035123-7.

Ver capítulos 5 e 13, p. 74-102 e 250-270.

Outras referências:

DIAS, Maria Helena; ALEGRIA, Maria Fernanda – *Tratamento cartográfico e informação em Geografia: estruturação de variáveis*. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, 1983. 89 p. (Linha de Acção de Geografia Regional e Histórica; relatório n.º 3).

EVANS, Ian S. – The selection of class intervals. *Transactions*. Oxford: Institute of British Geographers. Vol. 2, n.º 1 (1977), p. 98-124.

GILMARTIN, P. P. (ed.) – *Studies in Cartography: a festschrift in honor of Georges F. Jenks*. Toronto: University of Toronto Press, 1987. 135 p. (Cartographica; monograph 37). ISBN 919870-41-4.

MERSEY, Janet E. – *Colour and thematic map design: the role of colour scheme and map complexity in choropleth map communication*. Toronto: University of Toronto Press, 1990. 157 p. (Cartographica; monograph 41). ISBN 919870-41-4.

10. ELEMENTOS E CONCEPÇÃO GLOBAL DO MAPA TEMÁTICO

10.1. ELEMENTOS DO MAPA. CARACTERÍSTICAS E FUNÇÕES

a) Os elementos do mapa.

– **Área representada.**

- O fundo (ou informação de base) e o tema.
- A existência ou não de envolvente geográfica.
- Tamanho e posição da área, dependente do espaço disponível, da configuração da área e dos elementos do mapa; maximização do tamanho da área representada e coexistência de informação mínima sobre o espaço envolvente; conflitos com os elementos e com o espaço disponível.

– **Elementos essenciais** (aqueles que devem estar sempre presentes, independentemente do tipo de mapa):

- Título;
- Legenda;
- Escala.

– **Outros elementos** (indispensáveis nalguns casos):

- Esquadria;
- Janela;
- Orientação;
- Fontes de dados e bases cartográficas;
- Identificação da projecção;
- Identificação da autoria e datas (de levantamento ou elaboração e/ou edição).

b) Características e funções (quadro 10.1).

10.2. ELEMENTOS ESSENCIAIS

a) **Título:** identificação do tema representado.

Quadro 10.1 – Principais elementos do mapa e suas funções

Elementos do mapa	Descrição e função principal
Título	Geralmente dominante pelo tamanho (excepto no caso de ilustrações); breve e conciso, chama a atenção para o tema central do mapa.
Legenda	Subordinada ao título, mas uma chave fundamental para a leitura; serve para descrever todos os símbolos desconhecidos ou únicos que foram utilizados.
Escala	Geralmente só sob forma gráfica, fornece informações importantes sobre relações lineares; a simplicidade gráfica é, aqui, como noutras situações, a melhor solução.
Esquadria	Opcional e decorativa nalguns casos, pode servir para demarcar o campo de leitura; é importante no apoio à rede de paralelos e meridianos e fundamental para delimitar a área representada; deve ter sempre pouco peso visual.
Janela	Necessária apenas em certas situações, tem funções múltiplas, desde a localização à ampliação de pormenores e até à representação de outros temas, a que correspondem escalas maiores ou menores do que o mapa principal.
Rede de paralelos e meridianos	Frequentemente esquecida, deveria estar presente na maioria dos mapas e sempre que a informação sobre localizações seja relevante; graficamente tratada como fundo ou informação secundária.
Fontes, datas, responsabilidades, etc.	Descrições verbais opcionais mas cuja inclusão deve ser ponderada caso a caso; fornecem informações complementares que podem ser relevantes.

- Informação contida no título: indicação clara e curta do tema (com supressão, na maioria dos casos, das expressões "Mapa de...", "Mapa da distribuição de...", "...no ano de..." (entre outras). Algumas incorrecções frequentes. Exemplo:

***Mapa da distribuição da densidade da população
por concelhos em Portugal no ano de 2001***

- O que se deve evitar:
- "Mapa de..." só em casos consagrados (exemplos: mapa geomorfológico, mapa geológico);
 - "...distribuição de..." sem interesse, dado ser inerente à função de qualquer mapa temático.
- Indicações indispensáveis:

**Densidade da população
2001**

ou, se o leitor não identificar a área representada e a base espacial dos dados (ou esta não figurar na legenda),

Densidade da população em Portugal (2001)

ou

**Portugal
Densidade da população
2001**

ou

Densidade da população por concelhos, 2001

- Destaque do título, dado pela posição que ocupa no mapa, pelo tamanho e corpo da letra; o caso da ilustração de textos.
- Posição do título (fig. 10.1 e 10.3):
 - Fora da esquadria, ao topo (séries topográficas e temáticas);
 - Dentro da esquadria, com posição variável dependente do espaço disponível e dos outros elementos (maioria dos mapas temáticos), às vezes inserido em caixa (com pouco peso visual) no interior da área representada ou da sua envolvente geográfica;
 - No caso de ilustrações, geralmente na parte inferior e às vezes acompanhado de outras informações (comentário, fontes, etc.).

