UNIDADE CURRICULAR

CARTOGRAFIA
RELATÓRIO

Mário Gonçalves Fernandes

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Julho de 2025

Relatório elaborado nos termos da alínea b) do Artigo 5º do Decreto-Lei nº 239/2007, de 19 de junho, no âmbito das Provas de Agregação em Geografia na Faculdade de Letras da Universidade do Porto

CARTOGRAFIA

Licenciatura em Geografia

Mário Gonçalves Fernandes

ÍNDICE

Página

PRIMEIRA PARTE - UNIDADE CURRICULAR E PROCESSO DE FORMAÇÃO-APRENDIZAGEM 07

1. A unidade curricular: 1972-2025 08

2. Processo de formação-aprendizagem: enquadramentos, metodologias e avaliação 13

2.1. Enquadramentos 13

2.2. Metodologias 16

2.3. Avaliação 22

3. Bibliografia 25

ANEXOS 26

SEGUNDA PARTE – CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS 34

I – CARTOGRAFIA E EXPRESSÃO GRÁFICA 35

1. Conceitos e conceptualizações 35

2. Classificações 41

2.1. Questões conceptuais 43

2.2. Questões tecnológicas 50

3. A cartografia em Portugal 55

3.1. Cartografia geral 56

3.2. Cartografia temática 59

II - O PROCESSO CARTOGRÁFICO 64

1. As etapas 64

2. A escala do mapa 69

2.1. Concetualização 69

2.2. Formas de expressão da escala cartográfica 71

2.3. Cálculos de escalas 73

3. Generalização cartográfica 76

4. Simbolização cartográfica 82

4.1. A busca do rigor 82

4.2. A sistematização da simbolização 87

4.2.1. Informação geográfica e símbolos cartográficos 88
4.2.2. As variáveis visuais 90
4.2.3. Elementos gráficos, variáveis visuais e sintaxe de variação visual 94
4.2.4. A cor: dimensões, sistemas de notação e utilização em Cartografia 99

III - PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS E SISTEMAS DE COORDENADAS 113
1. Conceitos 113
2. Projeções cartográficas 117
2.1. Distorções e propriedades das projeções 117
2.1.1. Factor de escala 119
2.1.2. Representação das distorções 120
2.1.3. Propriedades das projeções 125
2.2. Classificação das projeções 126
2.2.1. Formas de construção 126
2.2.2. Superfície de projeção 126
2.2.3. Tipos de perspetiva 127
2.2.4. Orientação da superfície de projeção em relação ao eixo da Terra 127
2.2.5. Propriedades 128
2.3. Escolha da projeção cartográfica 129
3. Sistemas de coordenadas e de referenciação cartográfica 134
3.1. Sistemas de coordenadas 134
3.1.1. Sistema de coordenadas geográficas (latitude e longitude) 134
3.1.2. Sistema de coordenadas planas 135
3.2. Sistemas de referenciação 136
3.2.1. Grades geográficas 136
3.2.2. Quadrículas cartográficas 139
3.3. Sistemas de representação ou de projeção 139
IV – OS MAPAS TEMÁTICOS 142
1. Classificações, fontes de informação e funções 142
1.1. Classificações de mapas temáticos 142
1.2. Natureza e fontes de informação cartográfica 148
1.3. Funções e níveis de leitura 149
2. Elementos do mapa temático 151
2.1. Elementos principais 154
2.2. Elementos complementares 160

2.3. Textos, rótulos e toponímia 162
3. Componentes do desenho cartográfico 168
4. Mapas temáticos de implantação pontual 174
4.1. Mapas de pontos 179
4.2. Mapas de símbolos proporcionais 183
5. Mapas temáticos de implantação linear 191
5.1. Mapas de fluxos 193
5.2. Mapas de isolinhas 197
6. Mapas temáticos de implantação em área ou mancha 202
6.1. Mapas densimétricos 203
6.2. Mapas coropletos 204

BIBLIOGRAFIA 214
1. Bibliografia relativa aos conteúdos programáticos 214
1.1. Bibliografia principal 214
1.2. Bibliografia complementar 214
2. Bibliografia de âmbito pedagógico 225
3. Relatórios similares 227

PRIMEIRA PARTE

A UNIDADE CURRICULAR E O PROCESSO DE FORMAÇÃO/APRENDIZAGEM

1. A unidade curricular: 1972-2025

Mantendo-se idêntica a "história de uma disciplina" delineada em 2008 para o "Relatório de concurso para Professor Associado" (FERNANDES, Mário G., 2008), o presente relatório, elaborado no âmbito das Provas de Agregação em Geografia na Faculdade de Letras da Universidade do Porto (FLUP), acompanha-a de muito perto, não se esbatendo a ideia de que parece despiciendo justificar a existência da Cartografia na estrutura curricular de uma licenciatura em Geografia, apesar de agora a denominar "unidade curricular".

Aliás, como sublinhou Orlando Ribeiro, para o geógrafo, intrinsecamente, "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" (RIBEIRO, Orlando, 1987, p. 39), pelo que, quer enquanto representação de um espaço num tempo particular, quer como meio de organização e estruturação de informação ou, ainda, como documento de explicação e apresentação de resultados, a cartografia é um instrumento incontornável na formação e na atividade do licenciado em Geografia.

Assim, desde o início, em 1972 (SILVA, Rosa F. M., 1988), a licenciatura em Geografia da FLUP sempre contou com o ensino da cartografia, independentemente da respetiva denominação circunstancial. Primeiro uma clássica "cadeira" de Desenho Topográfico, depois abrindo-se à influência de Jacques Bertin e à novidade da "Expressão Gráfica".

Foi nos seminários terminais da licenciatura em Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa (FLUL), que sob a direção da professora Suzanne Daveau surgiu, no ano letivo 1976/1977, "o primeiro ensino autónomo, precursor da Expressão Gráfica (…) com a designação de Expressão Cartográfica em Geografia Física e Regional" (DIAS, Maria Helena, 1993, p. 5). Na oportunidade foi desenvolvido um ensino "misto e experimental, que abrangia alunos do último ano do curso e jovens assistentes" (DAVEAU, S. & GALEGO, J., 1995, p. 106), que beneficiaram da presença da Professora Sylvie Rimbert, "colega e amiga de Suzanne Daveau" (Maria Helena Dias, 1991, p. 11) e reconhecida especialista em cartografia temática.

No ano seguinte (1977/1978) começaria a lecionação da cadeira de Expressão Gráfica em Geografia, "fundamentalmente consagrada à Expressão Cartográfica (e, em especial, a sua parte temática)" (DIAS, Maria Helena, 1993, p. 3). Na verdade, atenuada a turbulência e as hesitações decorrentes da revolução de 25 de Abril de 1974, com o Decreto-Lei nº 53/78 foram uniformizados os planos de estudo de todas as licenciaturas em Geografia, prevendo uma Expressão Gráfica em Geografia como cadeira obrigatória, pelo que também no Porto se iniciou a respetiva lecionação, ficando ali assinalada a tradução portuguesa para *la graphique*.

Unidades curriculares da licenciatura em Geografia da FLUP da área da Cartografia (1972-2025)

Anos letivos	Unidade Curricular	Tipologia	Periodicidade	Ano Curricular
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
Desde 2012	Cartografia	Obrigatória	1º semestre	1º
	Sistemas de Informação Geográfica	Obrigatória	1º semestre	2º
	Evolução da Cartografia	Opção	Semestral	2º/3º
Desde 2016	Cartografia	Obrigatória	1º semestre	1º
	Sistemas de Informação Geográfica	Obrigatória	1º semestre	2º
	Evolução da Cartografia	Opção	Semestral	2º/3º
Desde 2022	Cartografia	Obrigatória	1º semestre	1º
	Sistemas de Informação Geográfica	Obrigatória	1º semestre	2º
	Evolução da Cartografia	Opção	Semestral	2º/3º
	Deteção Remota	Opção	Semestral	2º/3º

No Porto a Expressão Gráfica em Geografia começou a ser lecionada por Conceição Coelho Ferreira, que teria papel de relevo, entre 1978 e 1982, na formação dos promitentes geógrafos e na formação contínua de professores de Geografia do ensino básico e secundário. Publicaria um pequeno livro (*Tratamento estatístico e gráfico em geografia*, 1987) que visava difundir a expressão gráfica ao nível do ensino secundário e com o qual referenciou e divulgou as duas obras maiores de Jacques Bertin: a *Semiologie Graphique* e *La Graphique et le traitment Graphique de la Information*.

Entretanto, João Carlos Garcia, que assumira a lecionação da cadeira em 1982, defendeu em 1984 o seu Relatório de Prova de Aptidão Pedagógica, que denominou *O Ensino da Expressão Gráfica em Geografia na*

Faculdade de Letras da Universidade do Porto, no qual utilizava abundantes extratos de obras de Jacques Bertin, que conjugados com os de outros autores, como Serge Bonin (*Initiation a la Graphique*, 1975 e "L'enseignement de la cartographie", 1981), constituíam os textos de leitura para os estudantes. A partir 1987 a disciplina passaria a denominar-se Métodos de Análise em Geografia, o que se manteria por pouco mais de uma década, estabilizando finalmente em 2001 na denominação que hoje mantém: Cartografia.

O tempo demonstrou que o debate sobre a denominação das unidades curriculares era uma falsa questão, sendo hoje claro que o termo cartografia é o mais adequado, quer porque "tem um estatuto científico indiscutível", quer porque "a Geografia reconhece no mapa o seu instrumento privilegiado de trabalho e de difusão de resultados" (DIAS, Maria Helena, 1993, p. 17), confirmando-se ainda que da utilização de tal denominação não deriva qualquer limitação de conceção e abrangência.

Maria Helena Dias, por exemplo, apesar de discutir a adequação da utilização da denominação Expressão Gráfica, em contraponto com a de Cartografia, não questionava a importância da obra e do contributo das ideias de Jacques Bertin. Bem pelo contrário, pois além de apresentar os conceitos e "as formas de Expressão Gráfica com interesse para a Geografia", bem como de identificar e tratar as variáveis visuais e respetivas propriedades percetivas (DIAS, Maria Helena, 1993, pp. 16, 18 e 27), explicitava as obras essenciais de Jacques Bertin e de Serge Bonin, recomendando a leitura de "La graphique et le traitement graphique de l'information", do primeiro, ou da "Initiation a la Graphique", do segundo, considerando a "Semiologie Graphique", de Bertin, uma "obra fundamental mas de difícil abordagem numa cadeira de iniciação" (DIAS, Maria Helena, 1993, pp. 11-12). Aliás, as duas primeiras, são profusamente referenciadas ao longo do seu *Programa de Expressão Gráfica* (1993) e quase sempre identificadas como "referências bibliográficas fundamentais" (DIAS, Maria Helena, 1993, pp. 19, 30, 35, 41 e 64).

Embora a matriz "bertiniana" se tenha alargado à formação de geógrafos nas licenciaturas em Geografia de todo o país, foi nas escolas de Lisboa e do Porto que foi cultivada de forma continuada e consolidada. De facto, persistiu na FLUL, e depois no IGOT, ao longo do magistério da professora Maria Helena Dias, e desenvolveu-se na FLUP, primeiro com Conceição Coelho Ferreira, depois com João Carlos Garcia e, finalmente, com Mário Gonçalves Fernandes, nos últimos trinta e cinco anos, todos contribuindo para um processo continuado que permitiu o reconhecimento, pelos pares, do seu "avanço relativo" assinalado nos anos noventa (DAVEAU, Suzanne & GALEGO, Júlia, 1995, p. 105).

Hoje, através de uma observação comparada dos planos de estudos e fichas das unidades curriculares de (ou relacionadas com) cartografia em todas as licenciaturas em Geografia, verifica-se que embora se detetem sinais da herança bertiniana na maioria das licenciaturas, é no Porto e em Lisboa (em ambas as "geografias") que os ensinamentos de Jacques Bertin se mantêm claramente referenciados.

Jacques Bertin nas unidades curriculares de Cartografia e/ou SIG das licenciaturas em Geografia, em Portugal (2024/25)

	Licenciatura	Unidade curricular (semestral)	Termos, na ficha da UC, associáveis à obra de Bertin	Bibliografia de Jacques Bertin	Bibliografia que aborda Jacques Bertin
Universidade de Coimbra	Geografia	Cartografia e SIG			
	Turismo, Território e Patrimónios				
Universidade de Évora	Geografia	Cartografia	Expressão gráfica e cartográfica; variáveis visuais		Robinson & all (1995)
		SIG em Geociências			
Universidade Nova de Lisboa	Geografia e Planeamento Regional	Cartografia Temática	Semiologia gráfica	Jacques Bertin (2005), Sémiologie Graphique, 4ª edição.	Michèle Béguin & Denise Pumain (2012; 1ª ed. 1994); BLIN, Éric & BORD, Jean-Paul (1984); FIELD, Kenneth (2018); KRAAK, M. & ORMELING, F. (2021, 1ª ed. 1996).
Universidade do Minho	Geografia e Planeamento	Expressão Gráfica e Cartografia	Semiologia e a linguagem cartográfica		ZANIN, C.; TRÉMÉLO, M. (2003)
	Proteção Civil e Gestão do Território				
Universidade do Porto	Geografia	Cartografia	Expressão gráfica; variáveis visuais; Semiologia gráfica	Jacques Bertin (1977 e 1983)	DIAS, M. H. (2007); FERNANDES, M. G. (2008); MONMONIER, Mark (1996, 1ª ed. 1991); ROBINSON, A. H. & all (1987); SLOCUM, Terry A. & all (1999)
		SIG			
Universidade de Lisboa - IGOT	Geografia; Planeamento e Gestão do Território	Cartografia Temática	Variáveis visuais		SLOCUM, T et al. (2005); ROBINSON, A et al. (1995); DIAS, M. H. (2007); DENT, B (1990)
		SIG			

FONTE: Planos de estudos e fichas das unidades curriculares (consulta nos sites institucionais, em maio de 2025).

Ao longo do século XXI, a cartografia foi crescendo no seu peso curricular e diversificando-se em várias unidades curriculares numa área de formação incontornável, quer pela modernidade e inovação da automatização e dos Sistemas de Informação Geográfica, quer pelo seu papel enquanto meio de

conhecimento e discernimento em relação às opções do cartógrafo-geógrafo e pela força de novas necessidades e solicitações com implicações na definição do perfil do licenciado em Geografia.

Porque, além da respetiva função no processo de conhecimento e investigação em Geografia, se reconheceu que também era essencial como instrumento para a prática do ordenamento do território, a reforma de 2001 do plano curricular da licenciatura reforçou a formação em cartografia, encarando-a como estrategicamente diferenciadora do perfil do Geógrafo, pelo que, até 2007, os estudantes cursavam, obrigatoriamente, o equivalente a um ano e meio (três semestres) de formação em Cartografia, apostando-se no alargamento da formação marcadamente técnica, visando a adequação às solicitações do mercado de trabalho e a diversificação de potenciais saídas profissionais, incluindo-se nesta perspetiva uma tendencial especialização em Ordenamento do Território.

Esta visão seria alterada 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.

Este contexto, apesar de simplificado pela poda das unidades curriculares mais especializadas e contraído pela recente passagem de 4 para 3 horas semanais, mantém-se até aos dias de hoje, sendo que o tempo das horas de contacto se afigura insuficiente para alicerçar as competências necessárias em cartografia, importantes em si próprias e para as outras unidades curriculares da licenciatura, desde logo, para os Sistemas de Informação Geográfica, unidade curricular pertinentemente tornada obrigatória e cujo ensino "muito beneficiará de princípios sólidos de Cartografia" (DIAS, Maria H., 2007, p. 7).

Acrescente-se, ainda, a importância da cartografia enquanto instrumento essencial para a docência da Geografia nos ensinos básico e secundário, destacada "como elemento central dos relatórios de estágio" (LOURO, Ana, 2024, p. 116), em todo o país, entre 2016 e 2022, nesta fase de renovada necessidade de formação de professores de Geografia.

2. Processo de formação-aprendizagem: enquadramentos, metodologias e avaliação

2.1. Enquadramentos

Nas últimas décadas do século XX consolidou-se a ideia de que a as pessoas constroem o próprio conhecimento, que "a aprendizagem (quer nos domínios cognitivo, afetivo, interpessoal ou psicomotor) envolve um processo de transformação individual" (FRY, Heather et al., 2009, p. 10), em que cada um acrescenta e assimila novos conhecimentos e experiências ao entendimento que já possui, ampliando-o e transformando-o, construindo a sua formação e aprendizagem.

É neste sentido que, atualmente, se aceitam como premissas as ideias do construtivismo, segundo o qual a aprendizagem implica a "noção de construção e modificação contínuas de estruturas na mente que "contêm" o conhecimento" (FRY, Heather et al., 2009, p. 9) e em que o ator ou construtor principal é o estudante ou formando, que partindo das suas estruturas de conhecimento prévio, mesmo se rudimentares ou singelas, as transforma num processo de formação proporcionado pelas oportunidades de ação, debate e reflexão organizadas e impulsionadas pelo professor.

Na criação das circunstâncias adequadas ao processo de formação-aprendizagem (expressão preferida à de processo de ensino-aprendizagem), o professor deve ponderar alguns pressupostos, nomeadamente, que conteúdos disciplinares devem ser objeto central na *transposição didática* (CHEVALLARD, Yves, 1991) a partir do conhecimento produzido por investigadores e universidades; que *competências*, enquanto instrumento das teorias construtivistas, poderá propor para que o estudante seja capaz de desenvolver e utilizar; que *objetivos*, com a taxonomia de Bloom revista e recuperada (SERRA, P. & GALVÃO, C., 2015), quererá definir e em que categorias do domínio cognitivo (conhecer, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e avaliar); como possibilitar a ativação e expressão das diferentes e *múltiplas inteligências* (GARDNER, Howard, 1983) dos estudantes.

Naturalmente, o docente está condicionado também pelos incontornáveis documentos legais que formalizam o ciclo de estudos, bem como pelas decisões institucionais, quer de âmbito estratégico quer regulamentar. Com o "Processo de Bolonha", institucionalizado em Portugal através do Decreto-Lei nº 42/2005 (de 22 de Fevereiro), que aprovou os princípios reguladores de instrumentos para a criação do espaço europeu de ensino superior, concretizou-se 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).

Para além dos aspetos 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.

Esta ideia seria 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 projeto desempenham um papel importante."

Com a construtivista abordagem por competências, que foi ganhando adeptos de forma crescente e foi institucionalizada no ensino superior, pretende-se "permitir a cada um aprender a utilizar os seus saberes para atuar" (Philippe PERRENOUD, 2001, p. 17), o que, para além de poder interessar às empresas e ao mercado de trabalho, como por vezes é acusada, também pode ser instrumento de afirmação pessoal, contribuindo para a formação de pessoas autónomas, capazes de decidir e agir.

Noutro sentido, com o desenvolvimento de competências também não se visou diminuir a importância dos conhecimentos disciplinares, pois não existem competências sem saberes, sendo indefensáveis os enunciados curriculares que apenas discriminam as competências (Philippe PERRENOUD, 2001, pp. 12-13). Aliás, como refere M. do Céu ROLDÃO, "desenvolver competências não *reduz*, antes *aumenta*, a necessidade de exigência de domínio consistente de conteúdos" (M. do Céu ROLDÃO, 2003, p. 69). 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 o estudante domine, compreenda e demonstre depois de completar um processo curto ou longo de aprendizagem" (GONZALÉZ, Julia e WAGENAAR, Robert, Coord, 2003, p. 28).

De entre as competências específicas definidas pelo Conselho do Departamento de Geografia da FLUP, a partir das referências do projeto *Tuning Educacional Structures in Europe* (GONZALÉZ, Julia e WAGENAAR, Robert, Coord, 2003), e consideradas como estruturantes do perfil do licenciado em Geografia, pretende-se que a unidade curricular Cartografia contribua para as que aqui se apresentam.

Âmbitos das competências		Competências
Instrumentais	Cognitivas	- Usar adequadamente termos e conceitos geográficos, nomeadamente os associados à cartografia. - Selecionar, especificamente no âmbito cartográfico, a escala de análise mais adequada a uma determinada situação. - Analisar a diversidade e interdependência, cartográfica, entre o local e o global.
	Tecno-metodológicas	- Procurar informação geográfica cartograficamente pertinente e atualizada, em fontes diversas, adequadas e credíveis. - Tratar a informação de forma adequada, evidenciando conhecimento quanto ao tipo de tratamento cartográfico e adequação e atualização face aos meios. - Produzir informação geográfica pertinente, válida, estruturada e documentada, utilizando adequadamente linguagens diversas (verbal, estatística, cartográfica, etc).
Interpessoais	Individuais	- Estar atento ao evoluir dos desafios, no âmbito cartográfico, mantendo uma postura reflexiva, mas recetiva às mudanças, procurando formas de os enfrentar e de os transformar em oportunidades de crescimento e de desenvolvimento.

OBS.: A cinzento 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".

Definidas as competências, que foram perspetivadas como objetivos que apelam às categorias mais elevadas do domínio cognitivo, importa conceber metodologias que permitam a adequação às diferentes formas e estilos de aprendizagem e aos diferentes patamares de desenvolvimento psicológico e cognitivo dos estudantes que chegam ao 1º ano da licenciatura, visando provocar e alimentar o processo de formação-aprendizagem de cada estudante, de forma a contribuir para a sua estruturação cognitiva e social, enquanto promitente geógrafo(a), e servir de alicerce para o respetivo crescimento e desenvolvimento ao longo da licenciatura em Geografia e da futura vida profissional.

Entretanto, sendo claro que esta será a única unidade curricular da licenciatura em que, específica e linearmente, se trata a área da Cartografia, os conteúdos a abordar decorrem de uma dupla necessidade:

serem suficientemente abrangentes para abarcar os assuntos disciplinares considerados essenciais; serem ajustadamente úteis para o trabalho a desenvolver noutros contextos, seja nas subsequentes unidades curriculares da licenciatura, seja na investigação e/ou atividade profissional futura.

Nesse sentido, considerando os manuais de cartografia mais recentes e reconhecidos, bem como as práticas docentes nas licenciaturas em Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto e do país (ver DIAS, M. H., 2007), os conteúdos programáticos foram estruturados em quatro partes: numa clarificam-se âmbito e conceitos, classificações e produção de cartografia em Portugal (I – CARTOGRAFIA E EXPRESSÃO GRÁFICA); noutra tratam-se as questões essenciais na elaboração cartográfica, como as escalas, a generalização cartográfica, a simbolização e as variáveis visuais (II - O PROCESSO CARTOGRÁFICO); numa terceira abordam-se os aspetos relacionados com a escolha de projeções cartográficas e a compreensão dos sistemas de coordenadas e referenciação (III - PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS E SISTEMAS DE COORDENADAS); explicando-se, finalmente, a elaboração dos mapas temáticos, diferenciados a partir do tipo de implantação, e clarificando-se as questões relativas aos elementos do mapa e às componentes do desenho cartográfico (IV – OS MAPAS TEMÁTICOS).

Naturalmente, a sequência apresentada explica-se apenas pela necessária formalização sequencial dos conteúdos programáticos, pelo que não implica idêntica sucessão nas metodologias da abordagem didática, baseando-se estas, essencialmente, na intencionalidade de construir um percurso que, tocando em todos os temas, se esforce por assegurar o domínio das escalas e das variáveis visuais, aspetos que identificamos como "temas limiares", na senda da ideia de *conceitos limiares*, ou seja, "conceitos ou processos-chave numa disciplina que precisam de ser compreendidos pelos alunos antes de poderem compreender outras partes da matéria que deles decorrem" (FRY, Heather et al., 2009, p. 14).

2.2. Metodologias

Atualmente, a Cartografia é uma unidade curricular do 1º semestre e 1º ano 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 letivo 2007/08, com alterações em 2012 (Despacho n.º 4363/2012, DR II Série, n.º 62, 2012-03-27) e em 2023 (Despacho n.º 3674/2023, DR II Série, n.º 58, 2023-03-22).

Embora em qualquer das três estruturas curriculares a Cartografia mantenha o peso de 6 créditos ECTS, correspondentes a 162 horas de ocupação total atribuída ao estudante, aconteceu uma progressiva redução das horas de "contacto" com o docente (com o consequente aumento das horas dedicadas ao "estudo autónomo"), as quais passaram de 66 (2007) para 62 (2012) e, recentemente, para 41 horas (2023). Ou seja, enquanto em 2007 se previam 60 horas de aulas distribuídas por 4 horas semanais ao longo de 15 semanas, sendo 6 horas dedicadas a uma visita de estudo a uma instituição produtora de Cartografia (prática antiga,

que levava os alunos ao antigo Instituto Geográfico do Exército ou ao Instituto Geográfico Português), em 2012 eliminou-se a visita de estudo e em 2023 as horas de aula semanais passaram a 3, as quais multiplicadas por 13 semanas contabilizam 39 horas de aulas teórico-práticas, às quais se acrescentam 2 horas para avaliação de tipo teste/exame.

É de sempre a necessidade de o licenciado em Geografia possuir e desenvolver competências na utilização adequada dos mapas gerais ou topográficos e na elaboração, leitura e crítica de mapas temáticos, sendo também de sempre que a familiarização, a compreensão, a utilização e a elaboração de mapas, a aprendizagem da Cartografia, em síntese, se faz fazendo. Por isso, apesar dos progressivos constrangimentos de tempo, a unidade curricular continuou a funcionar 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 projeto de formação individual, para cuja concretização necessite de "apelar a noções, conhecimentos, informações, procedimentos, métodos e técnicas" (Philippe PERRENOUD, 2001, p. 31) específicos da Cartografia.

Neste sentido, as aulas são dedicadas expressamente à execução de tarefas no âmbito do processo de elaboração cartográfica, bem como à reflexão, à crítica, ao debate, aqui e ali pontuado por breves exposições por parte do docente. Na prática, segue-se a opção estratégica, tomada em Conselho de Departamento de Geografia, aquando da adaptação da estrutura curricular da licenciatura ao modelo de Bolonha, de minimizar as tarefas a desenvolver fora das aulas nas unidades curriculares do 1º ano, para que, considerando as fragilidades com que muitos dos estudantes chegam à licenciatura, possam utilizar o tempo fora das aulas para a leitura das referências bibliográficas indicadas, de forma a aprofundar e consolidar a componente teórica, nesta como nas várias unidades curriculares do semestre.

O projeto de formação individual é consubstanciado no produto resultante de exercícios desenvolvidos a escalas diferentes (do planisfério aos municípios), com metodologias diversas (automáticas e manuais) e considerando a necessidade de elaborar mapas temáticos escolhidos de forma a cobrir todos os tipos de implantação da informação (pontual, linear e em área ou mancha). A tipologia de exercícios é idêntica para todos os estudantes, mas a informação é diferenciada para cada estudante, atribuída num caso e escolhida nos outros.

No mapa de implantação em área opta-se por um dos tipos de mapas mais utilizado na academia e nos órgãos de comunicação social, o mapa coropleto, elaborado num planisfério, em escala Mundo, a partir de um indicador do World Development Indicators (WDI) do World Bank (https://wdi.worldbank.org/tables), que é atribuído pelo docente a cada estudante, seguindo-se o processo de elaboração de forma automática, com recurso às possibilidades que o Excel 365 permite, com posterior tratamento do "layout" final no Paint.

Trata-se de uma atividade de curto prazo, que na sua totalidade ocupa apenas duas das primeiras aulas e cujos resultados são submetidos no Moodle. Em 2024/25, para a receção de trabalhos, a plataforma abriu às 00:00 de 9 de outubro de 2024 e encerrou às 00:30 de 19 de outubro de 2024. O número de trabalhos recebidos foram 78 e as instruções a respeitar foram explicitadas na plataforma:

> "Entrega de dois ficheiros contendo os resultados do processo de elaboração de mapa coropleto, com classes, a partir de indicador do Banco Mundial (atribuído individualmente). Cada estudante deve inserir, como resultado do seu trabalho:
>
> i - um documento excel, no qual conste a informação de partida (nome dos países e dados do indicador), o mapa coropleto inicial sem classes (com a variável visual valor em azul), o gráfico de dispersão para apoio à definição das classes, o mapa coropleto com as classes (aplicando a variável visual valor - claro/escuro - no caso de existirem apenas valores positivos ou aplicando as variáveis visuais valor - claro/escuro - e cor - vermelho/azul - no caso de terem valores positivos e negativos);
>
> ii - um documento jpg, no qual se apresenta o "layout" final do mapa coropleto com classes, trabalhado no software Paint, com moldura (esquadria) e todos os 5 elementos do mapa essenciais (título, legenda, escala, orientação e fonte), tudo adequado às regras de elaboração cartográfica (ver documento com exemplos de possibilidades de organização de "layout")."
>
> OBS.: Informação disponível em https://moodle2425.up.pt/mod/assign/view.php?id=86779

Os restantes exercícios (mapa de enquadramento, mapa de implantação em pontos e mapa de implantação em linhas) são elaborados à escala concelhia, partindo-se de informação oriunda do INE e utilizando-se o processo de elaboração manual, com apoio no Excel para alguns tratamentos de informação e a possibilidade de tratamento do *layout* final também no Paint. É possível, se os estudantes assim entenderem, acrescentar versões desenvolvidas noutros softwares, mas apenas enquanto atividades de aprofundamento, voluntárias, as quais serão debatidas e valorizadas, mas não substituem a apresentação do resultado da elaboração manual, componente estruturante do processo de formação-aprendizagem.

