

Cartografia

programa, conteúdos e métodos de ensino

Mário Gonçalves Fernandes

Departamento de Geografia

FACULDADE DE LETRAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO

2008

Cartografia

programa, conteúdos e métodos de ensino

Relatório que inclui “o programa, os conteúdos e os métodos de ensino teórico e prático das matérias da disciplina” de ***Cartografia***, de acordo com o nº 2 do artº 44º do ECDU.

Mário Gonçalves Fernandes

Departamento de Geografia

FACULDADE DE LETRAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO

2008

“Embora a Geografia faça maior uso de mapas do que qualquer outra ciência, não se deve confundi-la com Cartografia. O mapa é, ao mesmo tempo, uma das suas bases de trabalho e um dos seus recursos de expressão: sem ele, em muitos campos, é impossível caminhar com segurança.”

Orlando RIBEIRO (1987), *introdução ao estudo da geografia regional*, Lisboa, Ed. João Sá da Costa, p. 39.

ÍNDICE	Pág.
PRIMEIRA PARTE	
A DISCIPLINA, O MÉTODO DE ENSINO E A AVALIAÇÃO	5
1. História de uma disciplina: 1972-2008	6
2. Ensino e aprendizagem: princípios, processo e avaliação	8
3. Referências bibliográficas	12
4. Estrutura dos conteúdos programáticos	13
SEGUNDA PARTE	
DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS	14
I – Mapas e Cartografia	15
II – Escalas, Generalização Cartográfica e Simbolização Cartográfica	23
III – Projecções Cartográficas e Sistemas de Coordenadas	41
IV – Os Mapas Temáticos	58
V – Mapas Temáticos de Implantação Pontual	70
VI – Mapas Temáticos de Implantação Linear	82
VII – Mapas Temáticos de Implantação em Áreas ou em Mancha	89
BIBLIOGRAFIA GERAL	97
1. Bibliografia para os conteúdos programáticos	97
2. Bibliografia de âmbito pedagógico	102
3. Relatórios similares consultados	103

PRIMEIRA PARTE

A DISCIPLINA, O MÉTODO DE ENSINO E A AVALIAÇÃO

1. História de uma disciplina: 1972-2008

Parece despidendo justificar a existência da disciplina de Cartografia na estrutura curricular da licenciatura em Geografia. De facto, a Cartografia é incontornável na formação e na actividade dos geógrafos, quer enquanto representação de um espaço num tempo particular, quer como meio de organização e estruturação de informação, quer, ainda, como documento de explicação e apresentação de resultados. Ou seja, como sublinhou Orlando RIBEIRO, para o geógrafo “o mapa é, ao mesmo tempo, uma das suas bases de trabalho e um dos seus recursos de expressão”¹.

Assim, é sem surpresa que se verifica que a Cartografia, com esta ou outra denominação, sempre esteve presente nos currícula da licenciatura em Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto, e desde o seu início, em 1972². Primeiro encarada de forma clássica, depois abrindo-se à influência de Jacques BERTIN e à novidade da “Expressão Gráfica”, mais tarde crescendo no seu peso curricular, a partir de 1987, diversificando-se, enfim, quer pela modernidade e inovação da automatização, quer pela força de novas necessidades e solicitações.

De facto, a partir de 2001 vigorou um plano curricular de licenciatura que pretendeu reforçar a formação em Cartografia, quer pela sua importância no processo de conhecimento e investigação em Geografia, quer pelo reconhecimento do seu papel enquanto elemento diferenciador do perfil do Geógrafo e pela aposta, estratégica, na potenciação da Cartografia enquanto instrumento essencial na prática do ordenamento do território. Assim, até bem recentemente, os promitentes geógrafos tinham o equivalente a um ano e meio (três semestres) de formação em Cartografia, apostando-se, desta forma, no aprofundamento duma formação marcadamente mais técnica, visando a adequação às solicitações do mercado de trabalho e a diversificação de potenciais saídas profissionais, incluindo-se nesta perspectiva a especialização em Ordenamento do Território.

Contudo, esta visão alterou-se a partir de 2007, com a introdução dos princípios de Bolonha, passando a especialização em Ordenamento do Território para os cursos de 2º ciclo (Mestrado em Cidades, Riscos e Ordenamento do Território e Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território) e reduzindo-se a formação obrigatória em Cartografia para um semestre. Neste contexto, talvez o tempo seja pouco para alicerçar as competências necessárias, importantes por si próprias, bem como para as outras disciplinas da licenciatura e, desde logo, para os Sistemas de Informação Geográfica, disciplina

¹ Orlando RIBEIRO, 1987, *Introdução ao estudo da Geografia Regional*. Lisboa, Ed. João Sá da Costa, p. 39.

² SILVA, Rosa Fernanda Moreira da (1988), “Curso de Geografia na Faculdade de Letras da Universidade do Porto – 1972/88”, Porto, FLUP, *Revista da Faculdade de Letras – Geografia*, I Série, Vol. IV, pp. 5-13.

pertinentemente tornada obrigatória e cujo ensino muito beneficiará de princípios sólidos de Cartografia, como lembrou M. Helena DIAS³.

**Unidades curriculares da licenciatura em Geografia da FLUP com conteúdos da área da Cartografia
(1972-2008)**

Anos lectivos	Disciplina	Tipo	Periodicidade	Ano
1972 a 1974	Desenho Topográfico	Obrigatória	Semestral	2º
1974 a 1978	Cartografia	Obrigatória	1º semestre	1º
	Introdução à Fotografia Aérea	Obrigatória	2º semestre	1º
1978 a 1987	Expressão Gráfica em Geografia	Obrigatória	2º semestre	1º
1987 a 2001	Métodos de Análise em Geografia	Obrigatória	Anual	1º
	Cartografia	Opção	Anual	2º
2001 a 2007	Cartografia	Obrigatória	1º semestre	1º
	Cartografia Temática	Obrigatória	1º semestre	2º
	Cartografia Automática	Obrigatória	1º semestre	2º
	Sistemas de Informação Geográfica	Opção	Semestral	3º/4º
	Cartografia Geomorfológica	Opção	Semestral	3º/4º
	Cartografia dos Riscos Naturais	Opção	Semestral	3º/4º
	Evolução da Cartografia	Opção	Semestral	3º/4º
	História da Cartografia Portuguesa	Opção	Semestral	3º/4º
Desde 2007	Cartografia	Obrigatória	1º semestre	1º
	Sistemas de Informação Geográfica	Obrigatória	1º semestre	2º
	Cartografia Temática	Opção	Semestral	2º/3º
	Análise Espacial e SIGs	Opção	Semestral	2º/3º
	Detecção Remota	Opção	Semestral	2º/3º
	Elementos de Cartografia Geomorfológica	Opção	Semestral	2º/3º
	Evolução da Cartografia	Opção	Semestral	2º/3º

³ M. Helena DIAS, 2007, p. 7.

2. Ensino e aprendizagem: princípios, processo e avaliação

2.1. Os princípios

Com o “Processo de Bolonha”, institucionalizado em Portugal através do Decreto-Lei nº 42/2005 (de 22 de Fevereiro), pretendeu-se concretizar a normalização do ensino superior português com o europeu, através da “instituição de graus académicos intercompreensíveis e comparáveis” e da “organização curricular por unidades de crédito acumuláveis e transferíveis no âmbito nacional e internacional”, tendo como instrumento um novo “sistema de créditos curriculares”, vulgarizado pela sigla ECTS (European Credit Transfer System).

No entanto, para além dos aspectos mais pragmáticos, a questão essencial assenta no facto de o estudante passar a desempenhar “o papel central” na organização das unidades curriculares, “cujas horas de contacto assumirão a diversidade de formas e metodologias de ensino mais adequadas”, como se pode ler na introdução ao referido Decreto-Lei. Aliás, esta ideia será reforçada e pormenorizadamente explicitada em novo documento legal (Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de Março), reafirmando-se a necessidade da “passagem de um ensino baseado na transmissão de conhecimentos para um ensino baseado no desenvolvimento de competências” e sublinhando-se que “a questão central no Processo de Bolonha é o da mudança de paradigma de ensino de um modelo passivo, baseado na aquisição de conhecimentos, para um modelo baseado no desenvolvimento de competências, onde se incluem quer as de natureza genérica – instrumentais, interpessoais e sistémicas – quer as de natureza específica associadas à área de formação, e onde a componente experimental e de projecto desempenham um papel importante.”

Com a abordagem por competências, que vai ganhando adeptos de forma crescente e é agora institucionalizada no ensino superior, pretende-se “permitir a cada um aprender a utilizar os seus saberes para actuar”⁴, o que, para além de poder interessar às empresas e ao mercado de trabalho, como por vezes é acusada, também pode ser instrumento de libertação pessoal, formando pessoas autónomas, capazes de decidir e agir. Noutro sentido, com o desenvolvimento de competências também não se visa diminuir a importância dos conhecimentos, pois não existem competências sem saberes, sendo indefensáveis os enunciados curriculares que apenas discriminam as competências⁵. Aliás, como refere M. do Céu ROLDÃO, “desenvolver competências não *reduz*, antes *umenta*, a necessidade de exigência de domínio consistente de conteúdos”⁶. Na essência, trata-se de um processo centrado em resultados da aprendizagem, sendo estes “o conjunto de competências que inclui conhecimentos, compreensão e habilidades que se espera que

⁴ Philippe PERRENOUD, 2001, p. 17.

⁵ Philippe PERRENOUD, 2001, pp. 12-13.

⁶ M. do Céu ROLDÃO, 2003, p. 69.

o estudante domine, compreenda e demonstre depois de completar um processo curto ou longo de aprendizagem”⁷.

De entre as competências específicas consideradas, pelo Conselho do Departamento de Geografia da FLUP, como estruturantes do perfil do licenciado em Geografia, pretende-se que a Cartografia contribua para as seguintes:

Âmbitos das competências		Competências
Instrumentais	Cognitivas	<ul style="list-style-type: none"> - Usar adequadamente termos e conceitos associados à Cartografia e à geografia; - Seleccionar, no âmbito cartográfico, as escalas de análise mais adequadas a cada situação; - Analisar a diversidade e interdependência, cartográfica, entre o local e o global;
	Tecno-metodológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Procurar informação cartográfica pertinente e actualizada, em fontes diversas, adequadas e credíveis; - Tratar a informação de forma adequada, evidenciando conhecimento quanto ao tipo de tratamento cartográfico e adequação e actualização face aos meios; - Produzir informação geográfica pertinente, válida, estruturada e documentada, utilizando adequadamente a linguagem cartográfica;
Interpessoais	Individuais	<ul style="list-style-type: none"> - Estar atento ao evoluir dos desafios, mantendo uma postura reflexiva mas receptiva às mudanças, procurando formas de os enfrentar e de os transformar em oportunidades de crescimento e de desenvolvimento, no âmbito do conhecimento cartográfico; - Implementar correcta e reflexivamente abordagens geográficas, incorporando a forma de estar de aprendiz de geógrafo.

NOTA: A cinza assinalam-se as competências consideradas “sistémicas ou integradoras”, ou seja, que “supõe uma combinação da compreensão, da sensibilidade e do conhecimento que permitem ao indivíduo ver como as partes de um todo se relacionam”.

⁷ GONZALÉZ, Julia e WAGENAAR, Robert (Coord., 2003), p. 28.

2.2. O processo

Para o licenciado em Geografia, é de sempre a necessidade de possuir e desenvolver competências, contando-se entre as essenciais, quer a elaboração de mapas temáticos, quer a sua leitura e crítica. De facto, pelo menos desde 1978, ano em que, como aluno, iniciei a minha formação em Geografia e em Cartografia, que a familiarização, a compreensão, a utilização e a elaboração de mapas, a aprendizagem da Cartografia, em síntese, se faz fazendo, sendo esse o método de aprendizagem sempre perfilhado na Geografia do Porto.

Actualmente, a Cartografia é uma unidade curricular do 1º ano (e 1º semestre) da Licenciatura em Geografia, cuja estrutura curricular foi formalizada em 2007 (DR, 2ª série, nº 173, de 7 de Setembro de 2007) e entrou em vigor no ano lectivo 2007/08. Com 6 créditos do ECTS, equivalentes a 162 horas de trabalho total atribuído ao aluno, 66 horas são dedicadas ao “contacto” com o docente, sendo 60 distribuídas por 4 horas semanais ao longo de 15 semanas e 6 dedicadas a uma visita de estudo a uma instituição produtora de Cartografia (prática antiga, que leva os alunos ao Instituto Geográfico do Exército ou ao Instituto Geográfico Português).

As 60 horas de aula foram formalmente desdinhadas em 28 de práticas laboratoriais e 32 teórico-práticas. Contudo, trata-se de facto de uma desdinha apenas formal, já que, pelo cariz que se tenta imprimir à disciplina, se torna por vezes difícil desdinhar umas das outras. Assim, na essência, pretende-se que a disciplina funcione como um laboratório de Cartografia, onde, em termos práticos e dentro da lógica de desenvolvimento de competências, o aluno é colocado face a problemas para resolver, inseridos no âmbito de um projecto mais alargado, para cuja concretização necessite de “apelar a noções, conhecimentos, informações, procedimentos, métodos e técnicas”⁸ específicos da Cartografia. Assim, as aulas laboratoriais são as dedicadas expressamente à execução cartográfica, enquanto as teórico-práticas corresponderão à reflexão, à crítica, ao debate e a breves exposições por parte do docente. Neste sentido, o peso das horas laboratoriais e das teórico-práticas pode variar com os turnos e mesmo com cada aluno.

O projecto a desenvolver prende-se com a construção de um dossier individual de Cartografia, consubstanciado num mini-atlas concelhio elaborado por parte de cada aluno(a), sendo o município objecto livremente escolhido, embora se sugira, normalmente e como forma de motivação (elemento essencial para a aprendizagem⁹), que a escolha recaia sobre um concelho em relação ao qual o aluno sinta alguma afinidade. Como condição, apenas a da escolha de concelhos com um número de freguesias suficiente para que o exercício seja pertinente, acrescentando-se a necessidade de elaborar determinados tipos de mapas temáticos, escolhidos de forma a cobrir todos os tipos de implantação (pontual, linear e em área ou mancha) e de maneira a permitir a diversificação de problemas a resolver.

⁸ Philippe PERRENOUD, 2001, p. 31.

⁹ Ver NEVES, Eduíno e GRAÇA, Marina, 1987, pp. 17-19.

Em termos técnicos, o atlas começa por ser elaborado manualmente, concretizando-se maioritariamente dessa forma. Contudo, na parte final do semestre, empreende-se a familiarização com a cartografia automática através da utilização do MapInfo¹⁰, um software “amigável” e adequado a uma breve iniciação (2 a 3 semanas), com o qual se pretende que os alunos construam três mapas temáticos (de implantação pontual, linear e em mancha) a partir do mesmo tipo de informação utilizada na elaboração manual, visando-se exercitar a comparação e desenvolver a reflexão em relação às potencialidades e limitações da produção automática.

As respostas aos desafios e problemas que se vão sucedendo assentam nos próprios alunos, apoiados no acompanhamento individualizado (apesar das limitações derivadas do grande número de alunos) por parte do docente, assim como pelo debate e pela leitura. As aulas decorrem num formato que pode designar-se como “aula aberta”, em que os alunos se levantam, circulam, desvanecem dúvidas em conversas com o docente e entre si, por vezes sobre outros assuntos, mas sempre trabalhando, reflectindo, criticando e executando as tarefas de elaboração do mapa que, no momento, mantenham entre mãos.

2.3. A avaliação

Na sua forma sumativa, a avaliação está condicionada pelos regulamentos institucionais, que permitem a sua identificação como avaliação “distribuída com exame final”, sendo constituída pela classificação do dossier individual de trabalhos (com os mapas elaborados manualmente e os de elaboração automática) e pela classificação de um teste escrito, embora, por se privilegiar o processo de elaboração cartográfica, a classificação final da disciplina resulte da média ponderada de ambas as classificações, com a atribuição de maior peso (75%) ao dossier individual e menor (25%) à classificação obtida no teste escrito. Na verdade, pareceria mais adequado utilizar-se a avaliação contínua, até porque os regulamentos obrigam à presença dos alunos a $\frac{3}{4}$ das aulas, contudo, o elevado número de alunos torna-a muito complicada, sendo a simples valorização da assiduidade e da participação uma tarefa árdua e, por isso, apenas utilizada em situações muito particulares e com a amplitude de um valor (para cima ou para baixo) em relação à média ponderada anterior.

De qualquer forma, o processo de trabalho da disciplina permite que cada aluno desenvolva uma constante auto e hetero-avaliação, as quais, quando encaradas como instrumentos de avaliação formativa, permitem o crescimento e aprofundamento de competências, com reflexos seguros na avaliação sumativa.

Finalmente, nas situações em que se mantenha a permissão legal da avaliação em exame final (ainda aplicável aos trabalhadores estudantes, por exemplo), exige-se, independentemente da classificação atribuída ao exame escrito, a realização de uma prova oral, destinada a avaliar as competências de elaboração e leitura crítica de documentos cartográficos.

¹⁰ MAPINFO CORPORATION, Pitney Bowes (2007), *MapInfo Professional, version 9.0, User Guide*, New York (http://reference.mapinfo.com/software/mapinfo_pro/english/9.0/MI_UG.pdf).

3. Referências bibliográficas

Naturalmente, não existem programas disciplinares sem referências bibliográficas. Contudo, de há alguns anos a esta parte, encetou-se a crítica, de cariz pedagógico, às extensas listagens bibliográficas, recorrendo mais ao serviço de demonstrações enciclopedistas do que de apoio aos alunos. No entanto, importa evitar o outro extremo, podendo-se apoiar e facilitar os primeiros passos à maioria dos alunos, com a destrição das referências principais, mas devendo-se, pelas referências complementares e sem grandes receios de excessos, contribuir para o aprofundamento e para o desbravar de caminhos mais árduos para aqueles os entendam trilhar.

Assim, como é verificável a partir da análise das referências bibliográficas indicadas no final de cada tema dos conteúdos programáticos (bem como na bibliografia geral final), limitamos as referências principais a dez obras, alongando, em contraponto, as referências bibliográficas complementares. Entre as referências principais, se atentarmos apenas aos autores o número passa a cinco, sendo três estrangeiros, dois nacionais e todos incontornáveis: Jacques BERTIN, pelo pioneirismo em relação às variáveis visuais, o manual de Arthur H. ROBINSON et al, porque trata exaustivamente e bem de todas as áreas da Cartografia, Terry A. SLOCUM pela modernidade e pelas novas tecnologias, Joaquim Alves GASPAR pela Cartografia geral ou de base e M. Helena DIAS pela Cartografia temática, salientando-se ainda os dois últimos pelos contributos para o conhecimento da Cartografia portuguesa.

Finalmente, não se inclui qualquer listagem de “sítios” da internet, apesar da referência a um ou outro que pontualmente se mostrou pertinente, porque pela sua essência, tendencialmente efémera, serão indicados ao longo das aulas.

4. Estrutura dos conteúdos programáticos

I - MAPAS E CARTOGRAFIA

1. Conceitos de mapa, carta e Cartografia
2. Ramos da Cartografia e tipos de mapas
3. A Cartografia Portuguesa
4. O Processo Cartográfico

II – ESCALAS, GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA E SIMBOLIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

1. Escala do mapa
2. Generalização cartográfica
3. Simbolização cartográfica

III - PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS E SISTEMAS DE COORDENADAS

1. Conceitos
2. Projeções cartográficas
3. Sistemas de coordenadas e de referenciação cartográfica

IV – OS MAPAS TEMÁTICOS

1. Tipos e características dos mapas temáticos
2. Concepção e elaboração do mapa temático
3. Elementos do mapa temático

V – MAPAS TEMÁTICOS DE IMPLANTAÇÃO PONTUAL

1. Mapas de pontos
2. Mapas de símbolos proporcionais

VI – MAPAS TEMÁTICOS DE IMPLANTAÇÃO LINEAR

1. Mapas de fluxos
2. Mapas de isolinhas

VII – MAPAS TEMÁTICOS DE IMPLANTAÇÃO EM ÁREAS OU EM MANCHA

1. Mapas densimétricos
2. Mapas coropletos

SEGUNDA PARTE

DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

I – MAPAS E CARTOGRAFIA

1. Conceitos de mapa, carta e Cartografia

O mapa, termo mais utilizado na língua portuguesa e habitualmente empregue como sinónimo de carta, é o objecto central da Cartografia. De facto, seja enquanto instrumento a utilizar (para ver ou para ler), enquanto objecto a conceber e elaborar, ou enquanto documento de estudo, o mapa é o aglutinador de toda a área de conhecimento da Cartografia. Mas não se confunda mapa/carta com Cartografia. De facto, mapa é a representação gráfica, a imagem/objecto, enquanto a Cartografia é a ciência que trata da concepção, produção, utilização e estudo documental dos mapas.

1.1. Conceito de *mapa* e de *carta*

“Representação simbolizada da realidade geográfica, apresentando aspectos e características seleccionados, resultante do esforço criativo do autor, que é concebida para ser utilizada quando as relações espaciais têm importância essencial.” (Definição proposta pela *International Cartographic Association*, 2003, p. 17).

“Representação gráfica simbólica, geralmente plana, da superfície da Terra ou de outro corpo celeste, e dos fenómenos aí localizados. Na terminologia portuguesa, a distinção entre **mapa** e **carta** não está consolidada: **mapa** é um termo de utilização comum, aplicável à generalidade das representações cartográficas, enquanto **carta** é especialmente usado no âmbito da Cartografia topográfica e náutica. (...) Em alguns casos, como o das cartas náuticas, a **carta** é constituída por uma única folha de papel; noutros, como o da maioria das cartas topográficas de escala intermédia, por um conjunto de folhas designado por série cartográfica, que partilham a mesma escala e sistema de projecção. As cartas podem ser agrupadas em duas grandes famílias, de acordo com o seu objectivo: as **cartas de base**, que incluem as cartas topográficas e as hidrográficas, representando informação de carácter genérico, útil a um vasto leque de utilizadores; e as **cartas temáticas**, que representam informação relativa a determinados assuntos específicos, ou temas. As cartas de papel têm vindo a ser complementadas e, em alguns casos, substituídas, pelas cartas digitais, constituídas por bases de dados que podem ser impressas em papel ou visualizadas num ecrã, acompanhadas por ferramentas que facilitam a sua exploração. Os SIG vieram, por outro lado, pôr à disposição do utilizador comum a capacidade de construir cartas adaptadas aos seus propósitos.” (GASPAR, Joaquim Alves, 2004, p. 55).

1.2. Conceito de Cartografia

Definição tradicional (aprovada em 1967, pela Associação Cartográfica Internacional, e publicada em 1973):

“Conjunto dos estudos e 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.” (Adaptado por DIAS, M. Helena, 2007, p. 27).

Definição recente (proposta pela International Cartographic Association, 2003, p. 17):

“Habilidade singular para a criação e manipulação de representações, visuais ou virtuais, do espaço geográfico – mapas – permitindo a exploração, análise, compreensão e comunicação de informação acerca desse espaço”.

Outros exemplos de definição:

“Num sentido amplo, a Cartografia inclui qualquer actividade em que a representação e utilização de mapas tenha um interesse básico. Isso inclui o ensino da habilidade na utilização dos mapas; o estudo da história da Cartografia; a manutenção de colecções de mapas com as actividades associadas de catalogação e bibliografia e recolha, comparação e manipulação dos dados e o desenho e preparação de mapas, cartas, plantas e atlas. Apesar de cada uma destas actividades poder implicar procedimentos altamente especializados e requerer um treino especial, todas elas se relacionam com os mapas; e é o carácter único destes, como objecto intelectual central, o que aglutina os cartógrafos que trabalham com eles.” (ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 3).

“Ciência que trata da concepção, produção e utilização de cartas. O termo foi introduzido [em 1839] pelo Visconde de Santarém, Manuel Francisco de Leitão e Carvalhosa (1791-1856).” (GASPAR, Joaquim Alves, 2004, p. 72).

2. Ramos da Cartografia e tipos de mapas

Apesar de, actualmente, ser considerada uma destriça com algumas deficiências, a distinção da Cartografia a partir da sua função continua a ser predominantemente referida e reconhecida, dividindo-se tradicionalmente a actividade cartográfica em três ramos: Cartografia Topográfica, Cartografia Hidrográfica e Cartografia Temática. As duas primeiras podem ser agrupadas nas denominações de Cartografia geral, de base ou de referência, por vezes também identificadas como Cartografia Topográfica, no seu sentido mais global. Na Cartografia Temática, também se utilizaram as expressões de “mapas especiais” ou “mapas singulares”.

Carta topográfica: “Carta de base que representa, tão fiel e pormenorizadamente quanto a escala o permite, a topografia da superfície terrestre. No passado, o termo aplicava-se somente às cartas de maior escala, em regra igual ou superior a 1:50 000, reservando-se as designações de carta corográfica [entre 1:50 000 e 1:500 000] e de carta geográfica [inferior a 1:500 000] para as escalas menores. Actualmente, designa-se por carta topográfica qualquer carta de base que represente zonas emersas, independentemente da sua escala.” (GASPAR, Joaquim Alves, 2004, p. 70).

Segundo DIAS, M. Helena (2007, p. 29), “geralmente a escala [dos mapas topográficos] 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).”

Carta hidrográfica: “mapa de base cujo objectivo é a representação de informação sobre 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 costeiras (maior do que 1:150 000).” (DIAS, M. Helena, 2007, p. 29).

Carta de base: “1. Carta cujo objectivo é a representação espacial de informação geográfica de carácter genérico, comportando, em geral, um conjunto organizado de folhas que cobrem um país ou uma região, de forma sistemática. São cartas de base as cartas topográficas e as cartas hidrográficas. 2. Carta que serve de suporte, ou fundo, a uma carta temática. Trata-se, geralmente, de uma carta topográfica ou de uma carta administrativa, podendo, em alguns casos, ser outra carta temática.” (GASPAR, Joaquim Alves, 2004, pp. 58-59).

Carta temática: “Carta cujo objectivo é representar informação geográfica sobre um assunto específico. Tipicamente, as cartas temáticas apresentam, sobre um fundo de informação geral mais ou menos simplificado, fenómenos localizáveis de qualquer natureza (o *tema*), sob forma qualitativa ou quantitativa. São cartas temáticas as cartas administrativas, meteorológicas, demográficas, geológicas, etc. Por convenção, não são consideradas cartas temáticas as cartas de base, topográficas e hidrográficas, bem como as cartas náuticas e aeronáuticas.” (GASPAR, Joaquim Alves, 2004, p. 70).

De qualquer forma, as classificações de documentos cartográficos podem ser diversas, dependendo dos critérios que utilizarmos como ponto de partida. Poderíamos classificar os mapas tendo como critério, por exemplo, o seu tamanho (desde os minúsculos mapas impressos em selos de correio até aos mapas murais militares), mas tratar-se-ia de uma classificação sem qualquer utilidade. Assim, as classificações mais utilizadas, como explica ROBINSON, Arthur H. et al (1987, pp. 6-11), são as que tomam como critério de classificação a escala, a função ou o tema.

A partir da sua **escala**, os mapas podem ser classificados como mapas de grande, média e pequena escala e, apesar de não existir unanimidade, a maioria dos autores¹¹ aceitará considerar como pequenas as escalas inferiores a 1:500 000 (os mapas com escala inferior a 1:7 500 000 são geralmente considerados mapas de escala muito pequena¹²), como médias as escalas entre 1:500 000 e 1:50 000 e como grandes as escalas superiores a 1:50 000 (os mapas de base com escalas superiores a 1:10 000 são, geralmente, identificados como *planos* ou *plantas*). Em relação à **função**, será usual, em Portugal, utilizar a terminologia acima referenciada de mapas gerais ou de base e mapas temáticos, no entanto, nos países anglo-saxónicos referem-se os mapas gerais, os mapas temáticos e as cartas, tendo os mapas gerais a função de inventário e reservando-se o termo carta para os documentos que visam responder às necessidades dos navegantes, náuticos e aéreos, permitindo determinar posições, traçar trajectórias e assinalar rumos. Quanto ao **tema**, a sua diversidade é enorme, podendo referir-se várias discriminações, conforme o critério que se adoptar (em função da natureza da informação, em função do tipo de implantação dos símbolos utilizados, em função das características dos símbolos utilizados, em função da distorção ou não da base espacial e em função do número de temas representados), como se especifica no tema IV.

Finalmente, a Cartografia geral, de base ou de referência (topográfica e hidrográfica), é produzida de forma padronizada e, sendo onerosa, é normalmente produzida por organismos estatais ou públicos, empregando engenheiros geógrafos e hidrógrafos, enquanto que a Cartografia Temática, de custos baixos, principalmente com as novas tecnologias e os variados softwares de cartografia automática disponíveis no mercado, é produzida (manualmente ou por processos automáticos) ou coordenada por diversos profissionais, envolvendo historiadores, economistas, sociólogos, geólogos... e, frequente e principalmente, por geógrafos.

NOTA: neste ponto são apresentadas imagens de cada um dos tipos de mapas, utilizando-se quer exemplos publicados por outros autores¹³, quer exemplares das folhas e mapas de junção produzidos pelo Instituto Geográfico do Exército, pelo Instituto Geográfico Português e pelo Instituto Hidrográfico, uns manuseados na aula, outros visualizados nos respectivos “websites”.

¹¹ Por exemplo: ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 7 e GASPARG, Joaquim Alves, 2000, p. 6.

¹² DIAS, M. Helena, 2007, p. 43.

¹³ Retirados de: DIAS, Maria Helena e FEIJÃO, Maria Joaquina, *Glossário Para Indexação de Documentos Cartográficos*, Lisboa, IBL, 1995; DIAS, Maria Helena e BOTELHO, Henrique Ferreira (Coord.), *Quatro Séculos de Imagens da Cartografia Portuguesa*, Lisboa, União Geográfica Internacional, Conferência Regional 98, 1998; DIAS, Maria Helena, *Cartografia Temática, Programa*, Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório nº 6, 2007.

3. A Cartografia Portuguesa

3.1. Produtores cartográficos nacionais

3.1.1. Cartografia de base

Descrição e exemplificação dos documentos cartográficos produzidos pelo Instituto Geográfico Português, pelo Instituto Geográfico do Exército e pelo Instituto Hidrográfico.

3.1.2. Cartografia Temática

Descrição e exemplificação dos documentos de cartografia temática produzidos pelos serviços públicos do Estado e das autarquias locais, por empresas privadas de estudos sobre o território e por centros de investigação e investigadores universitários.

3.2. Evolução da Cartografia Portuguesa

3.2.1. Cartografia de base

Breve e sucinta abordagem à evolução da cartografia de base produzida em Portugal, sublinhando as principais referências, nomeadamente a de Fernando Álvares Seco (o primeiro mapa de conjunto de Portugal, de 1561), bem como a acção de Manoel de Azevedo Fortes, Francisco António Ciera e Filipe Folque (com referência à *Carta Corográfica do Reino*, na escala 1:100.000, e à *Carta Geographica de Portugal*, publicada em 1865 na escala 1:500.000), sublinhando-se ainda as edições da Carta Militar de Portugal (1:25 000), desde a Secção Cartográfica do Estado Maior do Exército, passando pelos Serviços Cartográficos do Exército, até à realidade actual do Instituto Geográfico do Exército.

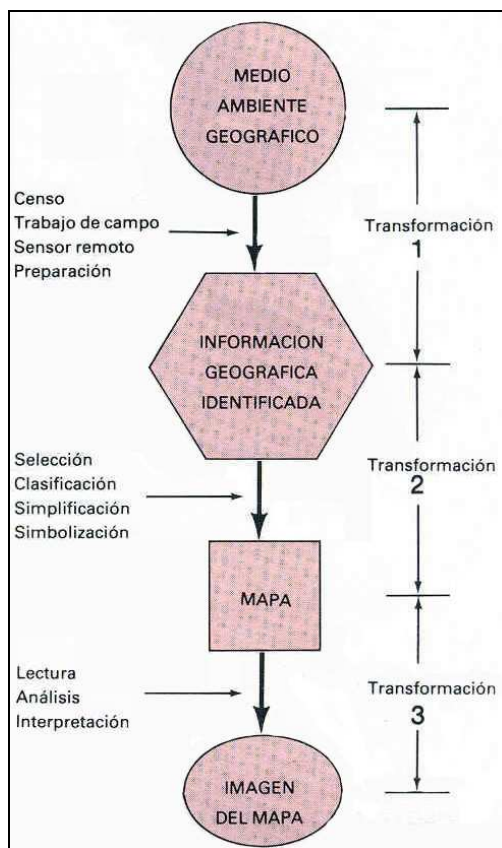
3.2.2. Cartografia Temática

Breve e sucinta abordagem à evolução da cartografia temática produzida em Portugal, desde o “Extracto do Mappa dos Correios Assistentes de 1818 a 1842” (estudado por Fernanda ALEGRIA, 1988), passando pelos documentos cartográficos oitocentistas (tendo como base cartográfica a *Carta Geographica de Portugal*, na escala 1:500.000), da responsabilidade das mais variadas secções e direcções-gerais do Estado, mas também de empresas e de pessoas singulares (como o exemplificam os mapas inseridos ao longo das dezenas de números da *Revista de Obras Publicas e Minas*), referindo as principais colecções de mapas temáticos como as *Cartas Elementares de Portugal para uso das escolas*, de Bernardino de Barros Gomes (1878), o *Portugal au point de vue agricole*, coordenado por Cincinnato da COSTA e D. Luiz de CASTRO (1900) e as primeiras edições do *Atlas de Portugal* (1941) e da *Geografia de Portugal* (1941) de Amorim Girão e referindo, finalmente, a acção do Centro Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário (descendente do SROA – Serviço Reconhecimento e Ordenamento Agrário, fundado na década de 1950), da Direcção-Geral dos Recursos Naturais (ex-Comissão Nacional do Ambiente) e do Centro Nacional de Informação Geográfica (criado em 1990 e responsável pelo Sistema Nacional de Informação Geográfica).

4. O Processo Cartográfico

O processo cartográfico, que implica transformações da informação, pode ser subdividido em quatro categorias identificadas em ROBINSON, Arthur H. et al (1987, p. 17):

1. Recolha e selecção de dados para a elaboração de mapas.
2. Manipulação e generalização de dados, para o desenho e realização de mapas.
3. Leitura e observação de mapas.
4. Resposta ou interpretação dos dados.