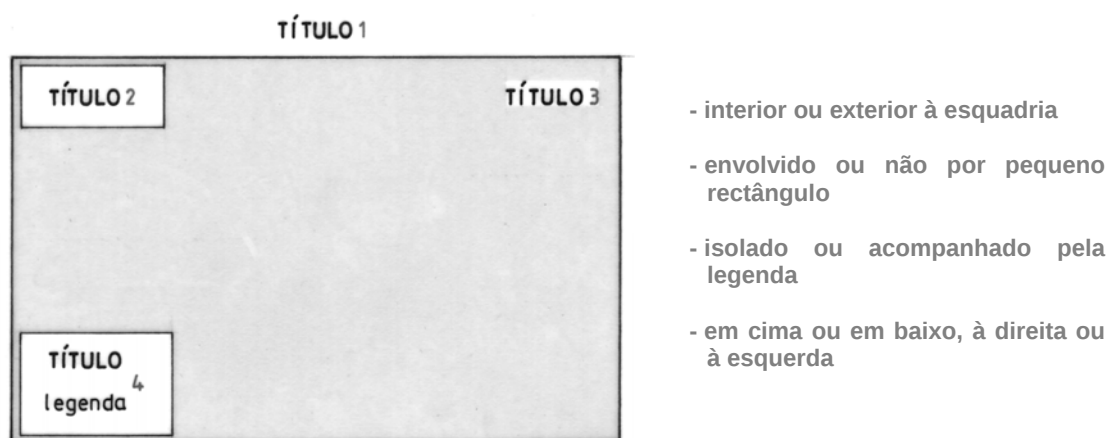


Fig. 10.1 – Posições frequentes do título num mapa temático.

b) **Legenda:** chave para a explicação dos símbolos utilizados no mapa.

– O que constitui uma legenda:

- Todos os símbolos do mapa, em certos casos e para utilizadores pouco treinados ou sempre que o seu significado seja presumivelmente desconhecido;
- Apenas alguns símbolos (legenda explícita), no caso de utilizadores treinados ou em situações bem ponderadas; implícita, apenas considerada informação respeitante ao fundo do mapa.

– Organização da legenda (fig. 10.2).

- Em regra, os símbolos precedem a sua explicação sucinta; desaconselhável a utilização de legenda com explicação externa pelos saltos repetidos na leitura entre o mapa, a legenda e a explicação do seu significado.
- Símbolos com as mesmas características gráficas do mapa, dependendo o modo como são indicados da sua natureza (símbolos em mancha: amostras em rectângulos, conectados ou não, consoante as situações; símbolo linear: fragmento; símbolo pontual: o próprio símbolo).
- Geralmente com disposição vertical; legendas sob a forma de quadro para informações complexas e inter-relacionadas.
- Conjunto organizado de símbolos, formando grupos explícitos (com títulos) ou não (dependente da informação e do número de símbolos).
- Alinhamento dos símbolos e das suas explicações, em legendas com disposição vertical ou horizontal.
- Legenda inserida ou não em caixa (neste caso, com peso visual reduzido).