Sabendo-se que "os alunos podem sentir-se mais motivados quando lhes é oferecido um elemento de escolha" (FRY, Heather et al., 2009, p. 22), é livre a escolha do município, embora, se sugira, como forma complementar de motivação, essencial para a aprendizagem (NEVES, Eduíno e GRAÇA, Marina, 1987), que aquela recaia sobre um concelho em relação ao qual o(a) estudante sinta alguma afinidade, clarificando-se na oportunidade que, sendo o termo concelho de uso corrente, a palavra legalmente adequada é município. Como condições, apenas que o município tenha um número de freguesias suficiente para que o exercício tenha alguma riqueza e pertinência de situações, acrescentando-se a impossibilidade de escolhas comuns entre os estudantes.

Além do acompanhamento na elaboração dos mapas, são disponibilizados aos estudantes, no sistema de informação da FLUP, exemplos de *layout* para cada mapa (ver exemplos nos Documentos 1 a 4), sendo também explicitadas, de forma pormenorizada, as denominadas "regras para apresentação do trabalho prático" (Documento 5), ou seja, as orientações para a formatação e estruturação do dossier final, contendo mapas e textos, a entregar antes do Natal, em data acordada na última semana de aulas.

Com a redução do número de horas "de contacto", deixou de ser possível, empreender-se, na parte final do semestre, a familiarização com a cartografia automática pela utilização do MapInfo (MAPINFO CORPORATION, 2007), um software "amigável" e adequado a uma breve iniciação (2 a 3 semanas), com o qual se pretendia que, nas últimas semanas do semestre, os alunos construíssem três mapas temáticos (de implantação pontual, linear e em mancha) a partir do mesmo tipo de informação utilizado na elaboração manual, visando-se exercitar a comparação e desenvolver a reflexão em relação às potencialidades e limitações da produção automática. Nas atuais circunstâncias, desenvolve-se o pretendido exercício de reflexão crítica em relação à cartografia automática que o Excel passou a permitir, reservando-se um envolvimento mais profundo para o segundo semestre do 1º ano, na unidade curricular de Sistemas de Informação Geográfica.

As respostas aos desafios e problemas que se vão sucedendo assentam nos próprios estudantes, apoiados no acompanhamento individualizado (apesar das limitações derivadas do grande número de alunos) por parte do docente, assim como pelo debate e pela leitura. Considerando-se que "a aprendizagem requer oportunidades de prática e exploração, espaço para pensar ou refletir 'in loco' e para interagir com os outros, e aprender com e de colegas e especialistas" (FRY, Heather et al., 2009, p. 22), a maior parte das aulas decorre 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, sempre trabalhando, refletindo, criticando e executando as tarefas de elaboração do mapa que, no momento, mantenham entre mãos.

A sequência de aulas, que aqui se exemplifica com a Lista de Sumários de 2024/25, não é necessariamente idêntica em todos os anos letivos, dependendo o tempo ocupado com cada tarefa das necessidades de cada turma, de cada estudante e até de eventuais imponderáveis, como a rutura do abastecimento de água que levou ao encerramento da FLUP no final do mês de setembro de 2024.

Lista de Sumários - GEOGR008 - Cartografia - 2024/2025 - 1S - Turma 1GEOGR01

Aula nº. 1 - 16/09/2024

Apresentação da UC: ficha da UC, programa, bibliografia, modo de funcionamento, elementos de avaliação, forma de cálculo da classificação final, formas de recurso e de melhoria de nota. Trabalhos a desenvolver: trabalho laboratorial de cartografia automática; trabalho de elaboração manual de cartografia temática. Materiais e instrumentos necessários. Instituições produtoras de cartografia. Exploração da Carta Militar de Portugal, escala 1:25.000. Conceitos de escala,

escala numérica e escala gráfica. Conceitos de grande e pequena escala. Conceitos de cartografia geral, de base ou de referência e de cartografia temática.

Aula nº. 2 - 23/09/2024

1ª parte: Revisão, consolidação e alargamento dos conteúdos abordados na aula anterior. Jacques Bertin - Expressão gráfica (La graphique): monossémica (uma leitura), dois momentos de leitura, três niveis de leitura; Expressão gráfica enquanto linguagem e as variáveis visuais. Elementos de expressão gráfica: gráficos, grafos e mapas. Conceitos de cartografia, mapa e carta. Diversidade e classificação de documentos cartográficos a partir dos critérios função e escala. Escalas e generalização cartográfica. 2ª parte: Explicação e desenvolvimento do processo de elaboração de mapa coropleto, com classes, a partir de indicador do Banco Mundial - https://wdi.worldbank.org/tables - atribuído individualmente e utilizando o Excel 365.

Aula nº. 3 - 30/09/2024

Faculdade encerrada devido a ruptura no abastecimento de água.

Aula nº. 4 - 07/10/2024

Reexplicação do processo de elaboração de mapa coropleto, com classes, a partir de indicador do Banco Mundial - https://wdi.worldbank.org/tables - atribuído individualmente e utilizando o Excel 365. Ajustamentos na atribuição de indicadores. Explicação da passagem para Paint, construção do layout e elaboração dos elementos do mapa.

Aula nº. 5 - 14/10/2024

1ª parte: A expressão gráfica e as variáveis visuais e respetivas propriedades, segundo Jacques Bertin. Os elementos gráficos principais de Robinson. As dimensões da cor e os sistemas de notação das cores. A aplicação da cor em Cartografia. 2ª parte: Reexplicação do processo de elaboração de mapa coropleto, com classes, a partir de indicador do Banco Mundial e revisão de diferentes possibilidades de layout do mapa coropleto. Resolução das dúvidas individuais. Explicação do processo de elaboração do mapa de enquadramento. Escolha de concelhos.

Aula nº. 6 - 21/10/2024

Conclusão da atribuição de concelho a cada estudante. Repetição da explicação do processo de recolha de base cartográfica no visualizador do INE, bem como do processo de elaboração do mapa de enquadramento. Acompanhamento personalizado/individual sobre a definição da esquadria em cada concelho e e do seu papel central no processo subsequente.

Aula nº. 7 - 28/10/2024

Os elementos do mapa temático: enumeração, características e posicionamento na organização do layout do mapa temático. Conclusão do mapa de enquadramento concelhio e de identificação das freguesias.

Aula nº. 8 - 04/11/2024

Realização do X Simpósio Luso-Brasileiro de Cartografia Histórica - Viana do Castelo, Biblioteca Municipal, 5 a 8 de novembro de 2024

Aula nº. 9 - 11/11/2024

Mapas de implantação pontual. Mapas de símbolos proporcionais. Explicação do processo de elaboração do mapa de círculos proporcionais com sectogramas, utilizando a população ativa por setor de atividade e por freguesia.

Aula nº. 10 - 18/11/2024

Mapas de implantação pontual. Exposição sobre os mapas de pontos e os mapas de símbolos proporcionais. Os mapas de símbolos (círculos, quadrados, esferas, cubos) proporcionais.

Questões metodológicas. Repetição da explicação do processo de elaboração do mapa de círculos proporcionais com sectogramas, utilizando a população ativa por setor de atividade e por freguesia.

Aula nº. 11 - 25/11/2024

Acompanhamento geral e personalizado da elaboração do mapa de círculos proporcionais com sectogramas.

Aula nº. 12 - 02/12/2024

Conclusão do mapa de círculos proporcionais. Exposição sobre os mapas temáticos de implantação em linhas: mapa de fluxos e mapa de isolinhas. Explicação do mapa de isolinhas a partir da densidade populacional por freguesias (isopletas); cálculos para a interpolação.

Aula nº. 13 - 09/12/2024

Repetição da explicação do processo de elaboração do mapa de isolinhas. Acompanhamento da elaboração do mapa de isolinhas.

Aula nº. 14 - 16/12/2024

Projeções cartográficas: conceitos básicos e classificações. A indicatriz de Tissot como forma de ilustração das deformações. A classificação das projeções em função das deformações e a escolha da projeção cartográfica na cartografia temática. Clarificação da formatação e estruturação do trabalho prático (atlas concelhio) a entregar. Resolução personalizada de dúvidas relativas ao mapa de isopletas.

OBS.: https://sigarra.up.pt/flup/pt/sumarios_geral.lista?pv_ocorrencia_id=537565&pv_tipo_aula=TP&pv_turma_id=1034863 – visível apenas com autenticação.

De qualquer forma, além de servir para apresentação da UC, na primeira aula cada estudante é surpreendido pelo contacto com uma folha da Carta Militar de Portugal, escala 1:25.000, a partir de cuja exploração se clarificam conceitos e se procede à familiarização e compreensão da cartografia topográfica, pré-requisito necessário para os cálculos morfométricos a desenvolver na unidade curricular Geografia e Ambiente, do mesmo semestre e ano curricular. Além disso, também a partir da Carta Militar de Portugal, desenvolve-se o tratamento das escalas, um dos temas centrais ou limiares, enquanto na segunda aula se aborda a expressão gráfica e as variáveis visuais, o outro tema limiar. Ambos, escalas e variáveis visuais, serão recorrentemente chamados à colação, porque a revisitação e repetição é estratégia válida, com provas dadas.

A opção de iniciar a unidade curricular pelo contacto físico e análise de uma folha de um mapa oficial e, seguidamente, com a elaboração automática de um mapa temático, prende-se com o facto de estas serem consideradas duas atividades complementares, extremamente enriquecedoras e com grande potencial didático, cuja pertinência e necessidade, além disso, são sobejamente demonstradas pelos resultados do inquérito diagnóstico, lançado aos estudantes, no Moodle e com resposta anónima, entre as duas primeiras aulas, ou seja, em simultâneo com aquelas atividades. De facto, é significativo e revelador que mais de metade dos estudantes nunca tenha tido em mãos um mapa oficial, de grande ou média escala, nem elaborado um mapa, automaticamente ou manualmente.

São também estas lacunas que se pretende colmatar e a iniciação à elaboração cartográfica que se visa promover, naturalmente, desarmando a "falta de jeito para o desenho", alegada por um ou outro estudante, com a clarificação de que o que se pretende é que o estudante/autor seja capacitado para conceber o mapa, esquiçando-o ou esboçando-o adequadamente, de forma que a partir dessa conceção o próprio ou um técnico, antes dito desenhador, o possa executar, aprimorar e editar.

Cartografia - ano letivo 2024/25 - Inquérito diagnóstico

		Respostas					
		1	2	3	4	5	
Questão		Nunca	Sim, em contexto de aulas no Ensino Básico	Sim, em contexto de aulas, no Ensino Secundário	Sim, em contexto profissional	Sim, em nenhum dos contextos anteriores	TOTAL
Alguma vez esteve com um mapa oficial (escala 1:25 000, 1:50 000 ou 1:100 000), em papel, nas mãos?	Nº	44	4	19	3	9	79
	%	55,70	5,06	24,05	3,80	11,39	100,00
Alguma vez elaborou um mapa ou esboço de mapa manualmente, em papel, sem utilizar qualquer software informático?	Nº	41	8	23	2	7	81
	%	50,62	9,88	28,40	2,47	8,64	100,00
Alguma vez elaborou um mapa, ou esboço de mapa, manualmente, mas com software informático (o Paint, por exemplo))?	Nº	64	1	4	2	5	76
	%	84,21	1,32	5,26	2,63	6,58	100,00
Alguma vez elaborou um mapa de forma automática, com suporte de software informático (o Excel, por exemplo)?	Nº	68	2	1	1	5	77
	%	88,31	2,60	1,30	1,30	6,49	100,00
Alguma vez elaborou um mapa em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica)?	Nº	65	1	0	4	7	77
	%	84,42	1,30	0,00	5,19	9,09	100,00

OBS.: Informação disponível em https://moodle2425.up.pt/mod/feedback/analysis.php?id=30322 - Inquérito apresentado na primeira aula (16 e 17 de setembro), disponível até 25 de setembro e respondido de forma anónima. Estudantes inscritos na UC – 98; Estudantes a frequentar a UC – 81; Respostas submetidas - 77 (95% dos estudantes a frequentar a UC).

2.3. Avaliação

Além de se apresentar como uma tendência humana natural se o termo for encarado no seu sentido mais lato, a avaliação, no contexto do ensino, pode ser utilizada sob formas diversas e para diversas finalidades. Entre as mais ricas finalidades da avaliação podem ser consideradas as possibilidades de "aprender, dialogar, diagnosticar, compreender, comprovar, explicar, melhorar, reorientar, motivar, retificar, contrastar, refletir", apesar de em muitas das situações no sistema de ensino a avaliação seja utilizada para "medir,

qualificar, comparar, classificar, selecionar, hierarquizar, atemorizar, sancionar, acreditar, julgar, exigir, promover" (GUERRA, Miguel A. S., 2003, p. 8).

Sem querer enveredar por dicotomias redutoras, até porque se reconhece que a avaliação é parte essencial do processo de formação-aprendizagem e que a sua utilização pode e deve ser útil para múltiplas finalidades presentes em ambas as listagens, importa sublinhar a perspetiva benévola e positiva, subjacente à avaliação formativa, que encara a avaliação como um contributo para a aprendizagem, que ajuda a caminhar e a melhorar, não deixando de se reconhecer a pertinência institucional e social da avaliação enquanto instrumento de comparação e classificação em que assenta a perspetiva sumativa da avaliação.

Na sua forma sumativa, a avaliação em qualquer unidade curricular está condicionada institucionalmente, podendo optar-se, entre os regimes de avaliação possíveis, por três tipologias: "avaliação distribuída sem exame final, avaliação distribuída com exame final e, excecionalmente, apenas por exame final" (Regulamento de avaliação dos discentes da FLUP, Artigo 9º, ponto 1).

No caso da Cartografia a avaliação é constituída por três elementos: trabalho laboratorial de cartografia automática, dossier de cartografia temática elaborada manualmente e teste sobre a componente teórica. No entanto, apesar de se enquadrar na tipologia de avaliação distribuída sem exame final, opta-se por a identificar na ficha da unidade curricular, que consta no sistema de informação da FLUP, como avaliação distribuída com exame final, apenas pela necessidade pragmática de assegurar que a Unidade de Logística calendariza o teste no período da "época normal" de avaliação, evitando assim ao docente a tarefa complexa de acordar com os estudantes uma data para o teste, particularmente considerando o contexto de quase uma centena de estudantes inscritos.

Isto mesmo é explicado aos estudantes, clarificando-se que o pretenso "exame" funciona, afinal, como um teste cujo peso na avaliação é de 50%, enquanto os restantes elementos preenchem os outros 50%, com 10% para o trabalho de cartografia automática e 40% para o dossier de cartografia temática. Estes foram os pesos aplicados no ano letivo 2024/25, no entanto, visando fomentar algum envolvimento dos estudantes, é possível, nas primeiras aulas, optar pelo ajustamento do peso dos dois elementos mais valorados, decidindo-se qual valerá 40% e qual valerá 50%, de forma a conceder maior peso à parte prática ou à parte teórica. No entanto, visando incentivar idêntico empenho em ambas as partes, nenhum destes elementos (dossier de mapas temáticos e teste) poderá valer menos do que 40% e nenhum poderá registar classificação inferior a 7,5 valores.

A opção decidida por maioria é aplicada a todos os estudantes, no entanto, da reflexão desenvolvida a propósito destes temas, surgiu a ideia de que é possível que esta escolha de pesos dos elementos de avaliação possa tornar-se individualizada, pelo que ponderamos introduzir, a partir do próximo ano letivo, a possibilidade de cada estudante escolher, respondendo a um inquérito no Moodle, por qual das possibilidades

quer que seja considerada a sua avaliação (40% para o dossier de cartografia temática e 50% para o teste ou o inverso). Assim, parecendo-nos que sem colocar em causa aspetos relativos à equidade no tratamento de todos os estudantes e potenciando as ferramentas proporcionadas pelas novas tecnologias, é possível ajustar um pouco a avaliação aos perfis e estilos de aprendizagem dos estudantes, os quais podem valorizar mais a respetiva apetência para a componente prática ou para a componente teórica.

Sendo elaborado ao longo das aulas e um elemento imprescindível para a avaliação na unidade curricular, a inexistência do dossier de mapas temáticos, admissível por direito legalmente previsto (estudantes com estatuto especial, como Dirigente-Associativo, Estudante-Atleta, Estudante-Bombeiro, estudante Militar, estudante Atleta da Seleção Nacional, Praticantes de Desporto de Alto Rendimento ou o Trabalhador-estudante) ou no caso de melhoria de nota, implica a submissão a uma prova oral, relativa à parte prática e destinada a avaliar as competências na elaboração e leitura crítica de documentos cartográficos, a qual apenas se concretiza depois de verificado que a classificação do teste escrito é igual ou superior a 7,5 valores.

Na verdade, pareceria mais enriquecedor utilizar-se a avaliação contínua, até porque os regulamentos obrigam à presença dos alunos a ¾ das aulas, o que é verificado pela assinatura de folhas de presença, contudo, o elevado número de alunos torna-a difícil e complexa, sendo a simples valorização da assiduidade e da participação uma tarefa árdua e, por isso, apenas utilizável em situações muito particulares. De qualquer forma, o *feedback* para o processo de formação-aprendizagem que poderia decorrer da avaliação contínua é de alguma forma desenvolvido na avaliação formativa que é feita através do acompanhamento personalizado e individualizado da elaboração dos mapas temáticos, o que acontece em parte da generalidade das aulas e consta, por exemplo, nos sumários das aulas 5, 6, 11, 13 e 14.

De facto, o processo de trabalho da unidade curricular permite que cada estudante desenvolva uma constante auto e heteroavaliação, as quais, quando encaradas como instrumentos de avaliação formativa, permitem o crescimento e aprofundamento de competências, com reflexos seguros na avaliação sumativa.

3. Bibliografia

Naturalmente, não existem programas curriculares sem referências bibliográficas. No entanto, sendo verdade que, por razões pedagógicas, são desaconselháveis as extensas listagens bibliográficas, por vezes mais ao serviço de demonstrações enciclopedistas do que de apoio aos estudantes, também é pertinente evitar o outro extremo, não se limitando os estudantes à informação das referências principais. Assim, podendo-se apoiar e facilitar os primeiros passos à maioria dos alunos, com a destrinça das referências principais, também se pode e deve, com as referências complementares e sem grandes receios de excessos, contribuir para o aprofundamento e para o desbravar de caminhos mais longos e frutuosos para aqueles que os entendam trilhar.

Nesse sentido, como é verificável pela análise das referências indicadas na bibliografia relativa aos conteúdos programáticos, apresentada no final do presente relatório, limitam-se as referências principais a dez obras, alongando-se, em contraponto, as referências bibliográficas complementares. Entre as referências principais, se atentarmos apenas na autoria o número restringe-se a seis referências, sendo quatro estrangeiras e duas nacionais, todas incontornáveis.

Jacques BERTIN, pelo pioneirismo em relação à *semiologie graphique* e às variáveis visuais e pela importância seminal e matricial que o seu contributo mantém. Os manuais de Arthur H. ROBINSON et al. (1995) e de Terry A. SLOCUM et al. (2009 e 2023), pela importância de ambos para o *map design* e para todas as áreas da Cartografia; o primeiro um clássico que soube acompanhar a modernidade e o segundo um moderno, com apetência pelas novas tecnologias e reconhecimento das convenções. A ambos se acrescenta o manual de Borden D. DENT (1999), porque, apesar de em número mais contido, adiciona contributos preciosos em áreas específicas do desenho cartográfico. Todos são exemplo de como os manuais constituem um importante instrumento de aprendizagem do conhecimento cartográfico e que "o verdadeiro potencial do ensino da cartografia reside na utilização combinada de texto e imagem (como gráficos e mapas)" (BEATA, Medynska-Gulij, 2020, p. 563).

Sublinham-se também as referências a Joaquim Alves GASPAR (2000 e 2004), pela Cartografia geral ou de base, e a Maria Helena DIAS (1995 e 2007), pela Cartografia temática, salientando-se ambos ainda pelos contributos para o conhecimento da cartografia portuguesa e pelos glossário e dicionário pedagogicamente tão úteis nesta fase do processo de formação-aprendizagem em cartografia.

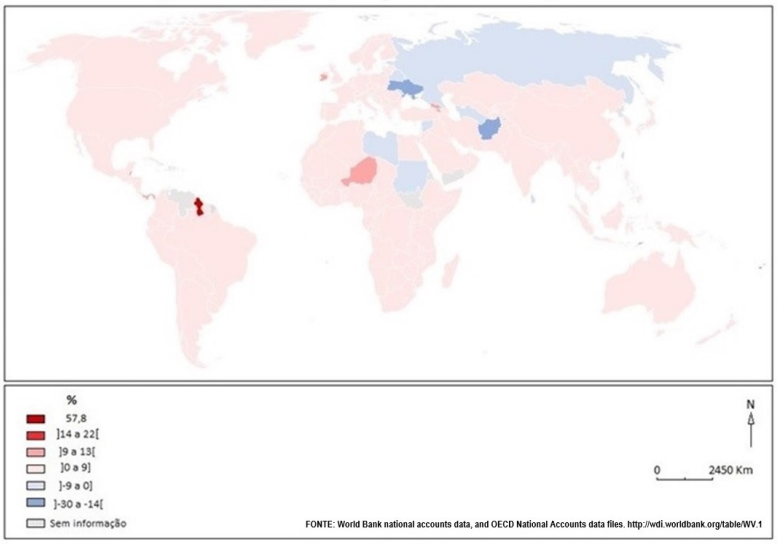
Obviamente, citam-se e referem-se vários outros autores ao longo dos diferentes capítulos do texto, contudo, como se poderá verificar, optou-se por reunir todas as referências bibliográficas numa mesma listagem final, apenas se distinguindo a bibliografia relativa aos conteúdos programáticos (com a já mencionada separação em principal e complementar) da bibliografia de âmbito pedagógico e de um pequeno conjunto de referências a alguns documentos similares ao presente relatório.

ANEXOS

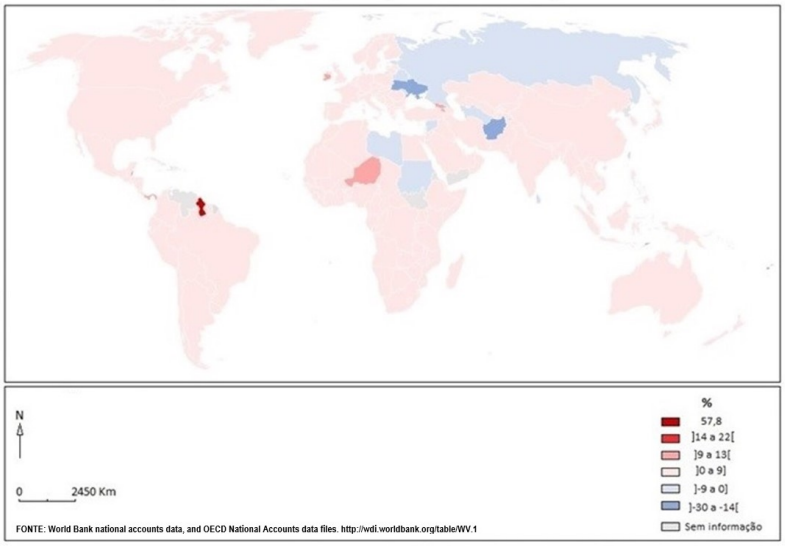
DOCUMENTO 1

Licenciatura em Geografia - Cartografia - 2024/25
Mapa coropleto – exemplos de possibilidades de organização de “layout”

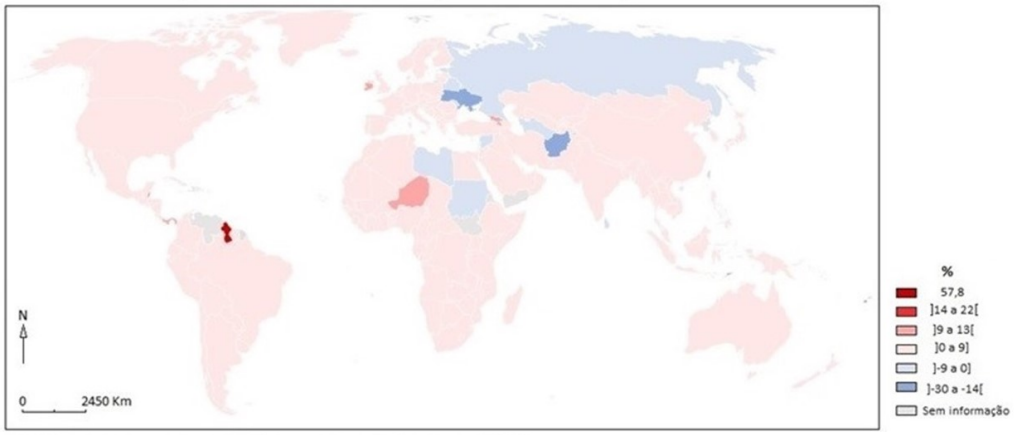
Variação do PIB (em %) nos países do Mundo, em 2022



Variação do PIB (em %) nos países do Mundo, em 2022



Variação do PIB (em %) nos países do Mundo, em 2022



FONTE: World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. http://wdi.worldbank.org/table/WV.1

DOCUMENTO 2

Licenciatura em Geografia – 2024/25

Cartografia

Mapa de enquadramento - exemplos de possibilidades de organização de "layout"

Abrir a página http://mapas.ine.pt/map.phtml que apresenta um visualizador de um sistema de informação territorial (com NUTs, divisão administrativa, divisão censitária de 2011, bem como a cartografia de suporte). A partir daqui, num processo de tentativa e erro, demonstrado em aula, é recolhida a base cartográfica para o mapa de enquadramento e para a elaboração dos restantes mapas temáticos do trabalho prático.

Apresenta-se exemplo de mapa de enquadramento, relativo ao concelho de Alcanena, elaborado em anos letivos anteriores. Trata-se de um exemplo que respeita as regras gerais previstas para a elaboração do mapa de enquadramento administrativo de um concelho e da identificação das respetivas freguesias.

Naturalmente, o mapa pode ser melhorado, nomeadamente, na organização da legenda, na precisão do "lettering" e das molduras ou no rigor da redação da "Fonte", a qual poderia ser apresentada assim:

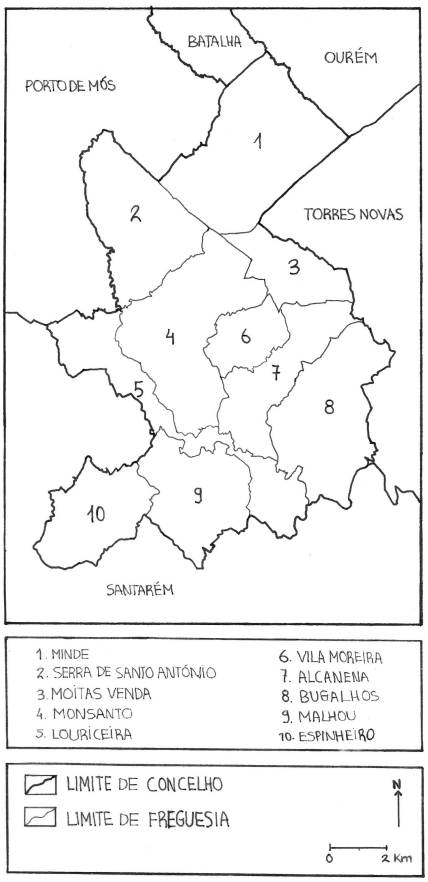
FONTE: INE, Mapas Censos 2011, Divisão Administrativa (http://mapas.ine.pt/map.phtml)

ou

FONTE: INE, Mapas Censos 2011 (http://mapas.ine.pt/map.phtml)

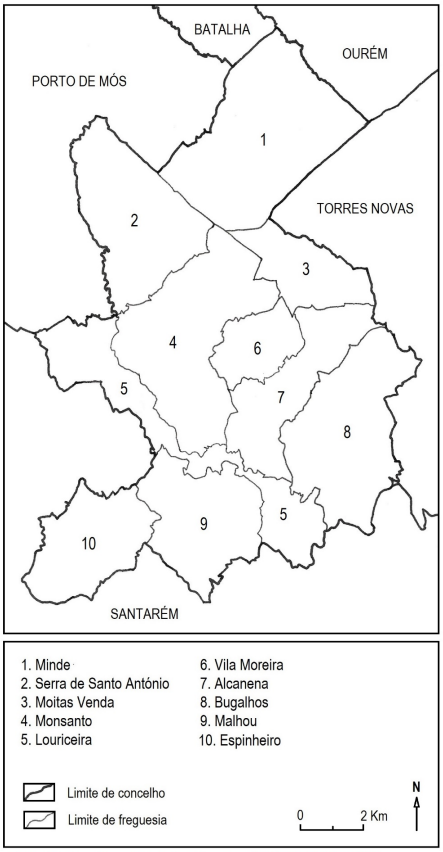
A melhoria do "lettering" e das molduras pode conseguir-se pela precisão do desenho manual tradicional, mas também com a utilização de desenho manual com suporte informático, sendo o "Paint" (incluído nos acessórios do Windows) um dos programas mais comuns e fáceis de utilizar.