Transformações fundamentais da informação em Cartografia (ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 16)

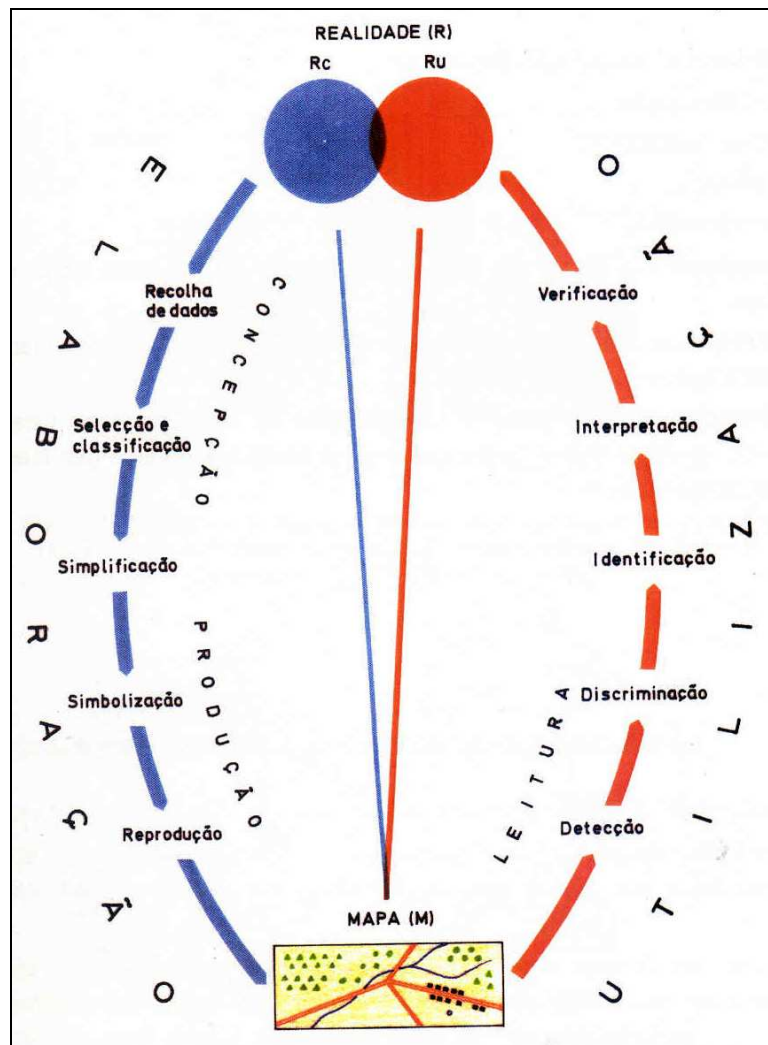
Como sintetizou M. Helena DIAS (2007, p. 34) o processo cartográfico é o “conjunto de etapas que decorre da realidade até à obtenção de qualquer mapa – elaboração – e deste até à compreensão dessa realidade – utilização.”

A **elaboração** do mapa, que corresponde à **concepção** e à **produção** do mapa, implica:

- Recolha de dados (sensor remoto, trabalho de campo, censos, estatísticas várias, etc.);
- Selecção e classificação (escolha e tratamento da informação);
- Simplificação (ou generalização cartográfica, no seu sentido mais lato);
- Simbolização (codificação dos dados que passam a símbolos gráficos);
- Reprodução (impressão ou outro tipo de multiplicação e difusão do original).

A **utilização** do mapa, que corresponde à **leitura e interpretação** do mapa, implica:

- Detecção (início da leitura: verificação da existência de símbolos, identificação do objecto observado enquanto mapa e seu posicionamento correcto em função da sua orientação);
- Discriminação (verificação das diferenças entre os símbolos utilizados no mapa);
- Identificação (atribuição de significado aos símbolos);
- Interpretação (comparação da informação recolhida pela leitura do mapa com conhecimentos anteriores memorizados pelo leitor);
- Verificação (comparação do mapa com a realidade).



Etapas principais do processo cartográfico

(DIAS, M. Helena, 2007, p. 35)

Sublinhe-se, então, que o mapa construído é uma representação selectiva da realidade (contendo localizações e atributos de tais localizações) e não a própria realidade, enquanto o mapa percebido é uma construção selectiva feita pelo leitor (dependendo, por exemplo, do seu contexto cultural e dos conhecimentos que possui) e não o mapa construído.

Referências bibliográficas

Principais

- DIAS, M. Helena (2007), *Cartografia Temática, Programa*, Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório nº 6, 146 p..
- DIAS, M. Helena e FEIJÃO, M. Joaquina (1995), *Glossário Para Indexação de Documentos Cartográficos*, Lisboa, Instituto da Biblioteca Nacional e do Livro, 107 pp..
- DIAS, M. Helena (1995, coord.), *Os Mapas em Portugal, da tradição aos novos rumos da Cartografia*, Lisboa, Ed. Cosmos, 344 p..
- GASPAR, Joaquim Alves (2004), *Dicionário de ciências cartográficas*, Lisboa, Lidel, 327 pp..
- ROBINSON, A. H. et al (1987), *Elementos de Cartografia*, Barcelona, Ediciones Omega, (1ª edição 1953, New York), 543 pp..

Complementares

- ALEGRIA, M^a Fernanda e GARCIA, João Carlos (1995), "Aspectos da evolução da Cartografia portuguesa (séculos XV a XIX)", in *Os Mapas em Portugal*, Edições Cosmos, Lisboa, pp. 27-84.
- ALEGRIA, M^a Fernanda (1988), "Sobre alguns mapas e estatísticas dos correios portugueses dos fins do século XIX", in *Livro de Homenagem a Orlando Ribeiro*, CEG, Lisboa, 2º Vol. pp. 159-176.
- DIAS, M. Helena, BOTELHO, Henrique Ferreira (Coord., 1998), *Quatro Séculos de Imagens da Cartografia Portuguesa*, União Geográfica Internacional, Conferência Regional 98, Lisboa.
- FERNANDES, Mário G. (2007), *Manuais Escolares de Geografia, Séculos XIX-XXI, Catálogo*, Porto, Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 32 pp. (policopiado).
- FERNANDES, Mário G. (2006, Coord.), *Manoel de Azevedo Fortes (1660-1749): Cartografia, Cultura e Urbanismo*, Porto, GEDES e Departamento de Geografia da FLUP, 173 pp..
- GARCIA, João Carlos (2007), *Programa de História da Cartografia Portuguesa*, Porto, FLUP, 110 pp., provas de agregação (policopiado).
- INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION, A Strategic Plan for the International Cartographic Association, 2003-2011, As adopted by the ICA General Assembly, 2003-08-16, I.C.A., 2003: http://cartography.tuwien.ac.at/ica/en/ICA_Strategic_Plan_2003-08-16.pdf, 18 p. (consultado em 21 de Abril de 2008).

II – ESCALAS, GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA E SIMBOLIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

1. Escala do mapa

1.1. Conceitos

Expressando uma proporção entre medidas comparáveis, a escala do mapa é a razão, ou quociente, entre a distância no mapa e a distância que lhe corresponde na Terra, ou melhor, na sua *superfície de referência*¹⁴. Assim, sendo um quociente, que em termos numéricos é representável por uma fracção, quanto menor é o denominador, maior é a escala, ou seja, menos vezes a realidade é reduzida e, portanto, maior pode ser a quantidade e a qualidade da informação representada (menor será o grau da *generalização cartográfica*). Sublinhe-se, também, a diferença entre os conceitos de escala do mapa e de escala geográfica (extensão da área analisada).

Como vimos, os mapas podem ser classificados como mapas de grande, média e pequena escala e, apesar de não existir acordo total em relação aos limites quantitativos, a maioria dos autores considera como pequenas as escalas inferiores a 1:500 000, como médias as escalas entre 1:500 000 e 1:50 000 e como grandes as escalas superiores a 1:50 000 (os *mapas de base* com escalas superiores a 1:10 000 são, geralmente, identificados como *planos* ou *plantas*).

1.2. Tipos de escala

a) Escala numérica

Expressão da escala sob a forma de fracção, sendo o numerador a unidade e o denominador o número de vezes em que a realidade é reduzida, ou seja, 1:25 000 significa que 1 centímetro (cm) no mapa corresponde a 25 000 centímetros na realidade.

b) Escala gráfica

Expressão da escala através de um segmento de recta graduado em unidades de comprimento (utilizam-se escalas gráficas simples, compostas e múltiplas).

1.3. Cálculos de escalas

a) Conversão de escalas numéricas em escalas gráficas.

b) Determinação da escala de um mapa:

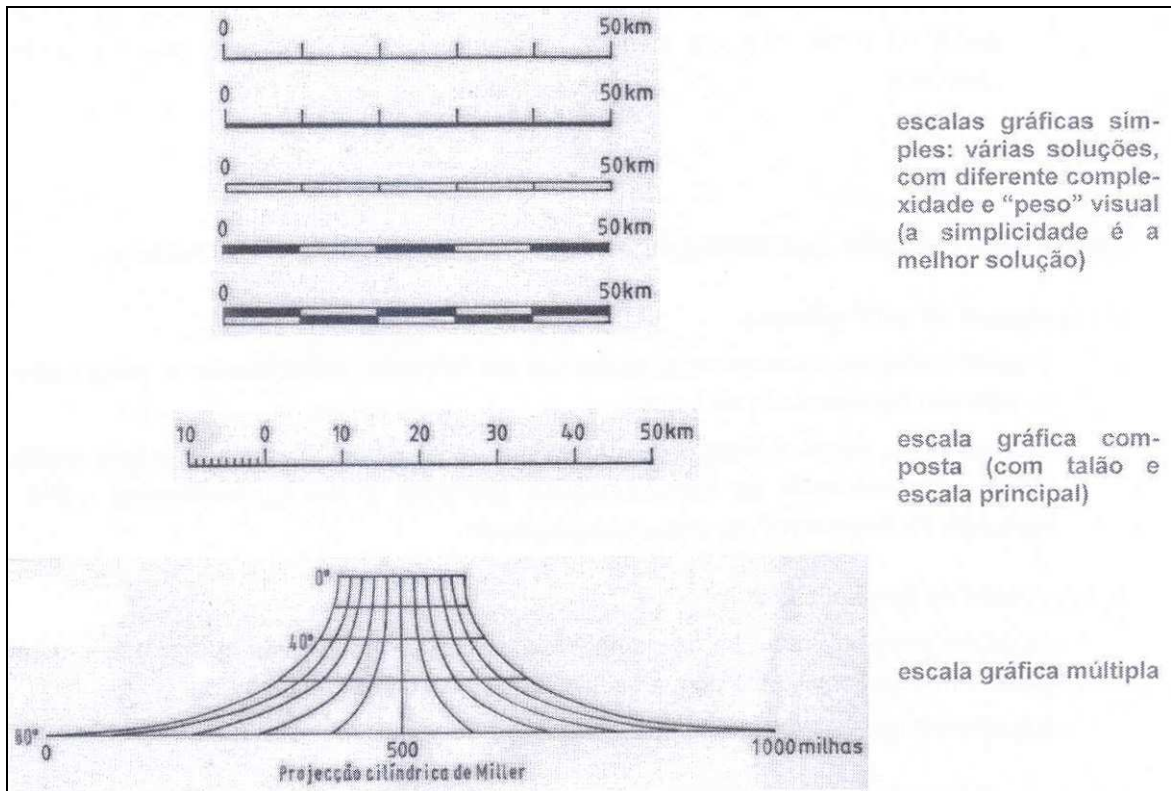
- a partir de outro mapa de escala conhecida e representando a mesma área;

¹⁴ Na verdade, é a razão entre a distância no mapa e a distância que lhe corresponde na *superfície de referência* da Terra, como veremos no Tema III. Note-se que, devido às deformações decorrentes da representação do modelo reduzido da *superfície de referência* da Terra no plano que é o mapa, a escala indicada num mapa (denominada *escala principal*) não é a escala real em todo o mapa, variando com a posição e a direcção consideradas, apesar de, normalmente, não se indicar as linhas ou os pontos onde é válida.

- a partir de distâncias reais conhecidas e representadas no mapa;
- a partir da distância entre paralelos, utilizando o comprimento médio do grau de latitude (para maior rigor deve utilizar-se o comprimento do arco do meridiano à respectiva latitude).

c) Medição de distâncias sobre o mapa

Notar que as medições efectuadas são sempre aproximações, pelo que implicam erros, inevitáveis, que serão tanto maiores quanto maior for a distância real e menor a escala do mapa.



As escalas gráficas: tipos e soluções com utilização e eficácia diferentes

(DIAS, M. Helena, 2007, p. 45)

2. Generalização cartográfica

A necessidade de reduzir a superfície terrestre para a sua representação leva à impossibilidade de representar todos os elementos da realidade, já que o “encolhimento” do espaço conduz ao agrupamento e a uma crescente complexidade, o que tenderá a criar confusão. Assim, visando a legibilidade do mapa, importa reduzir a quantidade e o detalhe da informação a representar no mapa, adequando-a à escala do mapa e aos seus fins. Neste sentido, a generalização cartográfica pode ser definida como o conjunto de processos de simplificação e adequação da informação à escala do mapa, sendo o grau de generalização, necessariamente, tanto maior quanto menor for a escala do mapa.

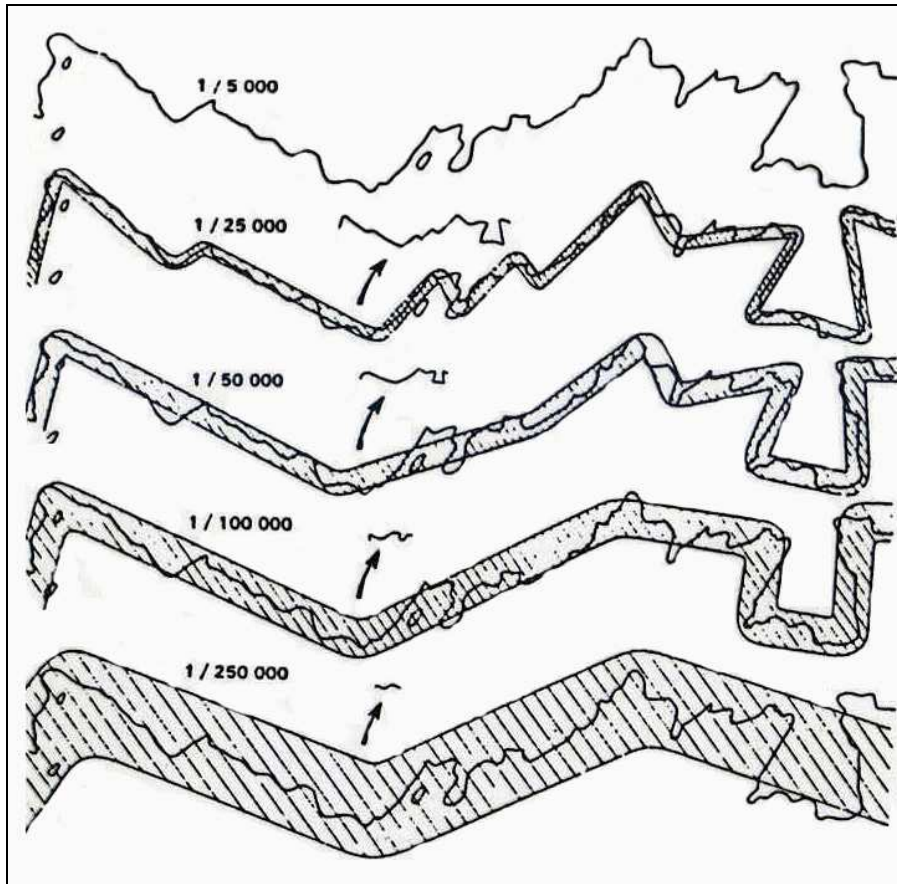
Entre os vários autores encontram-se divergências pontuais em relação aos elementos ou às categorias do processo de generalização, quer nos termos utilizados, quer nas operações consideradas como de generalização cartográfica. Michèle BÉGUIN e Denise PUMAIN (1994, pp. 15-16) e M. Helena DIAS (2007, p. 48), por exemplo, consideram a prévia *selecção* da informação a representar como o primeiro passo do processo de generalização cartográfica, enquanto H. ROBINSON, et al (1987, p. 125), embora sublinhando a necessidade de uma prévia *selecção*, explicitam que nessa decisão não existe modificação da informação, antes e apenas uma escolha, pelo que não a incluem no processo de generalização.

Assim, H. ROBINSON et al (1987, p. 125) referem como elementos do processo de generalização cartográfica a simplificação, a classificação, a simbolização e a inducção; J. Alves GASPAR (2004, pp.152-153) identifica a classificação, simplificação, realce e simbolização; M. Helena DIAS (2007, p. 48) indica a *selecção*, simplificação, combinação e sobrevalorização (ou exagero) e deslocamento; Michèle BÉGUIN e Denise PUMAIN (1994, p. 16) destringem a *selecção*, esquematização e harmonização, subdividindo a segunda em esquematização estrutural (simplificação e interpretação de traçados, com supressão ou exagero) e esquematização conceptual (quando transforma o modo de representação e de implantação gráfica, para responder à mudança do nível de observação). Além disso, recordam que a esquematização estrutural é a única operação de generalização que pode ser automatizada, existindo numerosos softwares de algoritmos que permitem, a partir de um traçado inicial detalhado, simplificar o desenho, conservando a forma geral, para uma utilização a menor escala¹⁵, de que é exemplo o algoritmo de Douglas-Peucker cuja aplicação é exemplificada por Jones CHRISTOPHER (1997).

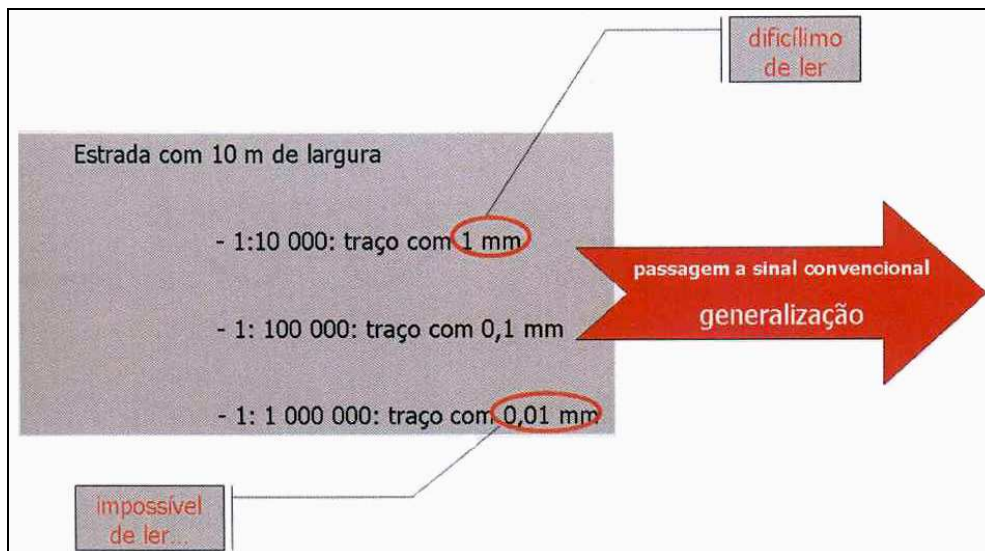
De qualquer forma, pela forma tradicional e intuitiva ou automaticamente, a generalização é um processo incontornável em Cartografia, que depende da escala do mapa a conceber, mas também do tipo de mapa (diferentes atitudes, por exemplo, em relação aos limites administrativos num mapa topográfico ou num mapa temático), da finalidade do mapa (mapa científico ou mapa didáctico para o ensino básico, por exemplo), da qualidade da informação de partida e das limitações gráficas dos instrumentos utilizados (mais intuitiva na Cartografia tradicional, mais sistematizável na Cartografia digital). Finalmente, importa sublinhar que a

¹⁵ Michèle BÉGUIN e Denise PUMAIN, 1994, p. 16.

grande ampliação ou redução, simples, da imagem de um mapa, sem adequar o grau de generalização da sua informação, é um erro grosseiro que, infelizmente, se continua a verificar com frequência.

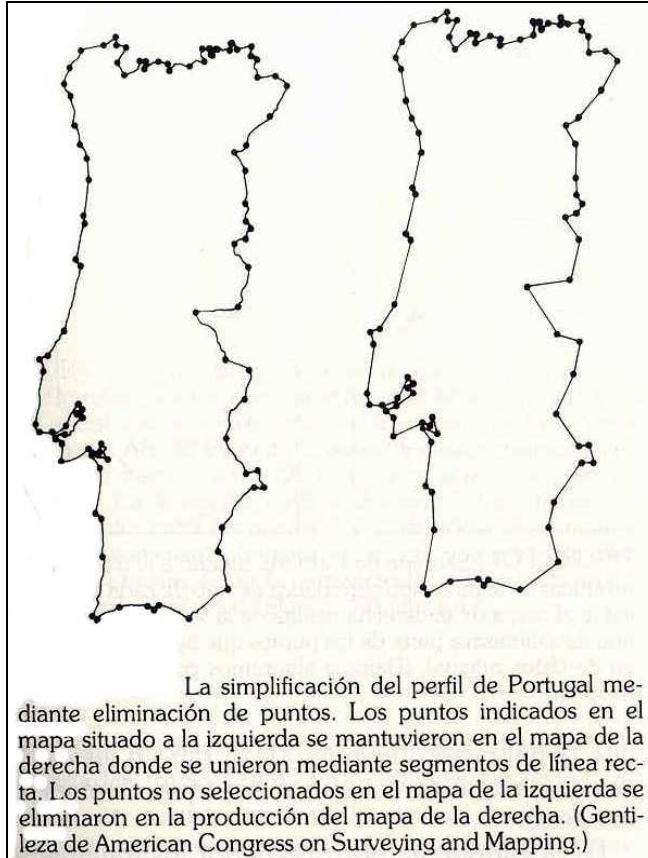


Redução e simplificação de traçado
(BRUNET, R., 1987, p. 52)

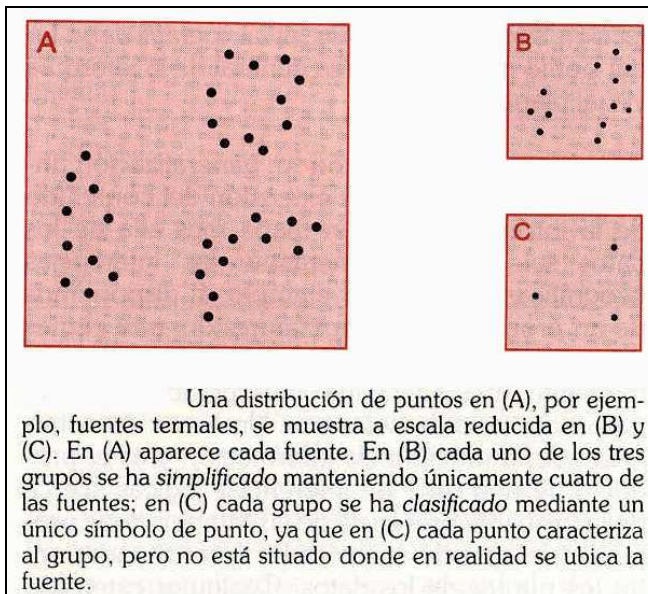


Exemplo da necessidade de generalização na representação cartográfica

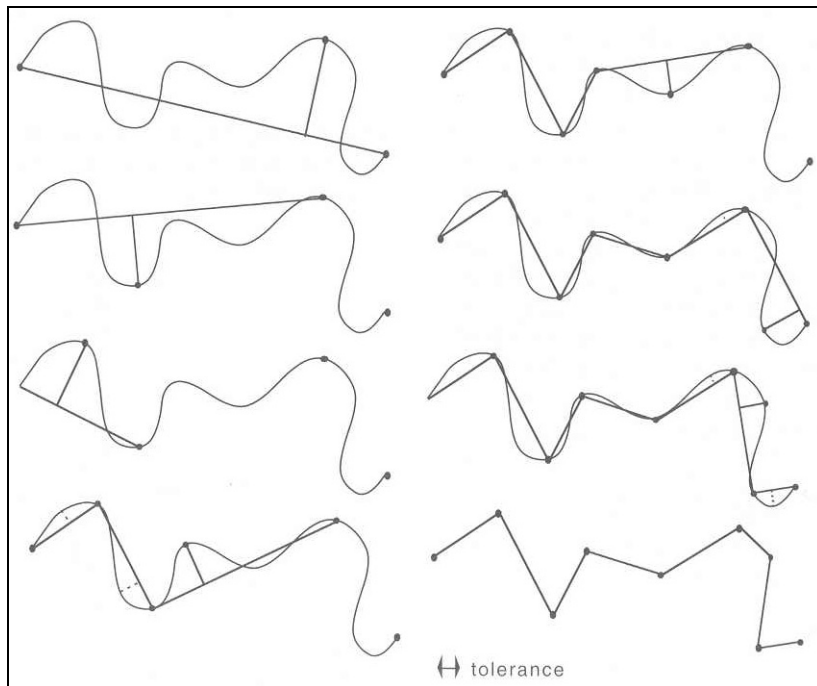
(DIAS, M. Helena, 2007, p. 49)



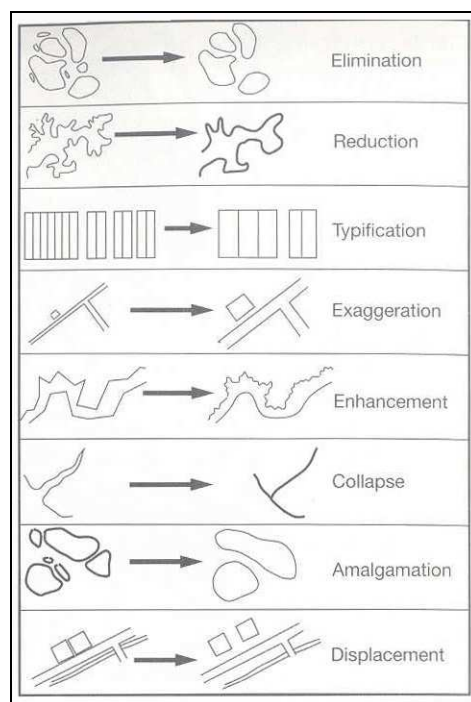
(ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 251)



(ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 131)



Etapas de aplicação do algoritmo de Douglas-Peucker à redução de linha
 (JONES, Christopher, 1997, p. 277)



Operações de generalização geométrica
 (JONES, Christopher, 1997, p. 274)

3. Simbolização cartográfica

3.1. Informação geográfica e símbolos cartográficos

A simbolização cartográfica, que alguns autores consideram uma das fases da generalização cartográfica, visto influir no nível de abstracção com que a informação é representada, é a representação de informação geográfica, nos mapas, através de símbolos.

Em função da sua dimensão espacial, a informação (ou dados geográficos) é conceptualizável em quatro tipos ou categorias:

- informação de lugar ou pontual (sem dimensão ou extensão);
- informação linear (uma dimensão);
- informação em área (duas dimensões);
- informação volumétrica (volume de tráfego, de precipitação, etc.)

Em função das suas características, a informação geográfica é estruturável em quatro classes (embora, sob o ponto de vista cartográfico, não exista diferença na simbolização das duas últimas) ou escalas de medição, por ordem crescente de eficácia descritiva¹⁶:

- informação nominal (distinções com base no seu carácter intrínseco, ou seja, apenas em considerações qualitativas, sem implicação de ordem ou quantidades);
- informação ordinal (tem implícito a informação nominal, mas acrescenta uma ordem de inferior a superior, sem se basear em qualquer valor numérico ou indicar qualquer magnitude de ordenação);
- informação de intervalo (acrescenta ao nível ordinal o valor numérico, empregando algum tipo de unidade convencional);
- informação de índice (refinamento da informação de intervalo, utilizando quantidades que são intrinsecamente significativas pela utilização de uma escala de intervalo que começa num ponto zero que não é arbitrário, por exemplo, na temperatura ou na pressão atmosférica o zero não é arbitrário).

Os dois aspectos, tipos dos dados e escalas de medição são essenciais quando se considera a simbolização, sendo a generalização através da simbolização uma resultante da decisão em relação à forma como ambos se representarão no mapa e estabelecendo-se a dois níveis: através da transformação da escala de medição a partir dos dados originais ou através da mudança do tipo de dados. O cartógrafo tem a decisão de representar os dados tal como se apresentam ou através da sua generalização, sabendo-se que, numa superfície bidimensional, os dados pontuais podem representar-se por símbolos pontuais, os dados lineares por símbolos lineares ou pontuais, os dados de área por símbolos pontuais, lineares ou de área e os dados de volume também por símbolos pontuais, lineares ou de área, todos podendo ser representados por caracteres alfanuméricos¹⁷.

¹⁶ Ver explicação em ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, pp. 109-110.

¹⁷ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, pp. 278-279.

Sendo o símbolo cartográfico um sinal gráfico ou a “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”¹⁸, os símbolos cartográficos podem classificar-se a partir da sua implantação gráfica (em símbolos pontuais, lineares ou em mancha) decorrente, ou não, da dimensão espacial da informação, da maior ou menor evocação da realidade que representam (figurativos ou abstractos) ou das características dos próprios símbolos (círculos proporcionais, por exemplo).

	PUNTO	LÍNEA	ÁREA
NOMINAL	<ul style="list-style-type: none"> ● Ciudad ✕ Mina † Iglesia BM ✕ Placa de nivelación 	<ul style="list-style-type: none"> Río Carretera Retículo Límites 	<ul style="list-style-type: none"> Marisma Desierto Bosque Regiones censales
ORDINAL	<ul style="list-style-type: none"> Grande Mediano Pequeño 	<p>(Carreteras)</p> <ul style="list-style-type: none"> Interestatales Numeradas EE.UU. Estatales Locales 	<p>Regiones industrializadas</p> <ul style="list-style-type: none"> fuertemente débilmente <p>Contaminación por humos</p>
VALOR-INTERVALO	<p>REPETICIÓN</p> <p>Cada punto representa 75 personas</p> <p>GRADUACIÓN</p> <p>Unidimensional</p> <p> Barras</p> <p>Bidimensional</p> <p> Círculos, cuadrados, triángulos, etc.</p>	<p>REPETICIÓN</p> <p> Coropletas</p> <p>GRADUACIÓN</p> <p> Normales</p> <p> Líneas de flujo</p> <p>1500 1000 500 0</p>	<p>Densidad</p> <p> 40 30 20 10 0</p> <p>Altitud</p> <p> 5000 2000 0</p>

Exemplos de três classes de símbolos (ponto, linha e área) e da sua aplicação para a informação de tipo nominal, ordinal e de intervalo. (adaptado de ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 141)

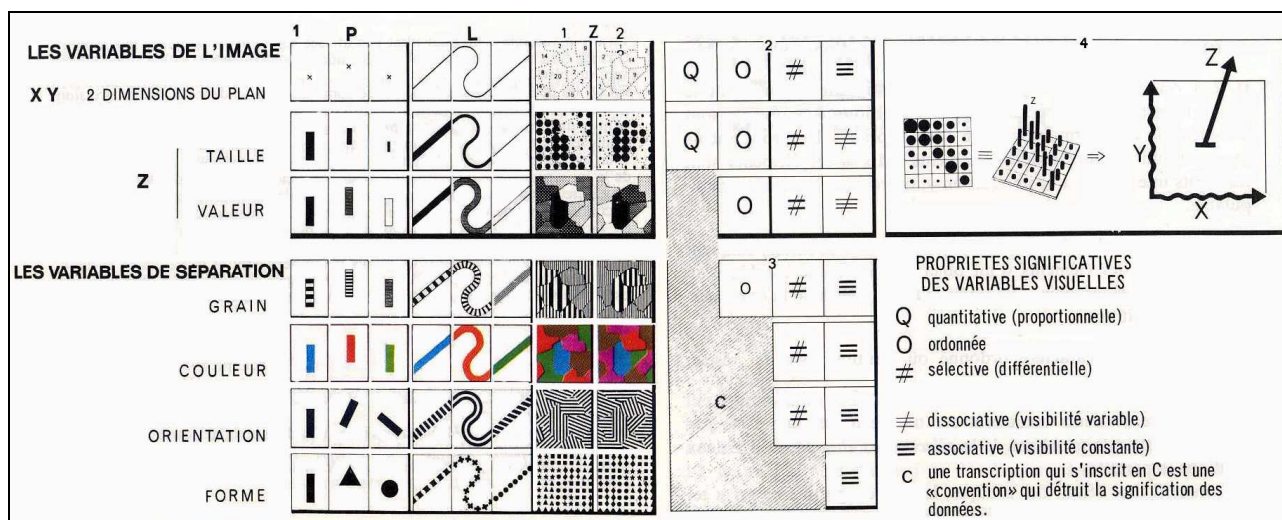
3.2. As variáveis visuais

A expressão “variáveis visuais” foi introduzida por Jacques BERTIN, com a sua obra *Sémiologie Graphique*, de 1967. Jacques BERTIN estudou as variações visuais, ou retinianas, que o olho humano é capaz de perceber numa imagem expressa num plano, visando a sua classificação e a identificação das suas propriedades, cujo conhecimento e respeito considera essencial para a aplicação da linguagem gráfica, enquanto sistema de expressão do pensamento e do conhecimento científico, que denominou como “la graphique”, normalmente traduzido para português como “expressão gráfica”. Nela se incluem os gráficos, ou

¹⁸ DIAS, M. Helena, 2007, p. 77.

diagramas, e os mapas, sendo definida pelo próprio J. BERTIN, como a linguagem que “utiliza as propriedades do plano para fazer aparecer as relações de semelhança, de ordem ou de proporcionalidade entre conjuntos. A expressão gráfica é o nível monossêmico do mundo das imagens”¹⁹.