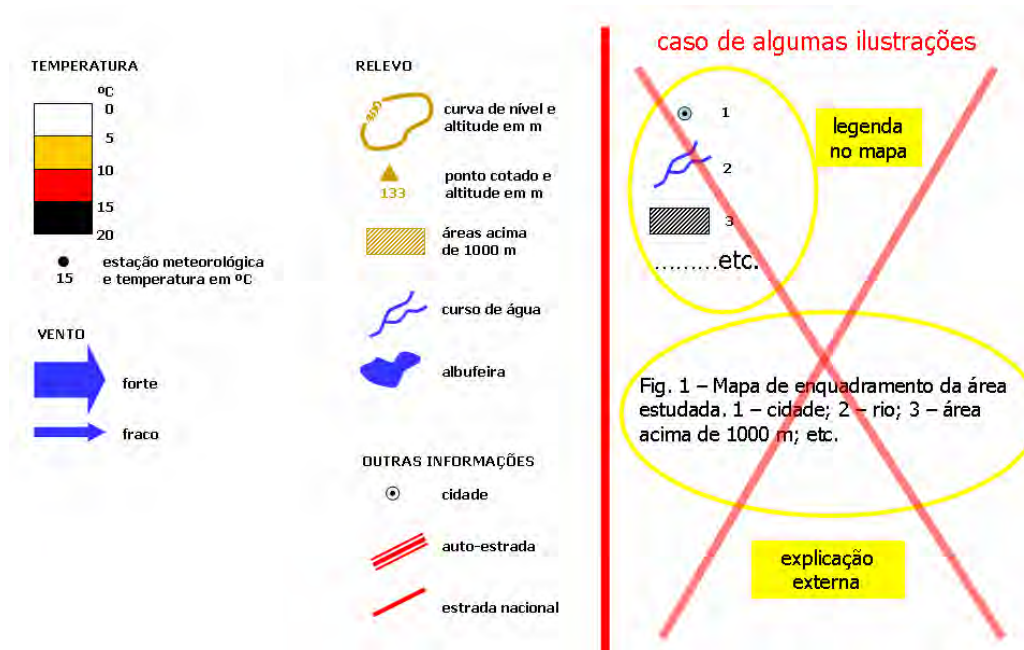


Fig. 10.2 – Organização da legenda (à esquerda) e dificuldades de legendas repartidas entre os símbolos no mapa e a sua explicação externa (à direita).

– Posição da legenda (fig.10.3):

- Separada ou em conjunto com os outros elementos;
- Fora da esquadria, na parte inferior (séries topográficas e temáticas), ou dentro da esquadria, em posição variável, dependente dos outros elementos e do espaço disponível.

c) **Escala:** identificação da dimensão.

– Características.

- Escala gráfica indispensável no mapa temático (nalguns casos, e acessoriamente, a escala numérica);
- Vantagem de soluções simples e eficazes na Cartografia temática, até porque o rigor posicional não é geralmente uma característica do mapa temático e a medição exacta de distâncias também não é uma das suas funções: segmento de recta de grande simplicidade (gráfica e de identificação) e com comprimento adequado;
- Em planisférios ou mapas de áreas extensas, indicação dos lugares a que a escala se reporta ou escala múltipla nalgumas projecções; pelas distorções, o segmento de recta simples num planisfério, sem qualquer outra indicação, perde toda a sua utilidade e pode ser até fonte de erros.

– Posição: exterior ou interior em relação à esquadria.

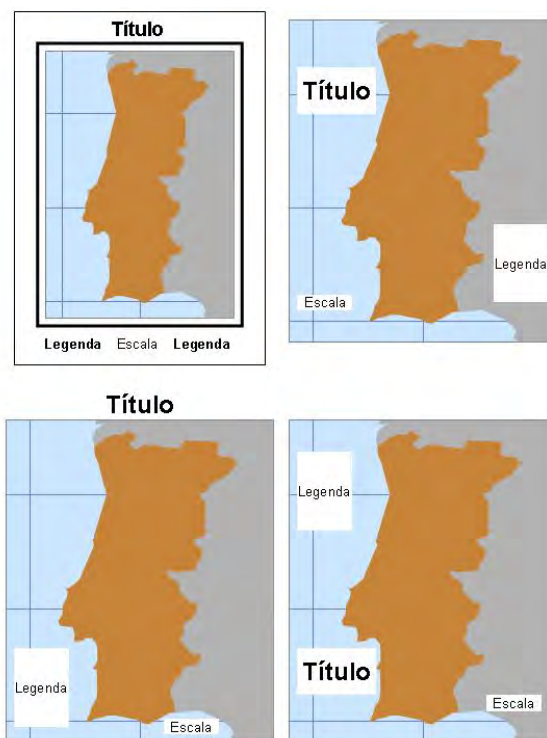


Fig. 10.3 – Algumas disposições típicas dos elementos do mapa. À esquerda e ao topo: disposição formal, frequente nas séries cartográficas; restantes casos: disposição informal, mais utilizada nos mapas temáticos.

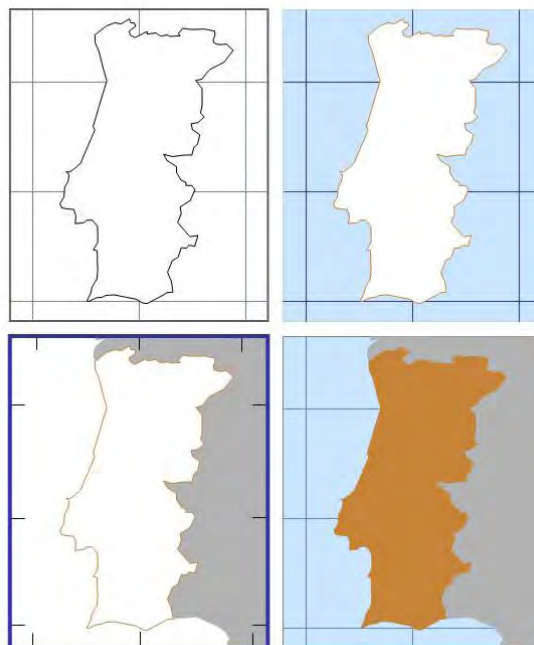


Fig. 10.4 – O mapa e o fundo: alguns esquemas de arranjo gráfico.