FREGUESIAS DO CONCELHO DE ALCANENA EM 2011



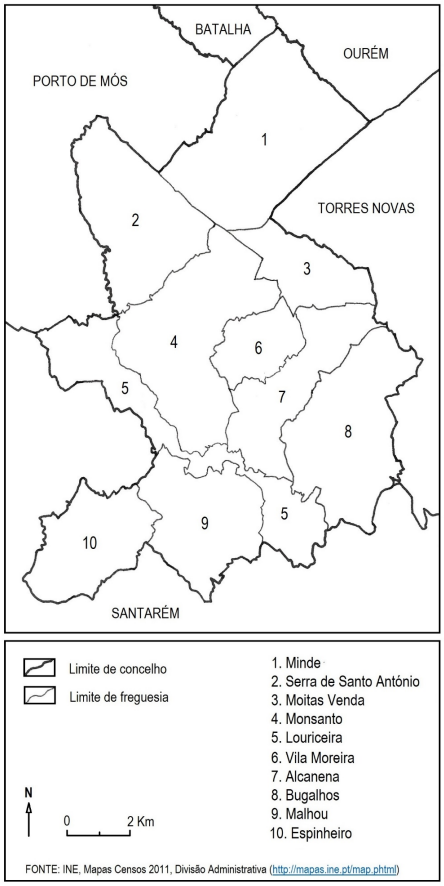
FONTE: SITE DO INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA, INE, CENSÕES, 2011

FREGUESIAS DO CONCELHO DE ALCANENA, EM 2011



FONTE: INE, Mapas Censos 2011, Divisão Administrativa (http://mapas.ine.pt/map.phtml)

FREGUESIAS DO CONCELHO DE ALCANENA, EM 2011



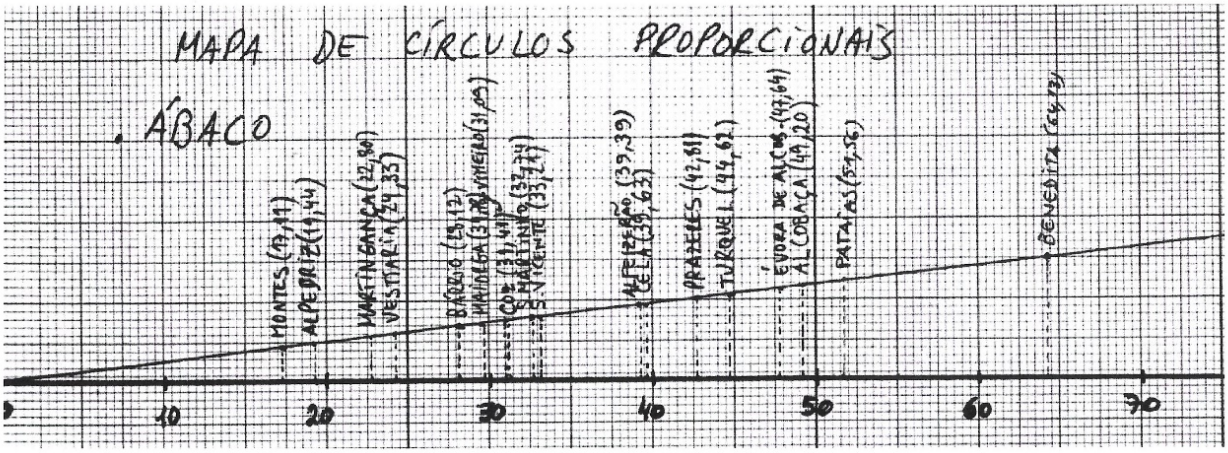
FONTE: INE, Mapas Censos 2011, Divisão Administrativa (http://mapas.ine.pt/map.phtml)

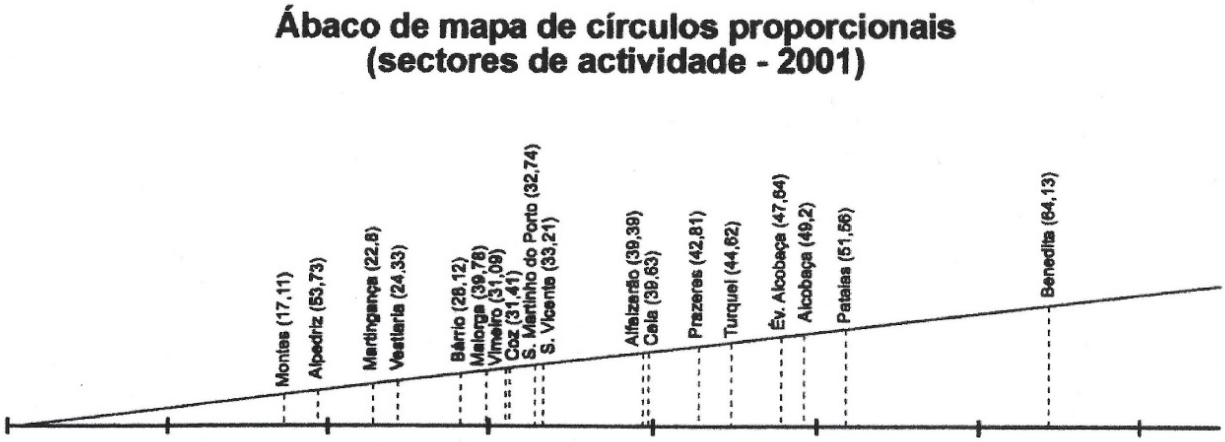
DOCUMENTO 3

Licenciatura em Geografia - Cartografia - 2024/25 – mapa de círculos proporcionais com sectogramas

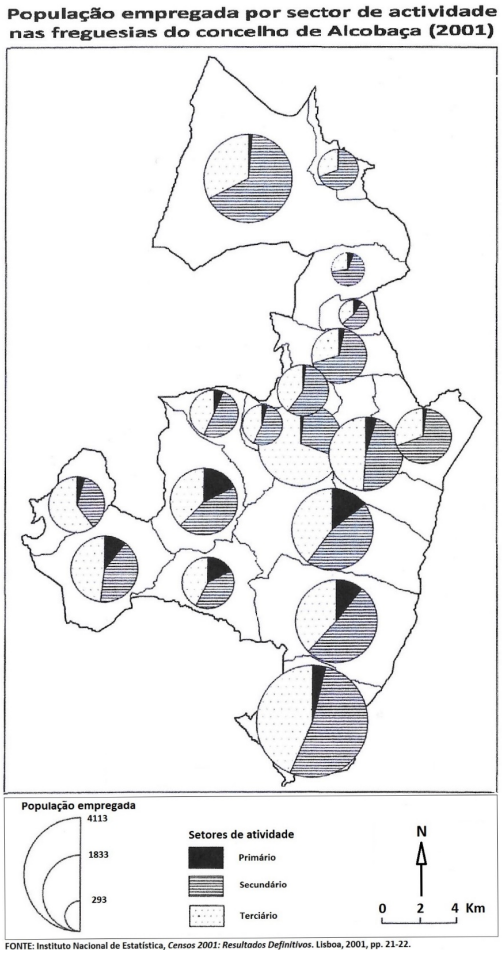
Os mapas apresentados são apenas exemplos de “layout”. As datas dos títulos e as fontes apresentadas não se adequam aos mapas a elaborar no presente ano letivo.

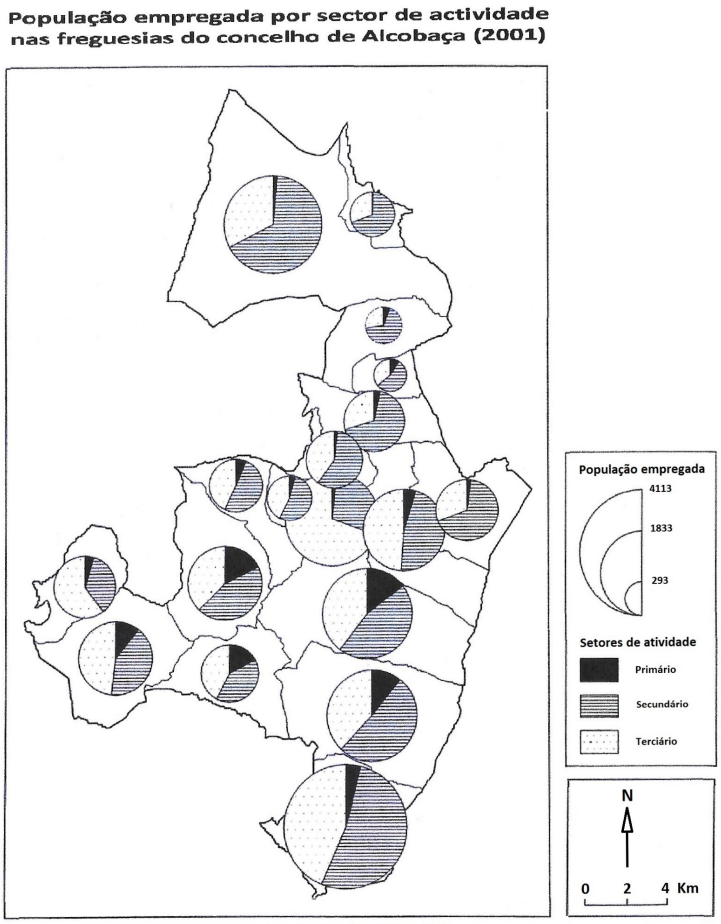
Alcobaça - Ábaco:



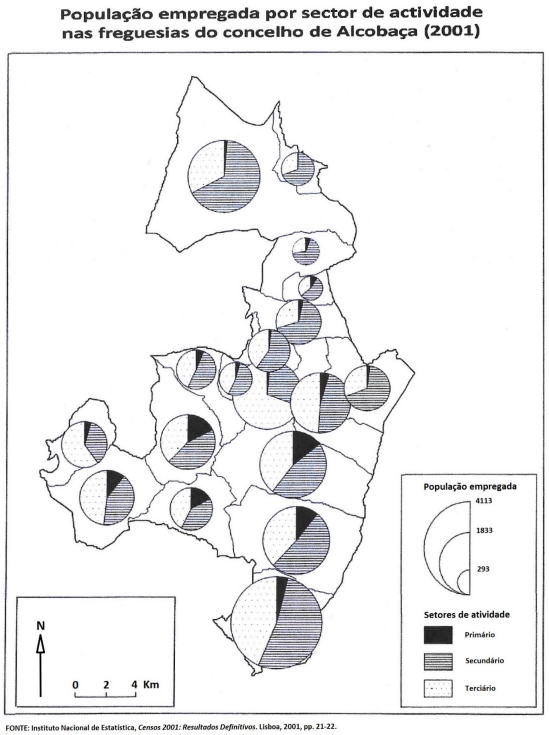


Alcobaça - Exemplo 1 Alcobaça - Exemplo 2





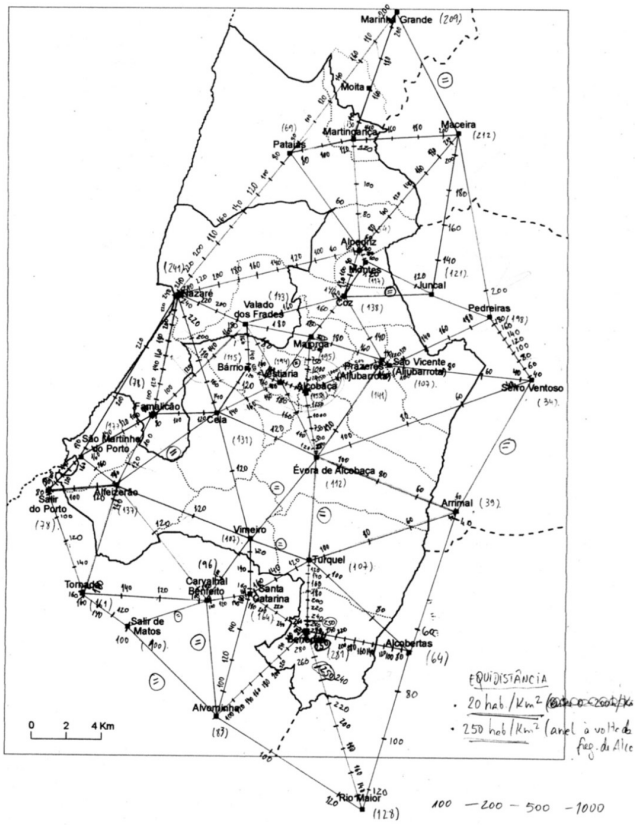
Alcobaça - Exemplo 3



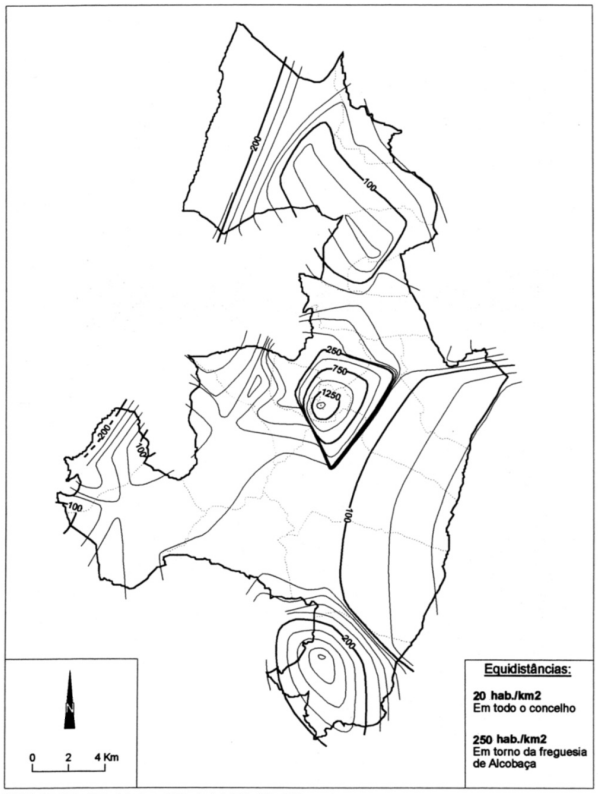
DOCUMENTO 4

Licenciatura em Geografia - Cartografia - 2024/25 – mapa de isolinhas

Interpolação



Densidade populacional no concelho de Alcobaça (base freguesias) - 2001



FONTE: Instituto Nacional de Estatística, *Censos 2001: Resultados Definitivos*. Lisboa, 2001.

DOCUMENTO 5

Cartografia – 2024/25 - Regras para a apresentação do trabalho prático
Data de entrega do trabalho prático: 20 de dezembro de 2024, sala 306, 16:30 – 17:30

I. Formatação do trabalho prático

a) Página de rosto não deve apresentar qualquer imagem e deve conter a seguinte informação:
- Título: Atlas do concelho de (do/da) **…**
- Unidade Curricular: Cartografia
- Ano letivo: 2023/24
- Nome **completo** do(a) estudante;

b) As partes de texto devem respeitar as seguintes normas:
Fonte: *Arial Narrow*; tamanho 12;
Espaçamento entre linhas: 1,5;
Margens: 2,5 cm (superior, inferior, esquerda e direita);
Alinhamento das margens: justificado (à esquerda e à direita);

c) O trabalho deve ter paginação numerada sequencialmente, considerando apenas a frente das folhas (os mapas são considerados para a numeração, mas não necessitam de apresentar o número de página inscrito);

d) Encadernação: simples e barata, apenas com a preocupação de que o trabalho possa ser folheado sem dificuldades e sem risco de se "desmanchar".

II. Estrutura do trabalho prático

- Folha de rosto
- Índice (1 página)
- Introdução (mínimo um parágrafo; máximo uma página)

1. (3 a 4 páginas)
- Mapa de enquadramento do concelho (com identificação das freguesias) – em papel de engenharia;
- Mapa de enquadramento do concelho (com identificação das freguesias) – impresso a partir do Paint (OPCIONAL);
- Texto (mínimo um parágrafo; máximo uma página) sobre os passos e as dificuldades do processo cartográfico;
- Texto (mínimo um parágrafo; máximo uma página) sobre o conteúdo (considerando a região em que se localiza o concelho e a realidade administrativa do país, caracterizar o concelho em relação ao nº de freguesias; superfície média das freguesias; regularidade ou desequilíbrio das superfícies).

2. (5 a 7 páginas)
- Mapa de círculos proporcionais (total de população empregada) com sectogramas (setores de atividade) – em papel de engenharia;
- Mapa de círculos proporcionais (total de população empregada) com sectogramas (setores de atividade) – impresso a partir do Paint (OPCIONAL);
- Tabela com os totais da população empregada e sua partição por setor de atividade, por freguesia (<u>pode ser conjugada com a tabela seguinte</u>);
- Tabela com resultados das raízes quadradas dos totais da população empregada e com valores angulares correspondentes a cada setor de atividade, por freguesia (<u>pode ser conjugada com a tabela anterior</u>);
- Folha de papel milimétrico com ábaco;
- Texto (mínimo um parágrafo; máximo uma página) sobre os passos e as dificuldades do processo cartográfico;
- Texto (mínimo um parágrafo; máximo uma página) sobre o conteúdo (descrever a distribuição dos totais da população empregada e caracterizar as freguesias ou conjuntos de freguesias a partir da estrutura da população ativa).

3. (5 a 6 páginas)
- Mapa de isopletas (densidade populacional) – em papel de engenharia;
- Mapa de isopletas (densidade populacional) – impresso a partir do Paint (OPCIONAL);
- Mapa com triangulações correspondentes às interpolações para as isopletas;
- Tabela com as densidades populacionais por freguesia;
- Texto (mínimo um parágrafo; máximo uma página) sobre os passos e as dificuldades do processo cartográfico;
- Texto (mínimo um parágrafo; máximo uma página) sobre o conteúdo (descrever a estrutura da distribuição das densidades populacionais).

SEGUNDA PARTE

CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

I – CARTOGRAFIA E EXPRESSÃO GRÁFICA

1. Conceitos e conceptualizações

O mapa, termo mais utilizado na língua portuguesa e habitualmente empregue como sinónimo de carta, é o objeto central da Cartografia. Seja como instrumento a utilizar (para ver ou para ler), enquanto objeto a conceber e elaborar ou enquanto documento de estudo, o mapa é o aglutinador e gerador de toda a área de conhecimento que é a Cartografia.

No entanto, não se confunda o mapa ou a carta com Cartografia. O mapa é a representação gráfica, o objeto impresso ou a imagem visualizável no monitor, enquanto a Cartografia é a área do conhecimento que trata da conceção, produção, utilização e estudo documental dos mapas.

Naturalmente, não é fácil encontrar definições suficientemente largas e abrangentes que se adequem a todos os documentos e principalmente a todas as épocas, pelo que é compreensível que as instituições com responsabilidades na área da Cartografia reelaborem os conceitos que difundem, como, aliás, reelaboram o conhecimento em geral nas suas áreas, seja pela necessidade de considerar a evolução das tecnologias, seja pela necessidade de atualização do conhecimento.

Um dos exemplos da necessidade de atualização do conhecimento é relativo ao facto de, durante várias décadas, ter sido aceite pela generalidade dos académicos, nacionais e internacionais, que o termo 'cartografia' teria sido inventado, em 1839, pelo Visconde de Santarém, Manuel Francisco de Leitão e Carvalhosa (1791-1856), conforme o afirmara a afirmação de Armando Cortesão, sabendo-se agora, no entanto, que "a palavra 'cartografia' era comummente utilizada entre os geógrafos franceses e alemães desde c. 1830", tendo sido provavelmente o geógrafo franco-dinamarquês Conrad Malte-Brun, o primeiro a utilizar o termo a partir de 1808 (KROGT, Peter van der, 2015, p. 124).

Já a adequação à evolução tecnológica é evidente na comparação entre a tradicional definição de Cartografia aprovada pela Associação Cartográfica Internacional em 1967 (e publicada em 1973), que a referia como o "conjunto dos estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que intervêm a partir dos resultados das observações diretas 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), e o conceito que a mesma associação aprovou em assembleia geral de 2003 e divulgada a partir de 2004, que apresenta a Cartografia como a "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" (ICA, 2004, 72).

Preocupada com a abrangência, a Associação Cartográfica Internacional acentuou a tónica da simplificação e acrescentou o que chamou de *short definition*, na qual sintetiza a Cartografia como "a arte, a ciência e a tecnologia de fazer e utilizar mapas" (*International Cartographic Association*, 2003, p. 17).

À vantagem da simplicidade contrapõe-se a ausência, mesmo quando conjugada com a anterior *long definition* da ICA, da explicitação da importância do mapa enquanto elemento documental, físico ou virtual, perspetiva que é devida e recorrentemente assinalada nos manuais de Cartografia, nomeadamente no reconhecido *Elements of Cartography*:

> "Num sentido amplo, a Cartografia inclui qualquer atividade 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 coleções de mapas com as atividades 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 atividades poder implicar procedimentos altamente especializados e requerer um treino especial, todas elas se relacionam com os mapas; e é o carácter único destes, como objeto intelectual central, o que aglutina os cartógrafos que trabalham com eles." (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 9).

Na essência, a Cartografia abarca tudo o que, direta ou indiretamente, está relacionado com o mapa, sendo este, segundo o conceito emanado pela ICA, uma "representação simbolizada da realidade geográfica, apresentando traços e características selecionados, resultante das escolhas do seu autor e concebida para ser utilizada quando as relações espaciais têm importância essencial." (ICA, 2004, p. 72).

Definição mais simples e tradicional é a apresentada no *Glossário para a Indexação de Documentos Cartográficos* (DIAS, M. Helena e FEIJÃO, M. Joaquina, 1995, p. 44) e repetida, em 2007, no programa da disciplina de Cartografia Temática: "representação gráfica, geralmente plana, de toda ou parte da superfície da Terra ou do Universo e de fenómenos, concretos ou abstratos, aí localizados" (DIAS, M. Helena, 2007, p. 27). Na oportunidade, a autora clarifica que "em português, as expressões mapa e carta podem considerar-se sinónimas, se bem que a primeira seja mais conhecida da generalidade das pessoas, enquanto a segunda é sobretudo referida pelos produtores dos mapas de base" (DIAS, M. Helena, 2007, p. 27).

É também neste sentido que se enquadra a posição de Joaquim Alves Gaspar, quer em relação ao conceito de mapa, quer sobre a utilização dos termos mapa e carta, visto que, para este autor, o mapa é a "representação gráfica simbólica, geralmente plana, da superfície da Terra ou de outro corpo celeste, e dos fenómenos aí localizados", acrescentando que "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" (GASPAR, Joaquim A., 2004, p. 55).

Ambos sublinham a referência ao contexto português, salvaguardando o facto de nos países anglo-saxónicos o termo carta se aplicar com um sentido muito mais específico, sendo reservado para identificar os "mapas especialmente concebidos para satisfazer as necessidades dos navegadores, náuticos e aeronáuticos", no sentido de que, "embora seja uma simplificação excessiva, a distinção é que os mapas são para ser observados, enquanto as cartas são para ser trabalhadas. Nas cartas, os navegadores traçam os seus percursos, determinam posições, marcam rumos e assim por diante", podendo afirmar-se que "os navegadores também utilizam mapas gerais de referência, [pois] o equivalente marinho do mapa topográfico é o mapa batimétrico" (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 15).

Poderia ser neste sentido que a representação de Portugal na escala 1:25.000, o comumente designado "mapa topográfico", elaborado sob a responsabilidade do exército português para servir, originalmente, de referenciação no apoio às movimentações de militares no território, se denomina Carta Militar, ou, ainda, que os documentos produzidos visando o apoio à definição de percursos dos automobilistas sejam denominados como Carta Itinerária ou Carta de Estradas, contudo, ambos são elaborados por produtores de cartografia de base, decorrendo dessa circunstância a utilização do termo carta, em Portugal comumente aplicado à cartografia de base.

Quer a cartografia de referência geral, ou de base, quer a cartografia temática fazem parte de um *continuum* que constitui a comunicação em cartografia, com a primeira num dos extremos, visando o fornecimento de uma certa variedade de informação geográfica através de um desenho preocupado com a legibilidade e o contraste gráfico entre os símbolos, enquanto, no outro extremo, o "mapa temático puro preocupa-se em retratar a forma geral de uma determinada distribuição geográfica", sendo "a relação estrutural de cada parte com o todo que é importante". Assim, embora na maioria dos mapas se combinem ambas as possibilidades, "os objetivos fundamentais de design dos mapas de referência geral e dos mapas temáticos são bastante diferentes e conduzem a tratamentos gráficos distintos" (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, pp. 316-317).

A partir da década de 1960 desenvolveram-se duas abordagens encarando a cartografia enquanto linguagem e comunicação: o *map design*, particularmente incrementado nos países anglo-saxónicos e especialmente nos EUA a partir do contributo fundamental de Arthur H. Robinson, e a *sémiologie graphique*, desenvolvida por Jacques Bertin no contexto da parisiense *École pratique des hautes études*, ambos abordando a produção de mapas com a subjacente preocupação da eficácia, o âmago do novo paradigma emergente (PALSKY, Gilles, 2012, p. 8).

De facto, Jacques Bertin e Arthur H. Robinson, separadamente, mas ao mesmo tempo, o primeiro com o artigo "Recherche graphique" (1952) e o segundo com o livro *The Look of Maps* (1952) iniciaram as duas correntes de investigação e sistematização da comunicação gráfica e cartográfica que se tornaram referências: a *semiologie graphique* e o *map design* (PALSKY, Gilles, 2012, pp. 8-9).

O *map design* e a *semiologie graphique* apresentam várias semelhanças, desde logo porque ambos sublinham os aspetos gráficos do mapa considerando-os uma verdadeira linguagem e ambos repensam a cartografia à luz do paradigma da eficácia do mapa, agora já não assente na legibilidade, na exatidão e na completude, as características procuradas na cartografia anterior, mas antes colocando a tónica na eficácia da leitura por parte do leitor/utilizador do mapa, sublinhando assim a importância do leitor e perspetivando a sua incorporação no processo cartográfico, aparentemente evocando o trabalho de Claude Shannon e Warren Weaver (1949), que no contexto dos desenvolvimentos na área da informação e comunicação subsequentes à segunda guerra mundial, estruturaram a "teoria matemática da comunicação", envolvendo um emissor, um veículo de transmissão e um recetor, o que pode ser encarado, num paralelismo implícito, como o cartógrafo, o mapa e o leitor.

Embora se possa acrescentar a preocupação comum de não considerar os contextos sociais e culturais dos leitores, na procura de uma comunicação o mais objetiva e eficaz possível, as opções metodológicas de Robinson e Bertin foram diferentes, visto o primeiro ter promovido a experimentação, avaliando a reação de múltiplos leitores a diferentes versões/opções de design de mapas visando clarificar as técnicas de mapeamento mais eficazes, enquanto Bertin assentou as respetivas conclusões nas características da visão humana e na intuitiva construção de uma teoria sobre a linguagem gráfica, concebida no contexto do desenvolvimento da semiótica e do estruturalismo na linguística, mas não colocando a reflexão no sinal e antes ao nível das relações subjacentes entre sinais, na sua variação, ou seja, nas variáveis visuais (PALSKY, Gilles, 2012, p. 9). Arthur H. Robinson tinha o olhar essencialmente centrado no mapa, enquanto Jacques Bertin olhava para o conjunto da expressão gráfica (diagramas, redes e mapas).

Apesar de o *map design* ser predominante nos EUA e nos países anglo-saxónicos, enquanto a influência da *semiologie graphique* é mais clara nos países europeus, ambos são incontornáveis na formação de cartógrafos e geógrafos.

No primeiro caso, com manuais como o *Elements of Cartography* (ROBINSON, Arthur H. et al.) com seis edições até 1995, transformando-se no manual de cartografia mais popular dos EUA (Gilles Palsky, 2012, p. 10), ou como o *Thematic Cartography and Geovisualization* (SLOCUM, Terry A.et al.), mais moderno e com quatro edições até 2023, a serem essenciais para as questões mais específicas do desenho cartográfico, como os elementos do mapa ou a rotulagem e toponímia.

No segundo caso, com a *Semiologue Graphique. Les Diagrammes, Les Réseaux, Les Cartes* (BERTIN, Jacques), com duas edições até 1973, que uma recensão coeva "insere no grande movimento de reflexão sobre a comunicação iniciado pelo Curso de Linguística Geral de Ferdinand de Saussure (1911) e renovado pela Teoria Geral da Informação de Claude Shannon" (RIMBERT, Sylvie, 1975, pp. 241), ou o subsequente *La graphique et le traitement graphique de l'information* (BERTIN, Jacques, 1977), onde se definem, de forma clara, as regras e princípios da *expressão gráfica*.

Em Portugal, foi no contexto do ensino superior, com a introdução da *Expressão Gráfica em Geografia* como disciplina obrigatória (Decreto-Lei nº 53/78, de 31 de maio) das licenciaturas em Geografia (DIAS, M. Helena, 1993, p. 5), que ficou clarificada a opção de tradução para o que Jacques Bertin denominou como *la graphique* (no Brasil optariam pelo termo *neográfica*).

Acompanhando Jacques Bertin, devemos encarar a *expressão gráfica* como o conjunto de regras e saberes a utilizar na representação gráfica ao serviço do conhecimento científico, na investigação como na comunicação de resultados, elaborando formas de representação que, quando construídas adequadamente, se constituem como uma linguagem que apela ao sistema de perceção humana da visão e que pretende ser monossémica (Figura 1), ou seja, permitindo apenas uma única leitura, inequívoca, objetiva, visualizada da mesma forma por todos os observadores.