Então, as oito variações que o olho pode perceber, segundo J. BERTIN, são: as duas dimensões do plano (x e y), o tamanho, o valor (sensação de claro, menor valor, ou escuro maior valor), o grão (ou textura), a cor (na dimensão de comprimento de onda), a orientação e a forma. Todas são aplicáveis, embora com eficácia variável, em implantação pontual, linear e em mancha (zonal, na terminologia francesa), sendo ainda agrupáveis em dois conjuntos, definidos pela propriedade (ou sua ausência) de expressar uma ordenação visual: as variáveis da imagem, que ordenam, e as variáveis de separação.



As “variáveis visuais” e as suas propriedades
(BERTIN, Jacques, 1977, pp. 230-231)

Propriedades das variáveis visuais

A utilização ajustada das variáveis visuais pressupõe o conhecimento das respectivas propriedades para que possa concretizar-se uma aplicação adequada. As propriedades perceptivas das variáveis visuais são as seguintes:

- *Quantitativa*, ou proporcional (Q): quando a variável visual (tamanho) permite a percepção de relações de proporcionalidade (informação em escala de intervalo ou de razão).
- *Ordenada* (O): quando a variável visual (valor e tamanho, essencialmente) proporciona a percepção de uma ordenação (informação em escala ordinal ou de intervalo).
- *Selectiva* (#): quando a variável visual (todas menos a forma, mas essencialmente a cor e a orientação) permite a percepção de diferentes tipos de informação ou diferentes partes do mesmo tipo (informação nominal).
- *Dissociativa* (≠): quando a variável visual (tamanho e valor) apresenta visibilidade variável (o que possibilita a percepção de ordenação).

¹⁹ BERTIN, Jacques, 1977, p. 176.

- *Associativa* (): quando a variação visual não implica diferenciação de visibilidade (em geral, quando a variável visual apenas possui esta propriedade, como é o caso da forma, a sua aplicação isolada, sem outra variação visual, mitiga o seu interesse cartográfico).

A obra de Jacques BERTIN teve seguidores próximos e grande impacto na formação e nos manuais sobre tratamento gráfico e cartográfico da informação em todo o mundo²⁰, sendo referenciado pelas suas “variáveis visuais”, quer através da simples transcrição, quer pela adaptação ou pela inovação.

Um dos exemplos de autores que utilizam a classificação de J. BERTIN, mas adaptando-a, é o de Arthur H. ROBINSON et al (1987), que identifica os “elementos gráficos principais” e justifica as alterações pela adequação à representação cartográfica. De facto, as duas listagens são muito semelhantes, mas enquanto BERTIN fala nas duas dimensões do plano, ROBINSON et al, porque se centram apenas na representação cartográfica, referem a localização; além disso, ROBINSON et al não referem o *grão* (variação sistemática tanto do tamanho como de afastamento dos elementos de uma textura) e destringem, da variável *valor*, a variação claro-escuro promovida pelas diferentes densidades de uma trama, denominando-a *espaçamento*.

	PONTO	LINHA	ÁREA
COR			
VALOR			
TAMANHO			
FORMA			
ESPAÇAMENTO			
ORIENTAÇÃO			
LOCALIZAÇÃO			

“Elementos gráficos principais” e exemplos da sua aplicação
(adaptado de ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 143)

²⁰ Alguns exemplos: Serge BONIN (1975), A. ANDRÉ (1980), Jean-Paul BORD (1984), Fernand JOLY (1985), Arthur H. ROBINSON et al (1987), Jean STEINBERG (1996), Christopher JONES (1997), Terry A. SKLOCUM (1999), Anne le FUR (2004), Michèle BÉGUIN e Denise PUMAIN (1994), M. Helena DIAS (1993 e 2007).

Outro exemplo o de Terry A. SLOCUM, que tem o mesmo entendimento que Arthur H. ROBINSON em relação à destriça entre valor e espaçamento, mas acrescenta três variáveis visuais (duas “para mapas a preto e branco” e uma para mapas a cores: a *elevação* (em relação ao plano da representação, que designa por “altura em perspectiva”), a *estrutura* (relativa à disposição dos sinais gráficos) e a *saturação* (também denominado cromatismo ou intensidade da cor, como se refere no ponto seguinte). Além disso, propõe a introdução de duas novas referências de implantação: as falsas tridimensionais (2,5D) e as tridimensionais (3D), cuja utilização se adequa e é facilitada pelas novas tecnologias, das quais decorrem também algumas propostas de variáveis visuais adaptadas a mapas animados²¹.

	Ponto	Linha	Área	2½-D	3-D
Espaçamento					
Tamanho					
Altura em perspectiva					None possible
Orientação				None recommended	
Forma				None recommended	
Estrutura				None recommended	
Valor					

“Variáveis visuais para mapas a preto e branco”

(SLOCUM, Terry A., 1999, p. 23)

²¹ SLOCUM, Terry A., 1999, pp. 22-25, 224-226 e 243-244.

	Ponto	Linha	Área	2½-D	3-D
Tonalidade					
Valor					
Saturação					

“Variáveis visuais para mapas a cores”

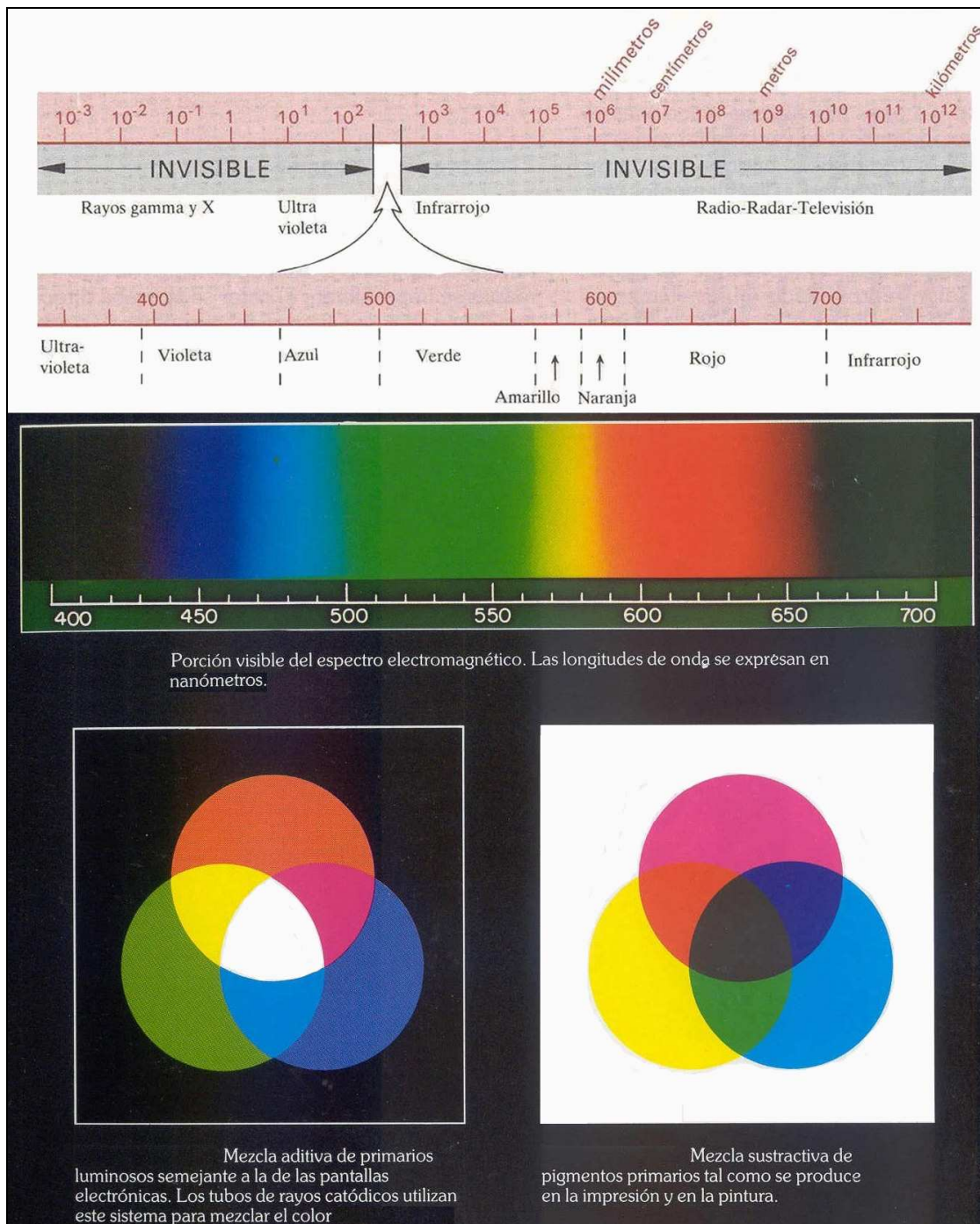
(SLOCUM, Terry A., 1999, entre pp. 150-151)

3.3. A cor: dimensões, sistemas de notação e utilização em Cartografia

Significado e dimensões da cor

A cor é a sensação psicofisiológica que resulta da visão de uma superfície colorida. Contudo, face às infinitas possibilidades de variação das cores e tentando alguma clarificação no contexto da complexidade do seu conceito, refira-se que, sob um ponto de vista da sua percepção, são três as dimensões (ou qualidades) das cores: a cor propriamente dita ou *tonalidade* (H), que é a propriedade da cor associada aos comprimentos de onda da parte visível do espectro electromagnético; o *valor* (V), que é a variação do claro ao escuro de uma mesma cor; o *croma* (C) ou cromatismo (também denominado intensidade, saturação ou pureza, embora com significados não rigorosamente equivalentes) que pode ser expressa pela variação, numa mesma cor, entre a sensação de maior “vida” e a de debilidade.

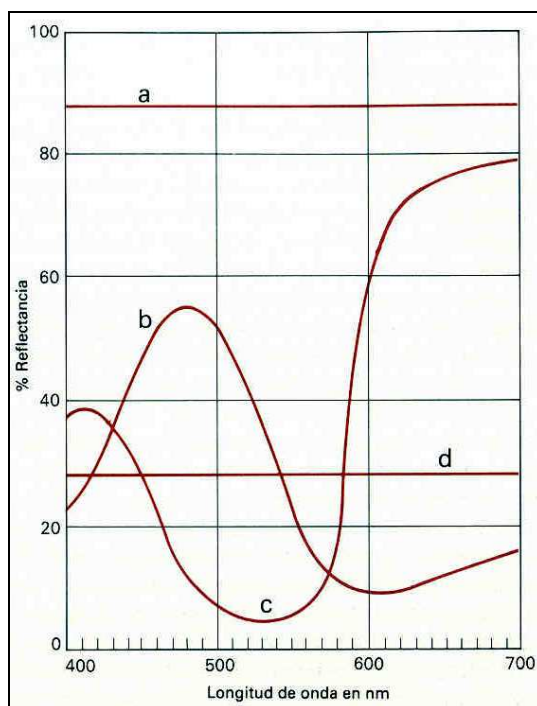
Das *cores espectrais* puras, cuja sequência espectral (azul, cian, verde, amarelo, vermelho e magenta) é visível quando a luz é refractada pelas gotas da chuva (arco-íris) ou por uma pedra preciosa, decorrem todas as outras cores, através da mistura ou síntese, que pode ser aditiva ou subtractiva. A síntese aditiva resulta de um processo de luz, fazendo incidir sobre uma superfície branca, não iluminada, fontes de luz de cor azul, verde e vermelha (*cores primárias aditivas*), obtendo-se com elas as outras cores. A síntese subtractiva obtém-se por um processo de pigmentação, aplicando pigmentos ou tinta sobre um papel branco, os quais, quando iluminados por luz branca absorvem certos comprimentos de onda e reflectem outros, sendo a maioria das cores obtida a partir dos pigmentos de cian, magenta e amarelo (*cores primárias subtractivas*).



Espectro electromagnético e cores primárias (processo aditivo e subtrativo)
(adaptado de ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, entre pp. 180-181)

As características da cor de uma superfície derivam da sua *reflectância*, ou seja, a razão entre a energia incidente na superfície ou objecto e a energia refletida, podendo o comportamento de cada objecto ser expresso por uma curva de reflectância espectral. Assim, qualquer superfície ou objecto tem a sua assinatura espectral (essencial na detecção remota), reflectindo pelo menos uma porção de todos os comprimentos de onda, mas adquirindo a sua cor perceptível a partir dos comprimentos de onda que reflecte

predominantemente (quando os objectos reflectem todos os comprimentos de onda na mesma proporção, tenderão para o branco se a percentagem de reflectância é alta ou para o preto se for baixa).



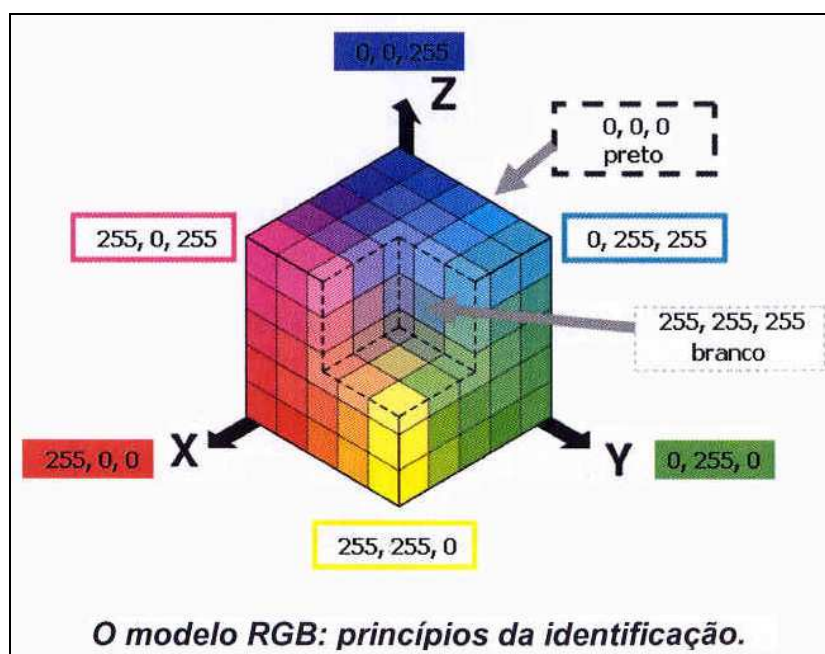
Quatro curvas de reflectância espectral:
(a) superfície branca; (b) tinta cian; (c) tinta magenta; (d) superfície cinzento escuro
(ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 165)

Sistemas de notação das cores

Existem vários sistemas de notação ou identificação das cores, estando entre os mais conhecidos e utilizados o sistema de A. H. Munsell (nome do seu criador, um americano, pintor e estudioso das cores), materializado em fichas pintadas e o modelo RGB (assim chamado pelas iniciais dos três primários aditivos, do inglês Red, Green, Blue), um dos utilizados nos monitores de computador.

No sistema de Munsell cada cor é especificada através da referência a escalas de tonalidade, de valor e de cromatismo, sendo cada cor referenciada de forma alfanumérica. Munsell considera 5 cores, ou tonalidades, principais (5R, 5Y, 5G, 5B e 5P) e 5 cores intermédias (5RP, 5YR, 5GY, 5BG e 5PB). As letras são as iniciais das cores em inglês e o 5 é o nível intermédio de uma *escala de valor* formada por cinzentos acromáticos, que apesar de ser considerada contínua é formada por 10 níveis, variando do 0 (preto) ao 10 (branco). Finalmente, a dimensão do cromatismo é o grau de afastamento de uma cor em relação ao seu nível de cinzento, com número variável de níveis (progredindo sempre de 2 em 2). Assim, no sistema de Munsell, se identificarmos uma cor com a notação 5R 5/14, estamos a referir o vermelho (5R) intenso (5/14: valor intermédio e máximo cromatismo).

branco, sendo o vértice de coordenadas 0, 0, 255 o correspondente ao azul, o vértice 0, 255, 0, correspondente ao verde e as coordenadas 255, 0, 0, as do vértice vermelho.



(DIAS, M. Helena, 2007, p. 83)

Utilização da cor em cartografia

Como uma imagem com cor é potencialmente atractiva, verifica-se com frequência o recurso à cor enquanto elemento decorativo dos mapas, nomeadamente por razões “pedagógicas”. No entanto esta atitude é errónea. Por um lado, porque existindo de facto preferências estéticas por determinadas cores, que no âmbito das estratégias de publicidade e marketing muitos se esforçam por conhecer e expressar em escalas de valor ou afectivas, elas variam, apesar de tudo, entre indivíduos e entre culturas²². Por outro lado, e principalmente por este, porque em Cartografia toda a variação visual deve ter um significado, correndo-se o risco de, a não ser assim, se tornar fonte de ambiguidade²³.

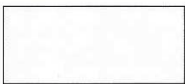







De qualquer forma, a cor é um tipo de símbolo cartográfico que, quando utilizada com conhecimento, pode contribuir muito para a legibilidade e eficácia do mapa. Como vimos, enquanto variável visual, a cor propriamente dita (ou tonalidade) tem a propriedade selectiva, sendo mesmo neste aspecto a melhor variável visual, principalmente na implantação em mancha, apenas apresentando algumas limitações no caso das implantações em pontos e em linhas, quando estas têm insuficiente “superfície” de preenchimento. É, aliás,

²² Segundo Michel PASTOUREAU (1997, pp. 136-137), “todos os inquéritos levados a cabo a partir da Segunda Guerra Mundial mostram, com notável regularidade, que cerca de 50% das pessoas interrogadas, tanto na Europa Ocidental como nos Estados Unidos e Canadá, cita o azul em resposta a essa questão [qual a cor preferida]. A seguir vem o verde (cerca de 20%) e depois o vermelho (10%). As outras cores situam-se muito abaixo, com algumas variantes segundo os países e as décadas. São esses os números, no Ocidente, para a população adulta. Para as crianças, a escala de valores é diferente. De resto, é mais variável segundo os países e as idades.”

²³ BERTIN, Jacques, 1977, p. 188.

pela sua propriedade selectiva que a cor é utilizada, por exemplo, como elemento clarificador nos mapas topográficos ou com a função de separação nos mapas políticos.

Finalmente, existem alguns aspectos da aplicação da cor que importa sublinhar. Um deles, é o denominado *contraste simultâneo*, ou seja, a mudança aparente da cor por influência do fundo ou de cores vizinhas, mudança essa que se verifica quer em relação à percepção das tonalidades, quer quanto ao *valor* da cor (o mesmo cinzento aparece mais escuro em fundo branco e mais claro em fundo preto), podendo minimizar-se pela diminuição dos atributos a representar e, simultaneamente, pela rejeição de tonalidades ou de valores muito semelhantes. Outro aspecto, é a inaceitável utilização de diferentes cores (na sua dimensão tonalidade) visando a construção de uma ordenação visual, pois, como vimos, diferentes cores, se tiverem o mesmo valor, não são visualmente ordenáveis. Como excepção, em Cartografia, aceitam-se as sequências hipsométricas, que utilizam a sequência espectral, a qual, apesar de não ser uma sequência ordenada para a percepção humana, é utilizada, por tradição e convenção, para ordenar as classes de altitude nos mapas hipsométricos. De facto, por se tratar de classes de altitude, os problemas de leitura são mitigados porque as duas extremidades do espectro nunca se podem juntar²⁴; além disso, as *características conotativas* que as cores possuem permitem a associação da sequência espectral à sequência hipsométrica, numa lógica que começa na relação azul/água. Aliás, algumas das *características conotativas* das cores reflectiram-se na prática cartográfica ao longo dos séculos, daí derivando várias das convenções ainda hoje utilizadas.

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)
	Acção, importância, perigo, paixão, poder, raiva, bravura	Áreas quentes e secas, estradas, variações positivas, edificações
	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, front ira, toponímia

Características conotativas da cor e uso convencional nos mapas

(adaptado de DIAS, M. Helena, 2007, p. 83)

²⁴ BERTIN, Jacques, 1977, p. 221.

Referências bibliográficas

Principais

- BERTIN, J. (1977), *La graphique et le traitement graphique de l'information*, Paris, Flammarion, 277 pp..
- DIAS, M. Helena (2007), *Cartografia Temática, Programa*, Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório nº 6, 146 p..
- ROBINSON, A. H. et al (1987), *Elementos de Cartografia*, Barcelona, Ediciones Omega, (1ª edição 1953, New York), 543 pp..
- SLOCUM, Terry A. (1999), *Thematic Cartography and Visualization*, New Jersey, Prentice Hall, 293 pp..

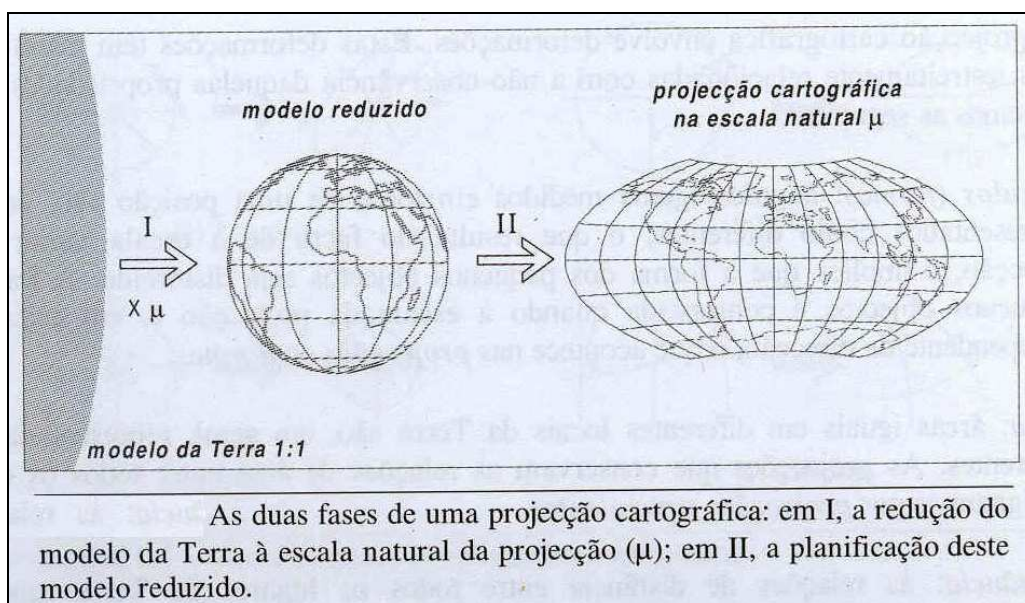
Complementares

- ANDRÉ, A. (1980), *L'Éxpression Graphique: Cartes et Diagrammes*, Paris, Masson, 223 pp..
- BÉGUIN, Michele et PUMAIN, Denise (1994), *La représentation des donnés géographiques*, Paris, Armand Colin, 192 pp..
- BERTIN, J. (1973, 2ª ed.; 1967, 1ª ed.), *Sémiologie graphique*, Paris, Gauthier.-V. Mouton, 432 pp..
- BONIN, S. (1983, 2ª ed.; 1975, 1ª ed.), *Initiation à la graphique*, Paris, Epi, 173 pp.;
- BORD, Jean-Paul (1984), *Initiation géo-graphique ou comment visualiser son information*, Paris, Sedes, 221 pp..
- PELLETIER, Monique (1998, Dir.), *Couleurs de la Terre*, Seuil/BNF, Paris, 176 pp..
- BRUNET, R. (1987), *La carte, mode d'emploi*, Paris, Fayard/Reclus, 269 pp..
- DIAS, Mª Helena (1993), *Programa de Expressão Gráfica*, Linha de Acção de Geografia Regional e Histórica, 11, Lisboa, CEG, 71 pp..
- JOLY, Fernand (1985), *La cartographie*, Col. "Que sais-je", nº 937, Paris, PUF, 128 pp..
- JONES, Christopher (1997), *Geographical Information Systems and Computer Cartography*, Singapore, Longman Pub., 319 pp.
- LE FUR, Anne (2004), *Pratiques de la cartographie*, Paris, Armand Colin, 96 pp..
- PASTOUREAU, Michel (1997), *Dicionário das cores do nosso tempo, simbólica e sociedade*, Lisboa, Editorial Estampa.
- PELLETIER, Monique (1998, Dir.), *Couleurs de la Terre*, Paris, Seuil/BNF.
- STEINBERG, Jean (1996), *Cartographie pratique pour la Géographie et l'aménagement*, Paris, SEDES, 130 pp..

III - PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS E SISTEMAS DE COORDENADAS

1. Conceitos²⁵

Sendo a Terra um volume aproximadamente esférico, a maneira mais adequada para a representar evitando distorções é o **globo**, o que implica apenas as transformações de escala, decorrentes da redução do seu tamanho. Contudo, mesmo considerando que “os mapas sobre globos são quase indispensáveis para uma apreciação de conjunto das relações estratégicas e geopolíticas”²⁶, os globos apresentam diversos inconvenientes práticos, que são eliminados quando a Terra é representada enquanto mapa sobre uma superfície plana, o que, além da mudança de escala, acrescenta a necessidade de transformar uma superfície aproximadamente esférica numa superfície plana. É a este sistema de transformação que se chama **projecção cartográfica** e a sua construção implica, então, a aplicação de um factor de redução para a construção de um modelo reduzido da Terra e a sua subsequente planificação.



(GASPAR, Joaquim Alves, 2000, p. 25)

A construção de um modelo reduzido da Terra passa pela consideração da sua forma, que é única e se chama **geóide**, que significa forma da Terra²⁷. Tecnicamente, o geóide define-se como uma “superfície equipotencial do campo gravítico terrestre”²⁸, ou seja, “aquela onde a direcção da gravidade é perpendicular

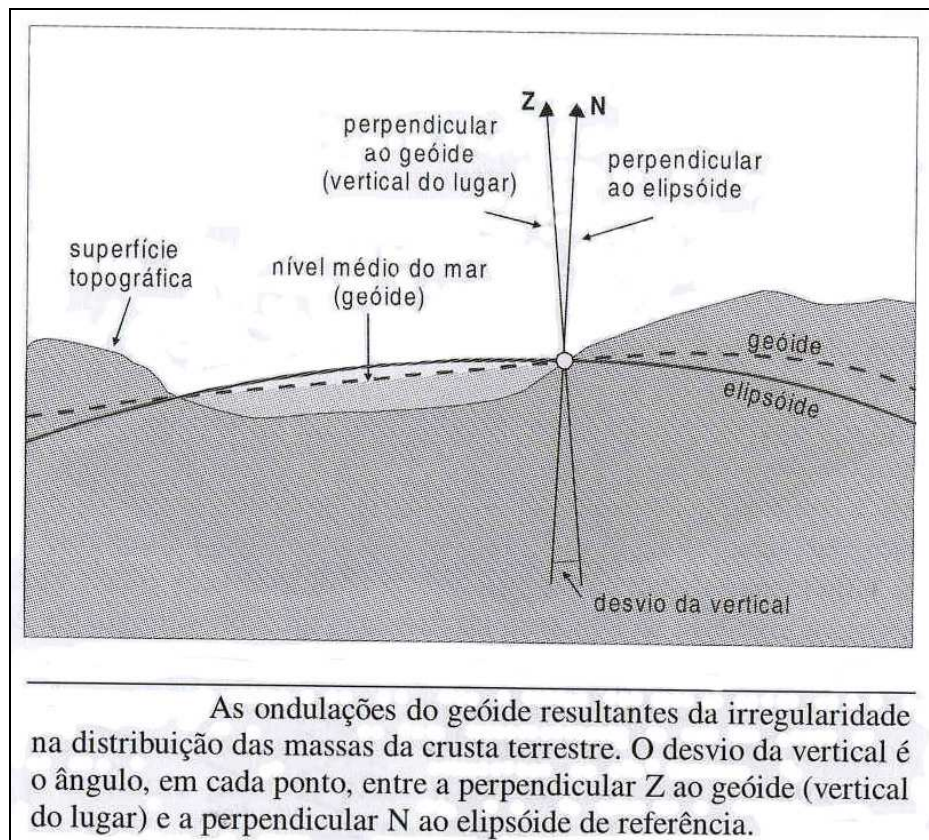
²⁵ As definições dos termos ou expressões assinalados a “negrito” podem ser consultadas em GASPAR, Joaquim Alves, *Dicionário de Ciências Cartográficas*, Lisboa, Edições Lidel, 2004.

²⁶ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 77.

²⁷ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 57.

²⁸ MATOS, João Luís, 2001, p. 12.

em todos os lugares”²⁹. Em termos mais simples, o geóide é uma “superfície de nível aproximadamente coincidente com o nível médio do mar, supostamente prolongado sob os continentes”³⁰. Contudo, apesar de “muito menos irregular do que a superfície da Terra, a geometria do geóide [ainda] é demasiado complexa para que este possa ser utilizado como modelo geodésico da Terra, razão pela qual se utiliza o **elipsóide de revolução**”³¹, que é a forma que a Terra teria se fosse um corpo homogêneo e geometricamente regular. Além deste, utiliza-se também, como superfície de referência cartográfica, a **esfera**, quando a diferença entre os eixos polar e equatorial é negligenciável, nomeadamente para cartas com escalas de 1:5 000 000 e inferiores³². Finalmente, utiliza-se ainda, como superfície de referência, um plano tangente à superfície da Terra, denominado **plano topográfico** e utilizado nos levantamentos topográficos e hidrográficos de áreas de extensão limitada (até cerca de 8 km de raio³³), dispensando-se, neste caso, a projecção cartográfica.



(GASPAR, Joaquim Alves, 2000, p. 16)

Juntamente com o plano, o elipsóide e a esfera são, então, **superfícies de referência cartográfica**, ou seja, modelos da Terra utilizados no cálculo das projecções cartográficas, dependendo a opção, entre o elipsóide

²⁹ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 57.

³⁰ GASPAR, Joaquim Alves, 2004, p. 155.

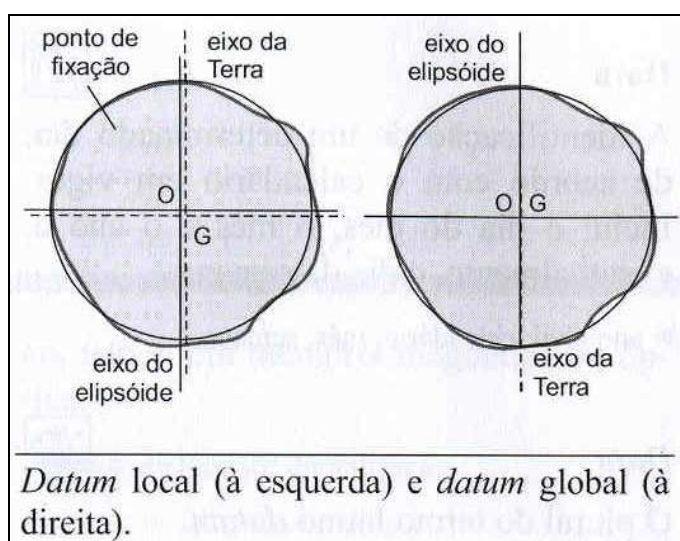
³¹ Idem, ibidem.

³² Idem, ibidem.

³³ DIAS, M. Helena, 2007, p. 51.

ou a esfera, da escala e do propósito da carta a construir. Além disso, o elipsóide de revolução, enquanto modelo com forma e dimensões tão próximas quanto possível do geóide, é normalmente utilizado como suporte das **superfícies de referência geodésica**, destinadas a estabelecer, com exactidão, a posição relativa entre os lugares e constituindo-se, a partir deles, sistemas de **coordenadas geográficas**.

O “conjunto dos parâmetros que constituem a referência de um sistema de coordenadas geográficas, e que inclui a especificação do elipsóide de referência, bem como a sua posição e orientação relativamente ao globo terrestre”³⁴, denomina-se **datum** geodésico. Os *data* (do latim, plural de *datum*) geodésicos subdividem-se em *datum* global (ou absoluto) e *datum* local (ou regional).



(GASPAR, Joaquim Alves, 2004, p. 100)

Os *data* globais, utilizados para representações globais da Terra³⁵, procuram minimizar as diferenças em relação ao geóide em todo o globo, coincidindo o centro do elipsóide com o centro da Terra e o eixo menor do elipsóide com o eixo da Terra. Com os *data* locais, utilizados para a cobertura de países ou regiões³⁶, procura-se o ajustamento local entre o elipsóide e o geóide, definindo-se o seu ponto de fixação ou ponto de origem do *datum*, mas mantendo-se o eixo menor do elipsóide paralelo ao eixo da Terra. Finalmente, é a partir dos *data* geodésicos que se estabelecem as **redes geodésicas**, ou seja, “conjunto de pontos distribuídos de forma homogênea num determinado território, formando uma malha triangular, cujas posições relativas e coordenadas geográficas, referidas ao elipsóide de referência, são conhecidas com grande exactidão”³⁷. As redes geodésicas têm materialização no território, através da construção de **vértices**

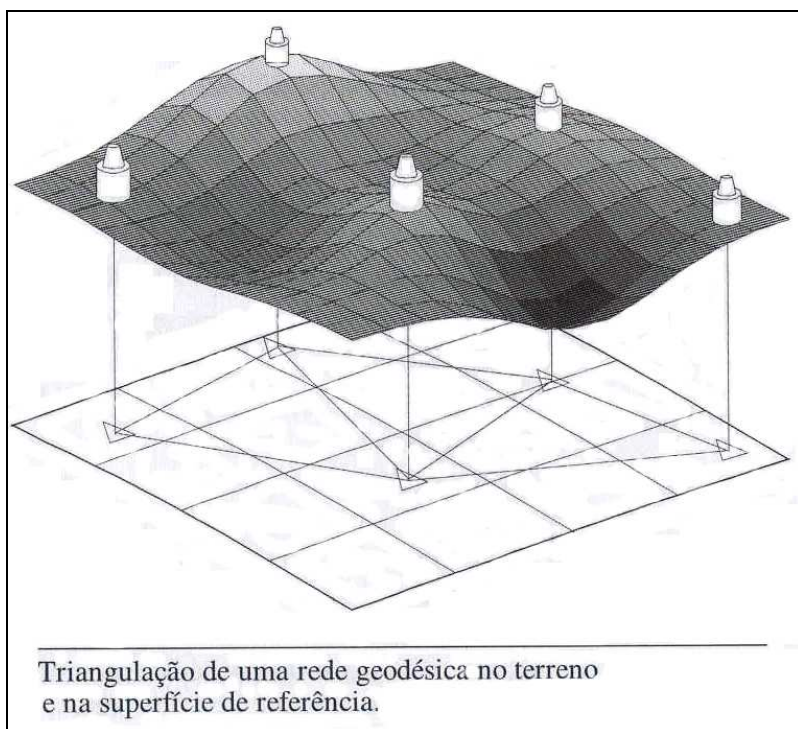
³⁴ GASPAR, Joaquim Alves, 2004, p. 100.