10.3. OUTROS ELEMENTOS

a) **Esquadria** (fig. 10.4 e 10.5): desenho; relação com os outros elementos, sobretudo o título, a legenda e a escala; funções.

- Organiza o conteúdo do mapa e define a sua forma e extensão.
- Limita a área representada, cortando-a (indispensável); envolve o mapa e os seus elementos (podendo ser suprimida); limita a área e envolve os elementos, simultaneamente.
- Dimensão e posição condicionadas pela área representada, pelo espaço disponível e pelos outros elementos do mapa.
- Linha simples e fina, na generalidade dos casos, evitando-se as ornamentações graficamente “pesadas”.

b) **Janela**, com mapa geralmente de escala diferente. Funções e características gerais:

- Localizar a área representada em relação a uma área mais vasta, facilmente identificada: janela de localização (mapa de escala menor);
- Ampliar uma área importante ou mais congestionada (mapa de escala maior, mostrando uma porção restrita do mapa principal);
- Fornecer complementos de informação relacionados com o tema do mapa principal: o mesmo tema em datas diferentes ou outros temas relacionados (mapa de escala menor);
- Mostrar áreas relacionadas com o mapa principal, que têm localização diferente (mapa na mesma escala ou em escala diferente).



Fig. 10.5 – Alguns exemplos da aparência das esquadrias e da notação dos paralelos e meridianos.

c) **Orientação:** refere-se à indicação da direcção no mapa.

- Explícita por seta e indicação da direcção (fig. 10.6) apenas nos casos em que o mapa não esteja orientado com o Norte para o topo (neste caso é desnecessária);
- Explícita pela *rede de paralelos e meridianos* (sendo neste caso desnecessária a seta). Esta deve ser utilizada, sempre que:
 - Seja necessário fornecer informações adicionais de posição (geralmente aconselhada na maioria dos mapas);
 - O tema esteja de alguma forma relacionado com a latitude e a longitude;
 - Se trate de mapa de localização, se representem áreas extensas (em particular, a Terra no seu conjunto) e ainda em mapa temático avulso ou integrado em atlas.
- Explicitação gráfica simples e com peso visual muito reduzido.
 - Paralelos e meridianos total ou parcialmente desenhados ou ainda expressos apenas por pequenas marcas, apoiadas na esquadria.

d) Identificação das **fontes de dados** e das **bases cartográficas** utilizadas: indispensáveis nalguns mapas.

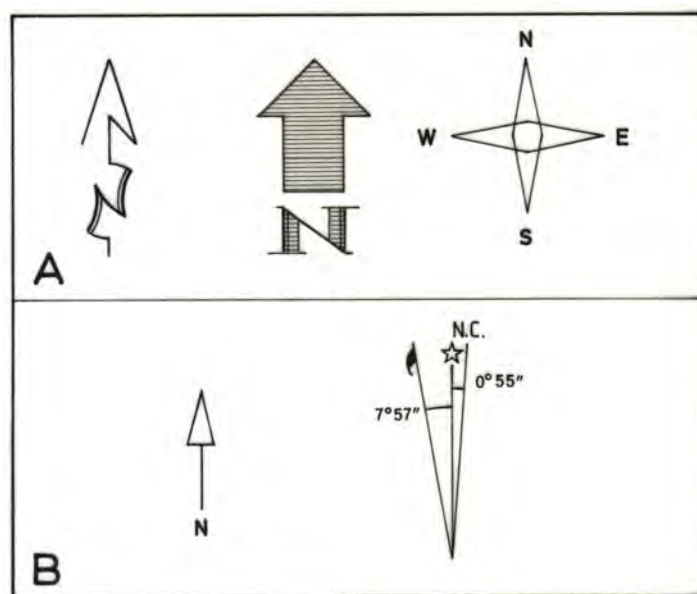


Fig. 10.6 – A expressão da orientação nos mapas: soluções não aconselháveis, em A; habitualmente utilizadas, em B, tanto nos mapas temáticos (à esquerda) como nos topográficos (à direita).

e) **Identificação da projecção**: indispensável em certos mapas e em atlas e sempre que se trate da representação de áreas extensas do Globo.

f) **Identificação da autoria** (individual ou colectiva) do mapa e **data** de levantamento ou elaboração e/ou edição: indispensáveis em muitas situações, particularmente em mapas não incluídos em livros ou atlas.