No entanto, a monossemia da imagem não é suficiente, pois existem imagens cuja leitura é inequívoca, como um sinal de trânsito ou os sinais do cálculo aritmético (+ - : x) que não se incluem na expressão gráfica, visto se tratar de grafismos com um único momento de perceção, ou seja, com uma leitura completada apenas num único olhar, enquanto a compreensão de qualquer documento de expressão gráfica, um gráfico ou um mapa por exemplo, necessita de pelo menos dois momentos de perceção (Figura 2): i) de que coisas trata (identificação externa); ii) quais são as relações entre essas coisas (identificação interna).

A identificação externa é fornecida pelo título, pela informação contida nos eixos x e y de um gráfico ou pela legenda de um mapa, por exemplo, enquanto a identificação interna é a descoberta das relações entre os dados ou conjuntos de dados, sacrificando a precisão da simplista leitura de pormenor, que a tabela permite, em favor da perceção do nível intermédio e do nível de conjunto que só um gráfico ou um mapa, elaborado de acordo com os ensinamentos da expressão gráfica, possibilitam.

Em síntese, um documento de expressão gráfica, elaborado no respeito pelas regras da semiologia gráfica, permite uma única e inequívoca leitura (monossemia), tem dois momentos de perceção (identificação externa e identificação interna) e possibilita três níveis de leitura (de pormenor, intermédio e de conjunto).

Para tal, utilizam-se as potencialidades das variáveis visuais, ou seja, as variações que o olho humano ordinário consegue detetar e distinguir, de forma a corresponder à definição explicitada por Jacques Bertin

(1977, p. 176): “a expressão gráfica utiliza as propriedades do plano [uma folha de papel ou um ecrã] para fazer sobressair as relações de ordem, de semelhança ou de proporcionalidade entre conjuntos de dados”.

Enquanto processo de tratamento de informação e de comunicação a expressão gráfica inclui os gráficos ou diagramas, os grafos enquanto representações de redes e os mapas, para cuja elaboração se recorre às práticas e convenções, decorrentes da experiência sedimentada no percurso secular da Cartografia e do desenho cartográfico, mas também às regras clarificadas no âmbito da *expressão gráfica*.

Ao contrário do desenho artístico ou da pintura, na aprendizagem e prática da cartografia, a elaboração como a crítica cartográfica, deve respeitar as regras e convenções reconhecidas pela *International Cartographic Association* (ICA), decorrentes da prática secular e dos ensinamentos do desenho cartográfico, como deve assentar nas prescrições da semiologia gráfica, principalmente no que toca às variáveis visuais.

		SYSTÈME DE PERCEPTION	
SIGNIFICATION ATTRIBUÉE AUX PERCEPTIONS	pansémique	MUSIQUE	GRAPHISME NON FIGURATIF
	polysémique	VERBE	GRAPHISME
	monosémique	MATHEMATIQUE	GRAPHIQUE

Figura 1 – Linguagens, sistemas de perceção e abrangência de significados (BERTIN, J., 1977, p. 179)

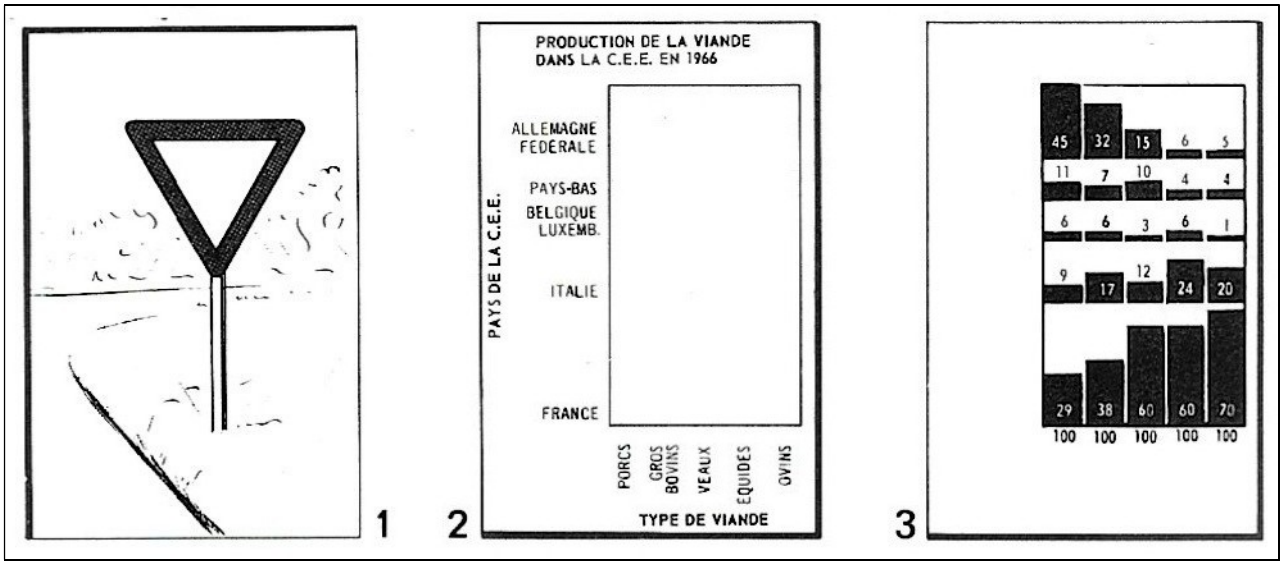


Figura 2 – Momentos de perceção: um grafismo, sinal de trânsito por exemplo, não exige mais que um tempo de perceção (1); um documento de expressão gráfica, gráfico por exemplo, exige dois tempos de perceção: a identificação externa (2) e a identificação interna (3) (BERTIN, J., 1977, p. 176)

2. Classificações

Classificar é uma forma de organizar e implica a delimitação do conjunto de objetos ou sujeitos a ordenar, bem como a clarificação dos critérios que servirão de base à classificação. Neste caso, pretende-se uma classificação que abarque todos os mapas, em todas as suas formas, suportes, funções e usos, os quais evoluem e se diferenciam, quer pelas ideias e conceções, quer pela técnica e tecnologias de cada época, das pinturas rupestres da pré-história às imagens personalizadas da geovisualização de hoje.

Naturalmente, a evolução da cartografia não foi linear, não teve um percurso de progresso contínuo desde as formas de representação mais rudimentares até às mais sofisticadas possibilidades de visualização. As formas e as características dos mapas foram condicionadas por um longo processo de inovações (e revoluções), que levaram ao desenvolvimento de ramificações conceptuais, com a consequente diversidade de tipos de mapas e respetivas denominações, bem como ao aumento e desenvolvimento das opções tecnológicas e respetivas funções e potencialidades (Figura 3).

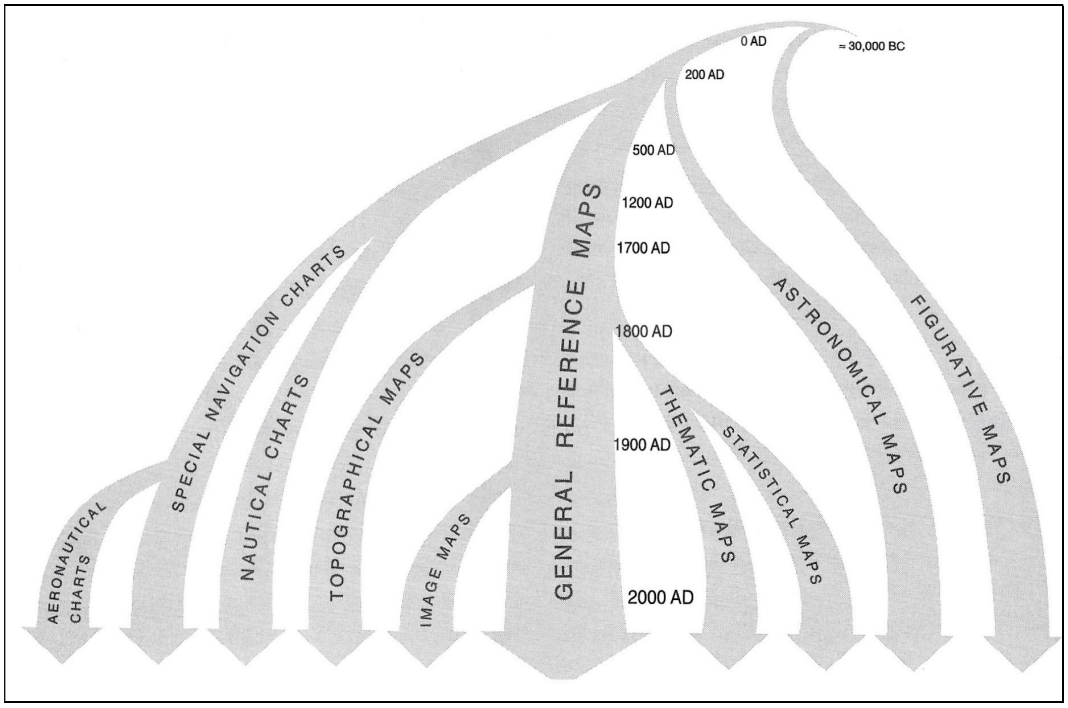


Figura 3 – Ramificação e diversificação da cartografia (ROBINSON, A. H. et al, 1995, p. 22)

Conhecem-se vários exemplos de representações primitivas de informação geográfica, entre as quais se contam a recorrente referência à pintura rupestre de Çatal Hüyük, na Turquia, datada de 6200 a.C. e que os arqueólogos consideram ser uma "representação em planta-perfil, com a visão em planta sendo um mapa cadastral da comunidade e a visão em perfil, um vulcão" importante para a comunidade (CASTIGLIONE, Luiz H., 2021, p. 10); ou os petróglifos de Val Camonica, em Itália, habitada por volta de 3000 a.C., onde se reconhece a representação de casas e caminhos (GELABERT, L. C., 2015, p. 11).

Sabe-se do processamento e armazenamento computacional de dados, da desmaterização da informação, nomeadamente a de caraterísticas geográficas, das potencialidades de ferramentas tecnológicas cada vez mais sofisticadas e poderosas, permitindo, por exemplo, a representação e caracterização de fenómenos dinâmicos, de trajetórias passadas e prospectiváveis, vislumbrando-se, enfim, infinitas possibilidades, por exemplo, na geovisualização personalizada.

Independentemente da datação do mais antigo documento cartográfico conhecido, sabe-se que o mapa, enquanto tipo particular de representação de parte da superfície terrestre, é anterior ao aparecimento da escrita. Independentemente do futuro da evolução das ciências e tecnologias de geoinformação, estamos seguros de que os princípios da estruturação topológica, da geometrização e da georeferenciação, bem como a semiologia da linguagem gráfica, porque intrínsecos à natureza humana, continuarão a ser os "fios condutores" (CASTIGLIONE, Luiz Henrique, 2021) necessários e imprescindíveis para a organização das classificações em cartografia (Figura 4).

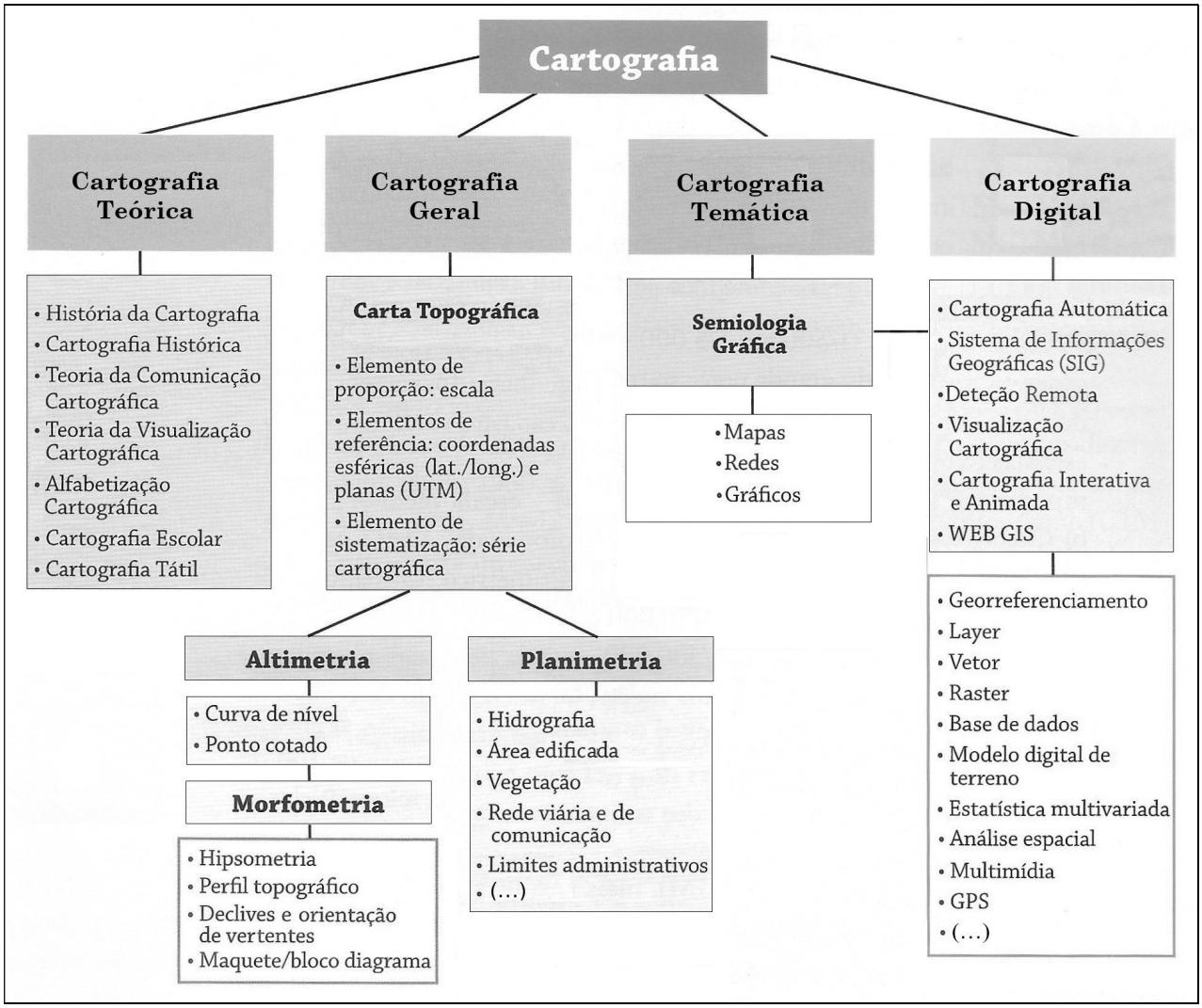


Figura 4 - Classificações da cartografia (Adaptado de CASTRO, José F. M., 2012, p. 45)

De facto, são os princípios da estruturação topológica e da geometrização que definem a cartografia geral ou topográfica, são as bases da geometria euclidiana (ponto, linha e superfície) e as características da visão humana que se conjugaram na conceção da semiologia gráfica enquanto linguagem estruturadora da cartografia temática, são ainda a estruturação topológica, a geometrização, a semiologia gráfica e a georreferenciação global as bases utilizadas pelas novas tecnologias que possibilitam e potenciam a utilização da cartografia automática, dos sistemas de informação geográfica, da deteção remota ou da geovisualização, ou seja, a cartografia digital.

2.1. Questões conceptuais

Conceptualmente, "os primeiros mapas são frequentemente mais figurativos do que literais" (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 23), embora se possa falar também, desde logo, no mapa enquanto simples forma de referenciar o meio físico observado, ou seja, a função geral e mais elementar da representação cartográfica, ou seja "ainda que as representações sejam rudimentares, porque apenas intuitivas, parece razoável considerar que a base da representação geoinformacional está, desde sempre, referenciada a uma estruturação primordialmente topológica, que contempla relações espaciais entre objetos concretos" (CASTIGLIONE, Luiz H., 2021, p. 11).

O desenvolvimento dos fundamentos da geometria na Grécia clássica, assente na criação e desenvolvimento da Geodesia (que trata do estudo da forma e das dimensões da Terra, sendo o contributo de Eratóstenes recorrentemente assinalado), mas também na área da geometrização da informação na demarcação topográfica de terras, conhecida na Babilónia, no Egito antigo, na Grécia e na Roma clássicas, além de contribuir para a concetualização de uma grelha de referência, enquanto sistema de coordenadas (latitude e longitude), incrementou a ideia da precisão cartográfica e promoveu a atenção na representação das relações espaciais/geográficas.

A cartografia náutica, de que se conhecem os portulanos da Baixa Idade Média, ou exemplos mais remotos, ganhou grande incremento na época dos Descobrimentos e nos séculos subsequentes, transformando-se num instrumento fulcral na construção das ideias e estratégias de globalização. O Renascimento e o desenvolvimento da ideia de ciência como forma de conhecimento, que podia ser mensurável e preciso nas medições, proporcionou o arranque do processo de afirmação da cartografia de referenciação, da cartografia topográfica, dita científica, que ao longo dos séculos XVII e XVIII se tornou mais precisa e normalizada, quer na simbologia utilizada, quer na objetivação das medidas. Foi nos finais do século XVIII, por exemplo, que surgiu a ideia da utilização das curvas de nível para a representação da topografia ou, outro exemplo, que foi definido o metro-padrão como a décima milionésima parte do quarto do arco de um meridiano terrestre.

A existência de cartografia geral, num contexto cultural decorrente do Iluminismo e do enciclopedismo, favorecendo a criação de organismos para levantamento e compilação da mais variada informação (tipo de rochas, elementos do clima, ocupação dos solos, tipos de cultivo, rede de estradas, distribuição da população, …), levou ao desenvolvimento significativo da cartografia temática, que também correspondeu às novas circunstâncias económicas e sociais decorrentes da Revolução Industrial e do fim do Antigo Regime, potenciando o conhecimentos científico geral e a emergência das ciências sociais, com a consequente e crescente necessidade de mapear e compreender as mais variadas distribuições, tudo potenciado pelo aparecimento da litografia que, no início do século XIX, permitiu a proliferação de mapas, de base e temáticos, a baixo custo.

Paulatinamente, este percurso consolidou a classificação tradicional dos documentos cartográficos a partir da sua função, a qual, apesar de algumas limitações, continua a ser dominantemente referida e reconhecida, distinguindo três grandes ramos: **cartografia topográfica**, **cartografia hidrográfica** e **cartografia temática**, podendo as primeiras agrupar-se na denominação de cartografia geral, cartografia de base ou cartografia de referência.

De qualquer forma, poderíamos classificar os mapas tendo como critério, por exemplo, o seu tamanho (desde os minúsculos mapas impressos em selos de correio até aos extensos mapas murais militares), mas tratar-se-ia de uma classificação sem qualquer utilidade, pelo que as classificações mais utilizadas, como referenciado em ROBINSON, Arthur H. et al. (1995, pp. 11-17), são as que tomam como critério de classificação a **função**, a **escala** ou o **tema**.

Em relação à função, será usual, em Portugal, utilizar a dicotomia já referida que destrinça os mapas gerais, de referência ou de base (incluindo a cartografia topográfica e a cartografia hidrográfica) dos mapas temáticos. Assinalando-se, no entanto, que nos países anglo-saxónicos referem-se os mapas gerais, as cartas e os mapas temáticos, tendo os mapas gerais a função de inventário (no sentido em que registam o que existe, com alguma perenidade, na superfície terrestre e que a escala permite representar) e reservando-se o termo carta para os documentos que servem de apoio para a definição de rotas e percursos. (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, pp. 13-15).

A escala é utilizada como critério apenas na classificação dos mapas gerais, de referência ou topográficos, não sendo encarada como critério útil para a classificação dos mapas temáticos. Assim, os mapas gerais ou topográficos podem ser classificados como mapas de pequena escala (geográficos), média escala (corográficos) e grande escala (tradicionalmente apenas estes eram denominados mapas topográficos) e, apesar de não existir unanimidade, a maioria dos autores (por exemplo, ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 12 e GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 6) aceitará considerar como pequenas as escalas iguais ou inferiores a 1:500.000, como médias as escalas entre 1:500.000 e 1:50.000 e como grandes as escalas iguais ou

superiores a 1:50.000, sendo os mapas de base com escalas superiores a 1:10.000, geralmente, identificados como *planos* ou *plantas*.

Naturalmente, existem outras opções, como a de Maria Helena Dias, que nas suas "meras sugestões para balizar a adjetivação da escala" (DIAS, M. Helena, 2007, p. 43) apresenta uma classificação, aparentemente explicável pela sua opção de a ancorar nas coberturas cartográficas tradicionalmente produzidas em Portugal, em que identifica como mapas de escala grande os de 1:25.000 ou maior, exemplificando a escala muito grande com 1:2.500; referencia como mapas de escalas médias os de 1:50.000 e 1:100.000; e referencia como mapa de escala pequena os de 1:250.000 ou menor, considerando os que têm escala inferior a 1:7.500.000 como mapas de escala muito pequena, entre os quais podemos referir, por exemplo, os planisférios e os mapa-múndi. A propósito, embora ambos apresentem o conjunto da Terra, não são sinónimos como por vezes são apresentados, diferenciando-se porque no planisfério a representação é uma peça única, enquanto o mapa-múndi "representa os 2 hemisférios da Terra em 2 círculos adjacentes" (LE FUR, Anne, 2004, p. 10), como se fossem as duas metades do globo terrestre.

Quanto ao tema, apesar do aparente paradoxo, podem referir-se alguns mapas gerais, com escala muito grande e onde se explicita a divisão da propriedade, como mapas cujo tema dominante é a representação do cadastro e aos quais se chama mapas cadastrais, ou as plantas urbanas de grande escala cujo objetivo fundamental, enquanto documento integrante de um conjunto, é apresentar as caraterizações ou as opções de planeamento, o que é válido também para os mapas do ordenamento do território às escalas regional ou nacional.

Na cartografia temática, para a qual também se utilizaram originalmente as expressões "mapas especiais" e "mapas singulares", existe enorme quantidade de tipos de mapas classificáveis com base no tema tratado ou predominante, podendo-se, numa classificação literalmente relacionada com os temas, falar em mapas geológicos, mapas climáticos, mapas de solos, mapas de população, mapas de transportes, mapas agrícolas, etc. A sua diversidade será sempre grande, mas a sua utilidade também será limitada, visto que, é provável que encontremos mais diferenças entre dois mapas geológicos de escalas muito diferenciadas do que as que existirão entre um mapa agrícola e um mapa de ocupação do solo da mesma área e escala, dito de outra forma, "a cartografia é independente do tema que representa" (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 11).

De qualquer forma, na cartografia temática, pode encontrar-se maior diversidade de discriminações, em função dos critérios utilizados, que normalmente são a natureza da informação, o tipo de implantação dos símbolos utilizados, as características dos símbolos utilizados, a distorção ou não da base espacial ou número de temas representados (ver capítulo IV).

Recorrendo aos contributos de Joaquim Alves GASPAR (2004) e de Maria Helena DIAS (2007), sistematizam-se os conceitos fundamentais:

Carta topográfica/mapa topográfico (Figura 5):

"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** [igual ou 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 A., 2004, p. 70).

"Mapa de base cuja finalidade principal é representar a topografia da parte emersa da superfície terrestre, tão fielmente quanto a sua escala o permita. Geralmente a escala encontra-se compreendida entre 1:10.000 e 1:50.000 (ou 1:100.000). Actualmente, o termo abrange todos estes mapas, independentemente da escala, sendo a sua função primordial a localização dos fenómenos espaciais (por isso, poderiam ser também designados por mapas de referenciação espacial)." (DIAS, M. Helena, 2007, p. 29).

Carta hidrográfica/mapa hidrográfico (Figura 6):

"Carta de base cujo objetivo é a representação de informação relativa aos oceanos, lagos e cursos de água, bem como às áreas costeiras adjacentes. Não existindo em Portugal cartas hidrográficas propriamente ditas, o seu papel é, em geral desempenhado pelas cartas náuticas." (GASPAR, Joaquim A., 2004, p. 65).

"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 restritas (maior do que 1:150.000)." (DIAS, M. Helena, 2007, p. 29).

Na verdade, embora ambos os autores refiram as mesmas escalas (ver GASPAR, J. A., 2004, p. 68), o Instituto Hidrográfico difere um pouco nesses limites, referindo para as cartas de águas costeiras o intervalo de 1:75.000 a 1:350.000, para as cartas de aproximação escalas de 1:30.000 a 1:75.000, enquanto para as cartas de águas restritas (portuárias e de atracação) indica as escalas iguais ou superiores a 1:30.000.

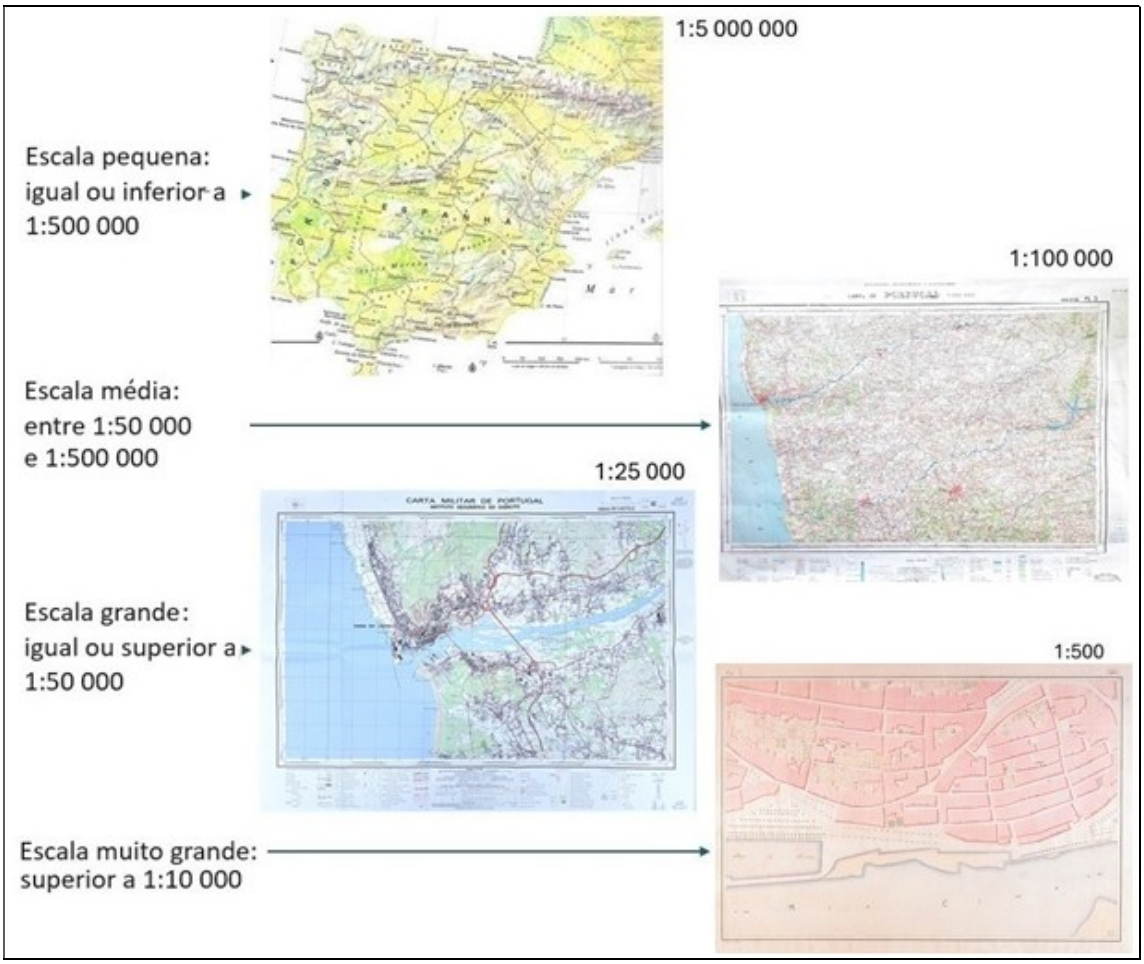


Figura 5 - Exemplos de mapas gerais, topográficos ou de referência a diferentes escalas. Note-se a variação da quantidade de superfície representada e da generalização da informação

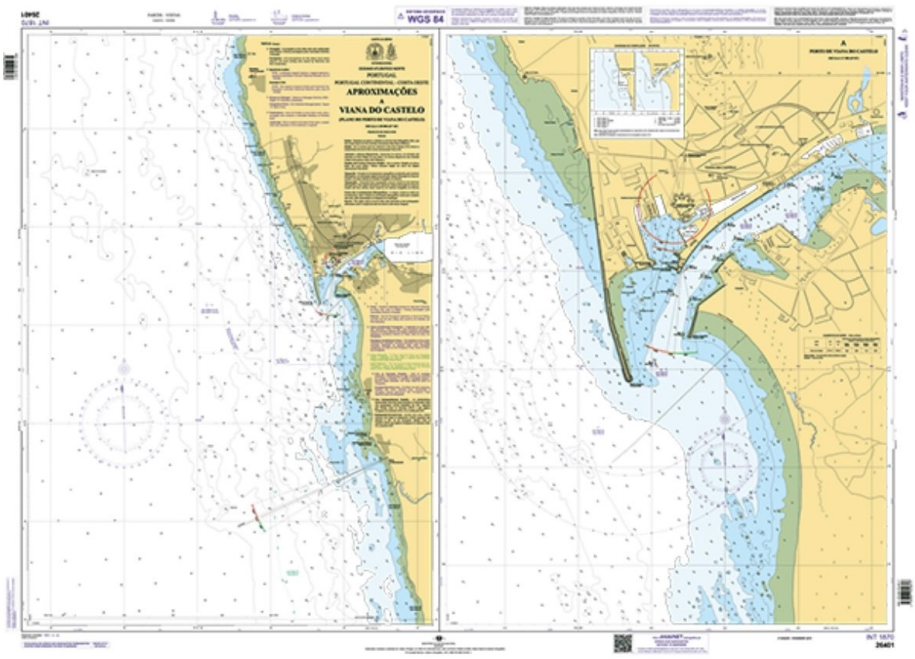


Figura 6 – Cartas náuticas: "Aproximações a Viana do Castelo" (1:30.000) e "Porto de Viana do Castelo" (1:7.500) (1ª edição 2001; 2ª edição 2015) - www.hidrografico.pt

Carta temática/mapa temático (Figura 7):

"Carta cujo objetivo 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 A., 2004, p. 70).