³⁵ Normalmente estabelecidos por grandes países ou por organizações supranacionais, sendo o elipsóide WGS84 (a versão mais recente do World Geodetic System) o mais utilizado (GASPAR, Joaquim Alves, 2004, p. 320 e 2000, p. 20).

³⁶ Normalmente estabelecidos pelas autoridades geodésicas nacionais, sendo o elipsóide de Hayford o mais utilizado em Portugal.

³⁷ GASPAR, Joaquim Alves, 2004, p. 272.

geodésicos (geralmente, pequenas construções em forma de pirâmide ou de troncos cónicos, caiadas de branco), e são essenciais como referencial de apoio para a cartografia.



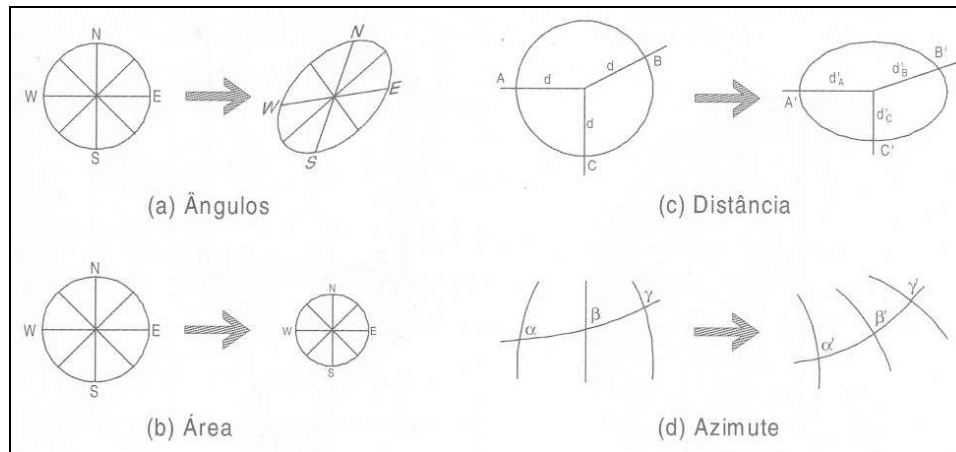
(GASPAR, Joaquim Alves, 2000, p. 22)

2. Projecções cartográficas

Projecção cartográfica: “Arranjo sistemático, sobre o plano, da rede geográfica de meridianos e paralelos da esfera ou elipsóide de referência. Também, o processo de transformação, geométrico ou analítico, utilizado para realizar essa representação. Não obstante a designação de *projecção* sugerir que a transformação é realizada (ou, pelo menos, concebida) através de métodos geométricos, tal não se passa necessariamente. Na realidade, e com pouquíssimas excepções, as projecções cartográficas são, nos dias de hoje, formalizadas e construídas matematicamente. Uma característica é comum a todas elas, que é o facto de deformarem a superfície da Terra.” (GASPAR, Joaquim Alves, 2004, pp. 250-251).

2.1. Deformações e propriedades das projecções

Se fosse possível que as projecções cartográficas não implicassem deformações, ou seja, que conservassem todos os atributos do modelo da Terra antes de ser planificado, não se falaria em propriedades das projecções cartográficas. Contudo, porque uma superfície esférica, ou uma elipsoidal, não é planificável (contrariamente às superfícies cónica e cilíndrica), todas as projecções cartográficas envolvem deformações, que podem ser de ângulos, de área, de distâncias ou de direcções (não conservando os azimutes).



As deformações das projecções cartográficas

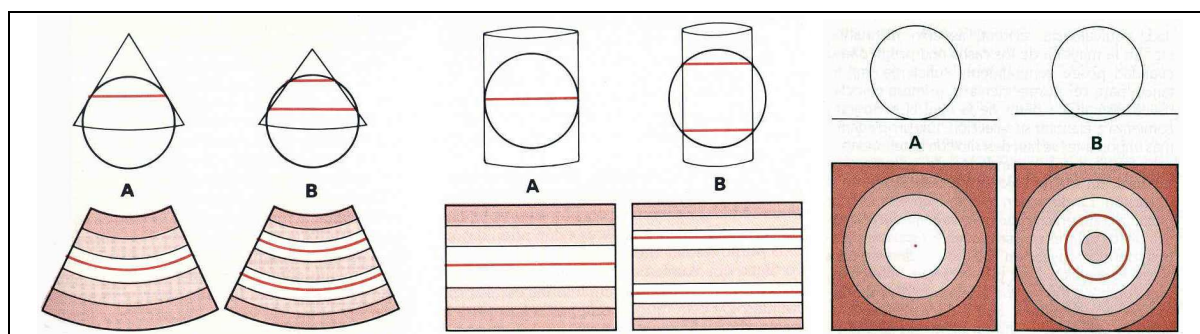
(GASPAR, Joaquim Alves, 2000, p. 25)

a) Factor de escala

Todas as características das projecções dependem duma relação de escala. Consideremos o globo de referência como modelo reduzido da Terra, o qual tem uma escala numérica que representa o factor de redução da Terra real ao seu modelo, sem qualquer outra transformação. Esta escala denomina-se **escala principal** (natural ou nominal) e decorre da divisão do raio terrestre pelo raio do globo. Ora, sabendo-se que o **factor de escala** (FE) é o resultado da divisão entre a escala real (ou verdadeira) em cada ponto e a escala principal, então, sobre o globo de referência a escala real, em todos os lugares, será sempre igual à

escala principal, pelo que o factor de escala será sempre igual a 1. Contudo, quando o globo de referência é transformado num mapa plano, através de um sistema de projecção, “a escala real será em diversos lugares do mapa maior ou menor do que a escala principal, devido a que a esfera e o plano não são compatíveis, quer dizer, uma não se pode transformar no outro sem deformar, encolher ou rasgar”. Assim, “o factor de escala variará sempre de um lugar a outro sobre um mapa plano”³⁸, havendo lugares onde será inferior a 1 (quando a escala real é menor do que a escala principal) e outros onde será superior a 1 (quando a escala real é maior).

A **escala principal** (natural ou nominal) é a indicada no mapa, referindo-se ao factor de redução da superfície de referência antes de ser planificada; a escala principal pode manter-se num ponto ou sobre uma ou mais linhas e só nele ou ao longo delas, denominando-se estes como *ponto* ou *linhas padrão* (standard ou de referência), ou de *escala conservada*; no caso das projecções equidistantes, a escala principal pode ainda manter-se em todas as direcções a partir de 1 ou 2 pontos (*pontos padrão* ou *de escala conservada*), mas unicamente a partir deles³⁹.



Padrões de deformação (cónicos, cilíndricos e azimutais), em projecções tangentes (A) e secantes (B). Assinaladas, a vermelho, as linhas e o ponto *padrão* (onde o factor de escala é igual a 1). (ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, pp. 90-91)

b) Representação das deformações

A representação das deformações das projecções é efectuada de forma expressiva através da *elipse indicatriz* de Tissot (também designada *elipse de deformação*). Auguste Tissot, matemático francês do século XVIII, utilizou um dispositivo gráfico, que denominou *indicatriz*, para ilustrar os conceitos de distorção angular e de superfície que se produzem num círculo de dimensões infinitesimais, numa superfície de referência, quando é projectado sobre um plano.

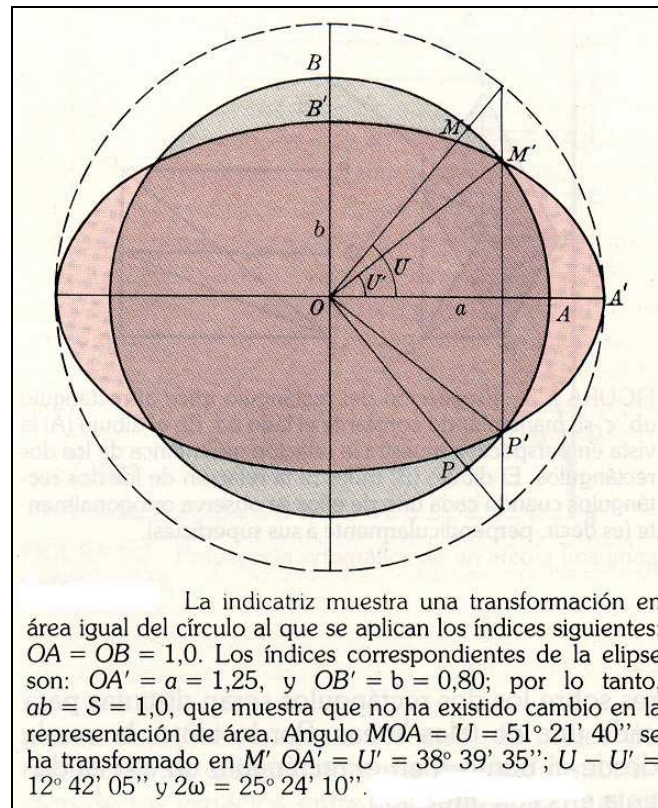
Tissot assenta o seu método no facto de que “qualquer que seja o sistema de transformação, em cada ponto da superfície esférica existe pelo menos um par de direcções ortogonais que serão também ortogonais sobre a projecção”⁴⁰. Essas direcções que se mantêm ortogonais na projecção chamam-se *direcções principais* e é nelas que ocorrem os desvios máximos do FE (factor de escala), chamando-se *a* ao valor maior do desvio e *b* ao menor valor. É, então, a partir destes dois valores que se calculam as distorções angulares e de superfície provocadas pelo sistema de transformação em qualquer ponto: se os seus desvios forem iguais,

³⁸ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, pp. 79-80.

³⁹ Ver ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 84 e DIAS, M. Helena, 2007, p. 53.

⁴⁰ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 81.

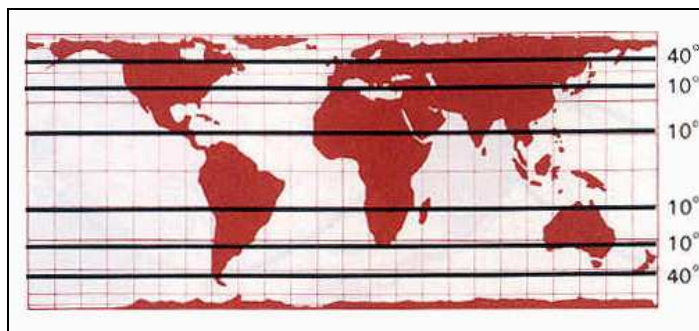
apenas existe a distorção de superfície; se forem diferentes, o círculo transforma-se em elipse, fazendo variar os valores angulares e, portanto, as formas.



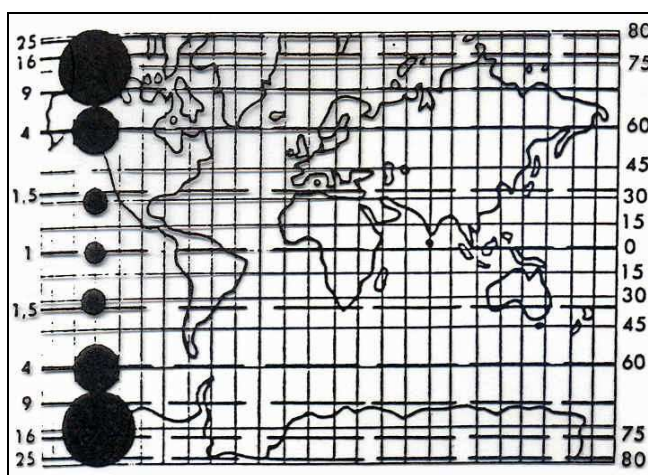
(ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 82)

Em relação aos cálculos da distorção de superfícies, como Tissot convencionou que o valor do raio do ponto de partida é igual a 1, quando $S=1$, ou seja, quando o valor do produto de a por b é igual a 1, não há deformação da superfície (podendo ou não haver da forma), quando é inferior a 1, existe uma redução, quando é superior a 1 verifica-se uma ampliação. Finalmente, a deformação angular máxima (a maior diferença possível entre um ângulo medido sobre a superfície de referência e sobre a projecção), varia entre zero (sem deformação) e 180 graus.

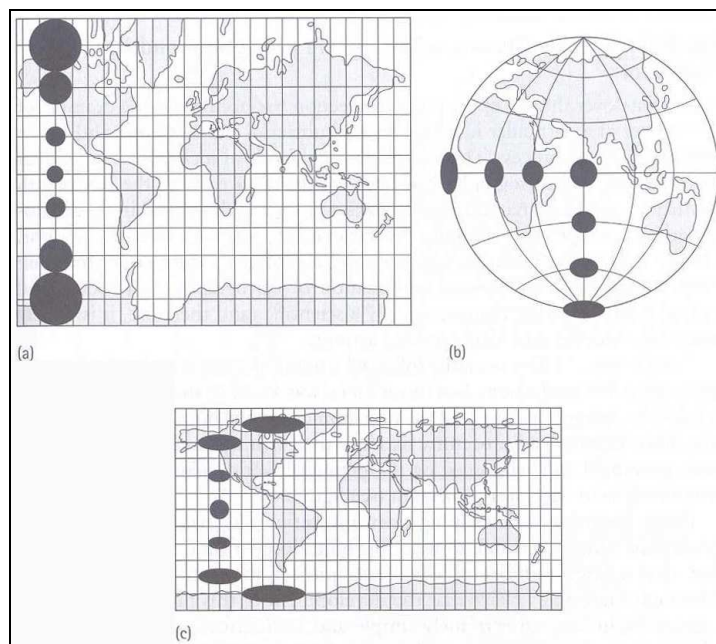
A representação, nas projecções cartográficas, destas deformações efectua-se pela colocação de figuras (círculos ou elipses) representativas das *indicatrizes* de Tissot na intersecção de paralelos e meridianos, a determinados intervalos. Desta forma, fornece-se uma imagem expressiva e intuitiva, contudo, trata-se de informação meramente qualitativa, pelo que, quando se pretende conhecer os valores das deformações se utilizam isolinhas dos valores de deformação das superfícies e dos valores de deformação angular máxima.



Projeção cilíndrica equivalente, com indicação das deformações angulares através de isolinhas (paralelos padrão de latitude 30° N e S) (ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 97)



Projeção de Mercator, com indicação das deformações de superfície: pelas elipses de Tissot e pelas isolinhas dos valores de S (indicados à esquerda) (BRUNET, R., 1987, p. 49)



Exemplos de aplicação da *indicatriz* de Tissot:

- (a) projecção conforme (cilíndrica de Mercator); (b) projecção equivalente (transversa azimutal); (c) projecção equidistante (cilíndrica Plate Carrée)
- (DORLING, Daniel e FAIRBAIRN, David, 1997, p. 35)

c) Propriedades das projecções

Como vimos, as deformações são incontornáveis, pelo que a conservação de uma determinada propriedade implica, geralmente, que outras sejam perdidas. Assim, “aquilo a que chamamos ‘propriedade’ de uma projecção não é mais do que a conservação de um determinado atributo”⁴¹.

- Conservação dos ângulos, ou conformidade: uma projecção é *conforme* quando a forma dos objectos (com dimensões infinitesimais) é conservada, ou seja, quando a escala da projecção em qualquer ponto é independente da direcção. Recorrendo a Tissot, a conformidade acontece quando $a = b$ e a elipse de deformação é um círculo.
- Conservação das áreas, ou equivalência: uma projecção é *equivalente* quando mantém as proporções entre as áreas dos objectos, o que significa que nas elipses de Tissot o produto $a \cdot b = 1$.
- Conservação das distâncias, ou equidistância: uma projecção é *equidistante* quando as relações de distância são conservadas ao longo de certas linhas ou a partir de determinados pontos, conservando-se a escala principal ou natural.
- Conservação das direcções: não é possível preservar numa projecção todas as direcções (azimutes) à superfície da Terra, contudo, podem ser conservadas a partir de determinados pontos nas projecções azimutais.

2.2. Classificação das projecções

Existe centenas de projecções cartográficas, umas conhecidas pela sua designação tradicional, que utiliza o nome do seu criador e que deve ser usada quando é universalmente reconhecida (como a projecção de Mercator ou a projecção de Gauss), outras identificadas pela sua classe, aspecto (se não normal) e propriedades, que é a designação a utilizar sempre que não existam designações universalmente reconhecidas (por exemplo: projecção azimutal oblíqua equivalente). Este tipo de designação decorre do sistema de classificação das projecções, o qual, apesar da diversidade de classificações possíveis, pode ser efectuado tendo em consideração a forma de construção, a superfície de projecção, o tipo de perspectiva, a orientação da superfície de projecção (aspecto) e as propriedades⁴².

a) Formas de construção

- *Projecções Geométricas*: quando se baseiam no conceito de superfície de projecção. Os pontos do modelo da Terra podem ser projectados por processos geométricos (*projecções perspectivas*, como a projecção cilíndrica ortográfica) ou não (*projecções analíticas*, como a projecção cónica simples).

⁴¹ GASPAR, Joaquim Alves, 2000, p. 29.

⁴² A classificação aqui apresentada baseia-se em GASPAR, Joaquim Alves, 2000, pp. 43-44 e DIAS, M. Helena, 2007, pp. 55-62.

- *Projeções Geométricas modificadas*: quando, embora partindo do conceito de superfície de projecção, lhe introduzem alterações que modificam a geometria e propriedades características de cada classe (exemplo: projecção policónica).
- *Projeções Convencionais*: baseadas inteiramente em critérios formulados matematicamente. Trata-se das projeções pseudogeométricas (pseudoazimutais, pseudocilíndricas e pseudocónicas).

b) Superfície de projecção

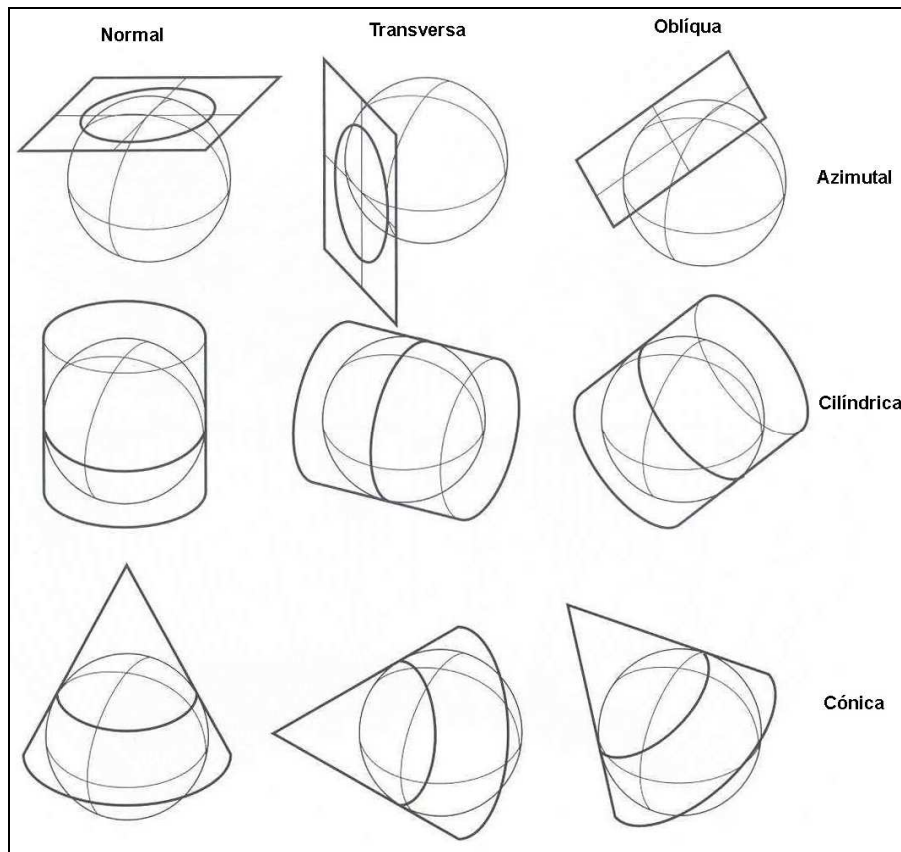
- *Projeções Cónicas*: quando resultam da projecção conceptual num cone, tangente ou secante. No aspecto normal, os meridianos são rectilíneos e concorrentes no vértice e os paralelos são circulares e concêntricos; as distorções aumentam a partir de uma (no caso das tangentes) ou de duas (no caso das secantes) linhas padrão (um ou dois paralelos).
- *Projeções Cilíndricas*: quando resultam da projecção conceptual num cilindro, tangente ou secante. No aspecto normal, os meridianos e os paralelos são rectilíneos e perpendiculares entre si; as distorções aumentam a partir de uma (no caso das tangentes) ou de duas (no caso das secantes) linhas padrão (o Equador ou dois paralelos).
- *Projeções Azimutais*: quando resultam da projecção conceptual num plano, tangente ou secante. No aspecto normal, quando o ponto central é um dos Pólos, os meridianos são rectilíneos e concorrentes no centro e os paralelos são circulares e concêntricos; as distorções aumentam a partir do ponto padrão central para o exterior, no caso das tangentes, ou a partir de uma linha padrão (um paralelo), no caso das secantes.

c) Tipo de perspectiva

- *Projeções Centrográficas* ou *centrais*: quando o centro da perspectiva é o centro do modelo da Terra.
- *Projeções Estereográficas*: quando o centro da perspectiva se situa na superfície do modelo da Terra.
- *Projeções Ortográficas*: quando o centro da perspectiva se situa no infinito.

d) Orientação da superfície de projecção em relação ao eixo da Terra (aspecto da projecção)

- *Projeções Normais*: quando o eixo da superfície de projecção coincide com o eixo do modelo da Terra (também designadas por *projeções polares*, no caso das cónicas e das azimutais, e por *projeções equatoriais*, no caso das cilíndricas).
- *Projeções Transversas*: quando o eixo da superfície de projecção é perpendicular ao eixo do modelo da Terra (também designadas por *projeções meridianas*, no caso das azimutais e cilíndricas).
- *Projeções Oblíquas*: quando o eixo da superfície de projecção é oblíquo em relação ao eixo do modelo da Terra.



(adaptado de JONES, Christopher, 1997, p. 75)

e) Propriedades

- *Projecções Conformes*: quando os ângulos medidos em cada ponto são conservados e a escala é independente da direcção. As *indicatrizes* de Tissot são círculos de tamanho variável. As projecções conformes são importantes para os mapas destinados à navegação marítima e aérea (como são os casos da projecção de Mercator, nas cartas náuticas, e da projecção cónica conforme, nas cartas aeronáuticas), bem como para os mapas topográficos (projecções transversas de Mercator (Gauss e UTM).
- *Projecções Equivalentes*: quando as proporções entre as áreas dos objectos são conservadas. As *indicatrizes* de Tissot são elipses de área constante (e círculos nos pontos ou linhas padrão).
- *Projecções Afiláticas*: quando não são conformes nem equivalentes, ou seja, apresentam distorção de ângulos e de áreas, mas tentam minimizar simultaneamente ambas as deformações, sendo por isso também designadas como *projecções de erro absoluto mínimo*. As *indicatrizes* de Tissot aparecem como elipses de tamanho variável (e círculos nos pontos ou linhas padrão).
- *Projecções Equidistantes*: quando a escala é 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 transversas*.
- *Projecções Azimutais*: quando os azimutes (ou direcções) são conservados a partir do centro e apenas em relação a ele. Podem ter outras propriedades, como serem equivalentes, conformes ou equidistantes.

2.3. Escolha da projecção cartográfica

Face ao número e diversidade de projecções existentes e apesar de, por princípio, se visar encontrar a projecção com o mínimo de deformações possível, a sua escolha deverá sempre ter em conta a área concreta a representar (devendo considerar-se a dimensão da área a representar, a sua geometria e a sua localização), bem como os objectivos do mapa a elaborar (mapas topográficos, cartas de navegação ou mapas temáticos), o que implicará a consideração da preservação de determinadas propriedades.⁴³

No caso dos mapas temáticos, sublinhe-se a importância das *projecções equivalentes*, nomeadamente naqueles em que a compreensão do fenómeno a representar está dependente da manutenção das proporções das áreas, por exemplo, a distribuição da população. Refiram-se, ainda, as *projecções afiláticas*, recurso frequente, principalmente na representação de áreas extensas do globo, sempre que a preservação da equivalência não seja relevante.

⁴³ Consultar “sugestões para a escolha de uma projecção” em GASPAR, Joaquim Alves (2000, pp. 133-134) e “linhas orientadoras para a escolha das projecções” em DIAS, M. Helena (2007, p. 64).

3. Sistemas de coordenadas e de referência cartográfica

3.1. Sistemas de coordenadas

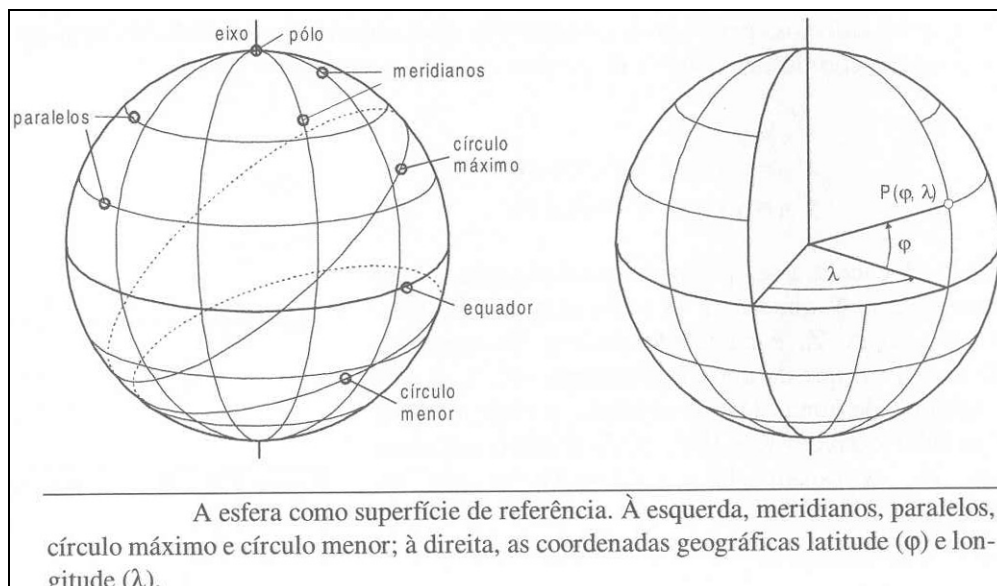
Sistema de Coordenadas: “meio de referenciar posições no espaço através de medidas de comprimentos, de ângulos, ou de ambos, tomadas a partir de origens determinadas.” (GASPAR, Joaquim Alves, 2000, p. 49).

Existem os sistemas de *coordenadas geográficas*, aplicável à superfície da Terra ou aos seus modelos tridimensionais (esfera ou elipsóide) e os sistemas de *coordenadas planas*, aplicáveis às representações planas da superfície da Terra.

a) Sistema de coordenadas geográficas (latitude e longitude)

Neste sistema de coordenadas, cada ponto é referido por dois ângulos, expresso em graus, minutos e segundos:

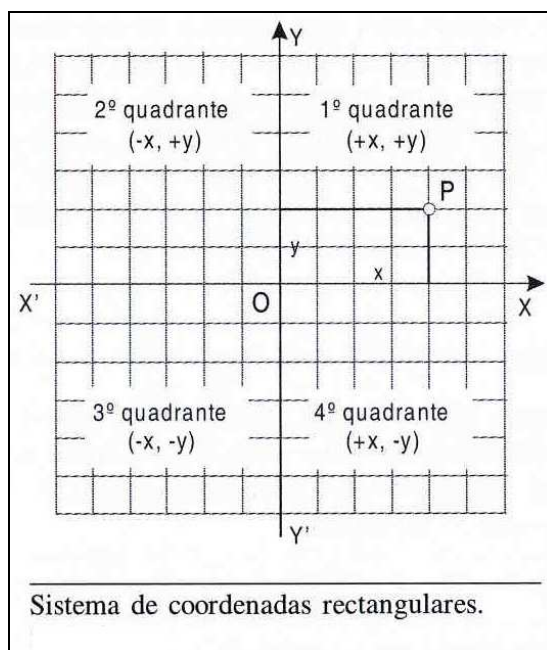
- *Latitude* de um lugar: no modelo esférico da Terra, valor do ângulo entre o plano do Equador e o raio que passa por esse lugar ou o arco do meridiano entre o Equador e o lugar; varia de 0° (no Equador) a 90° (nos pólos), Norte ou Sul (no caso do modelo elipsóide da Terra, chama-se *latitude geodésica* e é o ângulo formado entre a normal ao elipsóide nesse lugar e o plano do Equador).
- *Longitude* de um lugar: valor do ângulo entre o plano do meridiano desse lugar e um meridiano de referência (actualmente e desde 1884, o semimeridiano de Greenwich) ou o arco do Equador entre esses meridianos; varia entre 0° e 180° , E ou W.



(GASPAR, Joaquim Alves, 2000, p. 60)

b) Sistema de coordenadas planas

Existem os sistemas de coordenadas cartesianas rectangulares planas ou, simplesmente, *coordenadas rectangulares* e os sistemas de *coordenadas polares*⁴⁴. O sistema de coordenadas rectangulares é todo aquele que, para referenciar um ponto, utiliza duas medidas de distância rectilínea em relação a dois eixos perpendiculares entre si (eixo das abcissas e eixo das ordenadas), cuja origem é estabelecida por convenção⁴⁵.



(GASPAR, Joaquim Alves, 2000, p. 50)

3.2. Sistemas de referência

a) Grades geográficas

Sistemas para referenciar e designar áreas e posições à superfície da Terra, baseados na rede de meridianos e paralelos, materializados no mapa. São indispensáveis sempre que os efeitos da curvatura da Terra não possam ser ignorados (áreas extensas) e são seus exemplos o sistema GEOREF (*World Geographic Reference System*) e o sistema UTM (*Universal Transverse Mercator*):

- Sistema GEOREF: grade geográfica constituída por uma malha de paralelos e meridianos que divide a Terra em quadriláteros de 15° de latitude por 15° de longitude. Os quadriláteros designam-se como *áreas* (cada uma identificada por 2 letras), sendo cada *área* subdividida em *subáreas* de 1° de lado ou em subdivisões mais finas.
- Sistema UTM: sistema que combina os conceitos e princípios de referência de grade geográfica e de quadrícula cartográfica. A quadrícula UTM foi constituída dividindo a superfície terrestre (a parte situada entre os paralelos 84°N e 80°S) em 60 *fusos* (superfície entre dois meridianos consecutivos com amplitude de 6°), numerados de 1 a 60 a partir de Greenwich, e em 20 *filas* de zona (área entre dois paralelos consecutivos com a amplitude de 8°), identificados por uma letra de C a X (com excepção das letras I e O)

⁴⁴ Referência feita através de uma distância e de um ângulo (não abordado).

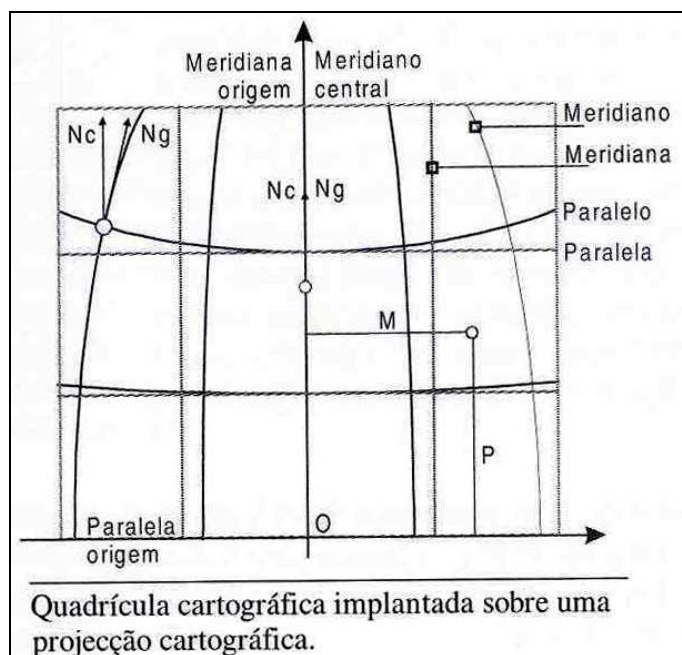
⁴⁵ Ver origem dos sistemas utilizados em mapas portugueses em DIAS, M. Helena (2007, p. 68).

a partir de Sul. Com o par constituído pelo número do fuso e a letra da fila identificam-se as *zonas*, as quais, por sua vez, são divididas em quadrados de 100 km de lado, identificados por duas letras (a primeira referente à coluna e a segunda relativa à linha ou fila).

Assim, a referenciação de um ponto na quadrícula UTM (que é exemplificada em qualquer folha actualizada da Carta Militar de Portugal, 1:25 000, do Instituto Geográfico do Exército) é efectuada através da identificação da zona da quadrícula (Portugal Continental encontra-se localizado nas zonas 29S e 29T), do par de letras correspondente ao quadrado de 100 km e das coordenadas rectangulares (numéricas), referidas com a precisão desejada (podendo, para tal, utilizar-se um *esquadro de coordenadas*).⁴⁶

b) Quadrículas cartográficas

Quadrículas cartográficas são sistemas de coordenadas rectangulares, geralmente graduados em metros, que visam facilitar a leitura e marcação de posições e o cálculo de azimutes e distâncias. São vantajosos para mapas de escala grande, mas aplicáveis apenas aos mapas para os quais foram construídos. As quadrículas são constituídas por uma malha quadriculada de *meridianas* (linhas de abcissa constante) e de *paralelas* (linhas de ordenada constante), que se sobrepõe a determinada projecção cartográfica, de forma a que o eixo das ordenadas (*meridiana de origem*) coincida com o meridiano central da projecção e a que o eixo das abcissas (*perpendicular origem*) lhe seja normal num ponto denominado *Ponto Central* da quadrícula. A posição de qualquer ponto é definida por um valor de X, M ou E (*abcissa, distância à meridiana ou easting*), que representa a distância à *meridiana de origem*, e por um valor de Y, P ou N (*ordenada, distância à perpendicular ou northing*), que representa a distância à *perpendicular origem*.