10.4. CONCEPÇÃO DO MAPA E ATRIBUTOS DO DESENHO CARTOGRÁFICO

a) Concepção e etapas prévias à realização do mapa:

- Avaliar como será reproduzido ou visto o mapa e por quem será utilizado;
- Seleccionar a melhor projecção e a escala adequada;
- Seleccionar a informação da base cartográfica;
- Decidir os métodos de tratamento dos dados e o modo como estes serão simbolizados;
- Seleccionar os elementos do mapa e avaliar como serão integrados;
- Estabelecer a hierarquia visual correspondente à importância relativa dos símbolos e dos elementos do mapa;
- Criar um esboço simplificado que traduza as opções tomadas;
- Construir o mapa com base no esboço;
- Avaliar a sua eficácia e retocá-lo.

b) **Atributos do desenho cartográfico:** eficácia da concepção traduzida na representação.

– **Hierarquia visual** (fig. 10.7): ordenação visual da importância relativa dos elementos informativos entre si (símbolos e elementos do mapa).

- Tradução gráfica da importância relativa da informação e dos elementos do mapa, que ajude o utilizador a organizar visualmente a informação; a hierarquia é conseguida à custa da aplicação de contrastes, de modo que certos símbolos tenham mais *peso visual* do que outros.
- Símbolos do tema mais destacados graficamente do que os do fundo; título e legenda mais destacados do que a escala gráfica ou a esquadria, etc.
- Coincidência ou não da *hierarquia visual* com a *hierarquia conceptual* – hierarquia visual correcta ou incorrecta –, determinando a facilidade de utilização e a capacidade atractiva do mapa.

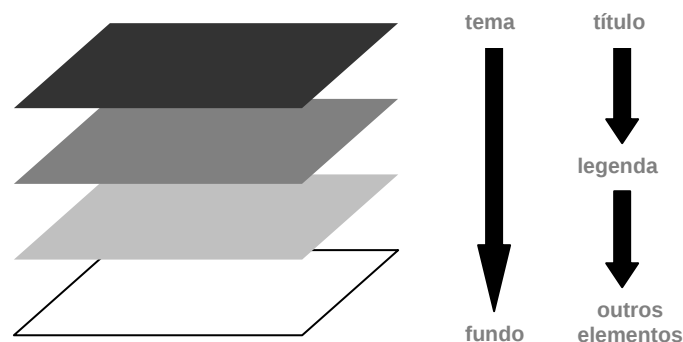


Fig. 10.7 – Diferentes níveis de contraste e hierarquia visual na organização da informação cartográfica.

– **Contraste visual:** diferenças visuais entre factos e objectos representados que permitem a sua diferenciação e sugerem a sua importância relativa (hierarquia visual).

- Criação de contrastes pela manipulação das variáveis visuais, pela escolha do tipo e tamanho de letra, pela diferenciação entre o fundo e a área representada, etc.
- Contrastes insuficientes determinam a monotonia gráfica; contrastes suficientes facilitam a interpretação, tornando o mapa mais estimulante e atractivo.

– **Relação figura-fundo:** tipo particular de contraste que acentua a importância de um objecto ou facto representado (*figura*) em relação a outro (que actua como *fundo*), baseado no princípio de que esse objecto ou facto surge visualmente à frente do outro e, portanto, mais próximo do utilizador.

- Redução do peso visual dos limites administrativos num mapa temático a preto e branco, pela utilização do cinzento (por exemplo).
- O problema do contraste “terra-água” (fig. 10.4): estabelecido com inversão ou não das regras da relação figura-fundo (mar/fundo a branco ou não); utilizando a rede de

paralelos e meridianos no mar, interrompida em terra; utilizando sombreado que “eleva” a parte da terra relativamente ao mar (solução às vezes problemática).

- A utilização das cores e a relação figura-fundo (fig. 10.8).
- **Equilíbrio gráfico:** organização do espaço do mapa, que se traduz pela harmonia visual.
- O espaço disponível e a localização da área representada: esta visualmente centrada e ocupando o maior espaço possível mas permitindo a inserção dos elementos do mapa.
- Bom equilíbrio obtido através do uso correcto do espaço, da disposição dos elementos mais ou menos “pesados” e da sua centragem.

10.5. TOPONÍMIA E IDENTIFICAÇÕES ESCRITAS NOS MAPAS. ALGUMAS REGRAS E CONVENÇÕES

Para além dos nomes geográficos, inclui quaisquer palavras ou números que estabeleçam identificações de factos representados no mapa propriamente dito (excluindo os elementos do mapa).

a) Tipo e corpo da letra.