"Mapa cuja finalidade principal é mostrar a distribuição espacial de um ou mais atributos geográficos. Nestes mapas, sobre um fundo mais ou menos simplificado (informações de mapas topográficos ou outras), são representados temas de qualquer natureza, qualitativos ou quantitativos. O uso desta expressão exclui convencionalmente os mapas topográficos." (DIAS, M. Helena, 2007, p. 29).

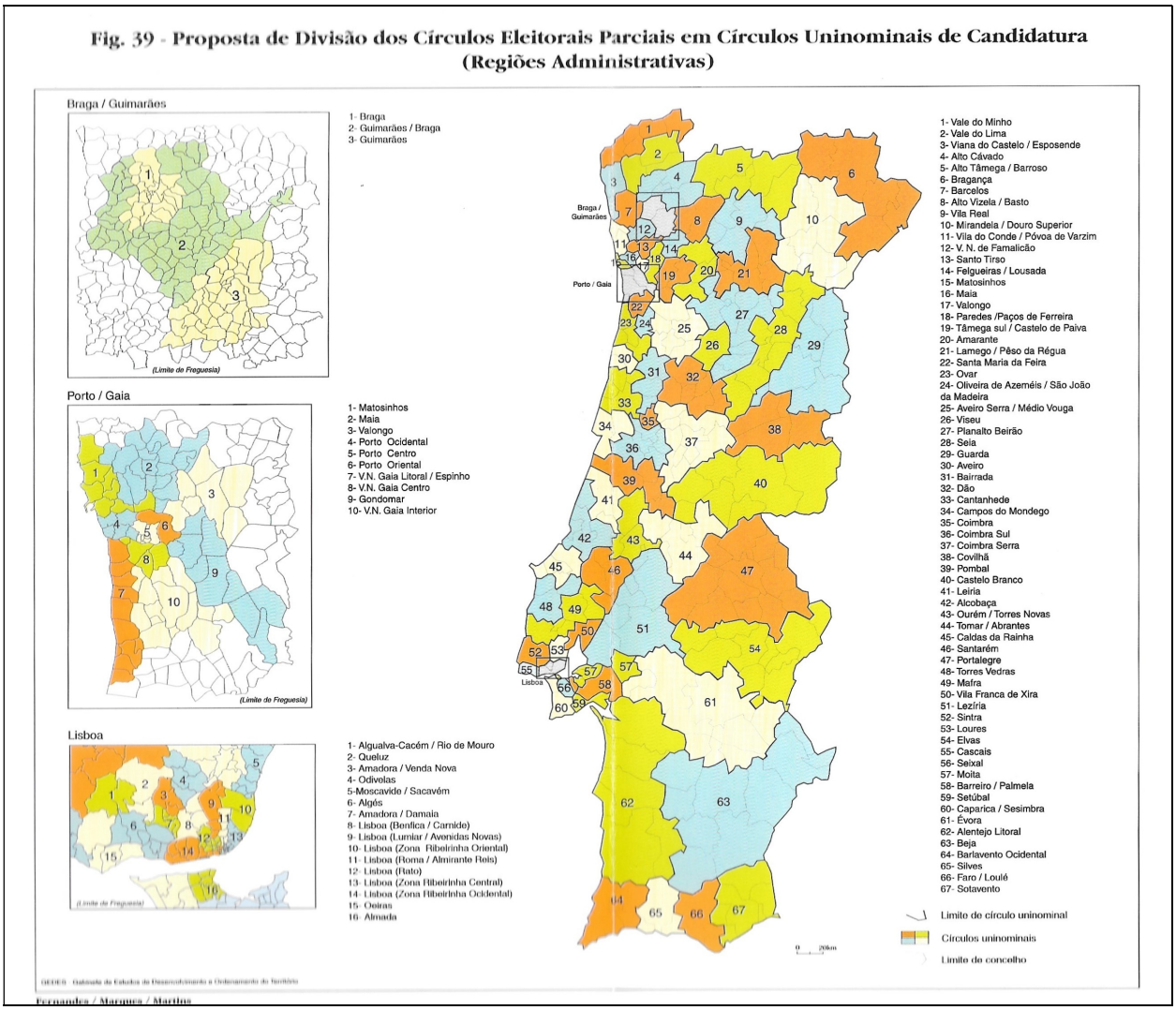


Figura 7 - *Proposta de Divisão dos Círculos Eleitorais Parciais em Círculos Uninominais de Candidatura - Regiões Administrativas* (FERNANDES, Mário G. et al., 2001, p. 467).

Independentemente do suporte (em papel ou virtual), em alguns casos, como o das **cartas hidrográficas**, a carta é constituída por uma folha única, enquanto as **cartas topográficas**, nomeadamente nas escalas médias e grandes, a carta é constituída por um conjunto de folhas denominado **série cartográfica**, em que todas as folhas partilham a mesma escala e os mesmos sistemas de projeção e de referenciação, sendo identificável a posição de cada folha em relação ao conjunto de folhas da respetiva série num **mapa de junção**, como exemplificado pelo mapa "Divisão em folhas das cartas nas escalas 1:25.000, 1:100.000 e 1:250.000", publicado pela Comissão Nacional do Ambiente, em 1974 (Figura 8).

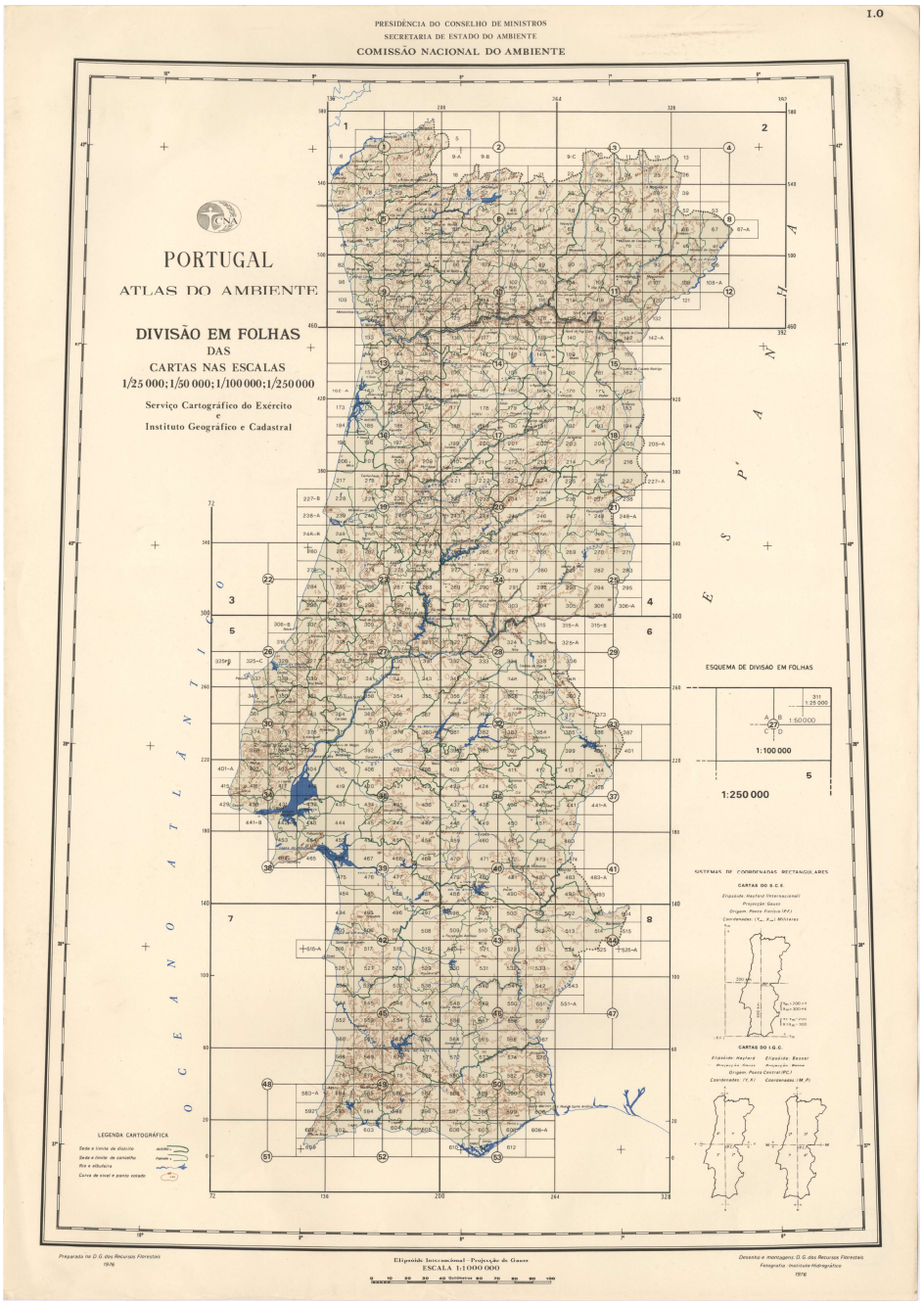


Figura 8 - Divisão em folhas das cartas de escalas 1:25.000, 1:100.000 e 1:250.000 (CNA, 1974).

A cartografia geral, de base ou de referência (topográfica e hidrográfica), é produzida de forma padronizada e, sendo onerosa, é normalmente realizada por organismos estatais ou públicos, nomeadamente nas coberturas nacionais e regionais, envolvendo engenheiros geógrafos e hidrógrafos.

A cartografia temática, de custos significativamente mais baixos, principalmente desde o advento das novas tecnologias e com os variados softwares de cartografia automática disponíveis no mercado, é produzida ou coordenada pelos mais diversos profissionais, como geólogos, arquitetos, economistas, historiadores, sociólogos e, mais frequentemente, pelos geógrafos, que além da produção de cartografia temática, também são utilizadores proficientes da cartografia geral ou topográfica, sendo expectável e compreensível que, como afirmou Orlando Ribeiro, "a Geografia faça maior uso de mapas do que qualquer outra ciência" (RIBEIRO, O., 1987, p. 39).

2.2. Questões tecnológicas

Continuando a ser uma possibilidade "sempre à mão", a elaboração manual de mapas apenas imperou até à segunda metade do século XX, quando o desenvolvimento da eletrónica e da informática abriu caminho à possibilidade de automatização e de desmaterialização do mapa, sendo a cartografia em papel, desde aí, complementada e, cada vez mais, substituída pela cartografia digital.

Apesar de algumas diferenças cronológicas, no mundo ocidental, como no mundo oriental, a elaboração cartográfica assistiu a "seis grandes revoluções tecnológicas desde a época em que as imagens cognitivas foram transcritas pela primeira vez em produtos cartográficos tangíveis", sendo que cada inovação tecnológica (figura 9) impactou no âmbito e aprofundamento da disciplina, assim como nas questões mais pragmáticas da "facilidade, velocidade e custo do mapeamento" (ROBINSON, A. H. et al, 1995, p. 29).

De facto, seja pela criação dos instrumentos de observação e medição, como a bússola magnética, na China e introduzida na europa no século XII, ou como os desenvolvimentos no campo da ótica a partir de finais do século XVI, levando à melhoria das observações astronómicas mas também a melhoria das operações de desenho e transferência de imagem; seja pela invenção de novas formas de produção e reprodução de mapas, como a imprensa no século XV, baseada nos princípios da mecânica, ou a litografia e a fotografia no século XIX, a primeira no dealbar do século e assente nos conhecimentos da química, a segunda consolidando-se a partir do final do século e tirando partido do processo fotoquímico e iniciando os processos de deteção remota, tudo demonstra a existência de uma muito estreita e continuada relação entre os avanços tecnológicos e o desenvolvimento da cartografia, o que se explica pela necessidade dos cartógrafos responderem às exigências da(s) sociedade(s) no campo da cartografia: mapas cada vez mais rigorosos e atualizados e a custos cada vez menores.

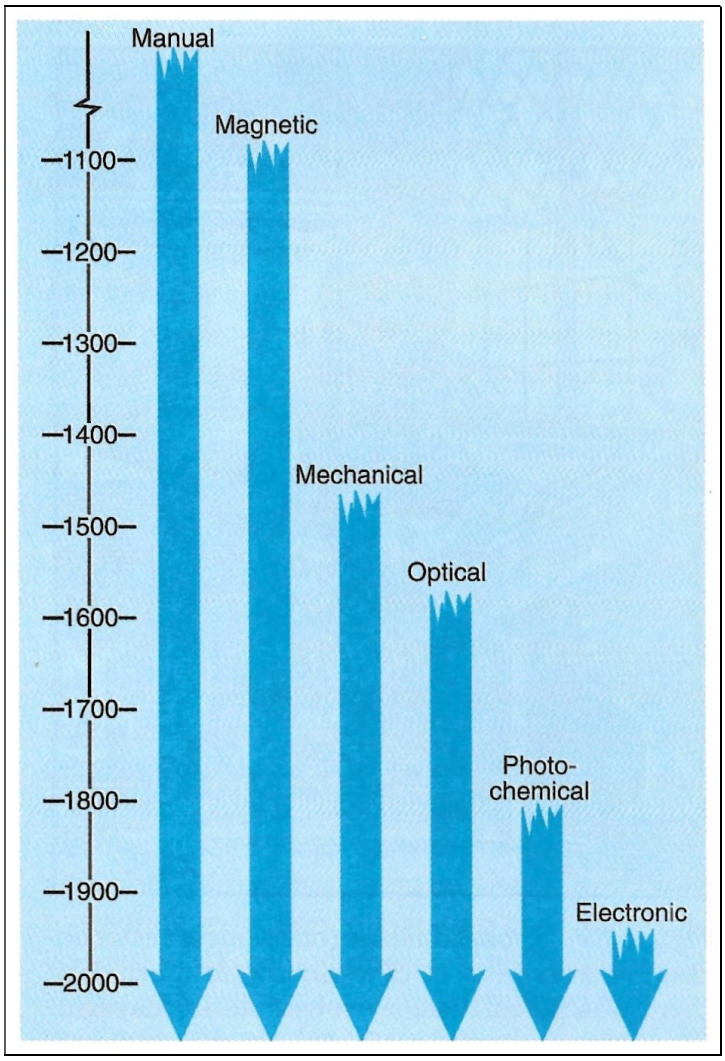


Figura 9 – "Revoluções tecnológicas" (ROBINSON, A. H. et al, 1995, p. 29)

Hoje, continua a ser este o objetivo principal, agora potenciado pela evolução da eletrónica e pela consequente revolução que constitui a utilização do computador nas suas múltiplas possibilidades, desde os softwares para a elaboração manual de mapas à utilização das novas tecnologias para a manipulação de enormes quantidades de informação, estruturadas em bases de dados e agilizadas por ferramentas que permitem e facilitam a respetiva exploração e visualização, com os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) a permitir a cada vez maior número de utilizadores a elaboração dos mapas que entender, que podem depois ser impressos ou visualizados num ecrã.

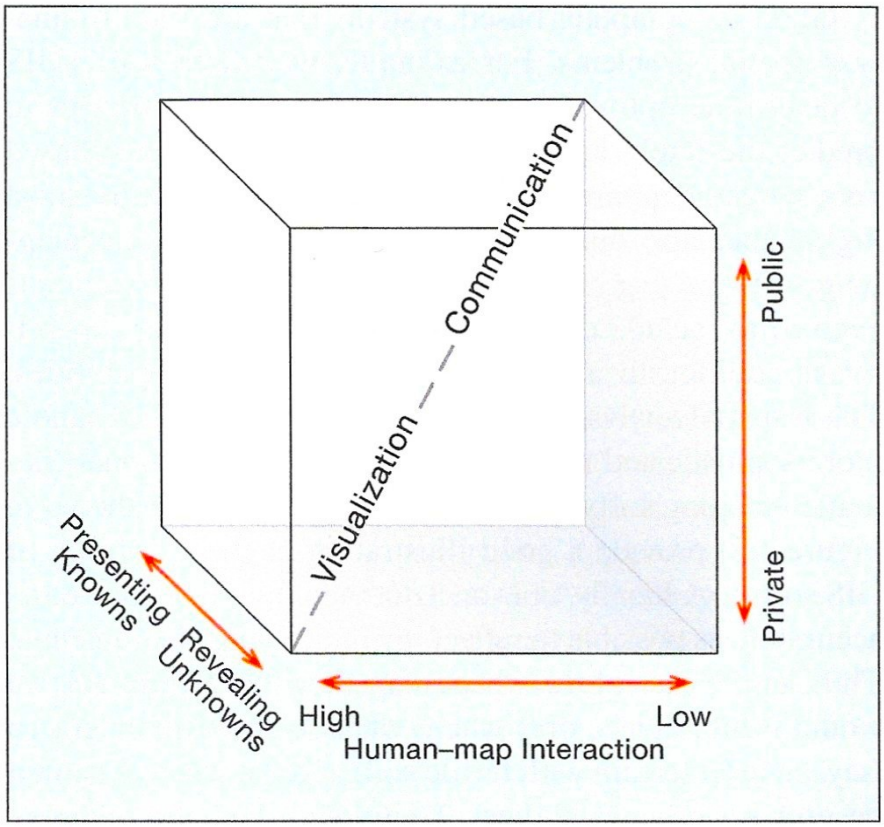
O termo visualização, enquanto criação de uma imagem visual de algo, foi adotado pela ciência da computação como *scientific visualisation*, para referir a exploração e análise gráfica de dados e informação, podendo a expressão *cartographic visualisation* ser definida como a visualização gráfica relacionada com o mapa para a investigação de dados e informação geoespacial (International Cartographic Association, 2004, p. 72), o que levaria à subsequente utilização da expressão *geographic visualization* e da sua síntese

geovisualization, como ilustrado eloquentemente na sequência dos títulos dos manuais de Terry A. Slocum (1999) e de Terry A. Slocum et al (2005, 2009 e 2023), respetivamente:

- *Thematic Cartography and Visualization* (1999, 1ª ed.)
- *Thematic Cartography and Geographic Visualization* (2005, 2ª ed.)
- *Thematic Cartography and Geovisualization* (2009, 3ª ed. e 2023, 4ª ed.)

Terry A. Slocum afirma, desde a 1ª edição, acompanhar a perspetiva de Alan MacEchrean, que definiu, contrastou e representou graficamente (Figura 10) os conceitos de comunicação e visualização, visando distinguir as formas como os mapas são utilizados (SLOCUM et al., 2023, p. 13).

A *geovisualization* (ou *geographic visualization*) contrapõe-se à *geographic communication*, na medida em que esta se refere a uma "atividade pública na qual o conhecido é apresentado num ambiente não interativo", enquanto a primeira é "uma atividade privada na qual o desconhecido é revelado num ambiente altamente interativo" (SLOCUM et al, 2023, 2ª edição, p. 12).



Alan MacEachren's cartography-cubed representation of how maps are used. Note that visualization is contrasted with communication along three dimensions: private versus public, revealing unknowns versus presenting knowns, and the degree of human–map interaction.

Figura 10 – O cubo de Alan MacEachren (SLOCUM et al, 2023, p. 13)

Naturalmente, na atualidade e com a acuidade das novas tecnologias, a Associação Cartográfica Internacional tratou de refazer ideias e conceitos e, tentando abarcar todas as possibilidades, acrescentou à definição de mapa a maneira como podem ser descritos, sob que formas podem existir, que funcionalidades adicionais podem ter e como podem os mapas ser utilizados:

> "Os mapas podem ser descritos como:
> - Permanente (por exemplo, em papel) ou 'virtual' (existente em formato digital ou cognitivo).
> - Visível (pode ser visto) ou 'invisível' (armazenado numa base de dados).
> - Tangível (pode ser manuseado e/ou tocado) ou não tangível (existe apenas em formato digital ou cognitivo).
>
> Os mapas podem existir sob **várias formas**, por exemplo:
> - Em papel (permanente: visível e tangível).
> - No ecrã do computador (virtual: visível, mas não tangível).
> - Armazenado em disco (virtual: invisível, mas tangível).
> - Acessível em rede a partir de uma base de dados (virtual: invisível e intangível).
>
> Os mapas têm **funcionalidades** adicionais, por exemplo, podem ser:
> - Dinâmico – animado em tempo real.
> - Interativo.
>
> Contendo hiperligações que os conectam com informação adicional dentro da base de dados, oferecendo assim fontes para além do seu conteúdo visível. Atuando como interfaces com hiperligações para ajudar os utilizadores a navegar pelo geoespaço. Através de bases de dados associadas, ligadas à rede, de informações geoespaciais.
> - Concebido com novas variáveis, como o som.
>
> Os mapas podem ser **utilizados** como:
> - Imagens virtuais únicas ou coleções destas imagens acessíveis em CD ou em rede.
> - Parte de um sistema interativo em que o utilizador/decisor é capaz de: Selecionar e interagir com mapas previamente configurados. Aceder a bases de dados (através de um mapa de interface) para pesquisar e personalizar o que for necessário.
> - Ser uma interface interativa, também com funcionalidades que permitem que o processo de visualização seja utilizado para: Exploração de dados de bases de dados. Análise de dados."
>
> (ICA Executive Committee, 2004, p. 72)

É evidente que a revolução da eletrónica e da tecnologia informática teve e tem diversas e profundas consequências também em relação à cartografia, nomeadamente na cartografia temática. Em primeiro lugar, porque a possibilidade de elaborar mapas temáticos deixou de ser exclusiva de pessoas formadas para o efeito, generalizando-se a todos quantos tenham acesso a um computador pessoal; depois porque permite produzir mapas difíceis ou mesmo impossíveis de criar de forma manual, como os mapas animados (caracterizados por mudanças contínuas enquanto o mapa é visualizado); acrescenta-se a possibilidade de, em vez do "melhor" mapa para os utilizadores, ser possível e fácil experimentar várias diferentes representações dos mesmos dados; finalmente, a possibilidade e capacidade de articular mapas, texto,

imagens, vídeo e som em apresentações multimédia, de criar representações realistas de ambientes naturais e construídos, de aceder a mapas e a informações relacionadas e relacionáveis através da World Wide Web (SLOCUM, Terry A. et al, 2023, pp. 8-11).

No entanto, porque a produção de mapas se democratizou e já não é competência apenas de cartógrafos treinados, a revolução proporcionada pelas tecnologias geo-espaciais e os inúmeros resultados difundidos, nos media como nas redes sociais, confirma que a versatilidade e potencialidades das ferramentas não asseguram níveis mínimos de qualidade no rigor e na conceção dos exercícios e produtos cartográficos, acontecendo, por vezes, verificar-se o aumento das opções equívocas, ilógicas e mesmo erróneas.

A ideia de responder a esta preocupação com o desenvolvimento de protótipos "sistemas especializados em que o software toma automaticamente decisões sobre a simbolização utilizando uma base de dados composta por conhecimentos de cartógrafos experientes" não tem tido êxito, pois "a maioria dos fornecedores de software de SIG e cartografia não incorporam totalmente os sistemas especializados", possivelmente porque não é fácil encontrar concordância entre os cartógrafos em relação à simbolização (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, pp. 9-10).

Na verdade, trata-se de um processo de decisão assente no conhecimento, na experiência e nos objetivos da representação a elaborar, sendo incontornável a necessidade da formação nas regras da expressão gráfica e, nomeadamente, no conhecimento das propriedades das várias visuais, de forma conjugada com o conhecimento das regras decorrentes da prática secular e das convenções internacionais, independentemente da(s) tecnologia(s) utilizada(s).

Finalmente, visto que raramente uma tecnologia substitui completamente as outras, o cartógrafo de hoje tem mais opções entre as quais escolher, podendo também optar por combinações ou tecnologias híbridas, sendo que a abordagem específica adotada para cada projeto de elaboração de cartografia, nomeadamente a temática, deve procurar o equilíbrio entre o tempo disponível, os custos aceitáveis (mão-de-obra, equipamento, materiais) e o tipo e qualidade do produto (mapa) desejado (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 29). Naturalmente, a utilização das potencialidades das tecnologias SIG requer formação técnica específica, a qual, na formação inicial dos geógrafos é abordada em unidade curricular própria e independente.

3. A cartografia em Portugal

Enquanto meio de conhecimento, de planeamento e de ação, a cartografia foi e é um instrumento de poder em todo o mundo e, naturalmente, também em Portugal.

A cartografia geral, cujo processo é tecnicamente exigente e oneroso, é tradicionalmente produzida por instituições do Estado ou ao seu serviço, enquanto a cartografia temática, podendo, desde sempre, ser mais simples e económica e estando hoje ao alcance de todos, é produzida também por aquelas mesmas instituições, mas ainda, e principalmente, por privados, empresas e pessoas, nomeadamente, investigadores e centros de investigação da academia, empresas e gabinetes de estudos, órgãos de informação e comunicação, entre outros.

Principais produtores de **cartografia geral** (ordem alfabética):

- Centro de Informação Geoespacial do Exército - www.igeoe.pt
- Direção-Geral do Território - https://www.dgterritorio.gov.pt/
- Instituto Hidrográfico - www.hidrografico.pt

Principais geradores de **cartografia temática**, de escala nacional (ordem alfabética):

- Agência Portuguesa do Ambiente - https://www.apambiente.pt/
- Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural - https://www.dgadr.gov.pt/cartografia
- Direção-Geral do Território - https://www.dgterritorio.gov.pt/
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera - www.ipma.pt
- Laboratório Nacional de Energia e Geologia - https://geoportal.lneg.pt/pt/

Principais geradores de **cartografia temática**, de escala local, regional e nacional:

- Câmaras Municipais
- Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR)
- Gabinetes de arquitetura e de engenharia
- Empresas de estudos nas áreas da arqueologia, economia, geografia, história, património, sociologia
- Empresas de estudos nas áreas do planeamento e ordenamento do território, do património, dos recursos naturais e do ambiente
- Empresas da área dos transportes e mobilidade
- Instituições de Ensino Superior (unidades de investigação, investigadores, estudantes)
- Órgãos de comunicação e informação
- Editoras (particularmente de manuais escolares)

3.1. Cartografia geral

Comumente conhecido como "Portugal deitado" por apresentar o seu limite ocidental para o topo da imagem, foi publicado em 1561 e é da autoria de Fernando Álvares Seco o primeiro mapa representando Portugal continental, do qual se conhecem várias versões posteriores e se considera terem existido versões manuscritas anteriores. Apesar da publicação, ao longo dos séculos seguintes, de inúmeros mapas representando Portugal continental, trata-se de exemplares elaborados a partir da tradicional composição cartográfica conjugando informação de diferentes fontes cartográficas (MOREIRA, Luís M., 2012).

A representação "científica" de Portugal continental com base em levantamentos detalhados, à imagem do que se fazia na Europa tendo na França cartografada pelos Cassini um exemplo pioneiro, teve uma proposta no início do século XVIII, da iniciativa de Manoel de Azevedo Fortes, engenheiro-mor do reino, que também promoveu a formação dos engenheiros militares, nomeadamente com a publicação de *O Engenheiro Portuguez* (1728/29), contendo no Tomo I (1728) um autêntico manual de cartografia. No entanto, apenas se concretizaria um primeiro esboço da cartografia moderna de Portugal peninsular em finais do século XVIII, possível pela decisão política que levou ao desenvolvimento da primeira triangulação geodésica do país e à publicação da *Carta dos Principaes triangulos das operaçoens geodezicas de Portugal* (1803), sob a direção de Francisco Ciera, mas cuja continuidade, durante a primeira metade do século XIX, seria impossibilitada pela fase de turbulência política, social e económica, decorrente das invasões francesas, da independência do Brasil e da guerra civil fratricida (FERNANDES, Mário G., 2002).

Assim, a concretização da cartografia científica do conjunto de Portugal continental apenas aconteceria a partir de 1852, quando foi criado o Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria, chefiado por Fontes Pereira de Melo, que legislou no sentido de se proceder ao levantamento da *Carta Geral do Reino* (depois *Carta Chorographica de Portugal*), na escala de 1:100.000 e integrando a *Comissão Geodésica e Topográfica do Reino* no seu ministério (desde 1788 tinha vagueado pela pasta dos Negócios Estrangeiros, Guerra, Marinha e desde 1849 pela dos Negócios do Reino), confiando a sua direção a Filipe Folque e direcionando-a para fins civis e para a execução da política de obras públicas da Regeneração.