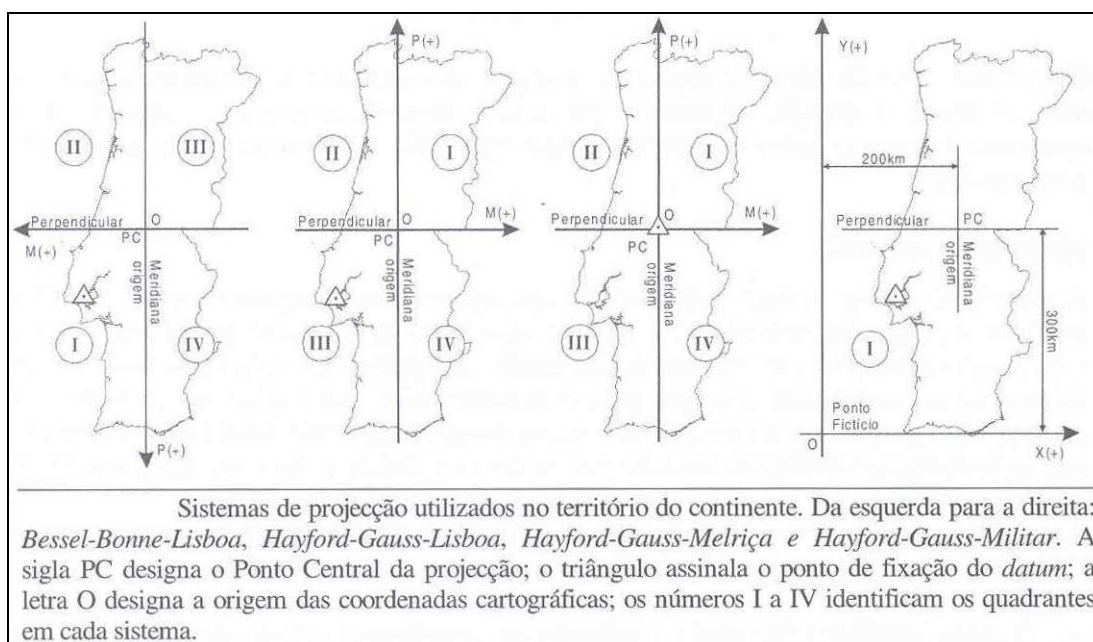
(GASPAR, Joaquim Alves, 2000, p. 77)

⁴⁶ Ver explicação e exemplificação do sistema UTM em INSTITUTO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO, 2004, pp. 22-32.

3.3. Sistemas de representação ou de projecção

Ao conjunto de parâmetros que, associados a uma projecção cartográfica, estabelecem de forma inequívoca as coordenadas geodésicas e cartográficas dos lugares representados num mapa, chama-se sistema de projecção ou, menos ambigualmente, sistema de representação. Assim, além da projecção cartográfica, esses parâmetros são⁴⁷:

- o *datum* geodésico, incluindo a superfície de referência e as coordenadas do seu ponto de fixação (ou ponto de origem do *datum*);
- o *Ponto Central* da quadrícula cartográfica (PC), definido pela intersecção da *meridiana origem* e da *perpendicular origem*;
- a origem das coordenadas cartográficas, nem sempre coincidente com o *Ponto Central* (PC);
- a localização das *linhas padrão* ou, em alguns sistemas, o *factor de escala* sobre o meridiano central.



(GASPAR, Joaquim Alves, 2000, p. 80)

⁴⁷ GASPAR, Joaquim Alves, 2000, p. 79.

Referências bibliográficas

Principais

- DIAS, M. Helena (2007), *Cartografia Temática, Programa*, Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório nº 6, 146 p..
- GASPAR, Joaquim Alves (2004), *Dicionário de ciências cartográficas*, Lisboa, Lidel, 327 pp..
- GASPAR, Joaquim Alves (2000), *Cartas e Projeções Cartográficas*, Lisboa, Lidel, 292 pp..
- ROBINSON, A. H. et al (1987), *Elementos de Cartografia*, Barcelona, Ediciones Omega, (1ª edição 1953, New York), 543 pp..

Complementares

- BARATA, D. Santos (1987), *Lições de topografia*, Imp. Universitária, 60, Lisboa, Ed. Estampa, 185 pp..
- BRUNET, R. (1987), *La carte, mode d'emploi*, Paris, Fayard/Reclus, 269 pp..
- CASACA, João et al. (2000, 2ª edição), *Topografia Geral*, Lisboa, Lidel, 306 pp..
- DORLING, Daniel e FAIRBAIRN (1997), *Mapping, Ways of representing the world*, Great Britain, Dorchester, Addison Wesley Longman Ltd, 183 pp..
- FONSECA, Ana Duarte; FERNANDES, João Cordeiro (2004), *Detecção Remota*, Lisboa, Lidel, 224 pp..
- INSTITUTO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (2004, 6ª edição), *Manual de Leitura de Cartas*, Lisboa, 109 pp..
- JONES, Christopher (1997), *Geographical Information Systems and Computer Cartography*, Singapore, Longman Pub., 319 pp.
- MATOS, João Luís (2001, 2ª edição), *Fundamentos de Informação Geográfica*, Lisboa, Lidel, 326 pp..
- MERLIN, Pierre (1982), *La topografia*, Oikos-tau, Barcelona, 149 pp. (1ª ed. "Que sais-je", 1982).
- PETERS, Amo (1992), *La nueva cartografia*, Vicens Vives, Barcelona, 132 pp..

IV – OS MAPAS TEMÁTICOS

1. Tipos e características dos mapas temáticos

1.1. Tipos de mapas

Os mapas temáticos, ou *especiais*, apareceram mais tardiamente que os mapas gerais e apenas o desenvolvimento destes tornou possível o incremento da quantidade e diversidade daqueles. Em França, por exemplo, apesar da origem Setecentista, a elaboração de mapas temáticos para a representação de dados quantitativos atingiu a “idade do entusiasmo”⁴⁸ na segunda metade do século XIX, altura em que o desenvolvimento da cartografia temática também se tornou claro em Portugal, particularmente depois da publicação, em 1865, da *Carta Geographica de Portugal*, na escala de 1:500 000⁴⁹.

É enorme a diversidade de mapas temáticos existentes, podendo referirem-se várias discriminações, conforme o critério que se adoptar: em função da natureza da informação, em função do tipo de implantação dos símbolos utilizados e em função das características dos símbolos utilizados, em função da distorção ou não da base espacial ou em função do número de temas representados.

Em função da natureza da informação

Mapas *qualitativos* (representando informação de tipo nominal) e mapas *quantitativos* (representando informação de tipo de intervalo, ou de razão, e de índice (ver ponto 3.1. do tema II).

Em função do tipo de implantação dos símbolos utilizados

Linearmente relacionado com as características da informação e com as técnicas cartográficas utilizadas, classificam-se em mapas de símbolos pontuais, mapas de símbolos lineares e mapas de símbolos em mancha.

Em função das características dos símbolos utilizados

A partir da classificação baseada na discriminação dos símbolos a partir do tipo de implantação, pode-se identificar grande variedade de mapas temáticos, decorrente da identificação de cada símbolo. Nos símbolos pontuais: mapas de pontos, mapas de círculos proporcionais, mapas de esferas, mapas de cubos, etc; nos símbolos lineares: mapas de isolinhas, mapas de isopletas, mapas de isométricas, mapas de fluxos; nos símbolos em mancha: mapas coropletos, os mais conhecidos e utilizados (durante muito tempo designados como mapas “estatísticos”).

Em função da distorção ou não da base espacial

A maioria dos mapas temáticos, convencionais, assenta numa base cartográfica mais ou menos simplificada, que pretensamente corresponde à realidade, sobre a qual são vertidos os símbolos pontuais, lineares ou em mancha. Outros mapas, fazem corresponder a variação da informação temática a representar à variação do próprio suporte espacial, distorcendo-o ou transformando-o (fazendo variar as áreas ou as distâncias entre os

⁴⁸ PALSKEY, Gilles, 1996, p. 139.

⁴⁹ FERNANDES, Mário Gonçalves, 2007, p. 7.

lugares), por isso se denominando mapas distorcidos ou transformações cartográficas. Nesta jovem área da Cartografia, agora facilitada pelas novas tecnologias e em clara expansão, algumas das transformações cartográficas têm designações específicas, como as *anamorfoses* (que ao fazer variar as distâncias relativas, implicam a alteração das formas ou dos contornos da base espacial) e os *cartogramas* (transformação em que a área das unidades espaciais é proporcional aos valores temáticos).

Em função do número de temas representados

Mapas unitemáticos e mapas pluritemáticos, sendo possível, neste caso a utilização da justaposição gráfica ou a combinação dos temas a partir do prévio tratamento da informação.

1.2. Natureza e fontes de informação cartográfica

A informação para os mapas temáticos deve ser vista em dois planos: o(s) tema(s) a representar e o fundo do mapa. O tema é o conteúdo propriamente dito, ou seja, os factos representados que constituem o assunto do mapa. O fundo do mapa é o conjunto de informações representadas que servem de suporte e apoio ao conteúdo (por exemplo, os limites administrativos, a rede hidrográfica, as curvas de nível principais, etc.), podendo ser simples referências espaciais ou importantes elementos para a compreensão do conteúdo temático.

A natureza da informação cartográfica decorre da sua implantação geométrica (determinando a implantação gráfica: pontual, linear e em área), da sua continuidade ou descontinuidade espacial, das escalas de medição dos dados (nominal, ordinal, de intervalo e de razão, que condicionam a escolha das variáveis visuais a utilizar) e da forma dos dados (dados absolutos ou relativos; de variáveis simples ou compósitas; com dados considerados individualmente ou agregadamente).

As fontes de informação para os mapas temáticos são inúmeras, podendo ser globalmente classificadas como fontes primárias (como estudos de campo) e fontes secundárias (como as medições efectuadas sobre outros mapas). De qualquer forma a única condicionante de partida é a sua relação com um espaço cartografável, sendo as suas origens mais comuns as seguintes:

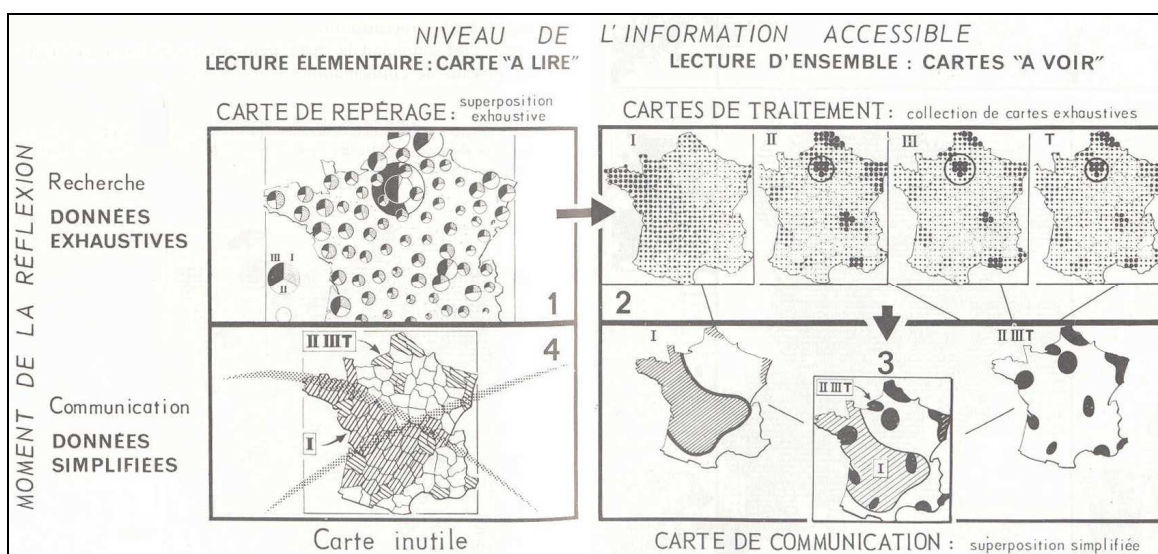
- Informação cartográfica: informação retirada de outros mapas (gerais e temáticos), essencial para a construção da base ou fundo do mapa temático, por vezes importante como complemento para a representação do conteúdo e a sua compreensão;
- Imagens: muito variadas e ricas de informação (imagens fotográficas – do solo, de avião, verticais e oblíquas, de satélite), a exigirem algum cuidado na adequação, principalmente pela necessidade de resolução de problemas de distorção na transposição cartográfica;
- Dados numéricos: medições efectuadas directamente à superfície da Terra (dados meteorológicos, caudais, tráfego de veículos, etc.), medições indirectas sobre mapas ou imagens (declives, classes hipsométricas, tipos de exposição solar, etc.), dados de estatísticas diversas (inquéritos, censos, etc.);
- Publicações: documentos manuscritos, livros, revistas, jornais, etc.

1.3. Funções e níveis de leitura

Os mapas temáticos são documentos que, quer no âmbito pedagógico, quer no âmbito científico, têm como funções mais importantes fornecer informação específica sobre determinadas localizações, fornecer informação global sobre a repartição de fenómenos geográficos e possibilitar a comparação de distribuições entre mapas.

Alguns mapas temáticos são “mapas para ler”, ou seja, mapas que representam, exhaustivamente, vários tipos de informação, utilizando várias variáveis visuais, com justaposição gráfica num só mapa, tornando-se, assim, mapas de referência ou armazenamento de informação, que, não sendo inúteis, apenas permitem a leitura de nível elementar. Outros mapas temáticos, são “mapas para ver”, permitindo todos os níveis de leitura: a leitura de nível de conjunto (ou global), que avalia globalmente a distribuição do tema, “regionalizando” a imagem e individualizando subconjuntos visualizados como homogêneos; a leitura de nível médio (intermédia ou de subconjunto) que destrinça, por exemplo, a estrutura interna de cada “região” ou subconjunto; a leitura de nível elementar (ou de pormenor), que responde a questões do tipo onde (em que lugar?) e o quê (que atributo?).

A leitura global e de nível médio permitem distinguir e identificar o padrão, ou padrões, da distribuição espacial e implicam, sempre, a possibilidade de leitura elementar, embora, por vezes, o seu grau de simplificação possa ser excessivo, mas é o preço a pagar para alcançar os níveis superiores de compreensão. O problema coloca-se, frequentemente, quando se pretende representar informação partível em vários atributos e se visa assegurar os três níveis de leitura em simultâneo, sendo necessário, então, ponderar a opção entre vários mapas simples, que J. BERTIN denomina de “mapas de tratamento”⁵⁰, ou um só mapa (“mapa de comunicação”), elaborado a partir da classificação e simplificação da informação e cuja utilidade se relaciona com a pedagogia e a facilitação da memorização, embora, neste caso, o nível de leitura elementar seja discutível.



(BERTIN, J., 1977, pp. 154-155)

⁵⁰ BERTIN, Jacques, 1977, p. 155.

2. Concepção e elaboração do mapa temático

2.1. Etapas do processo

Seguindo Terry A. SLOCUM⁵¹, os passos básicos para comunicar informação cartográfica são os seguintes:

- considerar o aspecto da real distribuição do fenómeno (ponderando o grau de generalização adequado);
- determinar o propósito ou os objectivos da elaboração do mapa;
- recolher informação apropriada ao propósito do mapa;
- construir o mapa;
- avaliar se os utilizadores consideram o mapa útil e informativo e, caso não o considerem, refazer o mapa.

Naturalmente, construir o mapa é um passo complexo, que envolve a consideração de inúmeros critérios⁵², nomeadamente:

- 1 - Como será usado o mapa: será usado para fornecer informação específica ou geral?
- 2 - A dimensão espacial dos dados: está a informação relacionada com pontos, linhas ou áreas?
- 3 - O nível ou escala de medição dos dados: nominal, ordinal, de intervalo ou de razão?
- 4 - Que standardização ou normalização dos dados é necessária: se os dados estão sob a forma de contagens necessitam de ser ajustados?
- 5 - Quantas variáveis ou atributos são para cartografar.
- 6 - Existe componente temporal nos dados?
- 7 - Que limitações técnicas: por exemplo, uma revista pode não estar disposta a reproduzir mapas a cor.
- 8 - Características da audiência ou utilizadores prováveis: o mapa é dirigido ao público em geral ou a profissionais, como os geógrafos?
- 9 - Constrangimentos de tempo e custo: por exemplo, criar um mapa de pontos de grande qualidade custa mais do que um mapa coropleto, sem ter em conta as capacidades técnicas disponíveis.
- 10 - Estética: alguns símbolos são mais atraentes do que outros.

Em termos práticos, a concepção de um mapa, que envolve quer algumas etapas prévias, quer a construção propriamente dita, deve obedecer, segundo M. Helena DIAS⁵³, à seguinte sequência:

- Avaliar como será reproduzido ou divulgado o mapa e por quem será utilizado;
- Seleccionar a projecção (se for o caso) e a escala adequadas;
- Seleccionar a informação da base cartográfica;
- Decidir os métodos de tratamento dos dados e o modo da sua simbolização;
- 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, clarificando todas as componentes do desenho cartográfico;
- Construir um esboço gráfico (ou minuta) que traduza das opções tomadas;

⁵¹ SLOCUM, Terry A., 1999, p. 5.

⁵² SLOCUM, Terry A., 1999, p. 6.

⁵³ DIAS, M. Helena, 2007, p. 140.

- Concretizar o mapa com base no esboço gráfico;
- Avaliar o resultado e reponderar as opções tomadas.

2.2. Componentes do desenho cartográfico

Para que a concepção do mapa temático tenha uma tradução eficaz na representação, importa ter em atenção algumas componentes gráficas do desenho cartográfico, sendo estes “os atributos dos símbolos utilizados para a representação que, por si mesmos ou numa disposição organizada, possuem um significado visual em relação à representação gráfica total”⁵⁴. Os mais importantes são a legibilidade, o contraste visual, a relação figura-fundo, a hierarquia visual e o equilíbrio visual.

Legibilidade: a legibilidade, que significa mais do que a visibilidade (não basta que qualquer símbolo seja visto, é necessário que seja reconhecido) depende essencialmente do tamanho e, apesar de não existir acordo em relação ao tamanho mínimo dos símbolos, a prática fixa o limite mínimo absoluto (independente da distância do observador mas supondo uma visão perfeita e perfeitas condições de observação) em um ângulo de cerca de 1 minuto em relação ao olho humano. Para condições de visão e de observação médias ou normais, é aconselhável que o cartógrafo considere como tamanho mínimo um ângulo de 2 minutos, a partir dos quais se podem estabelecer valores mínimos de visibilidade⁵⁵.

Contraste visual: Apesar de os símbolos terem uma dimensão adequada, importa assegurar um bom contraste visual, que é o elemento mais importante. Admitindo que um símbolo tem a dimensão suficiente para ser visto, a forma como se distingue dos símbolos adjacentes e do fundo sobre o qual está implantado afecta a sua visibilidade. Assim, devem-se assegurar os contrastes visuais entre símbolos, por exemplo, através da manipulação das variáveis visuais (por vezes com o reforço mútuo), da diferenciação de dimensões e da destrição entre o fundo e os símbolos.

Relação figura-fundo: trata-se de um fenómeno complexo, já que olho e mente se conjugam, reagindo espontaneamente a qualquer imagem e tendendo para a sua organização, de forma imediata, automática e inconsciente, em figura (aquilo que sobressai visualmente) e fundo (a superfície com menor importância visual que rodeia a figura).⁵⁶ Assim, a relação figura-fundo é uma componente essencial para o desenho cartográfico, existindo alguns princípios que apontam soluções: contraste visual assegurado pela adequada manipulação das variáveis visuais; as formas fechadas e as superfícies menores tendem a sobressair como figura; as superfícies escuras tendem a sobressair como figura; na questão do contraste “terra-água”, pode fazer-se a terra “emergir” com a aplicação da rede de paralelos e meridianos no mar e a sua interrupção em

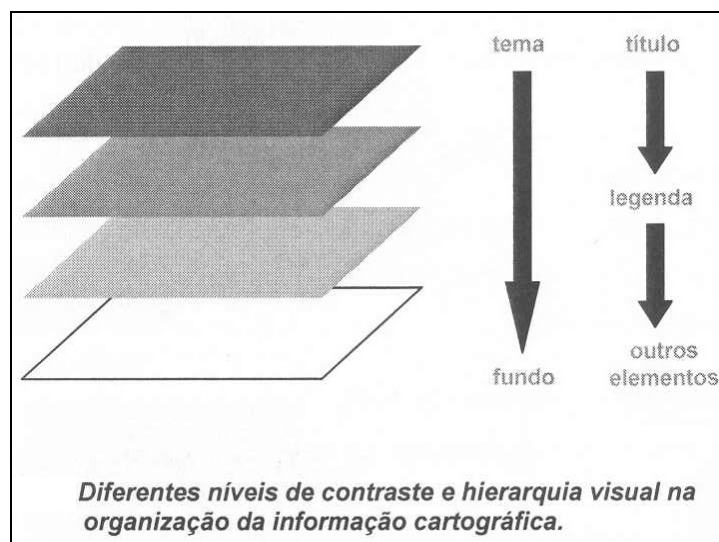
⁵⁴ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 145.

⁵⁵ Por exemplo, os tamanhos mínimos aproximados para a legibilidade de símbolos pontuais em função da distância a que são observados: observação a 50 cm de distância, tamanho (largura) de 0,3 mm; a 2 metros, 1,15 mm; a 5 metros, 2,9 mm; a 10 metros, 5,8 mm; a 15 metros, 8,7 mm; a 20 metros, 11,6 mm; a 25 metros, 14,5 mm e a 30 metros, 17,4 mm (ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 146).

⁵⁶ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, pp. 148-149.

terra; com o preenchimento da terra por uma leve “sombra”; com a própria implantação dos símbolos cartográficos relativos ao conteúdo do mapa.

Hierarquia visual: ordenação visual da importância relativa de toda a informação do mapa, quer do fundo do mapa, dos símbolos que representam a distribuição do tema, bem como dos elementos do mapa. No fundo, trata-se de, pela utilização de contrastes visuais, facilitar a tarefa do leitor do mapa em organizar visualmente a informação, tentando que a hierarquia que o utilizador constrói se adequue à hierarquia pretendida na concepção do mapa, dando mais importância visual ao tema representado do que às informações de fundo do mapa e ao título e à legenda do que a outros elementos do mapa.



(DIAS, M. Helena, 2007, p. 141)

Equilíbrio visual: colocação e organização das várias componentes do mapa de forma que tudo pareça visualmente lógico e nada aparente estar no sítio errado. A área representada deve estar visualmente centrada, mas pode ter os ajustamentos necessários à adequada inserção dos elementos do mapa, cuja localização deve ter em conta o seu próprio “peso” e o da simbologia presente na área representada.

3. Elementos do mapa temático

Uma parte importante do planeamento gráfico do mapa é a que se refere à decisão sobre que elementos do mapa apresentar, que informação incluir em cada um, onde os posicionar e que importância visual lhes atribuir. É difícil generalizar em relação a qualquer um destes aspectos, pois as decisões dependem sempre de cada mapa em concreto, contudo, existem algumas regras mínimas, quer no que se refere aos elementos a incluir, quer no seu posicionamento.

Assim, existem cinco elementos do mapa, a que chamaremos principais, que devem, em princípio, estar presentes em qualquer mapa temático e que são o título, a legenda, a escala, a orientação e a(s) fonte(s). Os três primeiros, enquanto elementos padrão, são sempre imprescindíveis em qualquer tipo de mapa, enquanto os dois últimos apenas em situações específicas deles se pode prescindir. Além destes, existem outros elementos (como a esquadria, as janelas, a rede de paralelos e meridianos, a identificação da projecção e a identificação da autoria), que denominaremos como complementares, cuja utilização deve ser ponderada caso a caso, estando mais condicionada pela finalidade do mapa e pelas opções de cada cartógrafo.

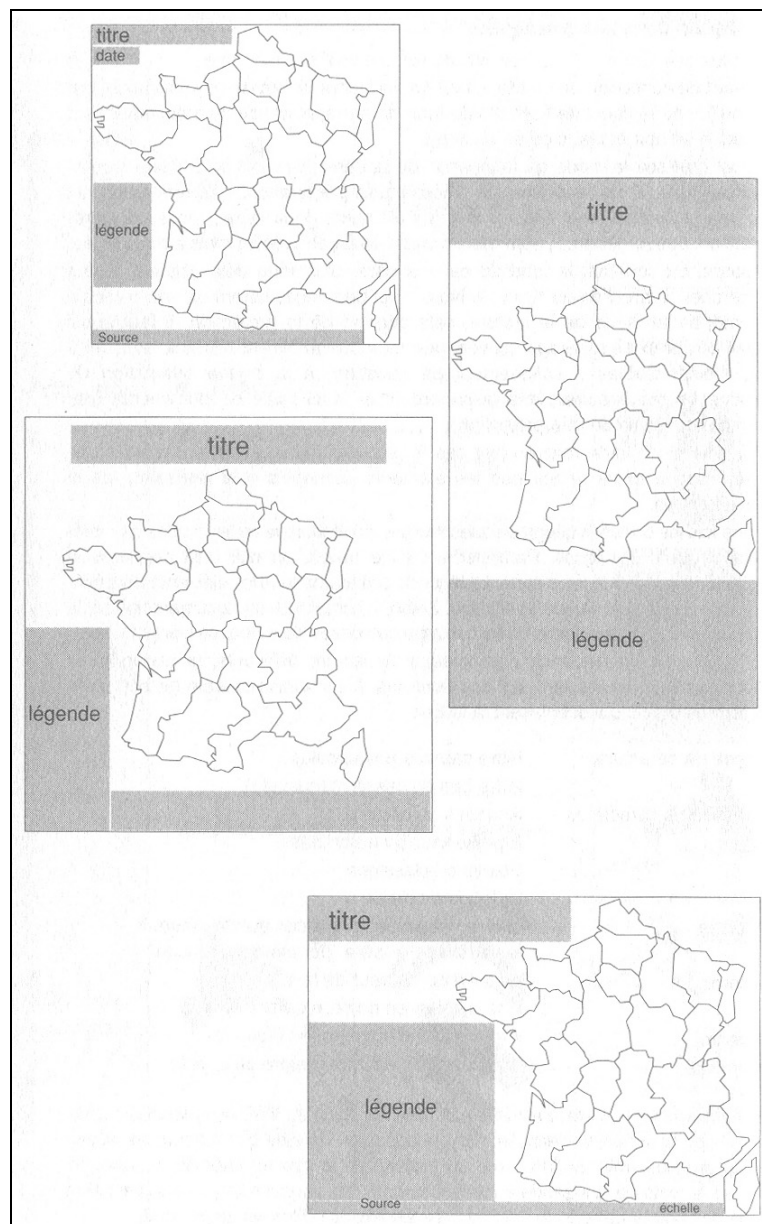
O posicionamento dos elementos do mapa também não é facilmente generalizável, dependendo de variados factores, sendo as decisões dependentes de cada mapa e da busca de hierarquia e equilíbrio visual, sendo tanto mais acertadas quanto a experiência do cartógrafo. De qualquer forma, existem indicações incontornáveis, algumas referidas desde há séculos, como as do engenheiro-mór do reino Manoel de Azevedo Fortes, que, em 1728 e em relação às plantas militares, sugeria a colocação da escala na base, do título preferencialmente na parte superior, a legenda num dos lados (esquerdo ou direito) do mapa, sublinhando ainda a importância de adequar e simplificar a importância visual dos outros elementos, como a das esquadrias ou “cercaduras”⁵⁷.

3.1. Elementos principais

Título: pertence ao primeiro momento de leitura do mapa. Por princípio, para que seja completo, deve conter as informações sobre o quê? (o tema: por exemplo, densidade da população), de que forma? (por freguesia, por concelho, etc.), onde? (em Portugal, no distrito do Porto, etc.) e quando? (2001). A ordem das informações pode variar, apenas devendo haver a preocupação de que faça sentido. Por exemplo:

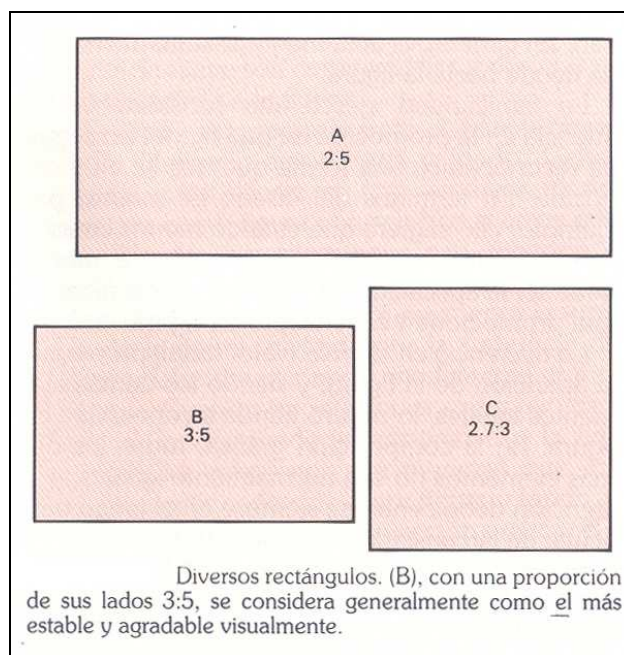
⁵⁷ *Toda a planta grande, ou pequena, deve ter seu petipé (...): o seu lugar he junto à baze da planta, ou por baixo do titulo, ou este se ponha na parte superior da planta, ou por baixo da baze, sendo que os titulos das plantas, sempre parecem melhor na parte superior, do que na inferior.* (p. 451); *Quando he necessario explicar as cousas, que a planta contém, deve o Dessenhador procurar, que o lugar da explicação fique em hum dos lados direito, ou esquerdo; segundo o permittir o desenho (...) muitos costumão debuchar targes para meter a explicação das plantas, e he cousa de que se deve fugir nas plantas Militares, e só se devem dividir do mais por linhas groças, e outras delgadas pela parte interior, que formem um quadrado, ou rectangulo, dentro do qual se escreve a explicação.* (p. 451); *As cercaduras são a ultima cousa que se faz nas plantas Militares, as quaes não devem ter debucho algum, como muitos erradamente tem feito, imitando as cercaduras, ou bordaduras das laminas da minhatura: devem constar sómente de duas linhas paralellas, huma groça, e outra delgada; e a grossura das laminas deve ser proporcionada à grandeza do papel, ou tamanho da planta: a mais groça deve ser a exterior, e a delgada a interior. Alguns lhe accrescentão huma terceira linha delgada por fóra, ficando a groça no meio porém o mais usado dos melhores Dessenhadores, he de fazerem as cercaduras de duas linhas sómente* (pp. 451 e 452). (ver FERNANDES, Mário G., 2006, p. 132).

Densidade da população, por freguesia, no distrito do Porto (2001) ou Densidade da população no distrito do Porto, por freguesia (2001) ou Distrito do Porto, densidade da população por freguesia (2001). Em alguns casos, pode prescindir-se de alguma informação do título, como, por exemplo, no de um atlas sobre uma determinada área, caso em que a sua repetida identificação se torna desnecessária. À excepção de casos consagrados (como “mapa geológico”) devem ser banidas expressões como “Mapa de...” ou “Distribuição de...”, visto que, normalmente, é evidente que se trata de um mapa e a distribuição é inerente à função de qualquer mapa. O título é, normalmente, o elemento do mapa ao qual é dado maior destaque, quer pelo tamanho e corpo da letra, quer pela posição, tendencialmente na parte superior do mapa, aparecendo na parte inferior, por vezes, nos casos em que aparece como ilustração de textos.



Exemplos de diferentes disposições de elementos do mapa
(BÉGUIN, Michele et PUMAIN, Denise, 1994, p. 70)

Legenda: “explicação”, dicionário ou chave decodificadora da simbologia utilizada no mapa, a legenda deve, por norma, conter todos os símbolos nele existentes, podendo considerar-se como implícita, em alguns casos, apenas a simbologia respeitante ao fundo do mapa (no caso dos limites administrativos, por exemplo, a informação já está incluída no título). Os símbolos devem ser apresentados na legenda com as mesmas características com que aparecem sobre o mapa, devendo os de implantação em mancha aparecer como amostras inseridas em rectângulos, considerando-se geralmente como rectângulo “mais estável e agradável visualmente” aquele que possui uma proporção dos seus lados de aproximadamente 3:5⁵⁸. No caso dos símbolos lineares devem apresentar-se seus fragmentos, envolvidos, ou não, em rectângulos de 3:5, apresentando-se sempre um exemplar de cada um dos símbolos pontuais existentes no mapa. Em qualquer caso, a legenda deve estar organizada e alinhada, com a simbologia a preceder a respectiva explicação e contendo toda a informação necessária, sendo desaconselháveis as remissões para explicações externas à legenda. Os alinhamentos podem ser horizontais ou verticais, devendo ser verticais nos casos de simbologias que representam ordenações, quer nominais, quer de intervalo. A legenda pode, ou não, ser inserida em “caixa” e posicionar-se fora ou dentro da esquadria, devendo tendencialmente aparecer na metade inferior do mapa e dependendo a sua posição precisa dos outros elementos do mapa, do espaço disponível e da procura de equilíbrio visual.