- Variedade; preferência por tipos simples e estilos poucos diferentes no mesmo mapa.
- Escolha em função das categorias dos factos representados.
- Algumas convenções.

b) Colocação das identificações (fig. 10.9).

- Posição dos nomes dependente da natureza dos factos representados (diferente se aplicados a pontos, linhas ou áreas), que lhe devem ser imediatamente associados.
- Disposição horizontal (regra geral) e excepções.
- Colocação de nomes não alinhados horizontalmente e dificuldades adicionais criadas à leitura por disposições incorrectas.
- Resolução gráfica de conflitos entre os símbolos e os nomes.

c) Identificações relativas a informações pontuais (fig. 10.10).

- Disposição horizontal, em posições variáveis.
- Ambiguidades na colocação dos nomes e forma de as ultrapassar.
- Identificações especiais (junto à linha de costa, à fronteira ou a um rio).

d) Identificações relativas a informações lineares (fig.10.11).

- Disposição paralela às linhas, em posição mais favorável (sectores mais rectilíneos ou curvas mais abertas e que identifiquem a tendência da linha).
- Posições acima ou abaixo da linha.
- Repetição das designações.

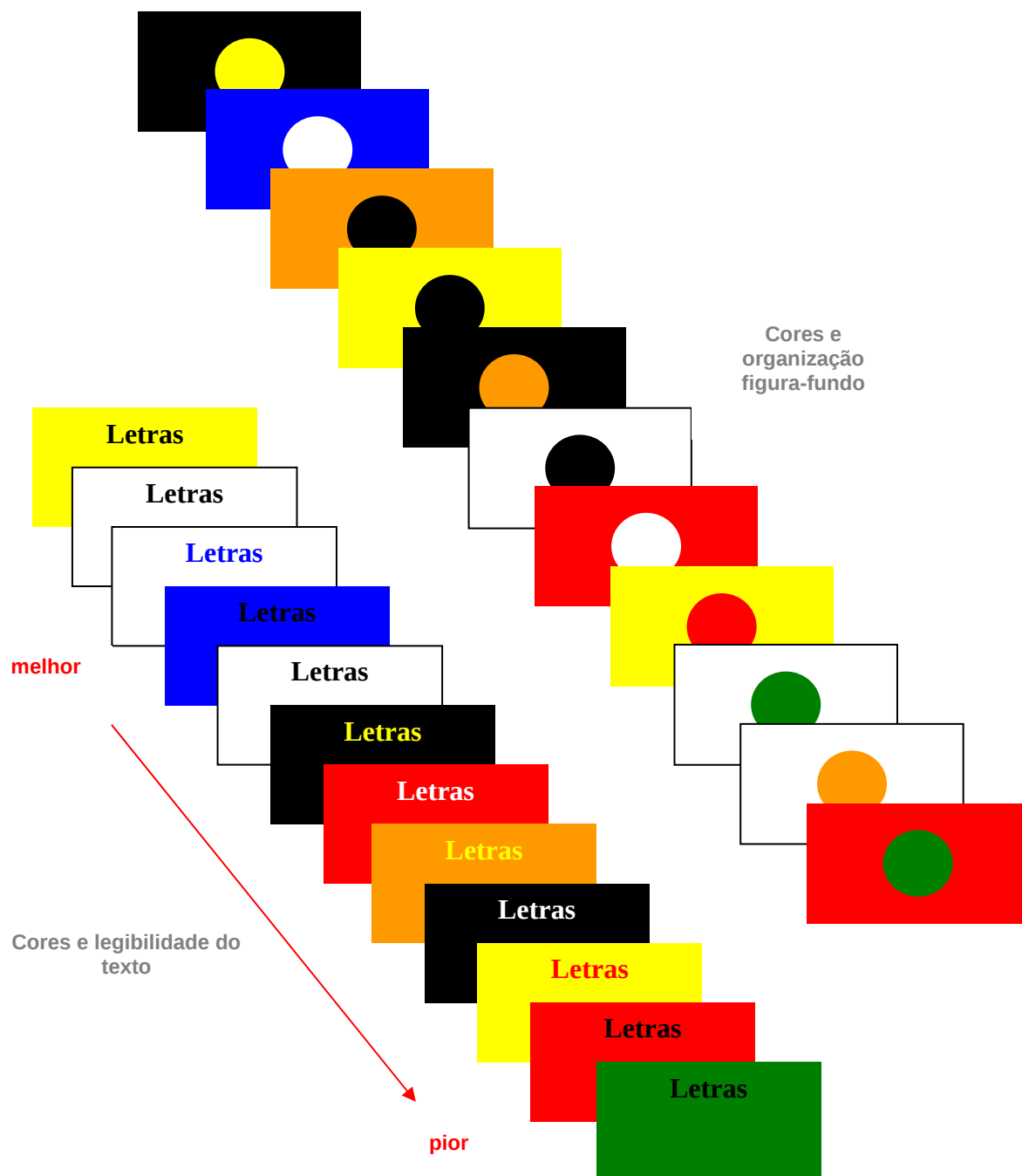


Fig. 10.8 – Combinação de cores na organização figura-fundo e legibilidade do texto num fundo de cor diferente: algumas situações (baseado em quadros de B. D. DENT, 1990, p. 394-395).