A *Comissão Geodésica e Topográfica do Reino,* que sob a direção de Filipe Folque aumentaria a sua importância e competências, seria reformada em 1869 e redenominada *Direcção Geral dos Trabalhos Geodésicos, Topográficos, Hidrográficos e Geológicos* e apesar de ter mudado de denominação várias vezes, em 1926 adquiriu a denominação que a popularizou no século XX, Instituto Geográfico e Cadastral, mantendo-se quase sempre tutelada por ministérios que geriam as obras públicas e comunicações, voltando a mudar de nome apenas no final do século XX, para Instituto Geográfico Português, sendo finalmente integrado, já no século XXI, na Direção Geral do Território, a qual prossegue o exercício das funções ligadas à cartografia para fins civis e integra o respetivo valioso acervo, no qual se destaca, naturalmente, a *Carta*

Corographica do Reino, na escala 1:100.000, cujas 37 folhas foram publicadas entre 1856 e 1904 e constitui a concretização da primeira cartografia moderna, rigorosa e sistemática do conjunto de Portugal continental, e a *Carta Geographica de Portugal*, publicada em 1865, na escala 1:500.000 (FERNANDES, Mário G.., 2002, pp. 48-58).

Presentemente, a **Direção-Geral do Território** - https://www.dgterritorio.gov.pt/ - que além do acervo do ex-IGP (Instituto Geográfico Português) e do subsequente IPCC (Instituto Português de Cartografia e Cadastro, a partir de 1994. também possui o acervo da ex-DGOT-DU (Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano), disponibiliza alguma da cartografia antiga do IGP/IPCC no "Museu Virtual" e alguns dos documentos antigos da DGOT-DU (planos e anteplanos de urbanização, planos regionais e planos de pormenor) no Acervo Histórico do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano - https://www.dgterritorio.gov.pt/dgt/patrimonio/arquivo-otdu

No "Museu Virtual" podem ser visualizadas todas as folhas da *Carta Corographica de Portugal*, na escala 1:100.000 (1856-1904), as folhas da escala 1:50.000 e da primeira metade do século XX, bem como as folhas da Carta de Portugal, na escala 1:100.000, da segunda metade do século XX.

Na atualidade, a DGT disponibiliza, sob pagamento, no formato digital (*raster* ou vetor) e no formato analógico, cartografia topográfica nas seguintes escalas:

1:10.000 – Série cartográfica iniciada a partir da publicação do D.L. n.º 193/95, está homologada para a maioria dos concelhos do país, mas em 2020 encontravam-se ainda sem cobertura perto de duas dezenas de concelhos do interior do país e a maioria dos concelhos das duas áreas metropolitanas. Na recolha de dados para a sua elaboração foram definidos três modelos: Numérico Topográfico (MNT), Numérico Cartográfico (MNC) e Numérico Altimétrico (MNA). O MNT é fundamentalmente vocacionado para os utilizadores que pretendem construir um sistema de informação geográfica, enquanto o MNC deriva do MNT por aplicação das convenções cartográficas.

1:50.000 – Série M7810, 175 folhas, várias datas entre 1960 e 2012;

1:100.000 – Série M684, 53 folhas, várias datas entre 1960 e 2012;

1:200.000 – Série M585, 8 folhas, várias datas entre 1970 e 2002;

1:500.000 – SCN500K, 1 folha, 2017;

1:1 500.000 – SCN1500K, 1 folha, 2014;

1:2 500.000 – SCN2500K, 1 folha, 2003.

Na fotografia aérea, a DGT é detentora de um arquivo de fotografia aérea analógica que abrange o período entre 1944 e 2000, base da cobertura aerofotogramétrica de Portugal Continental, com escalas predominantes de 1:15.000 e 1:30.000, possuindo também fotografia aérea digital, em formato *raster* e em formato analógico, com datas de entre 2004 e 2018. Finalmente, disponibiliza "visualizadores" de

comunicação de informação, onde é possível aceder ao SNIT – Sistema Nacional de Informação Territorial (desenvolvido a partir de 1990) e ao SNIC - Sistema Nacional de Informação Cadastral e é responsável pelo Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG) - https://snig.dgterritorio.gov.pt/ - uma infraestrutura colaborativa que permite partilhar, pesquisar e aceder a dados geográficos produzidos por entidades públicas e privadas em Portugal a partir do Registo Nacional de Dados Geográficos (RNDG), criado pelo D.L. 180/2009, no qual as entidades públicas inserem obrigatoriamente os dados geográficos que produzem ou mantêm, relativos ao território ou águas sob jurisdição nacional.

Quer os trabalhos conducentes à cartografia geológica (tratada no ponto seguinte), quer os hidrográficos, sendo de índole especializada viriam a autonomizar-se, no último caso com a criação do **Instituto Hidrográfico**, pelo Decreto-Lei n.º 43177, de 22 de Setembro de 1960, sob a dependência da Marinha Portuguesa e do Ministério da Defesa Nacional, tendo como missão "assegurar atividades relacionadas com as ciências e técnicas do mar" (www.hidrografico.pt) e contando nas suas competências com o desenvolvimento da cartografia hidrográfica.

O Catálogo de Cartas e Publicações Náuticas - https://loja.hidrografico.pt/?product=catalogo-de-cartas-e-publicacoes-nauticas-digital - apresenta os esquemas da cobertura, com a respetiva informação complementar, da Cartografia Náutica e das Publicações Náuticas de Portugal e dos Países Africanos Lusófonos. Além da cartografia náutica histórica, o Instituto Hidrográfico disponibiliza a Carta Náutica (CN) e a Carta Eletrónica de Navegação (CEN), a várias escalas, para navegação em diferentes contextos e objetivos, sejam os transportes, a pesca ou o recreio.

A destrinça da cartografia terrestre para fins civis e fins militares começou a ser evocada, implicitamente, em 1852, com a criação da Comissão Geodésica e Topográfica do Reino, embora esta tenha sido constituída principalmente por engenheiros militares, em maior número do que os engenheiros civis cuja formação se iniciara apenas em 1837, com a criação das escolas politécnicas de Lisboa e Porto. De facto, os levantamentos cartográficos eram importantes para ambos os fins, mas os militares pretendiam escalas maiores do que 1:100.000. Aliás, Filipe Folque defendeu que os levantamentos fossem efetuados, como em França, à escala de 1:10.000, visto "nesta escala se poder representar com clareza, tudo o que pode interessar, tanto á administração do reino, como à sciencia da guerra", mas Fontes Pereira de Melo inviabilizou tal possibilidade pela sua morosidade e custo (FERNANDES, Mário G., 2002, p. 53).

Assim, apesar da publicação da primeira folha da carta itinerária por divisões militares, em 1881 e na escala 1:250.000, não surpreende que surja em 1891, a primeira folha da Carta dos Arredores de Lisboa, na escala de 1:20.000, editada pelo Corpo do Estado-Maior e que, a partir da implantação da República, o redenominado Estado-Maior do Exército consiga a criação da Secção de Cartografia Militar (1911), para "promover o levantamento, rectificação e publicação das cartas topográficas necessárias", sendo publicada em 1928, a título experimental, a folha de Lisboa da "Carta Topográfica Militar de Portugal", na escala

1:25.000, a única com a palavra topográfica na denominação e a primeira da cobertura do país nesta escala (série M888), cuja publicação regular se iniciou em 1934, pelos denominados, a partir de 1932, Serviços Cartográficos do Exército.

Em 1942, os Serviços Cartográficos do Exército passaram a produzir cartografia utilizando exclusivamente os processos fotogramétricos, congregando os serviços de levantamento aerofotogramétrico produzidos pela empresa SPLAL (Sociedade Portuguesa de Levantamentos Aéreos, Lda), fundada em 1930 e principal adjudicatária de trabalhos de natureza fotogramétrica para os Serviços Cartográficos do Exército e para o Instituto Geográfico e Cadastral (MARQUES, A. e REDWEIK, P., 2010, p. 7), mas também contratualizada pelo ministro Duarte Pacheco para efetuar os levantamentos aéreos de todas as povoações do país, o que realizou entre 1938 e 1941, visando produzir as bases cartográficas necessárias aos municípios para a elaboração dos planos e anteplanos de urbanização (FERNANDES, Mário G., 2002).

Em 1952 ficou concluída a cobertura aérea do território continental e foi iniciada a publicação de cartografias de escalas menores por generalização da escala 1:25.000, concluindo-se em 1955 a primeira cobertura cartográfica de Portugal continental, na escala de 1:25.000, cuja edição se concluiria em 1965. Entretanto, em 1980 foi iniciada a publicação das primeiras folhas da escala 1:25.000 produzidas de forma sistemática por via automática, produzindo-se as primeiras folhas digitais a partir de 1988.

Atualmente, o **Centro de Informação Geoespacial do Exército** - www.igeoe.pt – é responsável pela produção e comercialização da seguinte cartografia:

- Carta Militar de Portugal - Série M888 - 1/25.000, maior escala para cobertura completa do território continental, 632 folhas que variam entre a 2ª e 6ª edições;
- Carta Militar de Portugal - Série M783 - 1/50.000 – elaborada por generalização da informação disponível da Série M888, 175 folhas;
- Carta Militar de Portugal - Série M586 - 1/250.000 – cobre apenas Portugal Continental, é essencialmente uma carta itinerária, 8 Folhas;
- Carta Militar Itinerária de Portugal Continental - 1/500.000, 5ª edição (2020) da Carta Militar Itinerária de Portugal Continental, 1 folha, fornecida unicamente na versão desdobrável.

3.2. Cartografia Temática

A cartografia geral desenvolvida no século XIX, nomeadamente a já referida *Carta Geographica do Reino* de 1865, na escala de 1:500.000, potenciou o desenvolvimento de cartografia temática em Portugal, a qual, apesar de alguns testemunhos anteriores, só a partir daqui começou a conhecer grande desenvolvimento, devendo salientar-se, por exemplo, a primeira *Carta Geológica de Portugal*.

A *Carta Geographica do Reino* foi elaborada para, entre outras razões, satisfazer ao reconhecimento geológico do reino (ALEGRIA, M. Fernanda e GARCIA, João C., 1991, p. 75). De facto, aquando da criação do Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria, em 1852, foi também criada, enquanto "secção especial" da Comissão Geodésica e Topográfica do Reino, a Comissão dos Trabalhos Geológicos do Reino, de cujos trabalhos resultou a publicação, em 1876, da primeira Carta Geológica de Portugal, na escala de 1:500.000, sob a direção de Carlos Ribeiro e Nery Delgado, bem como das versões atualizadas de 1888 e de 1894, da responsabilidade de Nery Delgado e Paul Choffat, e, ainda, a primeira Carta Hipsométrica de Portugal, da responsabilidade de Paul Choffat, em 1906, elaborada a partir da Carta Chorographica na escala de 1:100.000.

Entretanto, iniciou-se em 1940 a publicação regular das folhas da carta geológica de 1:50.000 (ALMEIDA, F. e CARVALHOSA, A., 1974), as quais são hoje disponibilizadas e gratuitamente descarregáveis no Geoportal do **Laboratório Nacional de Energia e Geologia** - https://geoportal.lneg.pt/pt/ - herdeiro do acervo e continuador da cartografia geológica e hidrogeológica em Portugal. Aliás, neste Geoportal é possível descarregar gratuitamente (em jpg ou em pdf) toda a cartografia geológica e hidrogeológica existente sobre Portugal Continental, nomeadamente:

Carta Geológica de Portugal, 1:1.000.000, 2010 (2ª edição), 1 folha
Carta Geológica de Portugal, 1:500.000, 1992 (5ª edição), 2 folhas
Carta Geológica de Portugal, 1:200.000, 1989 (1ª edição), 8 folhas
Carta Geológica de Portugal, 1:50.000, vários anos (1ª edição), publicadas 134 de 172 folhas
Cartas Geológicas da Região Autónoma dos Açores, 1:25.000 e 1:50.000, vários anos, 9 folhas
Cartas Geológicas da Região Autónoma da Madeira, 1:25.000 e 1:50.000, vários anos, 4 folhas
Carta Hidrogeológica de Portugal, 1:1.000.000, 1970 (1ª edição), 1 folha
Carta Hidrogeológica de Portugal, 1:200.000, 1998 (1ª edição), publicadas 4 de 8 folhas
Carta das Nascentes Minerais de Portugal, 1:1.000.000, 1970 (1ª edição), 1 folha

Naturalmente, as instituições produtoras de cartografia geral ou de base também desenvolveram cartografia temática, mesmo não sendo esse o seu objeto primordial.

A **Direção-Geral do Território**, por exemplo, desenvolve cartografia temática específica relacionada e decorrente do seu enquadramento institucional e das suas competências, de onde decorre que seja responsável pela homologação de cartografia de base administrativa e cadastral, pelo acompanhamento da ocupação do uso do solo e do regime de seu uso, ao que se acrescenta, complementarmente, a necessidade de promoção de estudos sobre o reconhecimento da diferenciação paisagística ou dos sistemas urbanos, assinalando-se, neste contexto, a produção e disponibilização de: Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP), Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS), que conta com cinco edições (1995, 2007, 2010, 2015 e

2018) para Portugal Continental; Carta do Regime do Uso do Solo, produto de informação territorial oficial, produzida com base nos Planos Diretores Municipais em vigor.

Não sendo uma instituição com particular vocação para a elaboração de cartografia temática, pelo menos a divulgável, ainda assim, o **Centro de Informação Geoespacial do Exército** produz aquilo a que poderemos chamar mapas turísticos, elaborados à escala 1:50.000 por generalização da escala 1:25.000, legendados em cinco idiomas e representando a Rede de Percursos Pedestres e outra informação turística considerada relevante, estando publicadas as edições relativas ao Parque Nacional da Peneda-Gerês, ao Parque Natural da Arrábida e ao Parque Natural Sintra Cascais.

De igual modo, o **Instituto Hidrográfico** produz na cartografia temática a "Carta dos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental Portuguesa", pertencente à "Série Sedimentológica", constituída por oito folhas, à escala de 1:150.000, bem como as cartas de apoio à navegação de recreio e de apoio à atividade piscatória, ambas enquadráveis na cartografia temática, já que contêm informação suplementar, no primeiro caso sobre as marinas e portos de recreio existentes e no segundo sobre os sedimentos e obstruções às redes de arrasto, sendo estas, as cartas de apoio à atividade piscatória, produzidas em colaboração com o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA).

A propósito, o **Instituto Português do Mar e da Atmosfera** - www.ipma.pt – além de produzir cartas meteorológicas diariamente, elabora também cartografia temática relacionada com a atividade sísmica, com a monitorização e acompanhamento do clima e das características de alguns dos seus elementos mais pertinentes para a saúde, para os fogos rurais ou para a produção na agricultura (evapotranspiração, número de horas de frio, percentagem de água no solo, valores diários da temperatura máxima e mínima por concelho), entre outros.

Na área da agricultura e dos territórios rurais, os primeiros levantamentos agrícolas em território nacional, começaram em Beja, a partir de 1882, sob a responsabilidade do capitão Gerardo A. Pery, sendo depois a "Carta Agrícola" oficializada e alargada a todo o país por decreto de 1886, no contexto da Direção-Geral de Agricultura, ficando os seus trabalhos a cargo da 3ª Secção dos Serviços Geodésicos e Topográficos. Desse processo inicial resultaram algumas dezenas de folhas localizáveis predominantemente no Alentejo. Naturalmente, a produção da cartografia agrícola continuou a ser uma necessidade e preocupação ao longo do século XX, mas apenas teve especial impulso com a atividade do Serviço Reconhecimento e Ordenamento Agrário (SROA) fundado na década de 1950 que deu início à publicação da Carta Agrícola e Florestal de Portugal, na escala de 1:25.000, cujas folhas foram sendo publicadas até final da década de 1970, já sob a égide do subsequente Centro Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário.

Atualmente, a **Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural**, na área do ordenamento rural e da cartografia - https://www.dgadr.gov.pt/cartografia - disponibiliza, em formato analógico e analógico/digital as

folhas das hoje denominadas “Cartas Pery”, bem como as Cartas de Solos e de Capacidade de Uso do Solo, Série SROA/CNROA/IEADR, escala: 1:50.000, sendo ainda responsável pelo Sistema Nacional de Informação do Solo, onde disponibiliza informação relativa à Reserva Agrícola Nacional, bem como, em formato vetorial, a Cartografia dos Solos nas escalas 1:25.000 e 1:100.000, relativa a 2021.

Foi no contexto da JNICT (Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, criada em 1967 para a promoção de política científica nacional) e visando preparar a participação portuguesa na Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente da ONU (Estocolmo, 1972), que foi criada a **Comissão Nacional do Ambiente (CNA)**, em 1971 (BRANDÃO, T., 2015).

Tendo sido “incumbida de coordenar as atividades relacionadas com a natureza e os recursos naturais, e de acompanhar e coordenar os planos promovidos pelos serviços do Estado no que respeitava ao ambiente, elaborando os estudos necessários” (CAMPOS, Vítor & FERRÃO, João, 2015), será no seio da CNA que, logo em 1972, se iniciou a constituição do **Atlas Nacional do Ambiente**, cujo objetivo principal era “a produção de cartografia para o grande público, estudantes, professores e investigadores das diferentes áreas científicas” - https://dados.gov.pt/pt/datasets/atlas-do-ambiente/ - o que se concretizaria com a publicação, ao longo das décadas seguintes, de mapas em folhas soltas, na escala 1:1.000.000, sobre os mais variados temas, físicos e humanos, sendo de destacar a Carta Administrativa, publicada em 1982 (em 1979 e 1981 foram publicadas versões na escala de 1:500.000 e 1:250.000 - DIAS, M. H. e BOTELHO, H. F., 1998, p. 45) por se tratar do primeiro mapa com a representação dos limites das freguesias do país.

Com a afirmação das novas tecnologias, os mapas em papel do Atlas Nacional do Ambiente tornaram-se o ponto de partida para a implementação de um Sistema de Informação Geográfica sobre as questões ambientais, procedendo-se no final dos anos 80, à digitalização e vectorização de uma parte importante desse espólio para constituir o embrião do Atlas Digital do Ambiente - https://sniamb.apambiente.pt/ - atualmente disponibilizado pela **Agência Portuguesa do Ambiente** - https://www.apambiente.pt/ - sucessora daquela comissão.

Ainda na esfera do Estado, as **Câmaras Municipais**, enquanto instituições com jurisdição sobre um termo ou território municipal, mas também as CCDR (**Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional**), enquanto órgãos de execução e acompanhamento das políticas de ambiente, de ordenamento do território e cidades e de desenvolvimento regional, constituem importantes agentes de fomento da cartografia temática, atuando enquanto produtoras ou através da contratação de serviços.

De facto, particularmente depois do 25 de abril de 1974, primeiro com a criação dos GAT (Gabinetes de Apoio Técnico a agrupamentos de municípios, 1976) e dos GTL (Gabinetes Técnicos Locais, 1985) e, depois, com o aparecimento de empresas e gabinetes de estudos e de planeamento, assistiu-se à profusão de cartografia temática no contexto da elaboração de planos de urbanização e de pormenor e de planos diretores

municipais (PDM - Decreto-Lei nº. 208/82, de 26 de maio), dos planos regionais de ordenamento do território (PROT - Decreto-Lei nº. 383/83, de 20 de julho), dos planos especiais de ordenamento do território (PEOT - Decreto-Lei nº. 151/95, de 24 de junho), bem como das duas versões do Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT – 2007 e 2019, coordenados por dois geógrafos, respetivamente, Jorge Gaspar e Teresa Sá Marques).

Gradualmente, desenvolveram-se e diversificaram-se os âmbitos e objetivos para elaboração de exemplares de cartografia temática, sendo esta frequentemente utilizada em estudos de apoio à definição de políticas locais e setoriais, no ensino e investigação, nos órgãos de comunicação social e em várias iniciativas editoriais, entre tantas outras.

Finalmente, uma referência para os atlas temáticos, nomeadamente aqueles que se tornaram referências na academia, particularmente entre geógrafos e historiadores, como as *Cartas Elementares de Portugal para uso das escolas*, de Bernardino de Barros Gomes (1878), considerado "o primeiro atlas temático publicado em Portugal" (DAVEAU, Suzanne, 1995, p. 165), ou os conjuntos de mapas insertos em edições especificamente organizadas para a apresentação do país em exposições internacionais, como a obra *Portugal au point de vue agricole*, organizada para a Exposição Universal de Paris, em 1900, coordenada por Cincinnato da COSTA e D. Luiz de CASTRO (1900) e a *Notas sobre Portugal,* organizada por António Teixeira Judice para a Exposição Nacional do Rio de Janeiro, em 1908. Com coordenação da responsabilidade de geógrafos assinalam-se os incontornáveis *Atlas de Portugal*, primeiro o de Aristides de Amorim Girão, cuja primeira edição se enquadrou no contexto da comemoração dos Centenários (1941, 1ª edição e 1958, 2ª edição) e depois o de Raquel Soeiro de Brito (2005), editado pelo Instituto Geográfico Português e que, uma década depois, veio colmatar "a necessidade de um Atlas de Portugal" anunciada por Maria Helena Dias (1986).

II - O PROCESSO CARTOGRÁFICO

Considerando o processo cartográfico como um caminho que envolve a elaboração e a utilização do mapa, pode-se, como sugerido num manual de cartografia (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 18), anotar as semelhanças entre a cartografia e uma peça teatral que envolva, pelo menos, duas personagens (o cartógrafo e o utilizador, podendo ambos ser representados, sequencialmente, pela mesma pessoa) e que tenha como contexto cénico o mapa e toda a informação potencial que pode ser colocada e nele pode ser lida.

Conceptualizando a cartografia e o processo cartográfico enquanto sistema de comunicação de informação, constituído por um conjunto de etapas que implicam a utilização de técnicas e conceções específicas, salientam-se, no contexto desta unidade curricular, os aspetos relativos à escala do mapa, à generalização cartográfica e à simbolização cartográfica.

1. As etapas

O processo cartográfico pode ser encarado sob vários prismas ou conceções, colocando o foco nas questões técnicas como o rigor geométrico, a tecnologia ou processo de elaboração e os aspetos técnicos do desenho, olhando para as questões de âmbito artístico que buscam uma composição simples, legível e com equilíbrio visual, e ainda considerando a perspetiva da eficácia do mapa. No entanto, independentemente de se considerar a precisão, as técnicas, os custos ou a estética, a preocupação deve fixar-se na eficácia do mapa enquanto instrumento de pensamento e de comunicação (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 17), devendo este ser o foco central do processo cartográfico, quer na elaboração quer na utilização do mapa (Figura 11).

Neste sentido, podemos, com Arthur H. ROBINSON et al (1995, p. 18), identificar quatro categorias de processos, nomeadamente:

1. Recolha e seleção 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.

Em todas estas categorias ou subprocessos acontecem importantes transformações da informação, seja pelas opções e filtros da recolha e armazenamento da informação, pelas opções de tratamento e representação da informação e seja pela leitura, análise e interpretação da informação representada no mapa. (Figura 12).

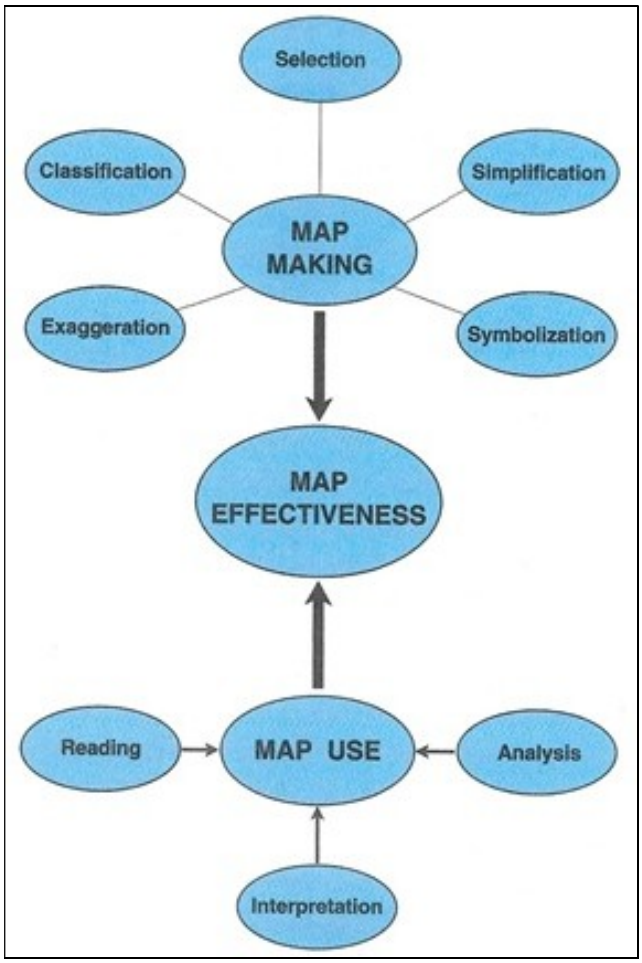


Figura 11 - A eficácia como objetivo central do processo cartográfico (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 17)

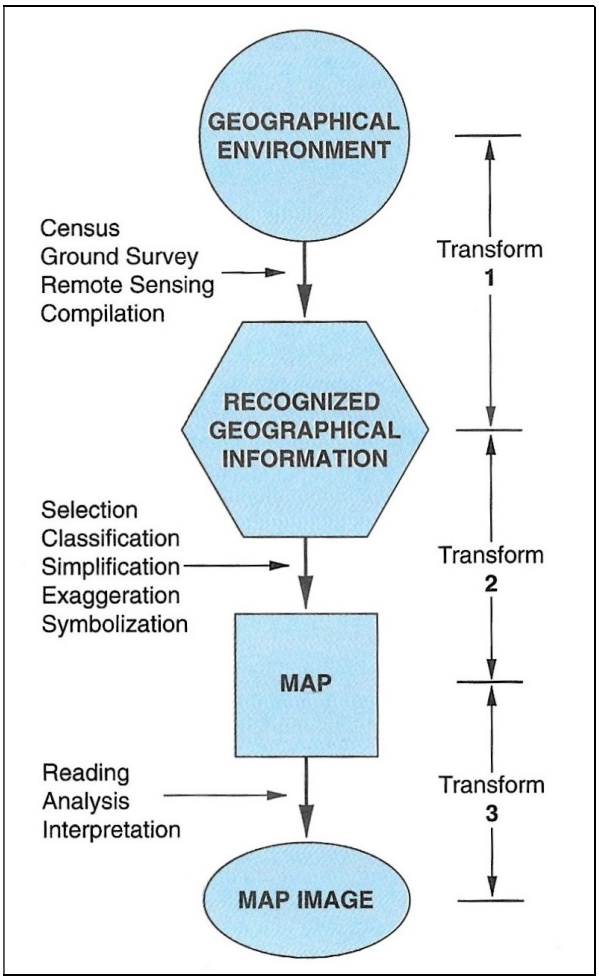


Figura 12 - Transformações da informação em cartografia (ROBINSON, A. H. et al, 1995, p. 18)

Naturalmente, apesar de apresentarem algumas diferenças de pormenor, a generalidade dos autores explicita sensivelmente os mesmos passos para o processo cartográfico.

Maria Helena Dias, por exemplo, define o processo cartográfico como o "conjunto de etapas que decorre da realidade até à obtenção de qualquer mapa – elaboração – e deste até à compreensão dessa realidade – utilização" (DIAS, M. H., 2007, p. 34), identificando em imagem as principais etapas do processo cartográfico (Figura 13) e discriminando em texto o respetivo conteúdo.

- 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).