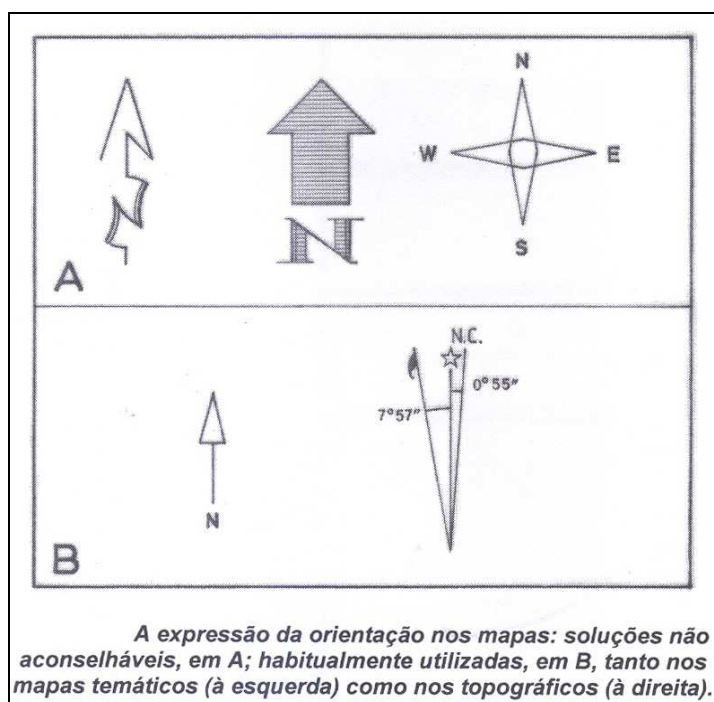


(ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 149)

Escala: não sendo as medições exactas função dos mapas temáticos, deve utilizar-se preferencialmente a escala gráfica, com soluções simples, de fácil leitura e tamanho adequado, possuindo pouca importância visual (ver ponto 1 do tema II). Deve aparecer na base, em posição interior ou exterior à esquadria.

⁵⁸ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 149.

Orientação: necessária para se posicionar o mapa, a orientação é explicitada por uma seta com a indicação de uma das direcções da rosa-dos-ventos, normalmente a direcção do Norte, devendo optar-se por soluções gráficas simples, com pouco “peso” visual. Alguns autores, como M. Helena DIAS ou Anne LE FUR⁵⁹, consideram que apenas é indispensável apresentar a seta indicadora do Norte quando o mapa não está com o Norte para o topo, no entanto, como refere Jean STEINBERG, também “alguns cartógrafos consideram que a sua menção é obrigatória em todos os casos”⁶⁰. Ora, visto não se conhecer a familiaridade dos potenciais leitores do mapa com a forma da área representada e porque a pequena seta pode ser indicada de forma discreta, sem colocar problemas à organização do mapa (junto à escala, por exemplo) e, finalmente, porque é importante, quer sob o ponto de vista pedagógico geral, quer sob o ponto de vista da educação geográfica, juntamo-nos a “alguns cartógrafos” considerando que a orientação é um elemento que deve constar, sempre, em qualquer mapa, mesmo quando este esteja posicionado com o Norte para o topo, apenas sendo desnecessária quando exista outro meio de orientação, como é o caso da rede de paralelos e meridianos ou da simples gradação, na esquadria, das latitudes e longitudes.



(DIAS, M. Helena, 2007, p. 140)

Fonte(s) dos dados e da base cartográfica: deve constar sempre que um mapa é concebido para ser autónomo. Apenas nos mapas inseridos em estudos, atlas, etc, que referenciam noutra local as respectivas fontes, a fonte pode não constar como elemento do mapa. Exemplos: tratamento da informação de um único censo torna a referência da fonte dos dados recorrente e, portanto, desnecessária; num estudo que utilize

⁵⁹ DIAS, M. Helena, 2007, p. 139; LE FUR, Anne, 2004, p. 68.

⁶⁰ STEINBERG, Jean, 1996, p. 111..

sempre a mesma base cartográfica a referência da sua fonte não necessita de ser recorrentemente assinalada. Normalmente, deve ser o elemento do mapa com menor corpo de letra.

3.2. Elementos complementares

Esquadria: quase sempre importante, já que serve para limitar a parte da superfície terrestre representada, define a sua forma e extensão e contribui para a organização do mapa e dos seus elementos, tenham eles posição interna ou externa em relação a si própria. A sua forma e dimensão são condicionadas pela área representada, mas é sempre rectangular ou quadrangular, podendo ser adequada às decisões de colocação dos outros elementos do mapa. Deve ser desenhada com uma linha simples de pouco “peso” visual. Importante no apoio à rede de paralelos e meridianos, quando exista.

Janelas: apenas utilizadas em situações específicas: localizar a área representada em relação a uma superfície mais alargada (escala menor); ampliar pormenores ou melhorar a legibilidade de áreas com congestionamento de símbolos (escala maior); apresentar informações complementares ao tema tratado, mas abrangendo a mesma superfície do mapa principal (escala menor); mostrar áreas relacionadas com o mapa principal mas com localização diferente e distante, por exemplo, Portugal Continental e os Arquipélagos dos Açores e da Madeira (escala igual ou diferente).

Rede de paralelos e meridianos: deve surgir sempre que a informação relativa a localizações é importante; mais utilizada nas escala pequenas e normalmente tratada como fundo de mapa.

Identificação da projecção: indispensável em certos mapas, principalmente nos de base, importante sempre que se representam extensas áreas do Globo.

Identificação da autoria do mapa: indispensável quando o mapa é concebido para ser autónomo, não estando incluído em relatórios, livros ou atlas.

Referências bibliográficas

Principais

- BERTIN, J. (1977), *La graphique et le traitement graphique de l'information*, Paris, Flammarion, 277 pp..
- DIAS, M. Helena (2007), *Cartografia Temática, Programa*, Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório nº 6, 146 p..
- ROBINSON, A. H. et al (1987), *Elementos de Cartografia*, Barcelona, Ediciones Omega, (1ª edição 1953, New York), 543 pp..
- SLOCUM, Terry A. (1999), *Thematic Cartography and Visualization*, New Jersey, Prentice Hall, 293 pp..

Complementares

- BÉGUIN, Michele et PUMAIN, Denise (1994), *La représentation des données géographiques*, Paris, Armand Colin, 192 pp..
- BERTIN, J. (1973, 2ª ed.; 1967, 1ª ed.), *Sémiologie graphique*, Paris, Gauthier.-V. Mouton, 432 pp..
- BONIN, S. (1983, 2ª ed.; 1975, 1ª ed.), *Initiation à la graphique*, Paris, Epi, 173 pp.;
- BORD, Jean-Paul (1984), *Initiation géo-graphique ou comment visualiser son information*, Paris, Sedes, 221 pp..
- DIAS, Mª Helena (1993), *Programa de Expressão Gráfica*, Linha de Acção de Geografia Regional e Histórica, 11, Lisboa, CEG, 71 pp..
- FERNANDES, Mário Gonçalves (2007), *Manuais Escolares de Geografia, Séculos XIX-XXI, Catálogo*, Porto, Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 32 pp. (policopiado).
- FERNANDES, Mário Gonçalves (2006, Coord.), *Manoel de Azevedo Fortes (1660-1749): Cartografia, Cultura e Urbanismo*, Porto, GEDES e Departamento de Geografia da FLUP, 173 pp..
- PALSKY, Gilles (1996), *Des Chiffres et des Cartes, La cartographie quantitative au XIX siècle*, CTHS, Paris, 331 pp..
- LE FUR, Anne (2004), *Pratiques de la cartographie*, Paris, Armand Colin, 96 pp..
- STEINBERG, Jean (1996), *Cartographie pratique pour la Géographie et l'aménagement*, Paris, SEDES, 130 pp..

V – MAPAS TEMÁTICOS DE IMPLANTAÇÃO PONTUAL

Os mapas de símbolos de implantação pontual são mapas que representam fenómenos espacialmente descontínuos, localizáveis em pontos e representados por símbolos com implantação mais ou menos correspondente à verificação do fenómeno. A informação pode ser qualitativa, utilizando-se símbolos geométricos, figurativos ou letras (mapas de inventário) ou quantitativa, sendo usual, neste caso, a utilização de dois tipos de mapa: o mapa de pontos (de expressão gráfica e valor numérico constante) e os mapas de símbolos proporcionais.

1. Mapas de pontos

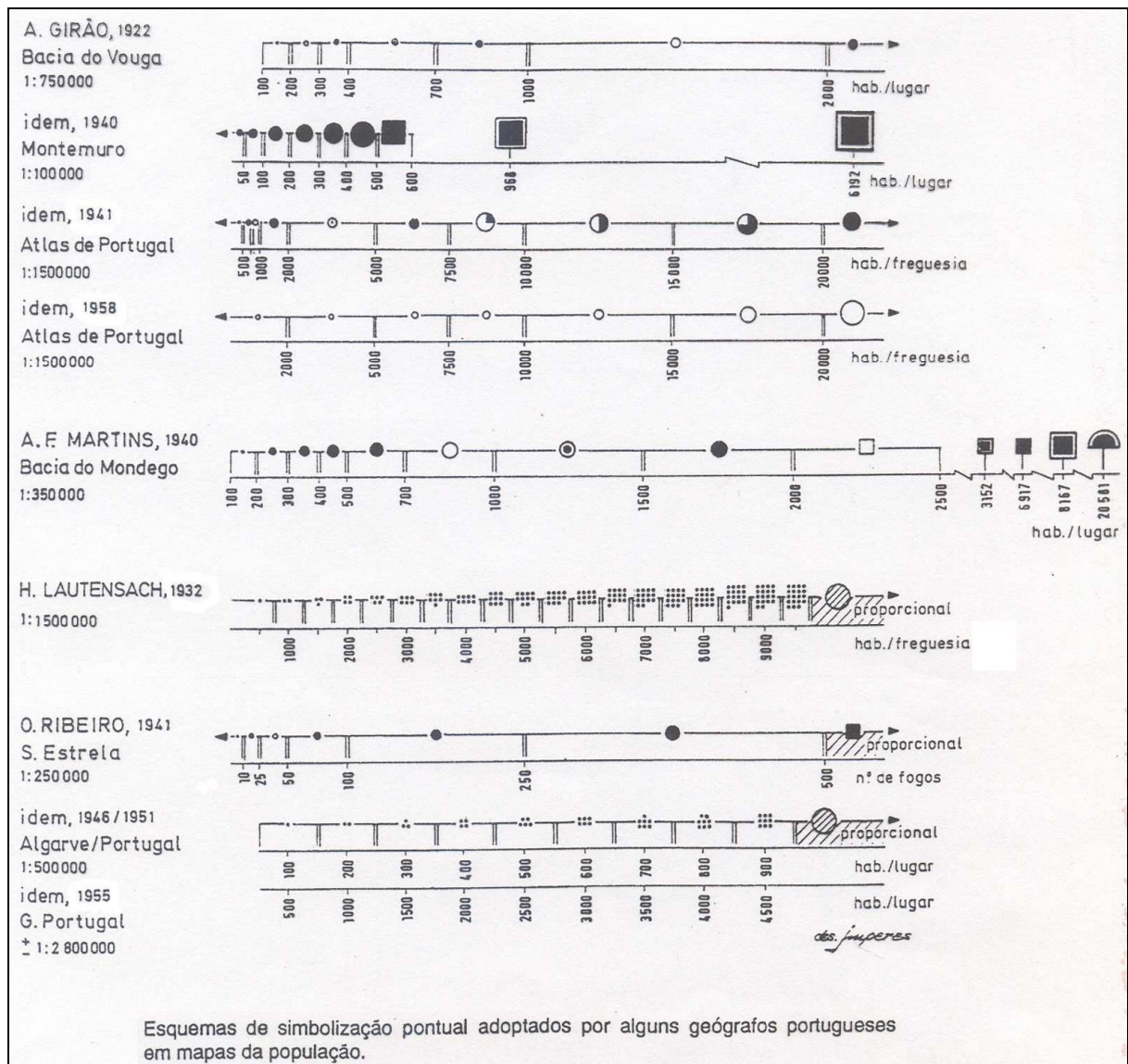
Como refere M. Helena DIAS, o mapa de pontos é um “mapa temático que representa um fenómeno de natureza quantitativa por intermédio de pontos de valor constante (ou pontos de valor unitário) e de igual tamanho, repartidos uniformemente ou não (implantação gráfica pontual ou em mancha)”⁶¹. No entanto, os mapas de pontos também podem ser pluritemáticos, apresentando duas ou mais distribuições em simultâneo, destringidas pelas variáveis visuais.

Tratando-se normalmente da representação de fenómenos descontínuos, a designação “mapas de pontos” é propriamente adequada para os mapas em que a distribuição dos pontos se aproxima da distribuição real da informação, quer utilizando apenas pontos, quer optando por uma representação “estratificada”, que utiliza pontos e símbolos proporcionais (vejam-se os exemplos de simbolização adoptados por geógrafos portugueses, conjugando pontos com círculos e/ou quadrados, quer com tamanhos arbitrários, quer proporcionais).

No entanto, por vezes, porque os dados não têm uma desagregação espacial mais fina, por opção ou pela ausência de informação adicional que auxilie a adequação geográfica da repartição dos pontos (nomeadamente, para o conhecimento dos atributos limitativos, que colocam limites absolutos definindo onde os pontos não podem ser colocados, e dos atributos relacionados, que não colocando limites absolutos se correlacionam com o fenómeno cartografado e condicionam a localização dos pontos), elaboram-se mapas em que os pontos se repartem uniformemente em função da base espacial dos dados, resultando imagens que evocam os mapas coropletos (ver tema VII).

Nos casos em que a distribuição uniforme dos pontos é uma opção estará a aumentar-se a generalização da informação, contudo, por vezes, quando se desconhece a real distribuição dentro de cada unidade espacial, a distribuição uniforme é incontornável e a solução mais adequada, sendo preferível à localização dos pontos no centro geométrico ou na sede administrativa.

⁶¹ DIAS, M. Helena, 1991, p. 338.



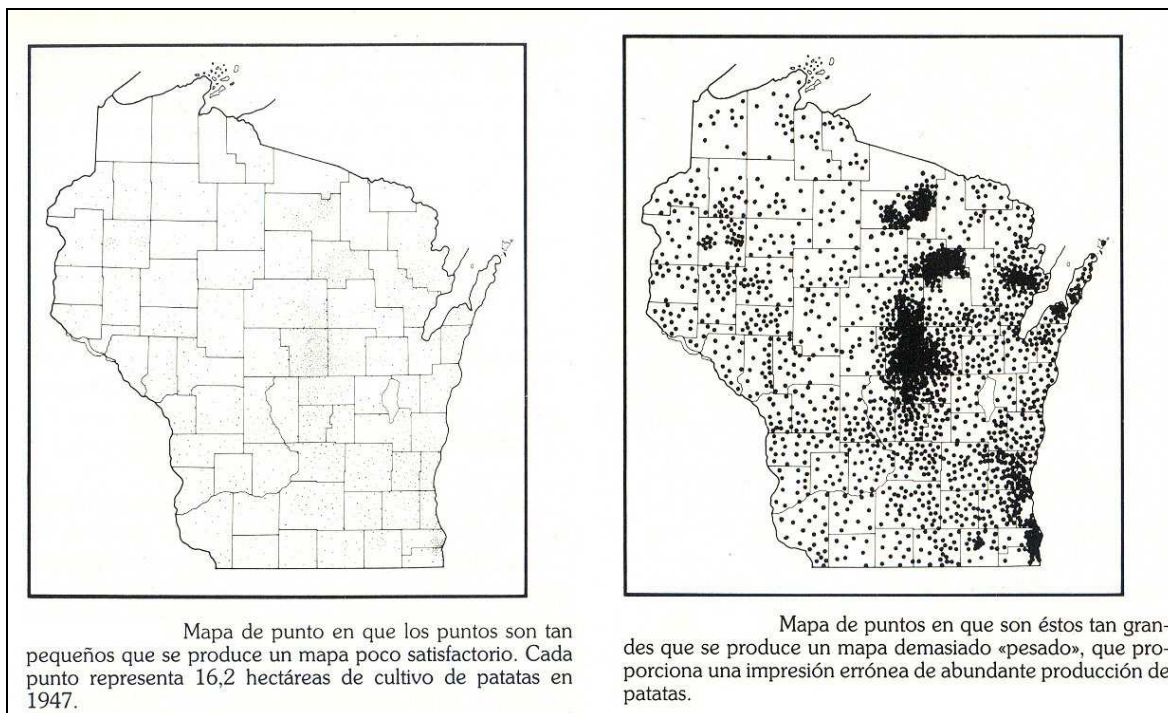
(DIAS, M. Helena, 1991, p. 13)

Questões metodológicas

Metodologicamente, além das decisões relativas à distribuição dos pontos e antes delas, a elaboração de mapas de pontos coloca o cartógrafo face a duas decisões essenciais: o valor a que corresponde um ponto e o tamanho gráfico do ponto.

Sendo dados em valores absolutos a informação normalmente representada no mapa de pontos e devendo o valor de cada ponto ser o menor possível, de forma a que a representação seja o mais próxima da realidade, adequando-se às variações espaciais significativas, cada ponto deveria corresponder à unidade. Contudo, apesar de dever atribuir-se o menor valor possível ao ponto, deve também acautelar-se a legibilidade e o equilíbrio do mapa final, pelo que o valor do ponto depende das quantidades envolvidas, mas também da escala da base cartográfica e da decisão em relação ao tamanho gráfico do ponto, não esquecendo que quanto menor for o valor do ponto mais pontos é necessário representar.

Ao contrário do valor do ponto, o tamanho gráfico deve ser o maior possível, significando isso que o ponto não deve ser tão pequeno que se torne ilegível ou de dimensão insuficiente para mostrar a configuração da distribuição, não devendo, no entanto, ser tão grande que torne a coalescência dos pontos inevitável ou o mapa visualmente pouco equilibrado.



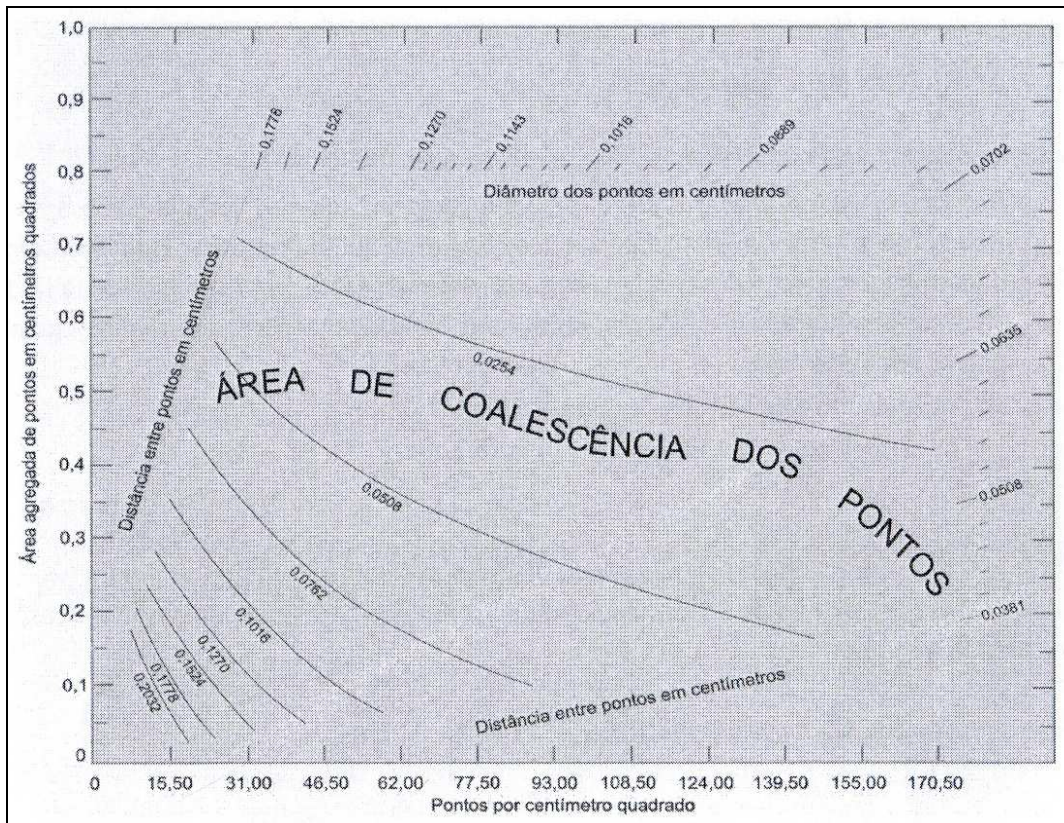
(ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 301)

Fundamental, como referiu M. Helena DIAS, “o valor unitário a atribuir ao ponto deve ser o menor possível para que sobressaíam as variações espaciais significativas, enquanto a escolha da dimensão deve atender à legibilidade do mapa”⁶². De qualquer forma, o tamanho gráfico e o valor do ponto são decisões relacionadas e inseparáveis, podendo tornar-se num problema complexo, principalmente para cartógrafos menos experimentados. A melhor forma de decisão, como quase sempre em Cartografia, é através da experimentação, por aproximação gradual à melhor solução. No entanto, podem sempre minimizar-se as possibilidades de escolha através da utilização do ábaco desenvolvido por J. Ross Mackay e por isso denominado *ábaco de Mackay*. Particularmente útil em representações de pontos uniformemente repartidos, o *ábaco de Mackay* contribui para a determinação do tamanho de ponto desejado e do valor do ponto, relacionando o tamanho com a distância entre pontos, para cada densidade de pontos calculada previamente a partir de uma hipótese de valor para o ponto.

Os passos são os seguintes: escolher algumas áreas de teste, pelo menos duas, representativas de potenciais densidades de pontos diferentes; escolher uma hipótese de valor do ponto e calcular a densidade de pontos (número de pontos por centímetro quadrado) em cada área de teste; utilizar o ábaco para verificar

⁶² DIAS, M. Helena, 1990, p. 67.

a distância entre os pontos em função do seu diâmetro (traçando ordenadas sobre o eixo das abcissas e nos pontos correspondentes às densidades de pontos calculadas e avaliando a distância entre os pontos pelas intersecções entre as ordenadas e as diagonais correspondentes ao diâmetro dos pontos; escolher a melhor dimensão para o ponto, em função da coalescência ou voltar ao princípio definindo novo valor do ponto.

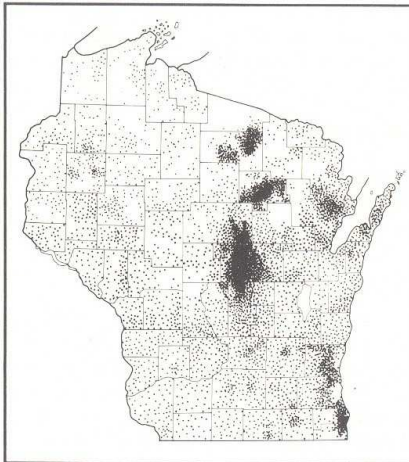


Ábaco de Mackay para determinação do tamanho e valor do ponto.
(DIAS, M. Helena, 2007, p. 140 e ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 304)

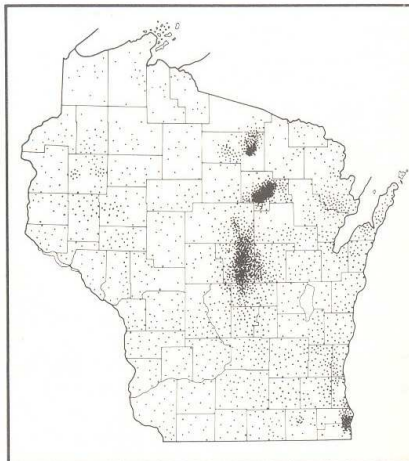
Finalmente, os mapas de pontos apresentam algumas limitações, nomeadamente, por apenas permitirem a apreciação visual das densidades em escala ordinal, por existir subestimação visual das diferenças do número e da densidade de pontos e por as relações representado/observado não serem lineares. Além disso, a sua produção manual é morosa e a produção automática ainda apresenta limitações. Como vantagens, os mapas de pontos apresentam a clareza e expressividade e o facto de não exigirem particular preparação do utilizador.



Mapa de puntos en que el valor de unidad asignado a un punto es demasiado grande. Pueden incluirse pocos puntos lo que produce un mapa muy árido que revela poca configuración. Cada punto en este ejemplo representa 60,7 hectáreas.



Mapa de puntos en que el valor de unidad asignado a un punto es demasiado pequeño. Deben incluirse demasiados puntos, lo que provoca la producción de un mapa excesivamente detallado. Cada punto en este ejemplo representa 6,07 hectáreas.



Mapa de puntos en que el tamaño de los mismos y el valor de unidad de punto se han elegido con mayor prudencia que en los ejemplos anteriores. Cada punto en este ejemplo representa 16,2 hectáreas.

(ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, pp. 302-303)

2. Mapas de símbolos proporcionais

De entre os mapas de símbolos proporcionais, ou seja, aqueles que representam fenómenos de natureza quantitativa por intermédio de símbolos cujo tamanho (superfície ou volume) é proporcional aos dados, os mapas de círculos proporcionais, cuja primeira aparição cartográfica aconteceu na década de 1830, são o tipo de mapa temático mais utilizado, sendo a facilidade de construção responsável pela manutenção da sua grande popularidade⁶³.

No entanto, pode utilizar-se uma grande variedade de símbolos, que podem ser figurativos (ou pictográficos) ou geométricos e bidimensionais ou volumétricos. Com a facilidade de produção automática proporcionada pelos vários “softwares” e porque, por vezes, são considerados mais atractivos, a utilização dos símbolos figurativos tem aumentado, no entanto, por vezes, apresentam problemas de justaposição gráfica e, pela maior irregularidade da sua forma, implicam grandes limitações em relação à estimação visual dos seus tamanhos. No mesmo sentido, são também as dificuldades de estimação visual que tornam a utilização dos símbolos volumétricos de valor discutível, de tudo decorrendo a tradicional maior utilização dos símbolos geométricos bidimensionais e, entre eles, dos círculos proporcionais.

Questões metodológicas

Os dados a cartografar nos mapas de símbolos proporcionais podem ser valores absolutos ou normalizados e serem medidos em pontos (verdadeiros dados pontuais) ou referidos a áreas, sendo associados a pontos para efeitos de simbolização (dados pontuais conceptuais). A elaboração dos mapas de símbolos proporcionais assenta na relação de proporcionalidade directa entre o tamanho (área ou volume) dos símbolos e os dados, podendo ser elaborados através da **gradação matemática** dos símbolos ou da **gradação gráfica** (através da utilização de um ábaco, mas que implica também a concretização de cálculos prévios). Em qualquer dos casos, existe a necessidade de escolher previamente o tamanho de um dos símbolos a desenhar no mapa, tomando-se geralmente essa decisão em relação ao símbolo maior, por ser aquele que mais problemas pode colocar ao desenho do mapa, apesar de poder recair em qualquer um (o maior, o menor ou um intermédio). De facto, a decisão prévia do tamanho de um dos símbolos tem implicações na justaposição gráfica dos símbolos e na aparência visual final do mapa, correndo-se o risco de pecar por excesso ou por defeito e originar mapas visualmente desequilibrados, demasiado preenchidos (3) ou demasiado vazios (1).

Considerando todos os dados de forma individual, o que implicará tantas variações de tamanho dos símbolos quantas as ocorrências de valores diferentes, sigamos os exemplos de Terry A. SLOCUM⁶⁴ e vejamos as

⁶³ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 292. Em Portugal, ao que se sabe, os mapas de círculos proporcionais apareceram por volta de 1880 (FERNANDES, Mário Gonçalves, 2007, p. 8) e a sua proporcionalidade era “calculada em relação ao raio, e não à superfície, como se demonstrou depois ser geometricamente exacto” (Suzanne DAVEAU, 1995, p. 164).

⁶⁴ SLOCUM, Terry A., 1999, pp. 121-123.

fórmulas para calcular o tamanho dos símbolos, sublinhando que a sua derivação se faz a partir das fórmulas das respectivas superfícies ou volumes, aqui exemplificada para o caso dos círculos.

Círculos:

$$\pi r_i^2 / \pi r_m^2 = v_i / v_m$$

Onde:

r_i = raio do círculo a desenhar

r_m = raio do círculo máximo no mapa

v_i = valor do círculo a desenhar

v_m = valor associado ao círculo máximo no mapa

Eliminando o π , que é uma constante, a equação reduz-se a:

$$r_i^2 / r_m^2 = v_i / v_m$$

Tirando a raiz quadrada a ambos os lados, teremos:

$$r_i / r_m = (v_i / v_m)^{0,5}$$

Finalmente, querendo encontrar o r_i , calculamos:

$$r_i = (v_i / v_m)^{0,5} \times r_m$$

Quadrados: $s_i = (v_i / v_m)^{0,5} \times s_m$

Onde:

s_i = comprimento do lado do quadrado a desenhar

s_m = comprimento do lado do maior quadrado do mapa

Barras: $h_i = (v_i / v_m)^{0,5} \times h_m$

Onde:

h_i = altura da barra a desenhar

h_m = altura da maior barra do mapa

Esferas: $r_i = (v_i / v_m)^{1/3} \times r_m$

Onde:

r_i = raio da esfera a desenhar

r_m = raio da esfera máxima no mapa

Cubos: $s_i = (v_i / v_m)^{1/3} \times s_m$

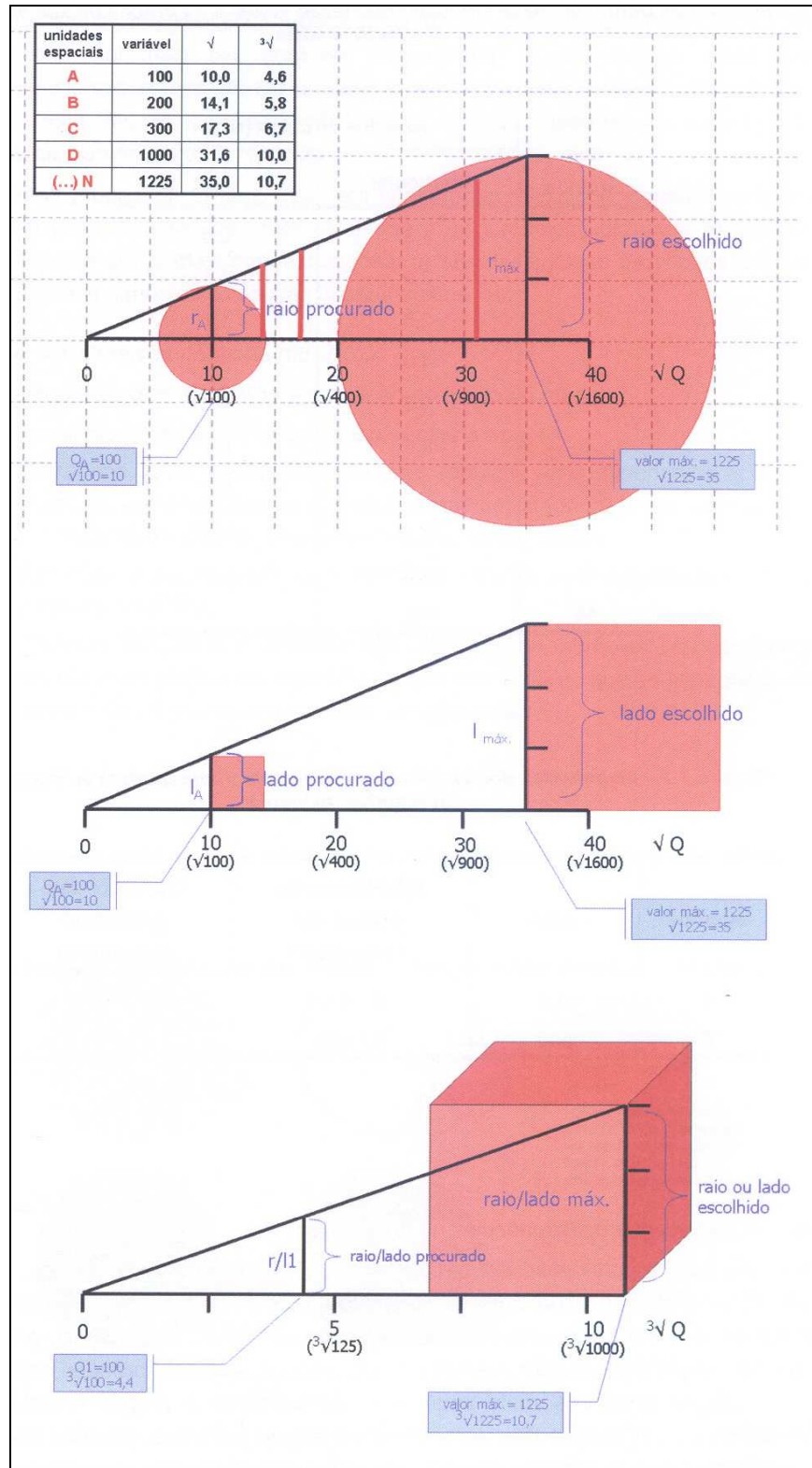
Onde:

s_i = comprimento do lado do cubo a desenhar

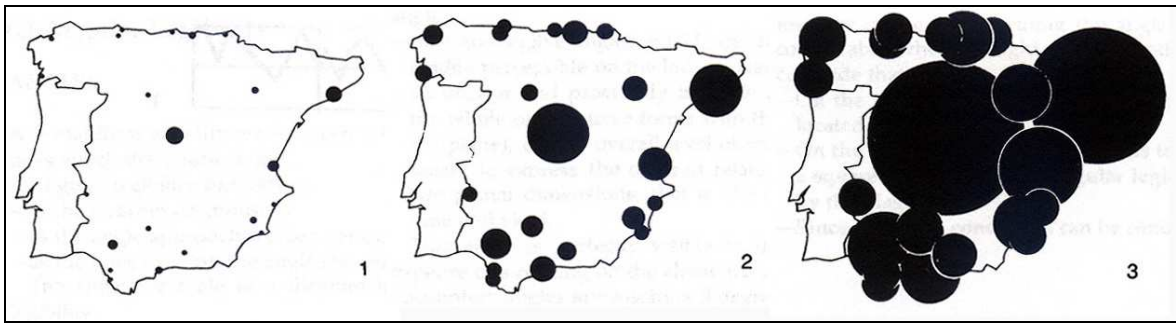
s_m = comprimento do lado do maior cubo do mapa

Quanto à graduação gráfica, o processo passa pelo cálculo da raiz quadrada dos dados (nos casos dos círculos, dos quadrados ou dos rectângulos) ou da raiz cúbica dos dados (nos casos das esferas ou dos cubos) e pela construção de um ábaco, no qual se desenha, perpendicularmente às abcissas, um segmento

de recta correspondente ao tamanho do raio (ou lado) escolhido para um dos símbolos (o maior, o menor ou um intermédio, geralmente o maior), determinando todos os outros pela diagonal traçada entre a origem dos eixos ao topo da dimensão escolhida.