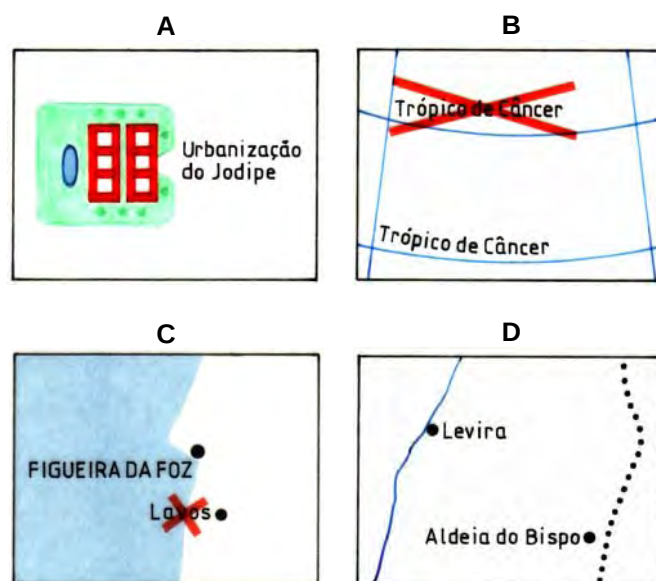


Fig.10.9 – Identificação de informações: aspectos gerais. A: princípio geral da disposição horizontal; B: exemplo de uma exceção; C: identificação junto ao mar; D: identificação de um lugar junto a um rio e na fronteira (sempre do lado a que se reporta).

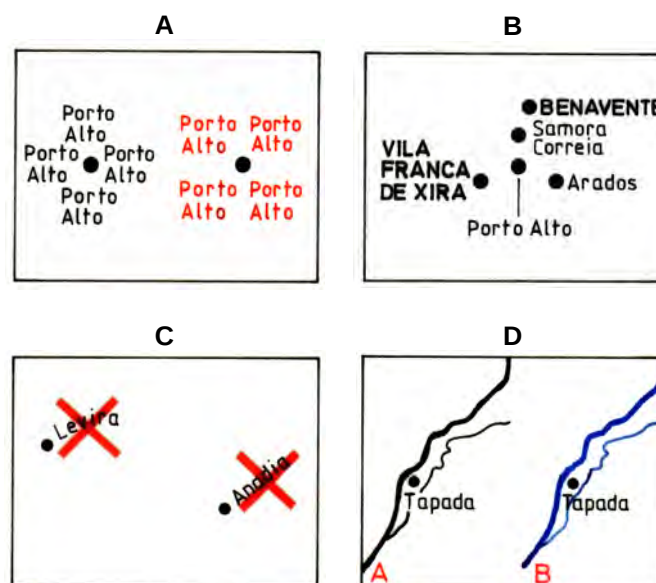


Fig. 10.10 – Identificação de informações pontuais. A: várias posições possíveis; B: resolução de conflitos; C: princípio geral: disposição horizontal; D: interrupção ou não de símbolos.

e) Identificações relativas a informações em mancha (fig.10.12).

- Dentro ou fora da mancha, consoante o espaço disponível.
- Alinhamento segundo a disposição do símbolo e destacando a sua extensão.