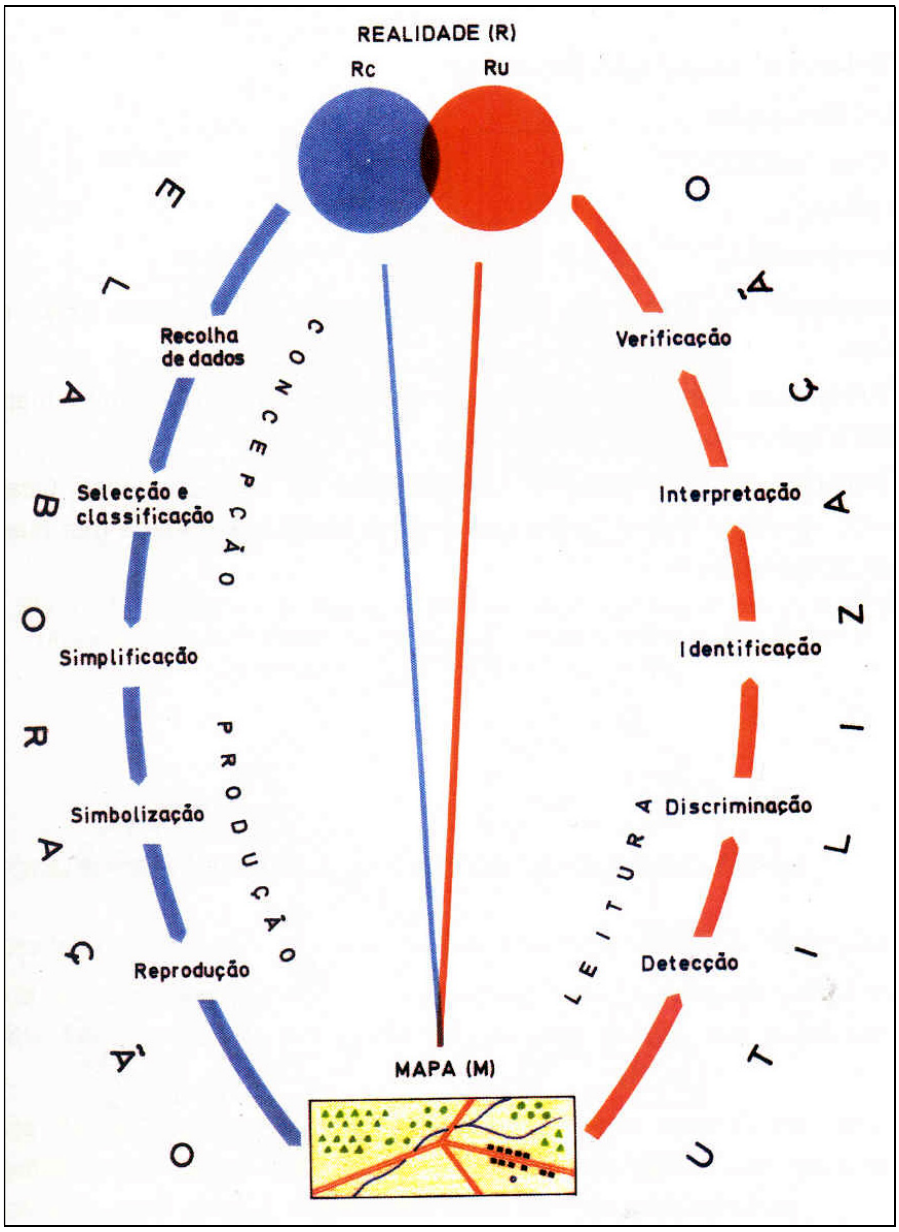


Figura 13 - Etapas principais do processo cartográfico (DIAS, M. Helena, 2007, p. 35)

Acompanhando Terry A. Slocum et al (Figura 14), os passos básicos para comunicar informação cartográfica a outras pessoas são assim discriminados (SLOCUM et al., 2023, p. 5 e 232):

- Considerar como poderá ser a real distribuição do fenómeno e ponderar o grau de generalização adequado ao propósito do mapa;
- Determinar o propósito do mapa e o seu público-alvo;
- Recolher dados apropriados para a finalidade do mapa;
- Projetar e construir o mapa;
- Determinar se os utilizadores consideram o mapa útil e informativo.

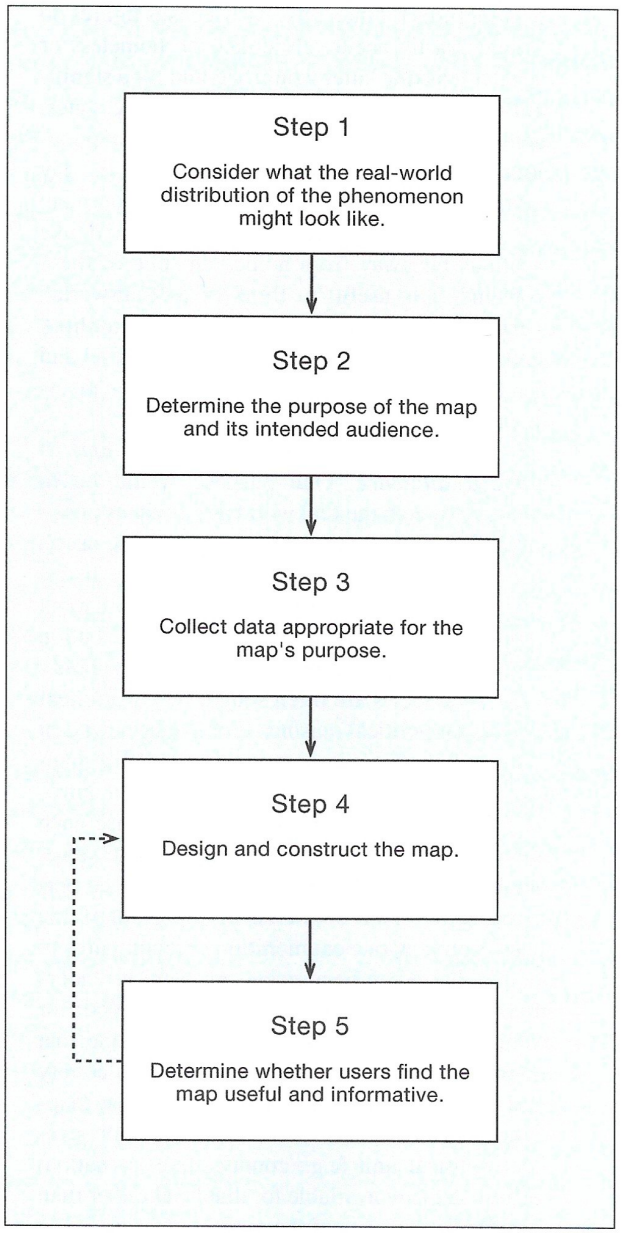


Figura 14 - Passos básicos para comunicar informação cartográfica (SLOCUM et al., 2023, p. 5)

Finalmente, Alan M. MacEachren, encara o processo de comunicação gráfica (Figura 15) de informação espacial como um sistema em que a informação relativa à realidade é compilada, formatada e simbolizada pelas conceções do cartógrafo, chegando pelo mapa ao utilizador que com as suas características percetivas forma a sua leitura, a sua imagem da realidade. O cartógrafo é condicionado pelos seus objetivos, conhecimentos, experiência, competências e atitudes, bem como pela vontade do cliente e ainda "pelos processos de abstração pelos quais a informação é colocada sob a forma de um mapa (i.e., projeção, simplificação, generalização, classificação, simbolização, etc.)". O leitor é condicionado pelas suas capacidades percetivas e espaciais, pela compreensão do sistema de símbolos (compreensão da legenda), pelos "objetivos, atitudes, tempo de visualização, inteligência, conhecimento prévio e preconceitos". De todas as condicionantes, do cartógrafo e do leitor, podem decorrer inibições da transmissão de comunicação, "resultando na perda de informação ou em erros de comunicação" (Mac EACHREN, 1995, pp. 4-5).

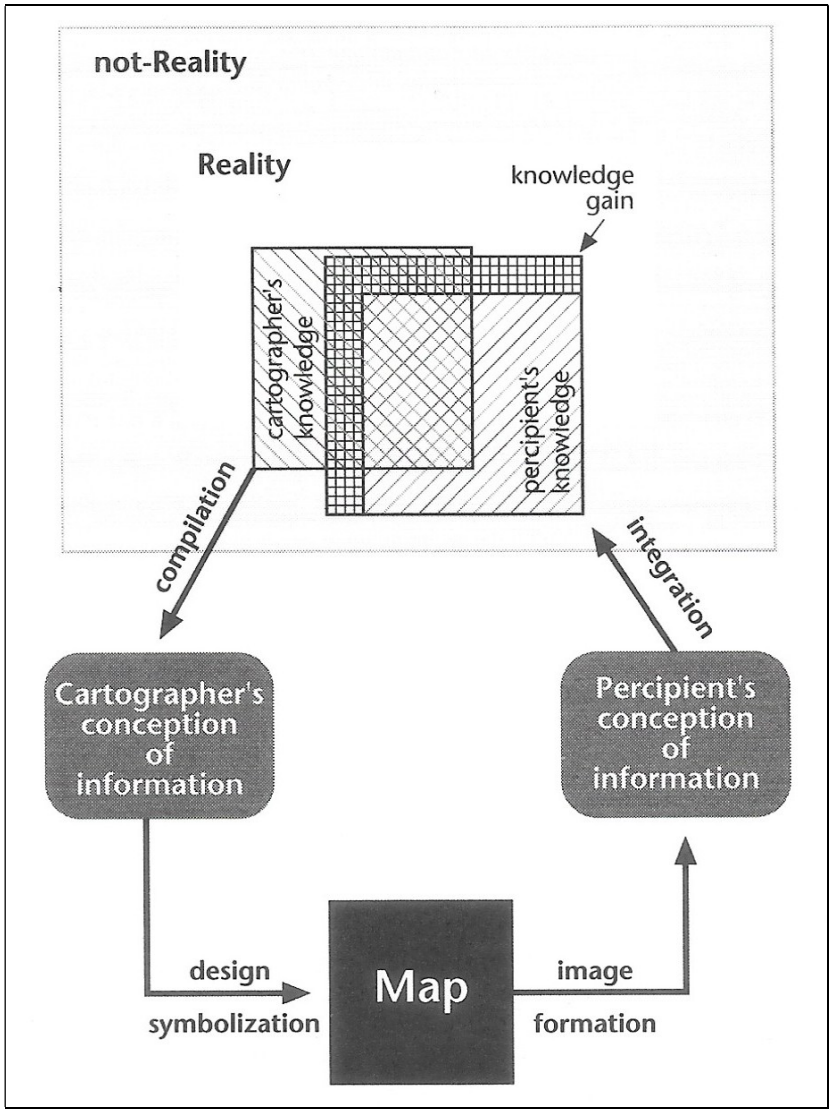


Figura 15 Cartografia como processo de comunicação gráfica (Mac EACHREN, 1995, p. 5)

2. A escala do mapa

2.1. Conceptualização

Sendo o mapa uma representação de parte ou da totalidade da superfície terrestre, a escala do mapa é a expressão da relação entre as dimensões da realidade representada e da sua representação. 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* (ver Tema III).

Baseada em princípios estritamente matemáticos, a escala cartográfica corresponde a uma fração representativa, em que o numerador corresponde à distância no mapa (convencionalmente representada pela unidade), enquanto o denominador indica a distância real que lhe corresponde, podendo ser lido como o número de vezes que a realidade foi reduzida. Evocando o paradoxal mapa do escritor Jorge Luís Borges, que em obra de 1946 ficciona "um Mapa do Império que tinha o Tamanho do Império e coincidia com ele ponto por ponto" (PALSKY, Gilles, 1999), estaríamos face a um mapa na escala de 1/1, ou seja, um mapa sem qualquer redução da realidade representada, um mapa na maior escala possível.

Naturalmente, para que o mapa seja manuseável e tenha alguma utilidade, importa que a sua dimensão seja bastante menor do que a realidade, o que implica reduzir as dimensões na respetiva representação. Assim, se elaborarmos um mapa em que a realidade seja representada com metade das suas dimensões terá uma escala de 1/2 e numa representação que seja quatro vezes menor do que a realidade representada teremos uma escala de um por quatro (¼). Ou seja, quanto maior for o denominador mais vezes a realidade é reduzida, logo, menor será a escala do mapa e, portanto, menor pode ser a quantidade e a qualidade da informação representada, que o mesmo é dizer maior será o grau da *generalização cartográfica*.

Se imaginarmos um observador a efetuar uma viagem de avião, logo depois de levantar voo, enquanto se encontra a baixa altitude, o seu olhar está limitado a uma área relativamente restrita, mas consegue observar muitos pormenores da superfície terrestre; em contraponto, conforme o avião sobe para altitudes mais elevadas o olhar do observador consegue alcançar uma área cada vez maior, mas vai perdendo a possibilidade de destrinçar os pormenores, deixando de ver alguns aspetos e vendo outros de forma cada vez mais imprecisa. Ou seja, observa cada vez maior superfície geográfica, mas ao representar o que observa elabora sucessivos mapas com cada vez menor pormenor ou qualidade da informação, ou seja, com escala cartográfica cada vez menor.

Assinale-se, então, a diferença entre os conceitos de escala do mapa ou escala cartográfica e de escala geográfica, pois enquanto a primeira se relaciona com as características da representação, a segunda está associada à extensão da área considerada. Na escala geográfica referem-se as escalas local, regional, nacional ou global, por exemplo, mas está a falar-se de escalas ou níveis de abordagem, havendo fenómenos cuja expressão pode ser mais significativa à escala local, por exemplo, mas podendo ter significados em

todas as escalas de abordagem e ser utilmente representáveis em mais do que uma escala cartográfica. Neste sentido, não é propriamente adequado afirmar que as escalas cartográficas e as escalas geográficas têm uma relação inversamente proporcional, pois é possível que seja pertinente representar numa escala cartográfica grande a expressão local de um fenómeno que tem importância e expressão à escala nacional ou global.

Como vimos, os mapas gerais ou de base 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*).

Em qualquer dos casos, estamos a falar de escalas de redução na representação da realidade, que é o que acontece sempre no caso dos mapas, no entanto, como curiosidade, note-se que se pode igualmente referir as escalas de ampliação como, por exemplo, nas áreas da mineralogia, da biologia ou da medicina, onde são frequentes as representações da realidade por ampliação, sendo que, nestes casos, a unidade passa a constar, convencionalmente, no denominador. Nas ampliações a variação do numerador também é inversamente proporcional, pelo que quanto menor for o numerador maior é a escala.

Escala	Objetivo
1:2.000	**Redução** – uma unidade na representação corresponde a 2.000 na realidade
50:1	**Ampliação** - cinquenta unidades na representação correspondem a 1 na realidade

Note-se que, devido às distorções decorrentes da transposição do modelo reduzido da *superfície de referência* da Terra para o plano que é o mapa, a escala indicada num mapa é, normalmente, a denominada *escala principal*, a qual não corresponde à escala real em todo o mapa, pois esta varia com a posição e a direção consideradas, apesar de, normalmente, não se indicar as linhas ou os pontos onde é válida. Esta questão tem particular acuidade nas escalas pequenas, o que explica a apresentação de escalas gráficas múltiplas que expressam a escala em função das latitudes (Figura 19).

Finalmente, socorramo-nos do esquema de Borden Dent (1999), para sintetizar os aspetos essenciais, ou seja, considerando como referência a escala do mapa ou cartográfica, a quantidade de superfície terrestre representada varia de forma indiretamente proporcional com a escala, a pormenorização da informação apresentada varia de forma diretamente proporcional com a escala e, consequentemente, a generalização cartográfica, que o autor identifica com a maior ou menor necessidade de simbolização, varia de forma indiretamente proporcional com a variação da escala (Figura 16).

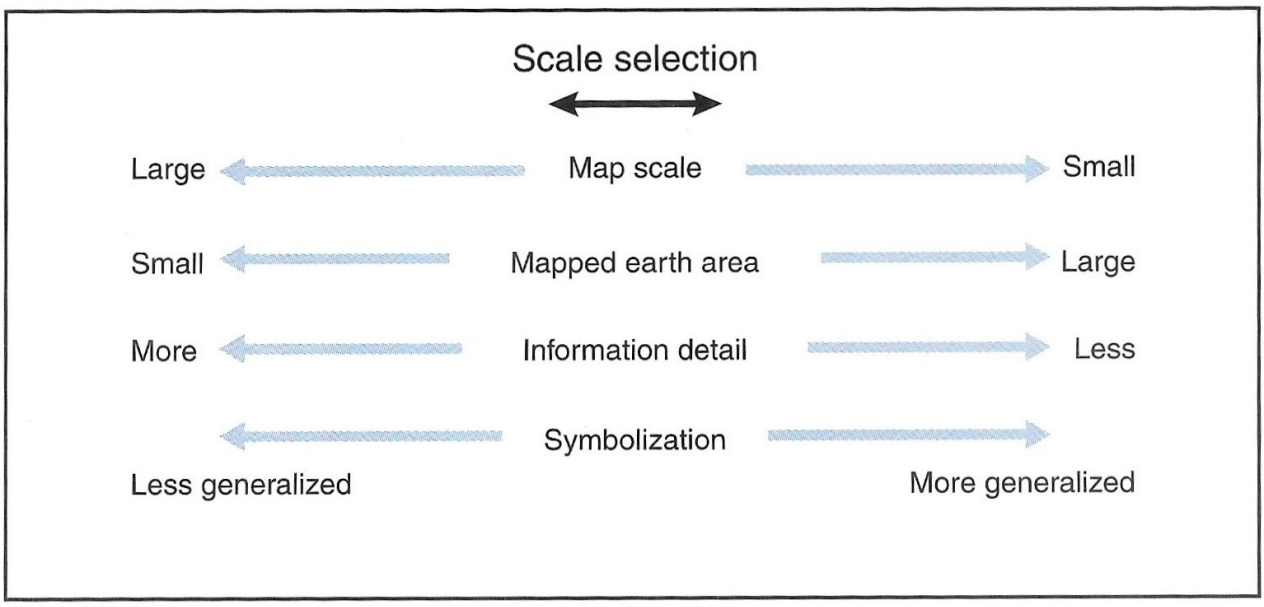


Figura 16 – Escala do mapa e sua relação com a dimensão da área representada, com o detalhe da informação e com a simbolização (Borden D. DENT, 1999, p. 12)

2.2. Formas de expressão da escala cartográfica

As escalas têm três formas de ser apresentadas: a forma numérica, a forma gráfica e a forma verbal (Figura 18). Na escala numérica as duas dimensões relacionáveis (a distância no mapa e a distância correspondente na realidade) são expressas apenas através de números, os quais podem ser verbalmente transmissíveis (escala verbal), podendo, finalmente, uma das dimensões (dimensão no mapa) ser expressa graficamente (escala gráfica), mantendo-se a expressão da correspondente dimensão na realidade através de números.

a) Escala numérica

A escala numérica é expressa sob a forma de uma fração, sendo o numerador, convencionalmente, a unidade e o denominador o número de vezes que a realidade é reduzida (Figura 17). Por exemplo, 1:25.000 significa que 1 centímetro (cm) no mapa corresponde a 25.000 centímetros na realidade, o que pode ser expresso verbalmente dizendo ou escrevendo "um centímetro representa 250 metros".

1:25.000	1/25.000	$\frac{1}{25.000}$

Figura 17 - Formas de expressar uma escala numérica

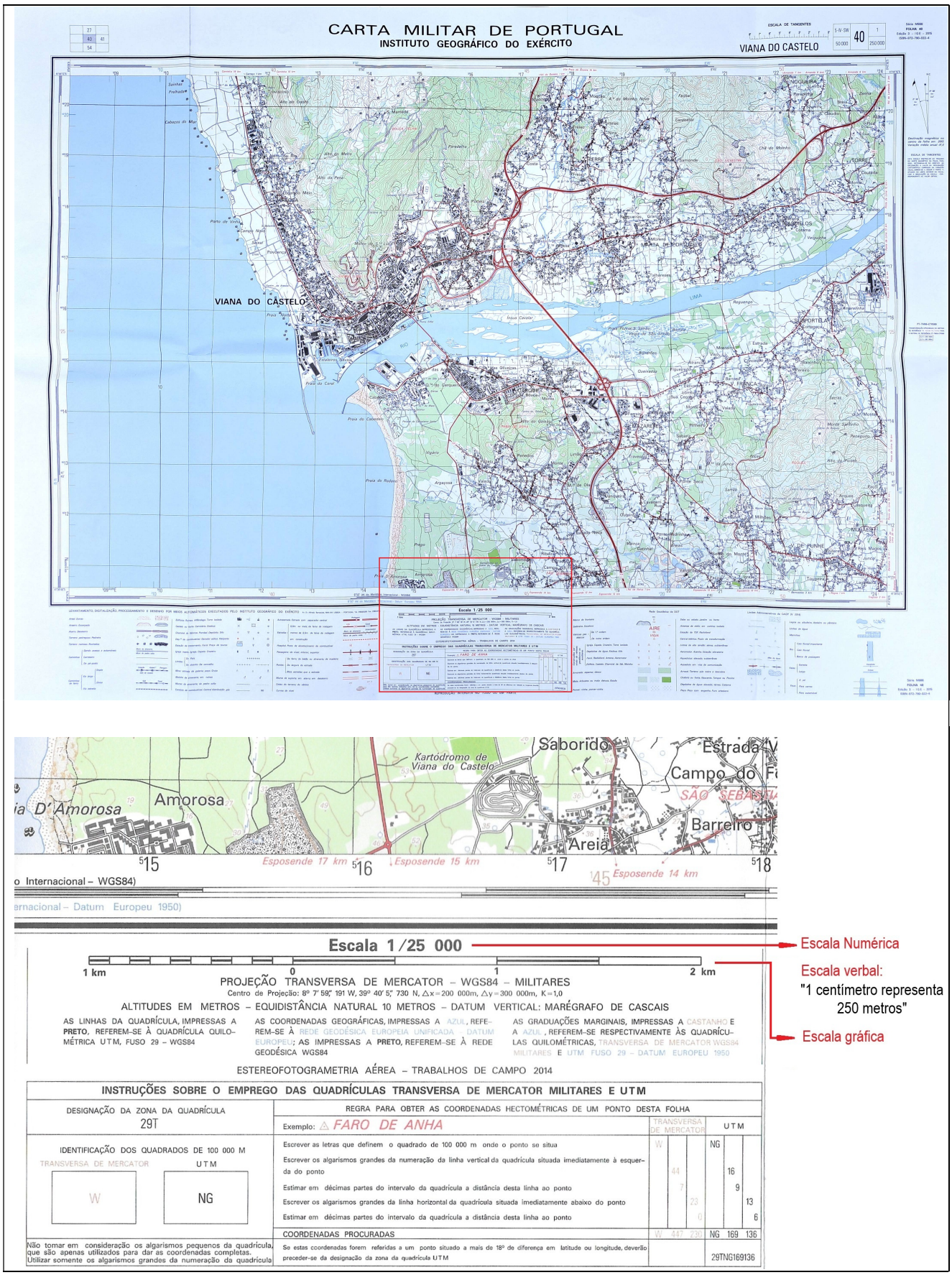


Figura 18 – Formas de expressão da escala (Folha 40, Série M888, Edição 3, IGE, 2015)

b) Escala gráfica

A escala gráfica é expressa através de um segmento de recta graduado em unidades de comprimento, podendo utilizar-se escalas gráficas simples, sempre no caso da cartografia temática, ou escalas gráficas compostas que à esquerda do zero apresentam um talão representando subdivisões das unidades de medida principais e são normalmente utilizadas na cartografia geral, ou ainda escalas gráficas múltiplas, com a expressão de diferentes graduações adequadas a diferentes latitudes.

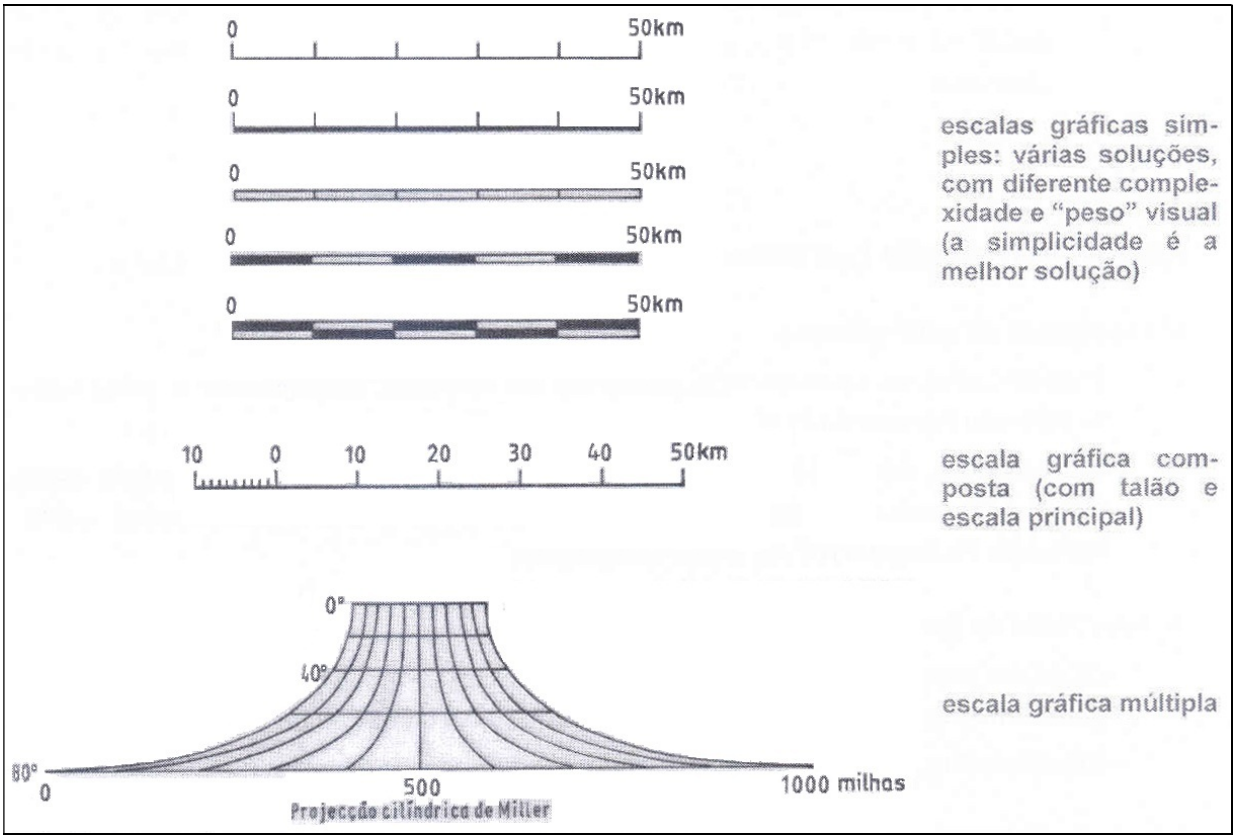


Figura 19 - As escalas gráficas: diferentes soluções e eficácia (DIAS, M. Helena, 2007, p. 45)

2.3. Cálculos de escalas

Quando se trata de cartografia que aplica o sistema de medidas anglo-saxónico (polegadas, pés, jardas e milhas) ou em quaisquer exemplares de cartografia antiga, portugueses e europeus, que utilizam medidas de inspiração antropomórfica (polegadas, palmos, pés, braças) com dimensões específicas de cada país (veja-se a defesa da dízima das braças em palmos, no século XVIII, pelo engenheiro-mor do reino Manuel de Azevedo Fortes (FERNANDES, Mário, 2002, p. 28), os cálculos de escalas podem tornar-se complicados.

No entanto, não existem dificuldades significativas quando os cálculos são efetuados com o sistema métrico-decimal, utilizado na generalidade dos países e também em Portugal desde meados do século XIX, depois de

o metro-padrão ter sido definido pela *Academia de Ciências de Paris*, em 1795, como a décima milionésima parte do quarto do arco de um meridiano terrestre.

Inicialmente, toda a cartografia portuguesa continuou a ser executada em braças e mesmo a *Carta dos Principaes triangulos das operaçoens geodezicas de Portugal* (1803), de Francisco Ciera, que terá sido o primeiro documento cartográfico português a expressar o novel sistema métrico, apresenta escalas em ambos os sistemas, mas mantém a primazia das braças, que são expressas em números inteiros e foram o sistema utilizado nos levantamentos (FERNANDES, Mário, 2002, p. 29). A utilização do sistema métrico-decimal apenas seria oficialmente decretada, para os serviços públicos portugueses, em 1852, sendo desde logo utilizado na Carta Geral do Reino, quer nos levantamentos quer na representação.

Para além da compreensão conceptual da escala do mapa, a resolução adequada de cálculos de escalas apenas exige recordar o conhecimento, básico, das medidas de comprimento do sistema métrico e renovar a competência na sua utilização. Tratando-se de um sistema decimal a conversão das medidas torna-se um processo simples que apenas implica a aplicação do fator 10 na multiplicação (para a medida imediatamente seguinte) ou na divisão (para a medida imediatamente anterior), multiplicando-se ou dividindo-se tantas vezes quantos os níveis que se pretenda subir ou descer (Figura 20).