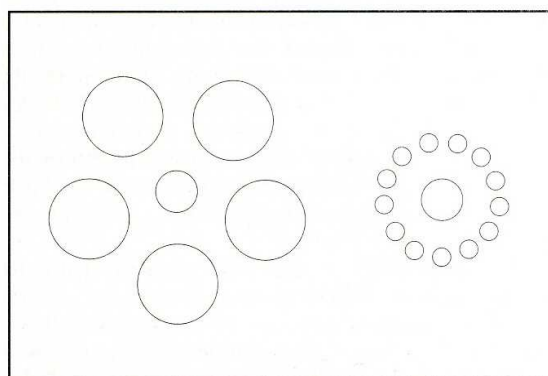
Ábacos de círculos, quadrados e cubos proporcionais: exemplificação (DIAS, M. Helena, 2007, p. 105)



Conseqüências, na relação com o fundo de mapa, da escolha do tamanho de um círculo de referência:
 (1) demasiado pequeno; (2) equilibrado; (3) demasiado grande
 (BERTIN, J., 1983, p. 180)

Caso se pretenda uma maior generalização da informação, através da classificação prévia dos dados, agregando-os em classes (ver classificação em classes para o caso dos mapas coropletos) e estabelecendo uma graduação de classes de símbolos, em que cada tamanho de símbolo não corresponde a um dado, mas antes à classe em que está inserido esse dado (o que simplificará a imagem final, pois se atribuirá o mesmo tamanho do símbolo a todos os diferentes dados da mesma classe), os procedimentos de construção do mapa serão os mesmos, mas com os cálculos a serem relativos ao ponto médio ou central da classe ou ao ponto médio das ocorrências pertencentes a cada classe.

Vários estudos têm demonstrado que a percepção visual do tamanho dos símbolos proporcionais não corresponde à sua graduação matemática, tendendo os utilizadores a subestimar os tamanhos maiores quando comparados com tamanhos menores. Por isso, desenvolveram-se formas de correcção das avaliações visuais, consubstanciadas em graduações perceptivas ou psicológicas⁶⁵, que tendem a exagerar os tamanhos maiores e a minimizar os menores. Existem mesmo fórmulas de correcção indicadas para o efeito, mas de valor discutível, pela variabilidade dos resultados obtidos em distintas condições experimentais e entre indivíduos⁶⁶.

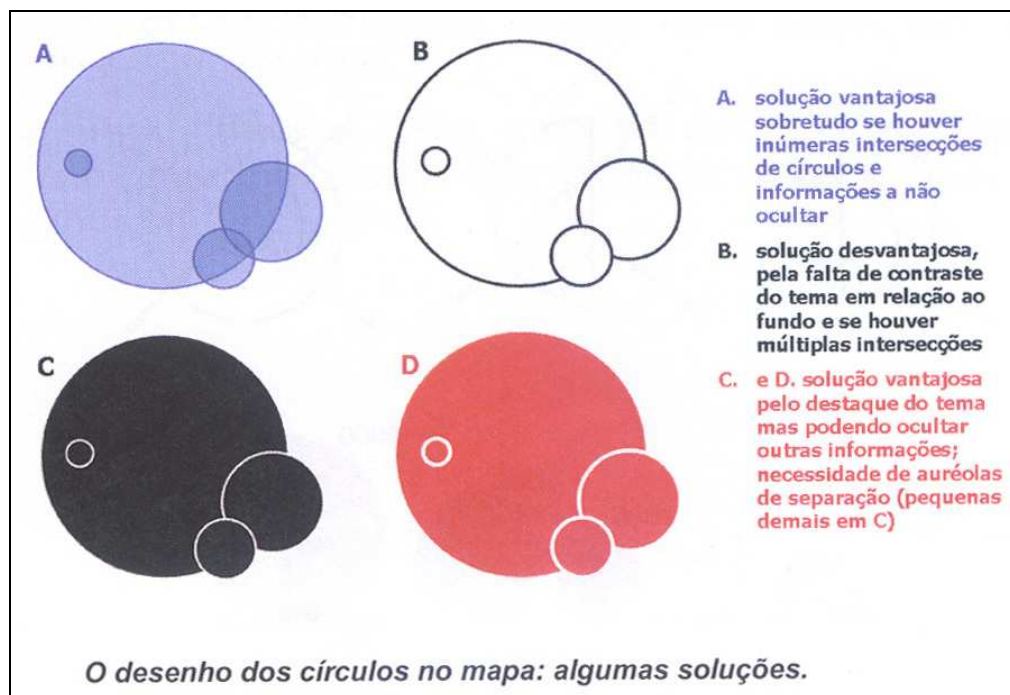


Os dois círculos centrais têm tamanho igual,
 mas o que está rodeado pelos círculos maiores parece mais pequeno.
 (SLOCUM, Terry A., 1999, p. 125)

⁶⁵ SLOCUM, Terry A., 1999, pp. 123-126 e ROBINSON, A. H. et al, 1987, pp. 292-294.

⁶⁶ DIAS, M. Helena, 2007, p. 106.

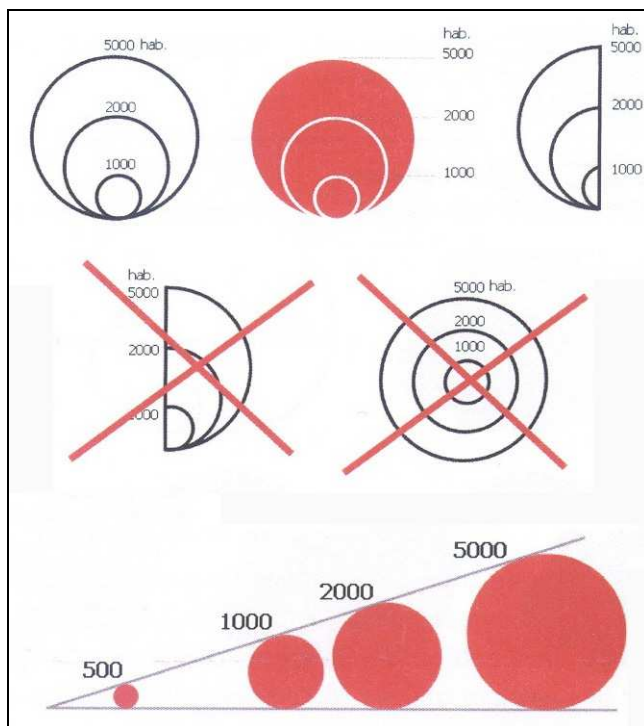
Feitos os cálculos, seguem-se as questões relativas ao desenho dos símbolos, devendo sublinhar-se a importância essencial da relação figura-fundo, sublinhando-se que a perda de informações da base cartográfica pode ser claramente compensada pelo realce da configuração da imagem relativa à informação temática, sendo possível, ainda, minimizar aquela perda com a construção de “janelas” ou pela consulta de mapas complementares. Neste sentido, apesar de os símbolos transparentes facilitarem a estimação visual comparada dos seus tamanhos, devem, tendencialmente, ser evitados, devendo ainda evitar-se os símbolos não preenchidos, mesmo se desenhados como se fossem opacos, pois também não contribuem para o contraste do tema em relação ao fundo de mapa.



(DIAS, M. Helena, 2007, p. 105)

Finalmente, as legendas dos mapas de símbolos proporcionais têm alguns cuidados a seguir. Por um lado, se os tamanhos dos símbolos se referem a cada dado, basta a referenciação de alguns símbolos, representando-se sempre o maior, o menor e um ou mais dos intermédios, enquanto se os símbolos do mapa corresponderem a classes de valores, todos os símbolos existentes no mapa devem aparecer na legenda. Por outro lado, genericamente, existem duas soluções gráficas para a legenda: símbolos embutidos ou dispostos linearmente. A mais utilizada, porque diminui o espaço necessário para a legenda (apesar de dificultar a comparação entre os símbolos da legenda e os do mapa), é a que apresenta os símbolos embutidos, que devem ser sempre mutuamente tangentes na parte inferior (quer no caso de se apresentarem os símbolos completos ou incompletos, como os semicírculos). A menos utilizada, é a que dispõe os círculos linearmente, sendo preferível que o seu espaçamento seja proporcional à diferença de

valores (o que pode ser traduzido por um pequeno ábaco) e podendo ser organizada horizontalmente (preferencialmente com os maiores à direita) ou verticalmente (com os maiores no topo).



As legendas de um mapa de círculos
(adaptado de DIAS, M. Helena, 2007, p. 105)

Referências bibliográficas

Principais

DIAS, M. Helena (2007), *Cartografia Temática, Programa*, Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório nº 6, 146 p..

ROBINSON, A. H. et al (1987), *Elementos de Cartografia*, Barcelona, Ediciones Omega, (1ª edição 1953, New York), 543 pp..

SLOCUM, Terry A. (1999), *Thematic Cartography and Visualization*, New Jersey, Prentice Hall, 293 pp..

Complementares

BERTIN, J. (1983), *Semiology of Graphics, Diagrams, Networks, Maps*, London, The University of Wisconsin Press, 415 pp..

BONIN, S. (1983, 2ª ed.; 1975, 1ª ed.), *Initiation à la graphique*, Paris, Epi, 173 pp.;

BORD, Jean-Paul (1984), *Initiation géo-graphique ou comment visualiser son information*, Paris, Sedes, 221 pp..

DIAS, M. Helena (1991), *Contributos para o Atlas de Portugal: o mapa da distribuição da população portuguesa em 1981*, Lisboa, CEG/INIC, Linha de Acção de Geografia Regional e Histórica, nº 10, 74 pp..

DIAS, M. Helena (1990), "Mapas de pontos: o interesse de uma velha tradição cartográfica", Lisboa, CEG, *Finisterra*, XXV, 49, pp. 57-85.

VI – MAPAS TEMÁTICOS DE IMPLANTAÇÃO LINEAR

Os mapas de implantação linear são mapas que utilizam símbolos lineares, quer para representar temas com significado linear (a rede hidrográfica e o fluxo de caudais ou a rede de estradas e os fluxos viários, por exemplo), quer para cartografar informação contínua, com o conjunto das linhas a definirem uma superfície (como no caso das isolinhas).

A informação pode ser qualitativa (como a informação ordinal das diferentes classes de estradas: municipais, distritais e nacionais) ou quantitativa, sendo os dados, neste caso, normalmente recolhidos em pontos ou a eles atribuídos e com eles se construindo, geralmente, dois tipos de mapas: os mapas de fluxos e os mapas de isolinhas.

1. Mapas de fluxos

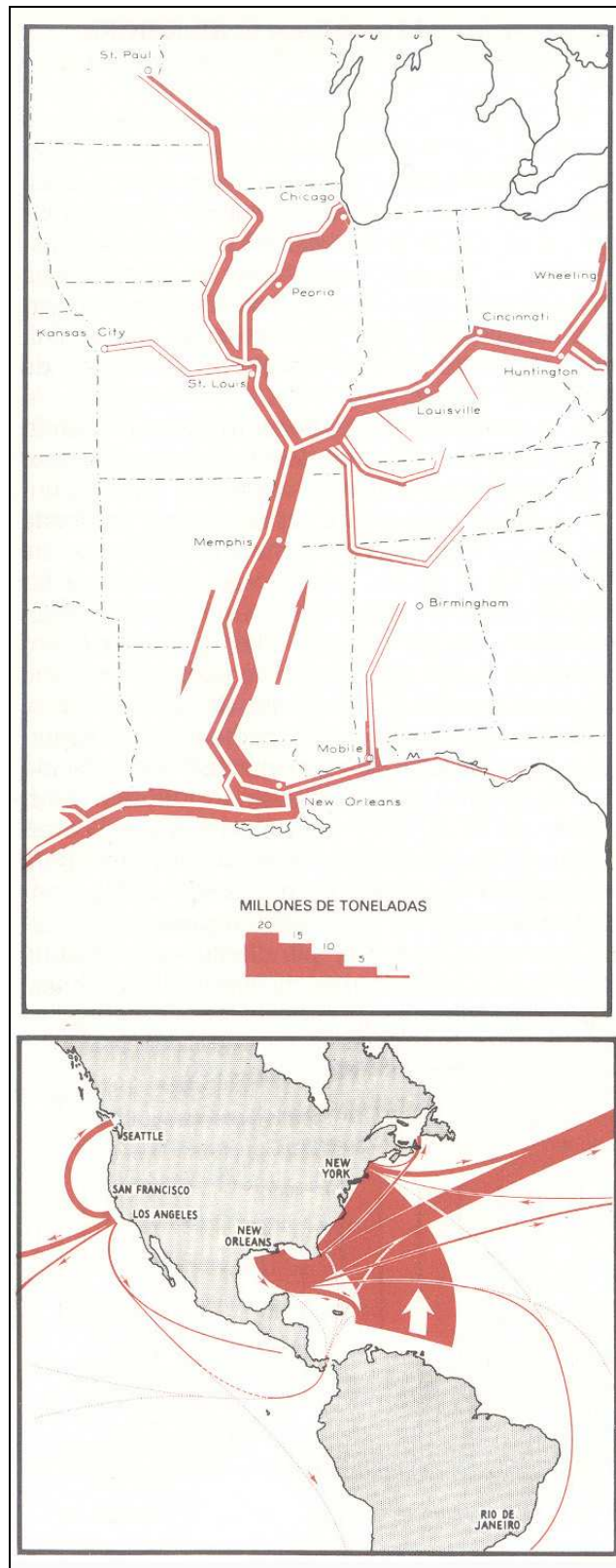
O mapa de fluxos é um “mapa temático que representa, através de linhas com largura variável (geralmente em relação com os valores numéricos ou classes de valores), características de fenómenos lineares e em movimento”⁶⁷. Ou seja, representam dados que, apesar de serem referidos a pontos (postos de contagem de veículos, estações ferroviárias) ou a áreas conceptualizadas como pontos (país de origem ou de destino, concelho de residência, concelho de trabalho ou de estudo, etc.), pressupõem movimentos (por exemplo, número de veículos nas estradas, número de combóios ou de passageiros, número de emigrantes, de número de turistas, número de movimentos casa-trabalho ou casa-escola, etc).

Questões metodológicas

O fluxo, ou movimento, pode ser representado com a indicação do traçado real do percurso (no caso das redes de estradas, das ferroviárias ou das hidrográficas, por exemplo) ou, condicionados pelas características dos dados ou por opção do cartógrafo, ligando apenas a origem e o destino do movimento (mapas de fluxos origem-destino). Os símbolos são linhas, curvas ou quebradas, que, normalmente, representam as diferentes grandezas do fluxo através da variável visual tamanho (“largura” ou espessura da linha), sendo a proporcionalidade estabelecida, caso a caso, a partir de uma unidade convencional (x unidades que se movimentam, correspondem a y mm de largura do traço). É ainda possível, como nos símbolos proporcionais de implantação pontual, simplificar os dados originais estabelecendo classes de fluxos, caso em que a proporcionalidade da espessura da linha é estabelecida em relação ao centro ou ponto médio da classe. Nestes casos, também se utiliza, por vezes, a variável visual valor, mantendo as linhas de largura constante e tornando-as mais escuras ou mais claras. Finalmente, o sentido dos movimentos pode ser explicitado através do desenho de setas na extremidade do fluxo ou ao longo do percurso, embora,

⁶⁷ DIAS, M. Helena, 1991, p. 337.

geralmente, essa indicação não seja necessária visto o sentido estar implícito, quer pelo tipo de tema representado, quer porque o próprio desenho do conjunto dos fluxos sugere o sentido do movimento.



Exemplos de mapas de fluxos
(ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 315)

Naturalmente, importa ter algum cuidado na escolha da escala do tamanho dos fluxos, de forma a assegurar o equilíbrio visual do mapa e, principalmente, a não sobrevalorizar ou subvalorizar visualmente as quantidades dos movimentos. Além disso, deve acautelar-se a legibilidade de todos os fluxos, procurando soluções para a sua sobreposição gráfica, na linha dos pressupostos referidos para a sobreposição de círculos proporcionais, por exemplo.

Na legenda, como das legendas de mapas de círculos proporcionais, os fluxos podem aparecer justapostos na horizontal (ou em escada), embora a individualização de cada fluxo torne a leitura mais fácil. De qualquer forma, se os fluxos forem proporcionais a cada valor, devem constar, pelo menos, os fluxos de largura máxima e mínima e um ou mais de larguras intermédias, enquanto no caso de utilização de classes terão que constar todas as espessuras de linhas existentes no mapa.

2. Mapas de isolinhas

Sendo o mapa de isolinhas um “mapa temático que representa um fenómeno considerado contínuo e de variação regular, a partir de dados recolhidos em pontos ou atribuídos a pontos”⁶⁸, pressupõe-se que o fenómeno se verifica em toda a área e varia de forma gradual entre os pontos, pelo que, a distribuição da informação se concebe como um volume, definido por uma superfície estatística estabelecida, por inferência, a partir da informação registada ou atribuída aos pontos. Daí que se defina isolinha como o “traçado resultante da intersecção de um plano horizontal com uma superfície estatística”⁶⁹, ou seja, a isolinha será uma linha que une pontos de igual valor.

Os pontos de referência, cujos dados constituem uma amostra da superfície estatística a inferir por interpolação, designam-se por “pontos de controlo” e podem ser “pontos de dados verdadeiros”, quando a informação que lhes é referida (real ou derivada, por exemplo, altitudes e temperaturas médias, respectivamente) se verifica nesses pontos, ou “pontos de dados conceptuais”, quando a informação não se verifica nos pontos, mas lhes é associada para efeitos de representação cartográfica (por exemplo, densidades populacionais). Em função da natureza do fenómeno, que determina que os pontos sejam verdadeiros ou conceptuais, distinguem-se as isolinhas em isométricas (quando construídas a partir de dados produzidos em pontos) e isopletas (as elaboradas a partir de dados que não se podem produzir em pontos).

Frequentemente, apesar de não ter qualquer fim prático, atribuem-se nomes às isolinhas e aos mapas em função do fenómeno cartografado, um exemplo são as curvas de nível (altitudes), outros são os mapas de isotérmicas (temperaturas), mapas de isóbaras (pressões atmosféricas), mapas de isoietas (precipitações), mapas de isócronas (distâncias tempo), etc.

⁶⁸ DIAS, M. Helena, 2007, p. 111.

⁶⁹ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 321.

Questões metodológicas

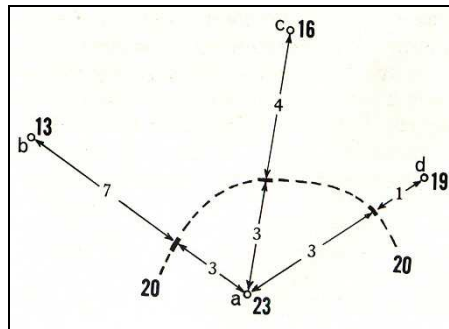
Localização dos pontos: no caso dos pontos de dados verdadeiros a solução é relativamente simples, mas no dos pontos de dados conceptuais importa decidir onde localizar os pontos. Neste caso, então, a localização dos pontos depende da forma das áreas e do tipo de distribuição dos fenómenos. Assim, por um lado, as áreas podem ser regulares, localizando-se os pontos no seu interior, ou irregulares, caso em que os pontos podem localizar-se fora da área a que se referem. Por outro lado, os fenómenos podem ter distribuição regular, situação em que deverá haver coincidência entre o centro de gravidade do fenómeno e o centro geométrico da área, ou distribuição irregular, situação em que o centro geométrico da área não coincide com o centro de gravidade do fenómeno, devendo ser este o escolhido.

Número e distribuição de pontos: em geral, quanto maior for o número de pontos de controlo maior será o rigor da representação. Contudo, para além de certo limite, variável casuisticamente, a margem de melhoria de rigor conseguida com o aumento do número de pontos não compensa o esforço dispendido e pode levar a pormenorizações erróneas. De qualquer forma, devem evitar-se os extremos, sabendo-se que um número de pontos demasiado limitado torna o exercício inútil e que o número óptimo de pontos (o mínimo possível para a maximização do rigor da representação) varia de caso para caso. Naturalmente, se a distribuição dos pontos de controlo for irregular, os erros serão tendencialmente maiores nas áreas com menores densidades de pontos.

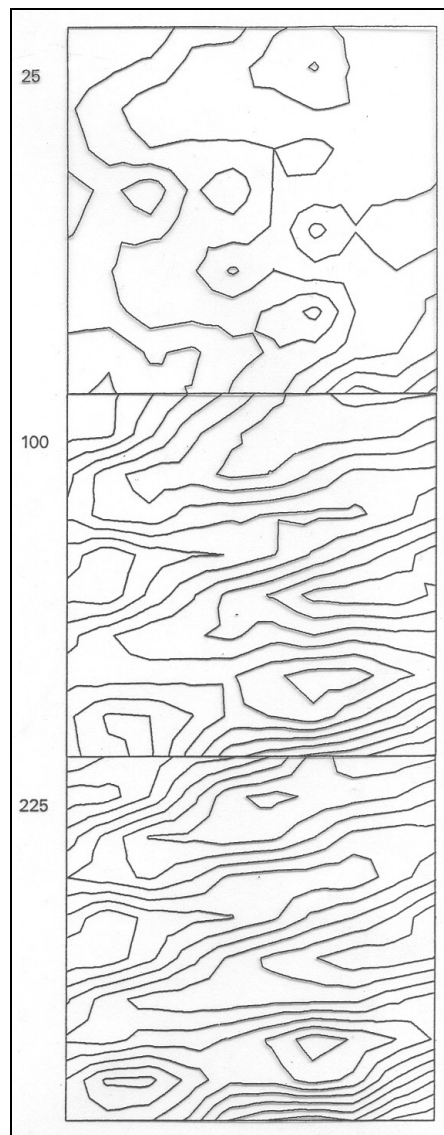
Número e intervalo das isolinhas: O número de isolinhas a traçar depende do intervalo de valores decidido, devendo este ser maior para número reduzido de pontos de controlo (traçando-se poucas isolinhas) e podendo ser um intervalo menor para maior número de pontos de controlo (traçando-se mais isolinhas). Em princípio o intervalo dos valores das isolinhas deve ser constante (ou equidistante), porque apenas nesse caso se maximizam as potencialidades deste método de representação, nomeadamente, a possibilidade de leitura de gradientes da superfície estatística pela simples observação da maior ou menor proximidade visual das isolinhas (maior ou menor gradiente, respectivamente). Aliás, apenas excepcionalmente se devem utilizar intervalos irregulares, devendo, nesses casos, alertar-se o leitor para o facto.

Interpolação: é o processo de estimação de valores intermédios a partir dos valores de pares de pontos de controlo vizinhos. O gradiente de variação entre dois pontos de controlo vizinhos pode ser muito variado. Quando são conhecidas as formas de distribuição do fenómeno podem fazer-se interpolações interpretativas (como em mapas de isotérmicas), no entanto, por vezes a distribuição é desconhecida, pelo que se supõe que o gradiente de variação dos valores entre dois pontos de controlo é o mais simples, ou seja, é uma pendente linear, sendo a interpolação uma estimação de distâncias lineares. Assim, utilizando-se para os cálculos uma “regra de três simples”, se dois pontos com valores 13 e 23 estiverem distanciados, no mapa, por 10 centímetros, a isolinha de valor 20 passará, no segmento de recta traçado entre os dois pontos, à distância de 7 centímetros do ponto 13 e de 3 centímetros do ponto 23. Naturalmente, a interpolação pode ser efectuada de forma automática, poupando muito esforço ao cartógrafo, mas apresentando limitações nos

resultados obtidos, normalmente demasiado geometrizados e pouco adequados às características concretas dos fenómenos⁷⁰.



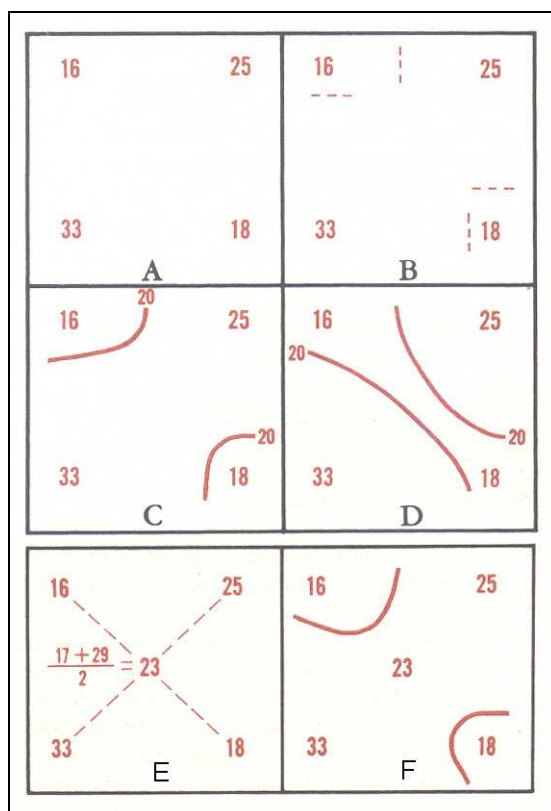
Interpolação linear entre pontos de controlo
(ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 323)



Três desenhos com o mesmo modelo de interpolação, mas cada vez com maior número de dados iniciais
(ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 330)

⁷⁰ SLOCUM, Terry A., 1999, pp. 147-148.

Traçado das isolinhas: normalmente, depois de realizada a interpolação linear e definidos os pontos a ligar pelas isolinhas, é essencial a posse de conhecimentos geográficos em relação ao fenómeno a cartografar para se conseguir discernir o traçado adequado das isolinhas. Este é um processo complexo, principalmente para geógrafos apenas iniciados, mas os mais experimentados conseguem resolver a maioria das situações, embora necessitem, por vezes, de recorrer a informações complementares. De qualquer forma, nos casos em que é teoricamente possível mais do que um traçado e não se possuem informações complementares, podem aplicar-se soluções baseadas na média dos valores interpolados na intersecção de diagonais (método por vezes utilizado no traçado de curvas de nível em computador), determinando pontos fictícios, cujo valor normalmente elimina as dúvidas, embora neste método se tenha que supor a média como valor válido⁷¹. Finalmente, a apresentação final do mapa pode resultar apenas do desenho das isolinhas, destas e dos pontos de controlo (particularmente importantes no caso das redes de pontos com distribuição irregular), podendo ainda acrescentarem-se manchas de gradação de cinzentos ou de cor (como nos mapas hipsométricos).



Determinação de um ponto fictício pela média dos valores interpolados na intersecção de diagonais.

(ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 324)

⁷¹ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, pp. 324-325.

Referências bibliográficas

Principais

DIAS, M. Helena (2007), *Cartografia Temática, Programa*, Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório nº 6, 146 p..

ROBINSON, A. H. et al (1987), *Elementos de Cartografia*, Barcelona, Ediciones Omega, (1ª edição 1953, New York), 543 pp..

Complementares

BERTIN, J. (1983), *Semiology of Graphics, Diagrams, Networks, Maps*, London, The University of Wisconsin Press, 415 pp..

BÉGUIN, Michele et PUMAIN, Denise (1994), *La représentation des données géographiques*, Paris, Annand Colin, 192 pp..

MONKHOUSE, F. J. e WILKINSON, H. R. (1966, 1ª ed. 1963), *Mapas y Diagramas*, Oikos-Tau, Barcelona.

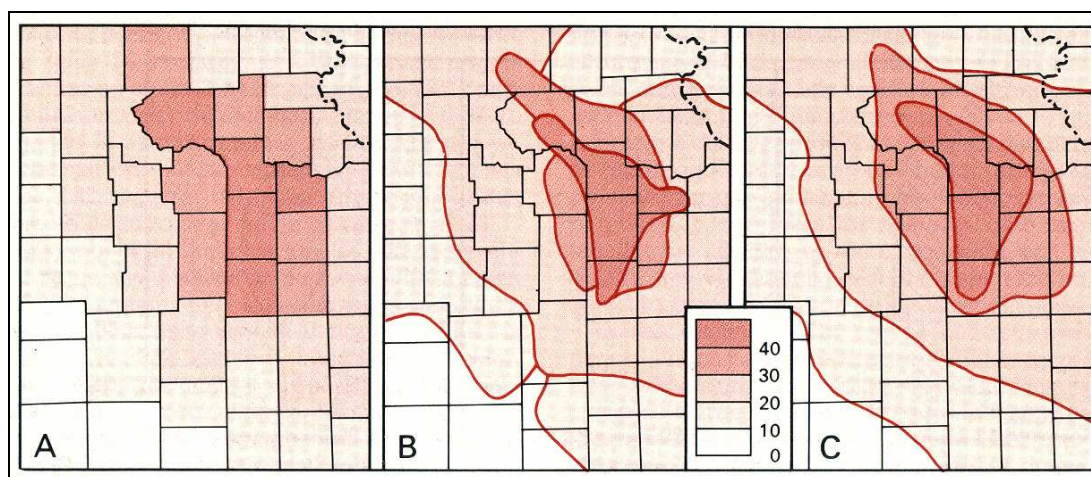
SLOCUM, Terry A. (1999), *Thematic Cartography and Visualization*, New Jersey, Prentice Hall, 293 pp..

STEINBERG, Jean (1996), *Cartographie pratique pour la Géographie et l'aménagement*, SEDES, Paris, 130 pp..

VII – MAPAS TEMÁTICOS DE IMPLANTAÇÃO EM ÁREAS OU EM MANCHA

Os tipos de representação cartográfica que utilizam símbolos de implantação em área ou em mancha diferenciam-se, essencialmente, em função das escalas da informação apresentada e discriminadas em dois grupos: os mapas de informação qualitativa, representada como informação nominal (independentemente de a informação original ter ou não características quantitativas) e os mapas de informação quantitativa, representada como ordinal, de intervalo ou de razão. No primeiro caso, as variáveis visuais que diferenciam as manchas são, normalmente, a cor, a orientação ou a textura. No segundo caso, a variável visual mais adequada é o valor, embora também se possa utilizar, mas com menor eficácia visual, as diferentes intensidades da cor.

Quando se cartografam dados quantitativos ponderados, referidos a áreas, através de símbolos em mancha visualmente ordenáveis, está a elaborar-se um de dois tipos de mapas possíveis: o mapa coropleto⁷² simples ou o mapa densimétrico. A diferença essencial entre ambos é que, no primeiro, as manchas se adequam à base espacial, ou seja, aos lugares definidos pelos limites da área a que os valores se referem (freguesias, concelhos, distritos, regiões, países), enquanto no segundo se procura que as manchas correspondam a áreas que sejam homogêneas em relação às “reais” verificações dos valores, independentemente dos limites da área à qual estão associados os dados. Finalmente, a mesma informação poderia levar a outra opção cartográfica anteriormente abordada: o mapa de isopletas com símbolos em mancha a preencher o espaço entre as isolinhas (ver tema VI). Apesar de, visualmente, este mapa poder evocar o mapa densimétrico, trata-se de mapas completamente diferentes, já que no densimétrico se definem as manchas, surgindo as linhas como delimitadoras de áreas homogêneas, enquanto no mapa de isopletas se definem isolinhas, variando a intensidade do fenómeno entre as isolinhas, as quais nunca se encontram mutuamente, pois o valor do fenómeno se mantém constante ao longo de cada uma.



Exemplos de mapa coropleto simples (A), mapa densimétrico (B) e mapa de isopletas (C)

(ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 342)

⁷² Coropleto, do grego *choros*, lugar, e *plethos*, magnitude (ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 343).

1. Mapas densimétricos

Apesar de, frequentemente, partir dos mesmos dados iniciais utilizados para o mapa coropleto, no mapa densimétrico supõe-se a existência de áreas de homogeneidade relativa, supostamente separadas por zonas de mudança brusca, pelo que se tentam definir essas áreas através da subdivisão das unidades espaciais originais, baseando-se o detalhe na experiência e conhecimento do cartógrafo, quer a partir do trabalho de campo, que de outras informações complementares. Assim, nada nos dados originais indicará ao cartógrafo os tipos de divisões que deverá fazer, devendo essa informação vir do conhecimento acerca das relações geográficas entre os dados originais e outras variáveis com eles correlacionados, podendo estas variáveis serem de dois tipos: variáveis limitativas e variáveis relacionadas⁷³.

As variáveis limitativas são as que estabelecem um limite superior absoluto sobre a quantidade do fenómeno cartografado que pode produzir-se numa área (por exemplo, a superfície ocupada por áreas urbanas é uma variável limitativa à cartografia da percentagem de solos agrícolas). As variáveis relacionadas são os fenómenos geográficos que apresentam variações previsíveis em associação com o fenómeno cartografado (por exemplo, os tipos de solo ou as características das regiões agrícolas são relacionáveis com a cartografia da percentagem de solos agrícolas, podendo prever-se diferentes importâncias dessa relação).

Compreensivelmente, as variáveis relacionadas são de mais complexa utilização do que as variáveis limitativas, embora, em qualquer caso, o mapa densimétrico exija grande conhecimento e experiência do cartógrafo, além de ser muito mais difícil programar e automatizar a sua elaboração, pelo que é muito menos utilizado do que o mapa coropleto simples.

2. Mapas coropletos

O mapa coropleto é, então, um mapa temático que representa dados numéricos, referidos a unidades espaciais de contagem, através de sequências de símbolos em mancha, que expressam a variação dos dados ou das classes em que os mesmos forem agrupados e cuja implantação respeita os limites daquelas unidades espaciais.

Pode construir-se um mapa coropleto sem classes, ou seja, sem a classificação prévia dos dados, atribuindo a cada dado o “seu” símbolo próprio de uma escala de valor (variável visual). Este processo dá origem a mapas de alguma complexidade de leitura, devido ao grande número de símbolos (tantos quantos os diferentes dados), no entanto, a simplificação e “regionalização” da imagem pode ser feita posteriormente, de forma visual, pelo utilizador, apresentando-se ainda, como argumento a seu favor, o facto de não haver distorção dos dados decorrente do tratamento prévio, podendo ser uma solução interessante para leitores treinados e para a investigação, servindo ainda como base de apoio à construção de mapas coropletos tradicionais, visualmente mais simples. Os argumentos contra referem, precisamente, a complexidade da

⁷³ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, pp. 346-347.

imagem resultante e o perigo de deixar ao sistema visual do utilizador a tarefa de “regionalizar” a imagem, acrescentando-se, ainda, os problemas de elaboração da legenda pela impossibilidade de identificação de todos os símbolos presentes no mapa.