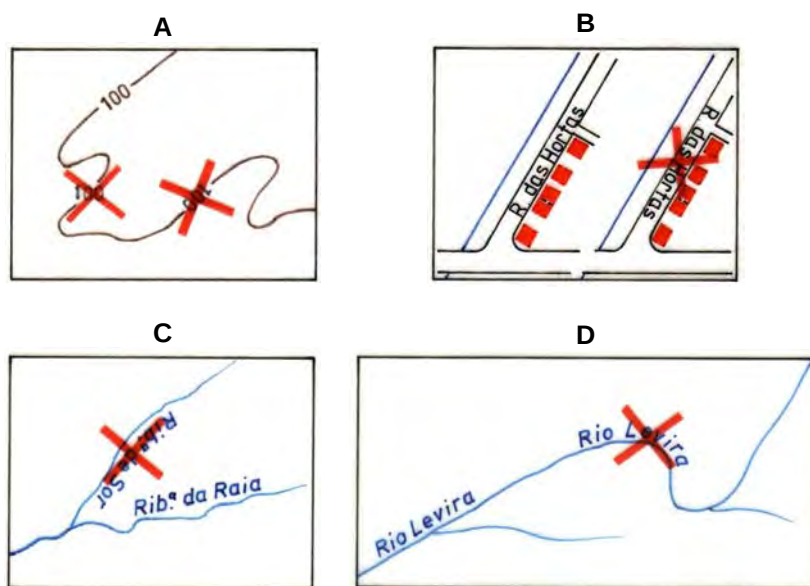


Fig. 10.11 – Identificação de informações lineares. A: legível e coerente na posição de leitura; B: disposição de cima para baixo ou de baixo para cima em alinhamentos verticais ou próximos da verticalidade; C e D: aspectos da colocação do nome de um curso de água.

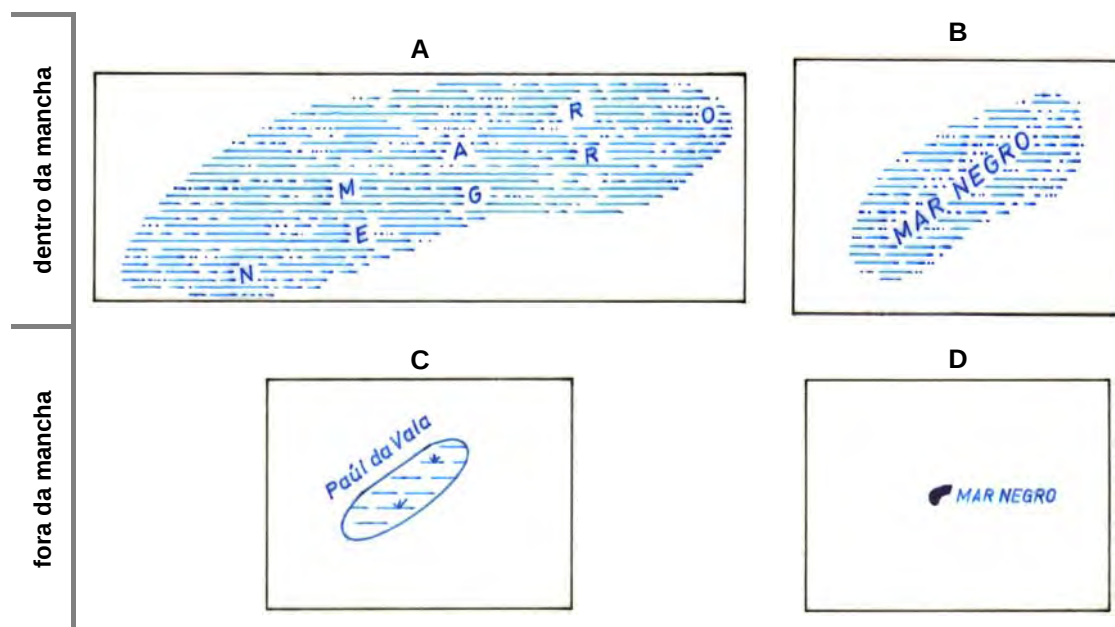


Fig. 10.12 – Identificação de informações em mancha. A e B: a dimensão da mancha permite a sua identificação interna, embora se a área for demasiado extensa a solução seja diferente de A; C: topónimo no exterior, sugerindo a orientação da área; D: o símbolo é de tal forma pequeno que a identificação segue a regra geral (disposição horizontal).

Referências bibliográficas fundamentais:

DENT, Borden D. – *Cartography: thematic map design*. 2.^a ed. Dubuque: W. C. Brown Publishers, 1990. 433 p. ISBN 0-697-07991-0.

Ver capítulo 13 a 15, p. 314-377.

ROBINSON, Arthur H. *et al.* – *Elements of Cartography*. 6.^a ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 674 p. ISBN 0-471-55579-7.

Ver, em especial, capítulo 18, p. 313-339.

SLOCUM, Terry A. *et al.* – *Thematic Cartography and geographic visualization*. 2.^a ed. London: Pearson Education, 2005. 518 p. ISBN 0-13-035123-7.

Ver capítulo 11, p. 199-228.

Outras referências:

MacEACHREN, Alan M. – *How maps work: representation, visualization, and design*. New York: The Guilford Press, 1995. 513 p. ISBN 0-89862-589-0.

MONMONIER, Mark – *Mapping it out: expository Cartography for the Humanities and Social Sciences*. Chicago: University of Chicago Press, 1993. 301 p. ISBN 0-226-53417-0.