Segundo ROBINSON et al⁷⁴, terão sido deste tipo as primeiras tentativas de construção de mapas coropletos, no entanto, a dificuldade de controlo da gradação do valor visual das manchas, na produção manual, não o fizeram vingar, apenas voltando a ganhar adeptos com a automatização da Cartografia, depois de proposto por W. Tobler, em 1973, segundo M. Helena DIAS⁷⁵.

O mapa coropletado clássico ou tradicional, é aquele em que a informação representada é previamente classificada ou dividida em classes, operação que simplifica a imagem resultante e que implica a tomada de decisões em relação à escolha do número de classes e à dos intervalos de classe (sob o ponto de vista cartográfico).

Questões metodológicas

Como regras básicas, as classes devem cobrir o conjunto dos valores da variável; cada valor deve pertencer a uma, e só a uma, classe; não devem existir classes vazias (sem unidades espaciais a ela referidas); não deve haver precisão exagerada na identificação numérica das classes, arredondando-se e simplificando-se os valores numéricos dos limites das classes, ponderando-se a utilização das casas decimais apenas nos casos necessários (dependendo do rigor dos dados) e evitando-se a utilização de símbolos matemáticos, como os parênteses rectos.

Escolha do número de classes: não existem regras universais, embora existam tentativas de normalizar a decisão através da aplicação de fórmulas estatísticas, como a que determina que o número de classes (K) deve ser igual ou superior a 5 vezes o logaritmo de n (sendo n o número das ocorrências da variável)⁷⁶. No entanto, têm pouco interesse cartográfico, visto que o número de classes resultante é, normalmente, demasiado elevado. Assim, como princípio geral, retenha-se a ideia de que quanto maior for o número de classes, menor será a simplificação da imagem resultante, porque a repartição espacial mais se aproximará dos dados originais. No entanto, existem limites à aplicação deste princípio: os limites lógicos, visto que a um menor número de ocorrências corresponderá, normalmente, um menor número de classes; os limites técnicos, já que manualmente é mais difícil produzir símbolos em mancha percebidos visualmente como diferentes e ordenados; ou ainda, e principalmente, os limites visuais, pois o olho humano tem dificuldade em identificar mais do que 7 níveis de gradações diferentes. Assim, o número de classes de um mapa deve situar-se, geralmente, entre o mínimo de 4 e o máximo de 7 ou 8⁷⁷, podendo um número demasiado baixo

⁷⁴ ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 344.

⁷⁵ DIAS, M. Helena, 1991, p. 59 e 2007, p. 123.

⁷⁶ DIAS, M. Helena, 1991, p. 60.

⁷⁷ M. Helena DIAS (2007, p. 124) refere 7, enquanto ROBINSON, Arthur H. et al (1987, p. 348), referem 8.

tornar o mapa grosseiro e um número excessivamente alto torná-lo demasiado complexo, embora tudo dependa dos objectivos do mapa e dos utilizadores a que se destina.

Escolha dos intervalos de classe: existem variados métodos de classificação da informação em classes, cada um com vantagens e desvantagens⁷⁸ dependendo dos critérios que subjazem à sua escolha, embora se possa afirmar que, tratando-se de dados de intervalo ou de razão, os mais adequados e mais utilizados sejam dois: o método gráfico que identifica as rupturas naturais da informação (associado ao diagrama de frequências ou diagrama de dispersão) e o método estatístico da média e desvio padrão. De qualquer forma, os métodos de classificação são os seguintes⁷⁹:

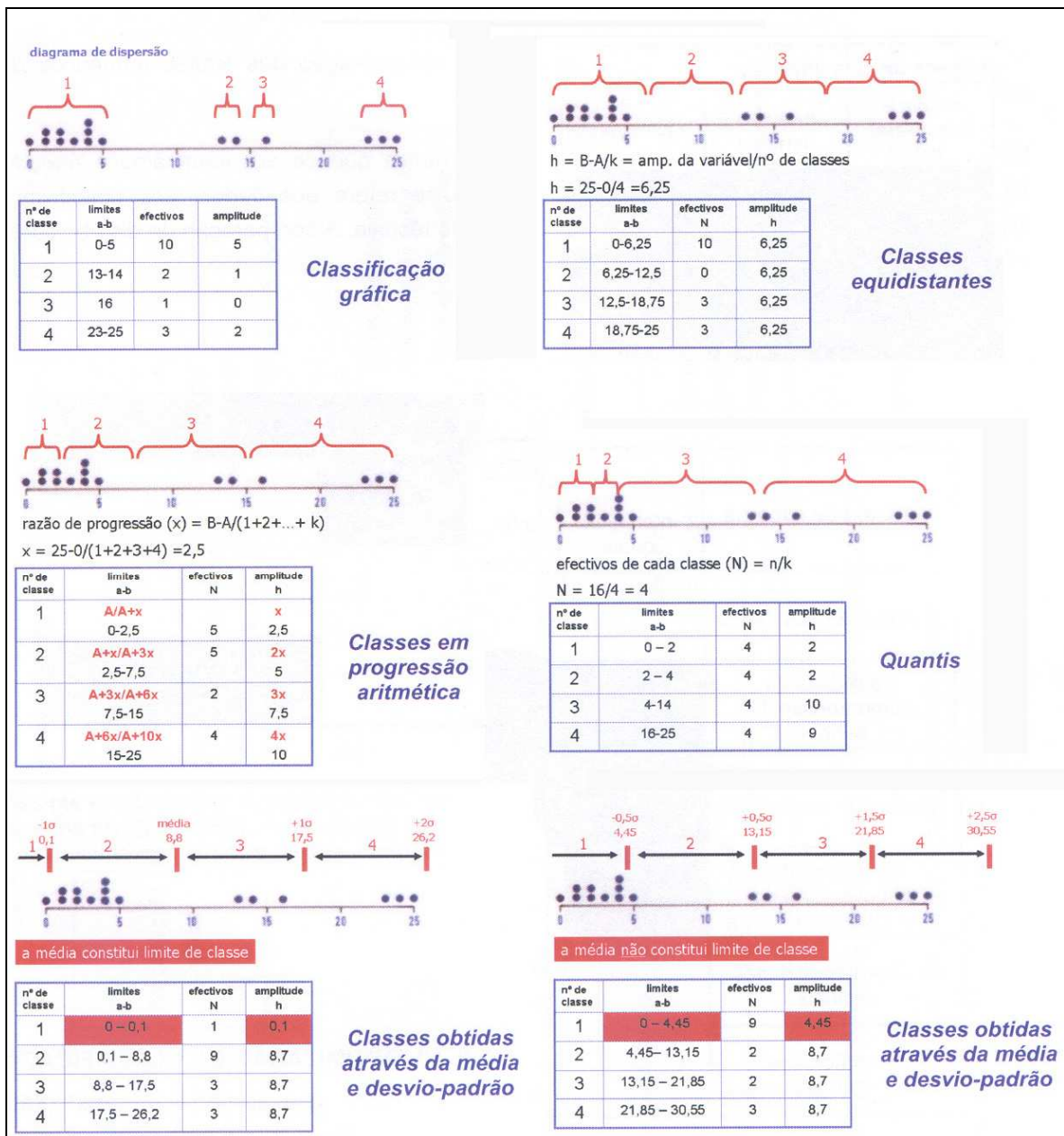
- Métodos intuitivos (ou arbitrários): partição *a priori* baseada na experiência.
- Métodos exógenos: limites determinados segundo um referencial externo (e não em função dos dados a cartografar).
- Métodos matemáticos: classes matematicamente determinadas, de igual amplitude ou com intervalos crescentes.
 - * 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 de valor mais baixo para o mais elevado, ou vice-versa, segundo uma razão de progressão aritmética) e progressões geométricas (classes de amplitude variável, que aumenta de valor mais baixo para o mais elevado, ou vice-versa, 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.), visando a normalização da variável ou pormenorização dos valores mais frequentes: geralmente classes de igual amplitude ou baseadas na média e desvio-padrão dos valores transformados.
- 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, por 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: baseada em algoritmos que asseguram a formação de grupos homogéneos, partindo de medidas objectivas do erro da classificação⁸⁰.

⁷⁸ Ver SLOCUM, Terry A., 1999, p. 74.

⁷⁹ Extraído de M. Helena DIAS, 2007, pp. 125-126.

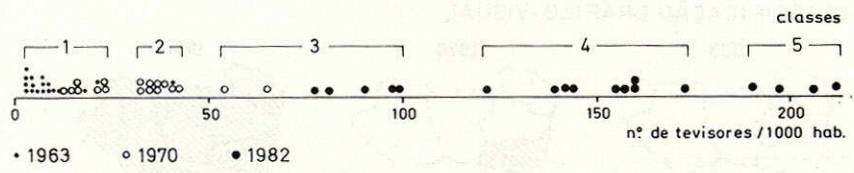
⁸⁰ Método proposto pela primeira vez por G. F. Jenks e F. G. Caspall, em 1971, e, por isso, também conhecido como método de Jenks, embora se utilizem hoje vários algoritmos. (ver M. Helena DIAS, 2007, pp. 128-129 e ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, p. 365.

- **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 descontinuidades aparentes observadas em gráficos (gráfico de frequências ou de dispersão, histogramas, etc.).
 - * Quantis espaciais: limites numéricos das classes determinados a partir da curva clinográfica, correspondentes a iguais intervalos no eixo do x (áreas acumuladas).
 - * Rupturas espaciais: limites das classes determinados a partir da curva clinográfica, correspondentes às inflexões ou patamares da curva.



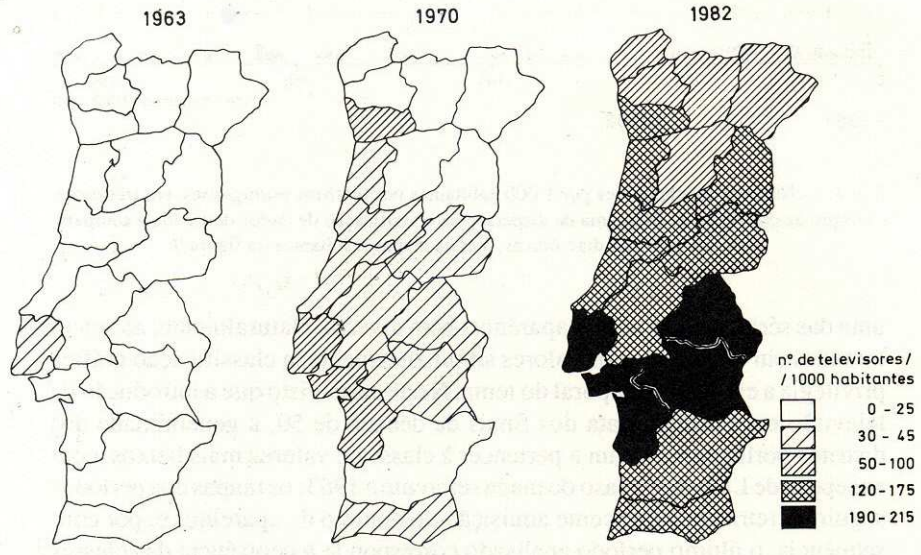
Exemplificação de alguns métodos de classificação em classes

(adaptado de DIAS, M. Helena, 2007, p. 127)

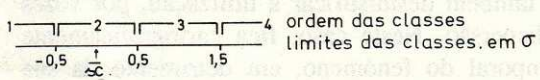
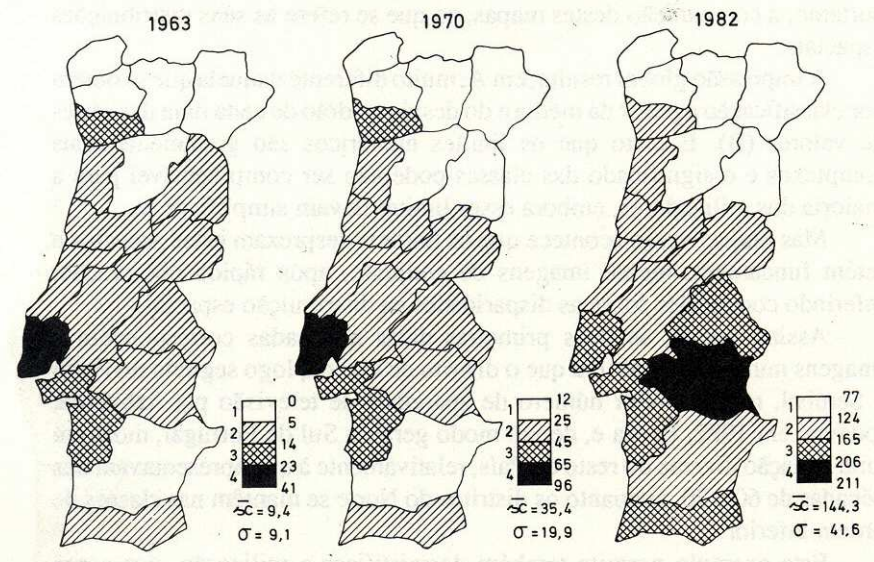


Número de televisores por 1 000 habitantes nos distritos portugueses, em três datas: exemplo da utilização do diagrama de dispersão na classificação de dados destinada a comparações cartográficas diacrónicas. Ver os mapas resultantes.

A-CLASSIFICAÇÃO GRÁFICO-VISUAL



B-CLASSIFICAÇÃO PELA MÉDIA E DESVIO-PADRÃO



Comparação cartográfica do número de televisores por 1 000 habitantes nos distritos portugueses: mapas resultantes da classificação gráfico-visual e da classificação pela média e desvio-padrão (\bar{x} e σ : média e desvio-padrão de cada uma das séries de valores).

(adaptado de DIAS, M. Helena, 1991, pp. 69-70)

Representação cartográfica: tratados os dados, definidas as classes (número e limites), é chegada a fase da simbolização, dependendo esta das características dos dados e das classes definidas, de onde decorrerá a escolha entre os diferentes tipos de sequências de valor (genericamente classificadas como monocromáticas ou policromáticas e unipolares ou bipolares)⁸¹, cuidando-se de assegurar suficiente contraste para a discriminação visual das classes e devendo, principalmente, como princípio essencial da aplicação das sequências de valor, adequar a regularidade ou irregularidade dos intervalos visuais dos símbolos à regularidade ou irregularidade das classes de agrupamento dos dados, existindo métodos para a conversão das características percebidas dos símbolos de valor em percentagens de preto a utilizar na representação (curvas de cinzentos), úteis para a construção de sequências adequadas às classes definidas em cada caso concreto. Finalmente, importa estar consciente de que a maior ou menor complexidade das imagens resultantes dependem das próprias características geográficas da informação de base, dos métodos escolhidos para a classificação das classes, do número de classes e das características das unidades espaciais a que se referem os dados, sendo os mapas, independentemente do método de classificação, tanto mais complexos quanto maior for o número de unidades espaciais e quanto maior for a irregularidade das suas formas.

⁸¹ Ver explicação pormenorizada em M. Helena DIAS, 2007, pp. 84-88 e M. Helena DIAS, 1991, pp. 73-96.

Referências bibliográficas

Principais

DIAS, M. Helena (2007), *Cartografia Temática, Programa*, Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório nº 6, 146 p..

DIAS, M^a Helena (1991), *Leitura e comparação de mapas temáticos em geografia*, Memórias do CEG, 13, Lisboa, CEG, 433 pp..

ROBINSON, A. H. et al (1987), *Elementos de Cartografia*, Barcelona, Ediciones Omega, (1^a edição 1953, New York), 543 pp..

Complementares

BERTIN, J. (1983), *Semiology of Graphics, Diagrams, Networks, Maps*, London, The University of Wisconsin Press, 415 pp..

BÉGUIN, Michele et PUMAIN, Denise (1994), *La représentation des donnés géographiques*, Paris, Annand Colin, 192 pp..

DIAS, M^a Helena e ALEGRIA, M. Fernanda (1983), *Tratamento cartográfico e informação em Geografia: estruturação de variáveis*, Lisboa, Lisboa, CEG, Linha de Acção de Geografia Regional e Histórica, nº 3, 89 pp..

SLOCUM, Terry A. (1999), *Thematic Cartography and Visualization*, New Jersey, Prentice Hall, 293 pp..

BIBLIOGRAFIA GERAL

1. Bibliografia para os conteúdos programáticos

1.1. Bibliografia principal

BERTIN, J. (1983), *Semiology of Graphics, Diagrams, Networks, Maps*, London, The University of Wisconsin Press, 415 pp..

BERTIN, J. (1977), *La graphique et le traitement graphique de l'information*, Paris, Flammarion, 277 pp..

DIAS, Maria Helena (2007), *Cartografia Temática, Programa*, Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório nº 6, 146 pp..

DIAS, M^a Helena (1991), *Leitura e comparação de mapas temáticos em geografia*, Lisboa, CEG, Memórias do CEG, 13, 433 pp..

DIAS, M^a Helena e FEIJÃO, M^a Joaquina (1995), *Glossário Para Indexação de Documentos Cartográficos*, Lisboa, IBL, 107 pp..

DIAS, M. Helena (1995, coord.), *Os Mapas em Portugal, da tradição aos novos rumos da Cartografia*, Lisboa, Ed. Cosmos, 344 pp..

GASPAR, Joaquim A. (2004), *Dicionário de ciências cartográficas*, Lisboa, Lidel, 327 pp..

GASPAR, Joaquim A. (2000), *Cartas e Projecções Cartográficas*, Lisboa, Lidel, 292 pp..

ROBINSON, A. H. et al (1987), *Elementos de Cartografia*, Barcelona, Ediciones Omega, (1^a edição 1953, New York), 543 pp..

SLOCUM, Terry A. (1999), *Thematic Cartography and Visualization*, New Jersey, Prentice Hall, 293 pp..

1.2. Bibliografia complementar

ALEGRIA, M. Fernanda (1977), "Cartografia antiga de Portugal Continental", Lisboa, Finisterra, Vol. XII, 24, CEG, pp. 169-210.

ALEGRIA, M. Fernanda (1988), "Sobre alguns mapas e estatísticas dos correios portugueses dos fins do século XIX", in *Livro de Homenagem a Orlando Ribeiro*, Lisboa, CEG, 2^o Vol. pp. 159-176.

ALEGRIA, M. Fernanda e GARCIA, João Carlos (1994), "Imagens de Portugal na Cartografia dos séculos XVI e XVII, Leituras de uma exposição", *Cartografia Impressa dos Séculos XVI e XVII, Imagens de Portugal e Ilhas Atlânticas*, Porto, Comissão Municipal Infante 94 e Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, pp. 9-25.

- ALEGRIA, M. Fernanda e GARCIA, João Carlos (1991), "Etapas de Evolução da Cartografia Portuguesa (séc. XV a XIX)", in *La Cartografia de la Península Iberica i la seua extensió al continent americà*, Barcelona, Inst. Cartog. de Catalunya, pp. 225-279.
- ANDRÉ, A. (1980), *L'Éxpression Graphique: Cartes et Diagrammes*, Paris, Masson, 223 pp..
- BARATA, D. Santos (1987), *Lições de topografia*, Imp. Universitária, 60, Lisboa, Ed. Estampa, 185 pp..
- BÉGUIN, Michele et PUMAIN, Denise (1994), *La représentation des donnés géographiques*, Paris, Annand Colin, 192 pp..
- BERTIN, J. (1973, 2ª ed.; 1967, 1ª ed.), *Sémiologie graphique*, Paris, Gauthier.-V. Mouton, 432 pp..
- BLACK, Jeremy (2004), *Regards sur le monde, une histoire des cartes*, Boulogne, Octopus/Hachette, 175 pp..
- BONIN, S. (1983, 2ª ed.; 1975, 1ª ed.), *Initiation à la graphique*, Paris, Epi, 173 pp.;
- BORD, Jean-Paul (1984), *Initiation géo-graphique ou comment visualiser son information*, Paris, Sedes, 221 pp..
- BOUSQUET-BRESSOLIER, Catherine (Dir., 1995), *L'Oeil du Cartographe et la représentation géographique du Moyen Age à nos jours*, Paris, CTHS, 283 pp..
- BRANCO, Rui Miguel C. (2003), *O Mapa de Portugal, Estado, Território e Poder no Portugal de Oitocentos*, Lisboa, Livros Horizonte, 199 pp..
- BRUNET, R. (1987), *La carte, mode d'emploi*, Paris, Fayard/Reclus, 269 pp..
- BUENO, Beatriz P. S. (1998), "A iconografia dos engenheiros militares no século XVIII: instrumento de conhecimento e controlo do território", in *Universo Urbanístico Português, 1415-1822*, Lisboa, Coletânea de Estudos, Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses.
- CAMPBELL, J. (1991), *Map Use and Analysis*, Dubuque, W. C. Brown, 418 pp..
- CASACA, João et al. (2000, 2ª edição), *Topografia Geral*, Lisboa, Lidel, 306 pp..
- CATÁLOGO, *A Pintura do Mundo, Geografia Portuguesa e Cartografia dos Séculos XVI a XVIII*, Porto, Biblioteca Pública Municipal do Porto, 1992.
- CATÁLOGO, *Cartografia de Lisboa, séculos XVII a XX*, Lisboa, Com. Nac. para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, XVII Cong. Int. de História da Cartografia, 1997.
- DAVEAU, Suzanne (1974), "La carte topographique au 1:25000 du Portugal", Lisboa, Finisterra, Vol. IX, 17, CEG, pp. 126-139.

- DAVEAU, Suzanne (1997), "Lugares e regiões em mapas antigos", in *Catálogo da Exposição Lugares e Regiões em Mapas Antigos*, Lisboa, Comissão Nacional Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, pp. 13-44.
- DAVEAU, Suzanne (1995), "A Cartografia portuguesa moderna: os mapas temáticos", in M^a Helena DIAS (coord.), *Os Mapas em Portugal, da tradição aos novos rumos da Cartografia*, Lisboa, Ed. Cosmos, pp. 161-181.
- DEBARBIEUX, Bernard e LARDON, Sylvie (2003), *Les figures du projet territorial*, Paris, L'Aube Datar, 270 pp..
- DE ROO, Priscilla (Dir., 1988), *Atlas de L'Amenagement du Territoire*, Paris, DATAR, 367 pp..
- DIAS, M^a Helena e ALEGRIA, M. Fernanda (1983), *Tratamento cartográfico e informação em Geografia: estruturação de variáveis*, Lisboa, CEG, Linha de Acção de Geografia Regional e Histórica, n^o 3, 89 pp..
- DIAS, M^a Helena, BOTELHO, Henrique Ferreira (Coord., 1998), *Quatro Séculos de Imagens da Cartografia Portuguesa*, Lisboa, União Geográfica Internacional, Conferência Regional 98.
- DIAS, M^a Helena (1999), "Os primórdios da moderna Cartografia militar em Portugal: uma história ainda por contar", Lisboa, *Revista da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa*, 5^a série, n^o 24, pp. 49-80.
- DIAS, M^a Helena (1996), "As Mapotecas Portuguesas e a Divulgação do Património Cartográfico Nacional. Algumas reflexões", Lisboa, *Cartografia e Cadastro*, 5, IPCC, pp. 43-50.
- DIAS, M^a Helena (Coord., 1995), *Os Mapas em Portugal. Da Tradição aos Novos Rumos da Cartografia*, Lisboa, Cosmos, 344 pp..
- DIAS, M^a Helena (1993), *Programa de Expressão Gráfica*, Lisboa, CEG, Linha de Acção de Geografia Regional e Histórica, n^o 11, 71 pp..
- DIAS, M^a Helena (1992), "Constrangimentos da Cartografia Temática Portuguesa", Lisboa, *Revista do Inst, Geog. e Cadastral*, 11, pp. 33-36.
- DIAS, M^a Helena (1991), *Contributos para o Atlas de Portugal: O Mapa da Distribuição da População Portuguesa em 1981*, Lisboa, CEG/INIC, Linha de Acção de Geografia Regional e Histórica, n^o 10,
- DIAS, M^a Helena (1990), "Mapas de pontos: o interesse de uma velha tradição cartográfica", Lisboa, CEG, *Finisterra*, XXV, 49, pp. 57-85.
- DICKINSON, G. C. (1981, 2^a ed.), *Statistical Mapping and the Presentation of Statistics*, London, E. Arnold, 195 pp..
- DORLING, Daniel e FAIRBAIRN (1997), *Mapping, Ways of representing the world*, Great Britain, Dorchester, Addison Wesley Longman Ltd, 183 pp..

- FERNANDES, Mário Gonçalves (2007), *Manuais Escolares de Geografia, Séculos XIX-XXI, Catálogo*, Porto, Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 32 pp. (policopiado).
- FERNANDES, Mário Gonçalves (2006, Coord.), *Manoel de Azevedo Fortes (1660-1749): Cartografia, Cultura e Urbanismo*, Porto, GEDES e Departamento de Geografia da FLUP, 173 pp..
- FERNANDES, Mário G. (1997), *Caderno de Apoio às Aulas Práticas*, texto de exercícios elaborado no âmbito da cadeira de Métodos de Análise em Geografia, Porto, Licenciatura em Geografia da FLUP (policopiado);
- FONSECA, Ana Duarte; FERNANDES, João Cordeiro (2004), *Detecção Remota*, Lisboa, Lidel, 224 pp..
- FORTES, Manuel de Azevedo (1728: Tomo Primeiro; 1729: Tomo Segundo), *O Engenheiro Portuguez*, Lisboa, Officina de Manoel Fernandes da Costa, Impressor do Santo Officio.
- GALEGO, Júlia et al. (1988), *Os Itinerários de D. Dinis, D. Pedro e D. Fernando, Interpretação Gráfica*, Lisboa, CEG/INIC, Linha de Acção de Geografia Regional e Histórica, nº 8.
- GALEGO, Júlia e DAVEAU, Suzanne (1986), *O Numeramento de 1527-1532, Tratamento Cartográfico*, Lisboa, Memórias do CEG, nº 9.
- GARCIA, João Carlos (2007), *Programa de História da Cartografia Portuguesa*, Porto, FLUP, 110 pp., provas de agregação (policopiado).
- GARCIA, João Carlos (1984), *O Ensino da Expressão Gráfica em Geografia na Faculdade de Letras da Universidade do Porto*, Relatório de Provas de Aptidão Pedagógica, FLUP, Porto, policopiado.
- GIRÃO A. Amorim (1941), *Geografia de Portugal*, Edição ilustrada, Porto, Portucalense Editora.
- GIRÃO A. Amorim (1941), *Atlas de Portugal*, Coimbra, Gráfica de Coimbra e Lito-Coimbra.
- HARLEY, J. Brian (1995, 1ª edição 1988), "Cartes, savoir et pouvoir", in *Le pouvoir des cartes, Brian Harley et la cartographie*, Ed. por Peter Gould et Antoine Bailly, Anthropos, Paris, Ed. Economica, pp. 19-51.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (2004, 6ª edição), *Manual de Leitura de Cartas*, Lisboa, 109 pp..
- JACOB, Christian (1992), *L'empire des cartes, Approche théorique de la cartographie à travers l'histoire*, Paris, Albin Michel Ed..
- JOLY, Femand (1985), *La cartographie*, Col. "Que sais-je", 937, Paris, PUF, 128 pp..
- JONES, Christopher (1997), *Geographical Information Systems and Computer Cartography*, Singapore, Longman Pub., 319 pp.
- LE FUR, Anne (2004), *Pratiques de la cartographie*, Paris, Armand Colin, 96 pp..
- MANIQUE, Luiz de Pina (1995, 2ª ed.; 1943, 1ª ed.), *Subsídios para a História da Cartografia Portuguesa*, Lisboa, Inst. Port. de Cart. e Cadastro, 117 pp. .

- MAPINFO CORPORATION, Pitney Bowes (2007), *MapInfo Professional, version 9.0, User Guide*, New York (http://reference.mapinfo.com/software/mapinfo_pro/english/9.0/MI_UG.pdf), 568 pp..
- MARQUES, Miguel da Silva (2001), *Cartografia Antiga, Tabela de equivalências de medidas*, Lisboa, Ministério da Cultura, Biblioteca Nacional.
- MATOS, João Luís (2001, 2ª edição), *Fundamentos de Informação Geográfica*, Lisboa, Lidel, 326 pp..
- MERLIN, Pierre (1982), *La topografia*, Barcelona, Oikos-tau, 149 pp..
- MONKHOUSE, F. J. e WILKINSON, H. R. (1966, 1ª ed. 1963), *Mapas y Diagramas, Técnicas de elaboración y trazado*, Barcelona, Oikos-Tau, 533 pp..
- NAVIA OSORIO, José Ramon M. (2000), *A construção do território, Mapa histórico do Noroeste da Península Ibérica*, Madrid, Lunwerg editores, 456 pp..
- PALSKY, Gilles (1996), *Des Chiffres et des Cartes, La cartographie quantitative au XIX siècle*, Paris, CTHS, 331 pp..
- PASTOUREAU, Michel (1997), *Dicionário das cores do nosso tempo, simbólica e sociedade*, Lisboa, Editorial Estampa.
- PELLETIER, Monique (1998, Dir.), *Couleurs de la Terre*, Paris, Seuil/BNF, 176 pp..
- PETERS, Amo (1992), *La nueva cartografia*, Barcelona, Vicens Vives, 132 pp..
- SANTOS, José António (1985), *Regionalização, Processo Histórico*, Lisboa, Livros Horizonte.
- SIMÃO, José A. (1995), *Breves notas sobre as origens e antecedentes do Instituto Português de Cartografia e Cadastro*, Lisboa, MPAT, 29 pp..
- STEINBERG, Jean (1996), *Cartographie pratique pour la Geographie et l'aménagement*, Paris, SEDES, 130 pp..
- THROWER, Norman J. W. (1996), *Maps and Civilization*, Univ. Chicago Press.
- UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA (2001), *Lisboa em Mapas*, Lisboa, Câmara Municipal de Lisboa.
- VARETA, Nicole Devy e GARCIA, João C. (1990), "Bernardino Barros Gomes e as Cartas Elementares de Portugal", in *Cartas Elementares de Portugal, Barros Gomes, 1878*, Lisboa, Imp. Nac.-Casa da Moeda, edição fac-similada, pp. I-XI.
- WALLIS, Helen M. e ROBINSON, A. H. (Editores, 1987), *Cartographical Innovations, An International Handboock of Mapping Terms to 1900*, Londres, 353 pp..
- WOODWARD, David (1987), *Art and Cartography*, Chicago e Londres, Ed. David Woodward, University Chicago Press.

2. Bibliografia de âmbito pedagógico

- BAILEY, Patrick (1986, 1ª edição 1981), *Didáctica de la Geografía*, Madrid, Editorial Cincel, 205 pp..
- BAIN, Ken (2004). *What the best college teachers do*, Cambridge, Harvard University Press, 207 pp..
- FOUREZ, Gérard (Dir.) et al (2002), *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*, Bruxelles, De Boeck Université, 283 pp..
- GONZALÉZ, Julia e WAGENAAR, Robert (Coord., 2003), *Tuning Educational, Structures in Europe*, Bilbao, Universidad de Deusto, 339 pp..
- GRAVES, Norman J. (1985, 1ª edição 1980), *La enseñanza de la geografía*, Madrid, Visor Libros, 219 pp..
- NEVES, Eduíno e GRAÇA, Marina (1987), *Princípios Básicos da Prática Pedagógico-Didáctica*, Porto, Porto Editora, 127 pp..
- PERRENOUD, Philippe (2001), *Porquê construir competências a partir da escola?, Desenvolvimento da autonomia e luta contra as desigualdades*, Lisboa, Asa Editores, 121 pp..
- PINTO, F. Cabral (1983), *Da não directividade à pedagogia por objectivos*, Coimbra, Centelha Promoção do Livro, 91 pp..
- RAMSDEN, Paul (1992), *Learning to teach in higher education*, London, Routledge, 290 pp..
- ROLDÃO, Maria do Céu (2003), *Gestão do Currículo e Avaliação de Competências, As questões dos professores*, Lisboa, Editorial Presença, 89 pp..
- SILVA, Rosa Fernanda Moreira da (1988), "Curso de Geografia na Faculdade de Letras da Universidade do Porto – 1972/88", Porto, FLUP, *Revista da Faculdade de Letras – Geografia*, I Série, Vol. IV, pp. 5-13.
- TAVARES, António Henrique (1979), *A motivação na escola activa*, Lisboa, Didáctica Editora, 122 pp..

3. Relatórios similares consultados

- DIAS, Maria Helena (2007), *Cartografia Temática, Programa*, Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório nº 6, 146 pp..
- DIAS, M^a Helena (1993), *Programa de Expressão Gráfica*, Lisboa, CEG, Linha de Acção de Geografia Regional e Histórica, nº 11, 71 pp..
- FERNANDES, J. A. Rio (2002), *Geografia Urbana, Disciplina do 5º Grupo (Geografia)*, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, policopiado, 176 pp..
- FERNANDES, J. A. Rio (1995), *Geografia Urbana, Relatório apresentado ...*, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, policopiado, 119 pp..
- GARCIA, João Carlos (2007), *Programa de História da Cartografia Portuguesa*, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, policopiado, 110 pp..
- GASPAR, Jorge (1979), *Programa de Geografia Humana Geral*, Lisboa, Universidade de Lisboa, policopiado, 58 pp..
- MARQUES, Helder Trigo Gomes (2004), *Geografia e Desruralização, Relatório pedagógico/científico*, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, policopiado, 81 pp..
- MARTINS, Luís Paulo Saldanha (2002), *Turismo e Desenvolvimento, Disciplina do 5º Grupo – Geografia*, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, policopiado, 93 pp..
- MEDEIROS, Carlos Alberto (1979), *Programa de Geografia de Portugal*, Lisboa, Universidade de Lisboa, policopiado, 77 pp..
- PACHECO, Elsa Maria Teixeira (2004), *Geografia dos Transporte e das Comunicações, Relatório da disciplina*, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, policopiado, 104 pp..
- ROSSA, Walter (2005), *Construção da cidade portuguesa [e do] programa de estudos avançados em arquitectura, território e memória*, Coimbra, Departamento de Arquitectura da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, policopiado, 70 pp..
- SALGUEIRO, Teresa Barata (1993), *Programa de Geografia Urbana*, Lisboa, Universidade de Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, policopiado, 126 pp..