Medida	Abreviatura	Equivalência ao metro	
Quilómetro	km	1000	múltiplos
Hectómetro	hm	100	
Decâmetro	dam	10	
Metro	m	1	unidade
Decímetro	dm	0,1	submúltiplos
Centímetro	cm	0,01	
Milímetro	mm	0,001	

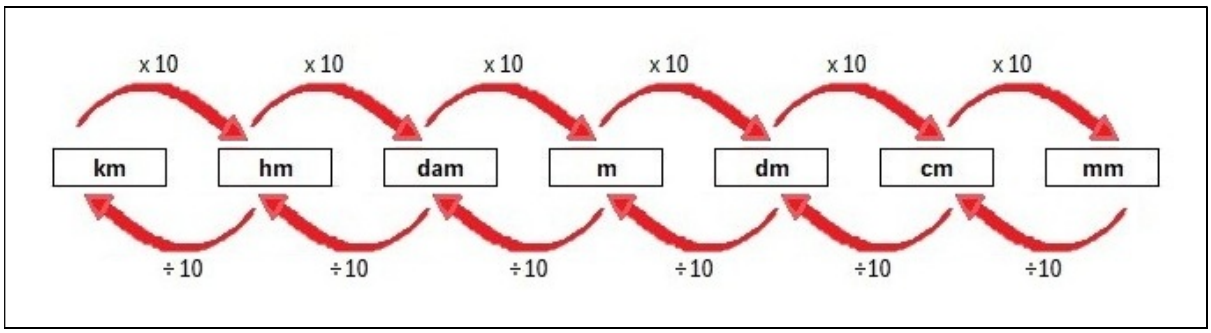


Figura 20 - Ilustração do processo de conversão das medidas de comprimento do sistema métrico-decimal

Finalmente, os principais problemas de escalas, que genericamente se resolvem pela "regra de três simples" que assenta em pares de grandezas relacionadas que variam de forma proporcional, são os seguintes:

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;
- a partir de distâncias reais conhecidas e representadas no mapa;
- a partir da distância entre paralelos, utilizando o comprimento médio do grau de latitude ou, para maior rigor, utilizando-se o comprimento do arco do meridiano à respetiva latitude. O comprimento médio do grau de latitude é de 111,11, existindo tabelas com os diversos comprimentos do arco do meridiano, que variam desde os 110,574 km junto ao equador, entre os 0 e 1 grau de latitude, aos 111,694 km nos polos, entre os 89 e os 90 graus de latitude, em ambos os casos quer no hemisfério Norte quer no hemisfério Sul (Figura 21).

c) Medição de distâncias sobre o mapa

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

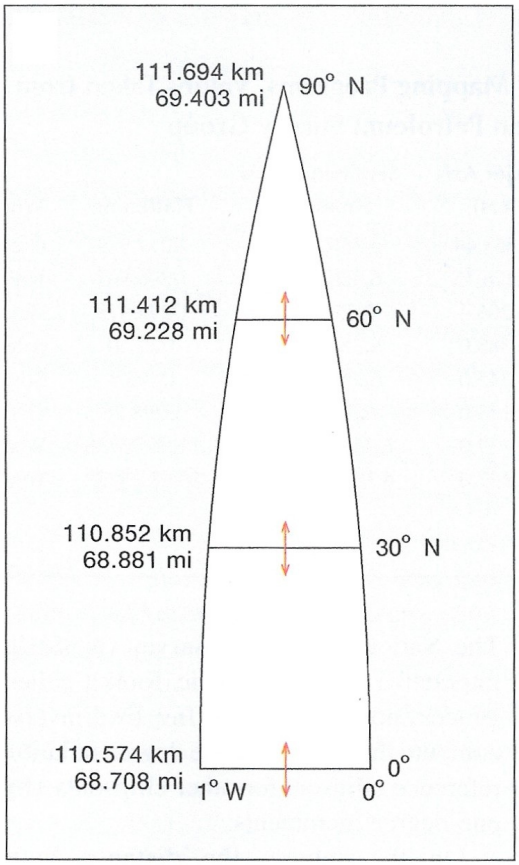


Figura 21 - Comprimentos de 1 grau do arco do meridiano a diferentes latitudes
(SLOCUM, Terry A. et al,, 2023, p. 126)

3. 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 visual. 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 dos processos de adequação da informação à escala do mapa, sendo o grau de generalização, necessariamente, tanto maior quanto menor for a escala do mapa, o que é evidenciado pelo exemplo da representação de uma estrada a várias escalas, ilustrado em M. Helena DIAS (Figura 22).

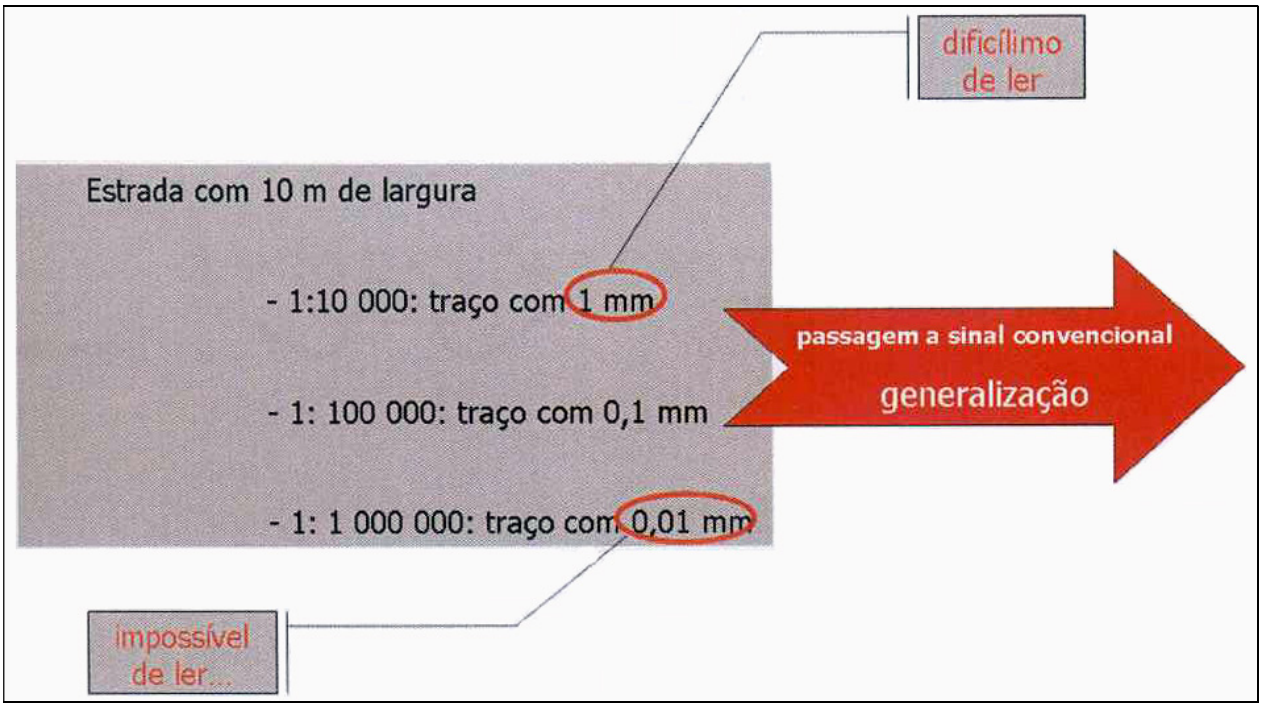


Figura 22 - Exemplo da necessidade de generalização na representação cartográfica
(DIAS, M. Helena, 2007, p. 49)

Embora a escala cartográfica seja o fator essencial e incontornável condicionador da generalização cartográfica, esta também é condicionada por fatores como o tipo de mapa (topográfico ou temático), a finalidade do mapa (didática, científica, comunicação nos media, etc.), o público-alvo (idade, nível de escolaridade, contexto cultural, etc.) e/ou as restrições e constrangimentos técnicos.

Assim, naturalmente, existem diferenças na atitude do cartógrafo em relação ao traçado de linhas, conforme se trate de um mapa geral, onde o pormenor do traçado deve ser condicionado apenas pela escala do mapa (Figura 23), ou de um mapa temático no qual, sendo a informação a destacar a do tema, é possível optar por simplificar o traçado (de limites de fronteira, por exemplo – Figura 24).

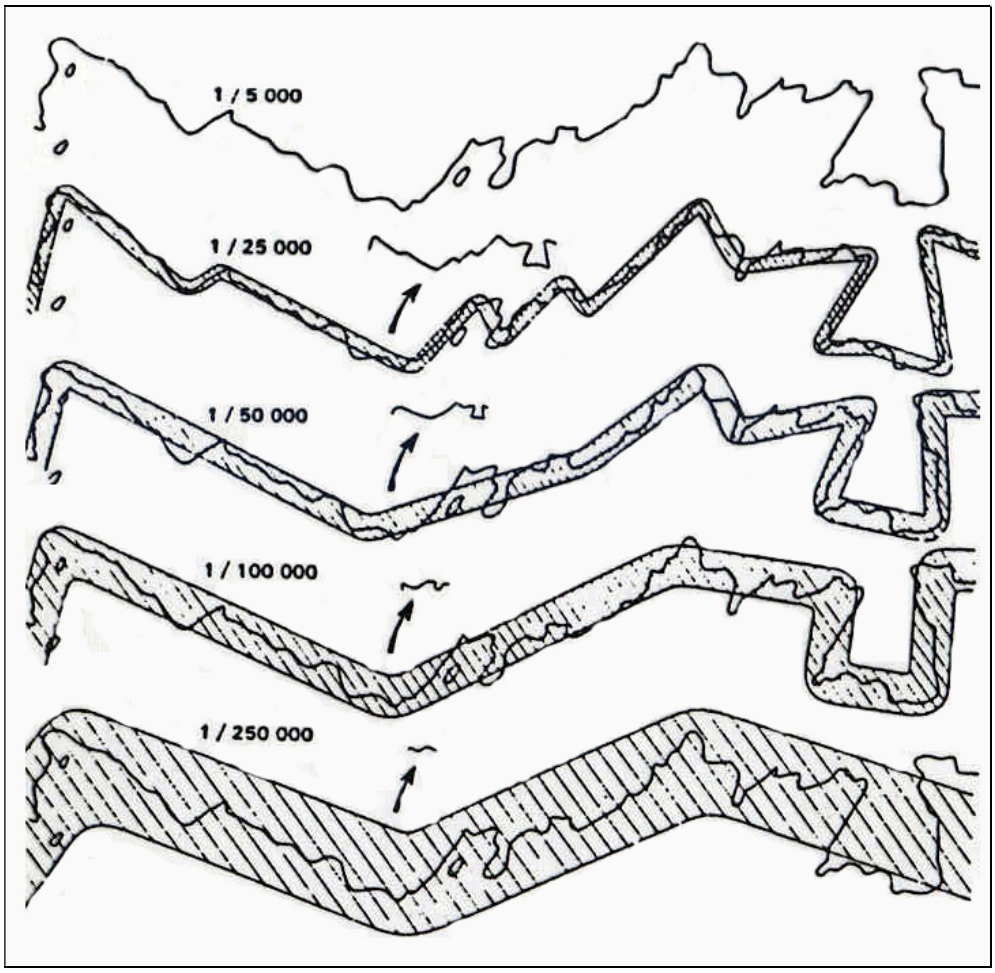


Figura 23 - Redução e simplificação de traçado em função da escala (BRUNET, R., 1987, p. 52)

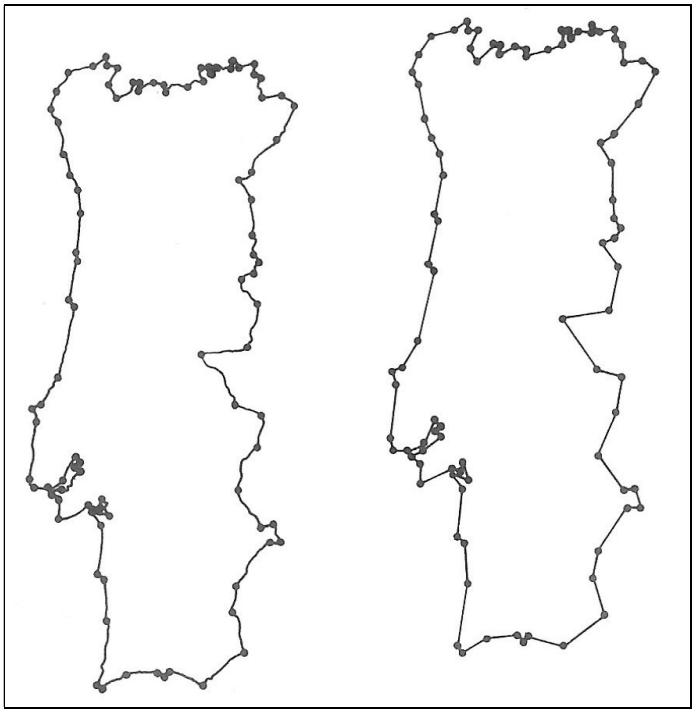


Figura 24 - Simplificação do contorno de Portugal Continental (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 465)

Entre os vários autores de manuais de cartografia, existe alguma divergência 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 (1995, p. 450), embora sublinhando a necessidade de uma prévia selecção, explicitam que nessa decisão não existe modificação da informação, mas antes e apenas uma escolha, pelo que não a incluem no processo de generalização, antes encarando a seleção como um passo necessário, mas passo de pré-generalização.

Este posicionamento está de tal forma consolidado que apesar de em edições diferentes (1987 e 1995) identificarem sequências do processo de generalização ligeiramente diversas, mantêm a seleção como uma operação de pré-generalização, sendo esta conceção já explicitada por autores, como Terry A. SLOCUM et al, (2023, p. 101) que a identifica como "Robinson et al.'s Model".

Assim, numa edição H. ROBINSON et al referenciam quatro elementos do processo de generalização cartográfica, a saber, a simplificação, a classificação, a simbolização e a indução (H. ROBINSON et al, 1987, p. 125), enquanto mais tarde, noutra edição, referem também quatro termos (classificação, simplificação, exageração e simbolização), mas introduzem a exageração e retiram a indução, referenciando a possibilidade de esta acontecer mas enquanto passo pós-generalização, definindo-a como a inferência de inter-relações a partir das características do mapa, mas sublinhando que, neste caso, o cartógrafo tem um papel menor, dependendo mais do nível de conhecimento do leitor, embora possa ser facilitada por um bom e limpo desenho cartográfico na sequência de um cuidadoso processo de generalização (H. ROBINSON et al, 1995, p. 451).

Na mesma senda encontra-se Joaquim Alves GASPAR (2004, pp.152-153) que identifica como elementos de generalização cartográfica a classificação, simplificação, realce e simbolização e no mesmo sentido se perfila um discípulo e coautor de A. H. Robinson (ver *Elements of Cartography*, edição de 1995), que se desvia do mestre ao incluir a seleção como parte do processo, ao qual prefere denominar "abstração cartográfica", e identifica "cinco atividades primárias: seleção, classificação, simplificação, exageração e simbolização (não necessariamente por esta ordem)" (Phillip C. MUEHRCKE et al, 2001, p. 56).

Borden D. DENT (1999, p. 15) chama-lhe "abstração e generalização cartográfica" e também inclui a seleção, mas não a exageração, considerando que a "seleção, classificação, simplificação e simbolização são cada parte da abstração cartográfica e das operações de generalização".

M. Helena DIAS (2007, p. 48) referencia selecção, simplificação, combinação e sobrevalorização (ou exagero) e deslocamento, sendo a única a especificar que o exagero ou exageração pode implicar a necessidade de

deslocamento para acomodar os objetos gráficos cuja dimensão foi exagerada, bem como a incluir a combinação ou junção de "factos ou objetos semelhantes num só" o que se adequa à ideia de classificação.

Finalmente, Michèle BÉGUIN e Denise PUMAIN (1994, p. 15) referenciam seleção, esquematização e harmonização, subdividindo a esquematização em estrutural (simplificação e interpretação de traçados, com supressão ou exagero) e conceptual (quando transforma o modo de representação e de implantação gráfica, para responder à mudança do nível de observação).

Poderiam acrescentar-se mais contributos, no entanto, os carreados são suficientes para uma comparação entre autores (Figura 25) que permite concluir que classificação, simplificação e simbolização constituem o denominador comum, a trilogia essencial, do processo de generalização cartográfica, sendo a simplificação o único passo unânime que, em seu sentido mais lato, quase se apresenta como "sinónimo" de generalização.

Autores	**Seleção**	**Classificação**	**Simplificação**	**Combinação**	**Exageração / Exagero / Realce**	**Simbolização**	**Indução**
H. ROBINSON et al (1987)							
Michèle BÉGUIN e Denise PUMAIN (1994)							
H. ROBINSON et al (1995)							
Borden D. DENT (1999)							
Phillip C. MUEHRCKE et al (2001)							
J. Alves GASPAR (2004)							
M. Helena DIAS (2007)							

Operação integrante do processo de generalização

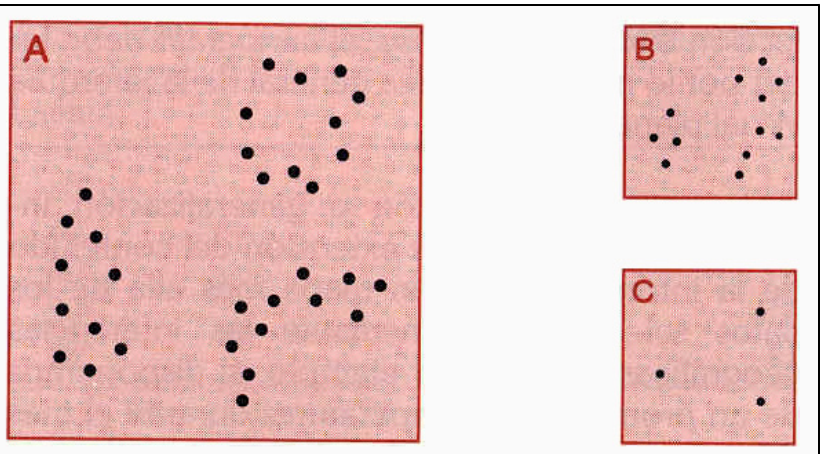
Operação prévia ou posterior ao processo de generalização

Figura 25 – Elementos do processo de generalização, segundo vários autores

Em termos gráficos o termo simplificação tem um significado mais circunscrito, referindo-se à operação de eliminação de pormenores excessivos e não necessários para representar devidamente a realidade na escala em causa. O seu sentido é claramente apreendido a partir da comparação com o conceito de classificação, como ilustrado em Arthur H. ROBINSON et al (Figura 26).

O exemplo enquadra-se na generalização gráfica, como a denominam alguns autores (MENEZES, Paulo e FERNANDES, Manoel, 2013, p. 166), ou generalização estrutural (LE FUR, 2004, p. 25), que não modifica a estrutura do objeto (a implantação pontual mantém-se implantação pontual), enquanto a generalização

concetual é acompanhada de mudança de tipo de implantação, podendo um fenómeno com características de implantação pontual passar à implantação em mancha, por exemplo.



Una distribución de puntos en (A), por ejemplo, fuentes termales, se muestra a escala reducida en (B) y (C). En (A) aparece cada fuente. En (B) cada uno de los tres grupos se ha *simplificado* manteniendo únicamente cuatro de las fuentes; en (C) cada grupo se ha *clasificado* mediante un único símbolo de punto, ya que en (C) cada punto caracteriza al grupo, pero no está situado donde en realidad se ubica la fuente.

Figura 26 - Exemplos de simplificação e simbolização (ROBINSON, Arthur H. et al., 1987, p. 131)

Vários autores, como Michèle BÉGUIN e Denise PUMAIN (1994, p. 16), 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 escala, de que é exemplo o algoritmo de Douglas-Peucker cuja aplicação foi exemplificada por Jones CHRISTOPHER (Figura 27).

Naturalmente, as novas tecnologias e a digitalização potenciaram as possibilidades da generalização cartográfica, alargando as operações possíveis. De qualquer forma, seja a tradicional ou a automática, a generalização é um processo incontornável em cartografia, que depende da escala do mapa a conceber, mas também do tipo de mapa, da finalidade do mapa, da qualidade da informação de partida e das possibilidades e limitações dos instrumentos utilizados, mais intuitiva na cartografia tradicional e mais sistematizável na cartografia digital.

Para todos os efeitos, sublinhe-se que a ampliação ou redução da imagem de um mapa, de forma linear ou como numa fotocopiadora, sem adequar o grau de generalização da sua informação, é erro grosseiro que continua a ser frequente e agora é particularmente potenciado pelo facilitismo que as novas tecnologias permitem e potenciam. A propósito, importa repetir as palavras de Terry A. SLOCUM, quando lembra que “os

estudantes de cartografia moderna devem perceber que muito do que sabemos hoje sobre o processo de generalização é o resultado do que os cartógrafos aprenderam ao longo dos séculos através da cartografia manual, quando os mapas eram feitos com caneta e tinta. Ao alterar a escala, os cartógrafos estudavam cuidadosamente uma característica na escala original e decidiam como a característica precisava de ser modificada para a nova escala. (...) Uma série de técnicas foram desenvolvidas ao longo de centenas de anos para ajudar os cartógrafos a generalizar os mapas e as características dos mapas" (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 101).

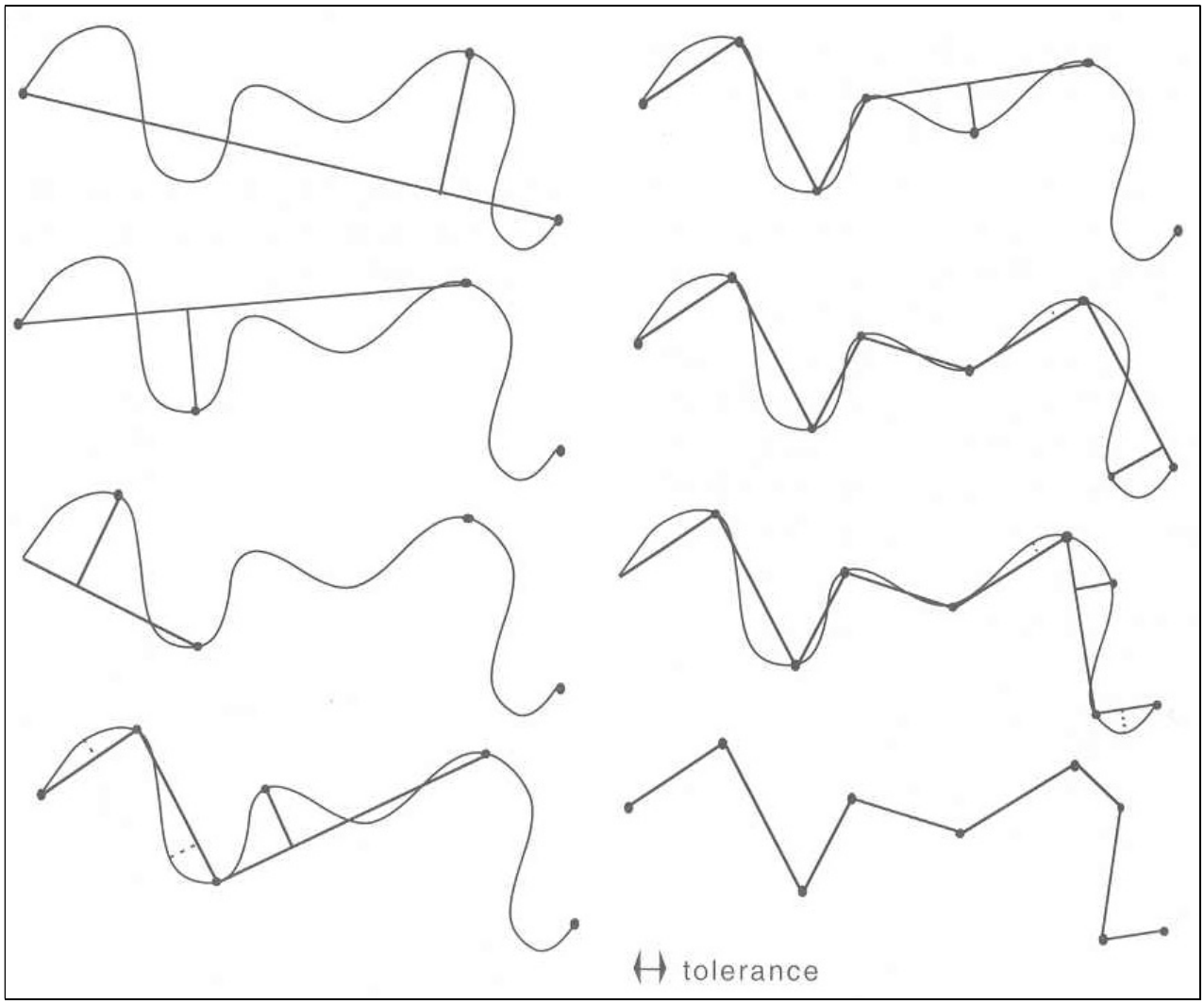


Figura 27 - Etapas de aplicação do algoritmo de Douglas-Peucker à simplificação de linha
(JONES, Christopher, 1997, p. 277)

4. Simbolização cartográfica

A simbolização cartográfica, no seu sentido mais lato, é mais do que um dos passos do processo de generalização cartográfica. A simbolização cartográfica é um alfabeto, um vocabulário e uma gramática que conformam a linguagem gráfica e permite e intermedia a análise, compreensão e comunicação de informação geográfica.

Como em qualquer linguagem, também na simbolização cartográfica se tem verificado um processo de consolidação e normalização que se conformou em duas fases: a primeira desenvolvida a partir do Renascimento, assente na busca do rigor e caracterizada pelas práticas dos cartógrafos ao longo de séculos, nomeadamente na cartografia geral, e pelas convenções que daí decorreram e foram aceites institucionalmente; a segunda, a partir de meados do século XX, com a sistematização da cartografia temática enquanto processo de comunicação alicerçado na investigação, seja pela concetualização da *semiologie graphique*, desenvolvida por Jacques Bertin, seja pela testagem e experimentação gráfica no contexto do *map design*, onde se destacam os contributos de Arthur H. Robinson e Terry A. Slocum, entre outros.

4.1. A busca do rigor[1]

A preocupação com o rigor cartográfico, nos levantamentos como nas representações, desenvolveu-se com a revolução científica que os Descobrimentos sustentaram e a invenção da imprensa, em meados do século XV, tornou possível. De facto, ao permitir a multiplicação dos exemplares cartográficos e de manuais dedicados ou relacionados com a produção de cartografia, a imprensa teve um papel fundamental na difusão e consequente homogeneização das características da cartografia europeia (Christian JACOB, 1992, p. 95).

Por um lado, promoveu a divulgação da possibilidade de utilização da triangulação trigonométrica nos levantamentos cartográficos, cuja primeira utilização é normalmente referenciada a 1617, para cartografia de parte do norte da Holanda (Norman J. W. THROWER, 1996, pág. 110), por outro lado, apesar das dificuldades técnicas (por exemplo, nas tentativas, do século XVI, para impressão de cores em cartografia, cuja imprecisão ditou que a generalidade dos mapas fosse gravada e impressa a preto inserindo-se a cor de forma manual), a imprensa permitiu a difusão de práticas de simbolização, quer pela possibilidade de comparação de exemplares cartográficos, quer pela divulgação de manuais de cartografia.

Em Portugal, as primeiras publicações na língua portuguesa sobre desenho cartográfico, da autoria de Manoel de Azevedo Fortes (1660-1749), são documentos fulcrais para a explicação das simbologias utilizadas nos séculos seguintes, observando-se a persistência de uma continuidade na simbologia utilizada

[1] Contém excertos de Mário FERNANDES, 2002, pp. 20-62 ("Percursos da cartografia").

na forma dos traços, nas cores empregues e nos seus significados ou, para utilizar a expressão de Azevedo Fortes, nas "linhas e aguadas".

De facto, no Tomo I de *O Engenheiro Portuguez* (1728) são abordadas as técnicas de desenho, os elementos do mapa e a construção de simbologias, ou *avant la lettre* as variáveis visuais, tendo a sua obra sido crucial na normalização de escalas, de formas de representação ou de simbologias utilizadas.

Na utilização da cor, por exemplo, Azevedo Fortes propunha o *carmim* ou o *vermelhão* para representar os telhados dos edifícios; o *verdete liquido*, que *"*para ser bom deve tirar a azul celeste*"*, para a *aguada de rios; o verde-bechiga* ou o *verde-lirio* para as hortas e jardins*; aguada de tabaco* conjugada com o *vermelhão* para fazer cores de pedra; o *vermelhão d*iferentemente misturado com tinta da China, para fazer distintas cores de terra; etc.. Ou seja, deviam utilizar-se as cores próximas das que apresentava a realidade representada, procedendo-se à "imitação da natureza", um princípio fundamental na cartografia europeia de então, que oscilava "entre dois polos de atração: a verdade da representação e a exatidão das medidas" (Catherine BOUSQUET-BRESSOLIER, 1995, pág. 96).

Naturalmente, as opções cartográficas preceituadas existiam nos manuais coevos europeus e eram utilizadas na cartografia europeia. Por exemplo, em Londres, em 1610, foi publicado um guia de convenções para a elaboração de plantas cadastrais e na época medieval foi comum a associação do azul ou verde à água e do vermelho à habitação humana (WALLIS, Helen M. e ROBINSON, Arthur H., 1987, pp. 208 e 209). Assim, Azevedo Fortes apenas tratou de elaborar um manual na língua portuguesa, onde compilou e sistematizou as regras que iam sendo utilizadas, de forma a alargar e normalizar a sua utilização. O pilar que estruturou o labor de Azevedo Fortes é a ideia de rigor, que então perpassava na cartografia e da qual decorre a necessidade de normalização. Rigor nos levantamentos e nas representações, normalização de processos e de simbologias. Com Azevedo Fortes começaram a uniformizar-se os elementos compositivos, com a simplificação e padronização das cercaduras, das legendas, das rosa-dos-ventos e das simbologias, tudo ilustrado num modelo apresentado na Estampa 10ª de *O Engenheiro Portuguez* (Figura 28)

Uma das maiores dificuldades na busca do rigor na simbolização cartográfica foi a representação do relevo. A utilização do que podemos denominar de falsas *hachures*, a partir do século XVII, melhorou a forma de representação do relevo, até aí era representado pelo desenho de pequenos montinhos mais ou menos estandardizados e alinhados. Contudo, tratando-se de um *penejado*, como denominado por Azevedo Fortes, que "hirá imitando a volta, que os montes fazem; e esse penejado he mais, ou menos comprido, segundo he mais, ou menos comprida a escarpa dos montes" (FORTES, Manoel de Azevedo, 1728, p. 433), estas *hachures* ou *normais*, que concetualmente não possibilitavam a representação de altitudes, também não permitiam uma leitura rigorosa de declives, o que só passaria a ser possível a partir da respetiva sistematização elaborada por Johann G. Lehmann, em 1799 (WALLIS, Helen M. e ROBINSON, Arthur H., 1987, p. 219 e Norman J. W. THROWER, 1996, pág. 113).

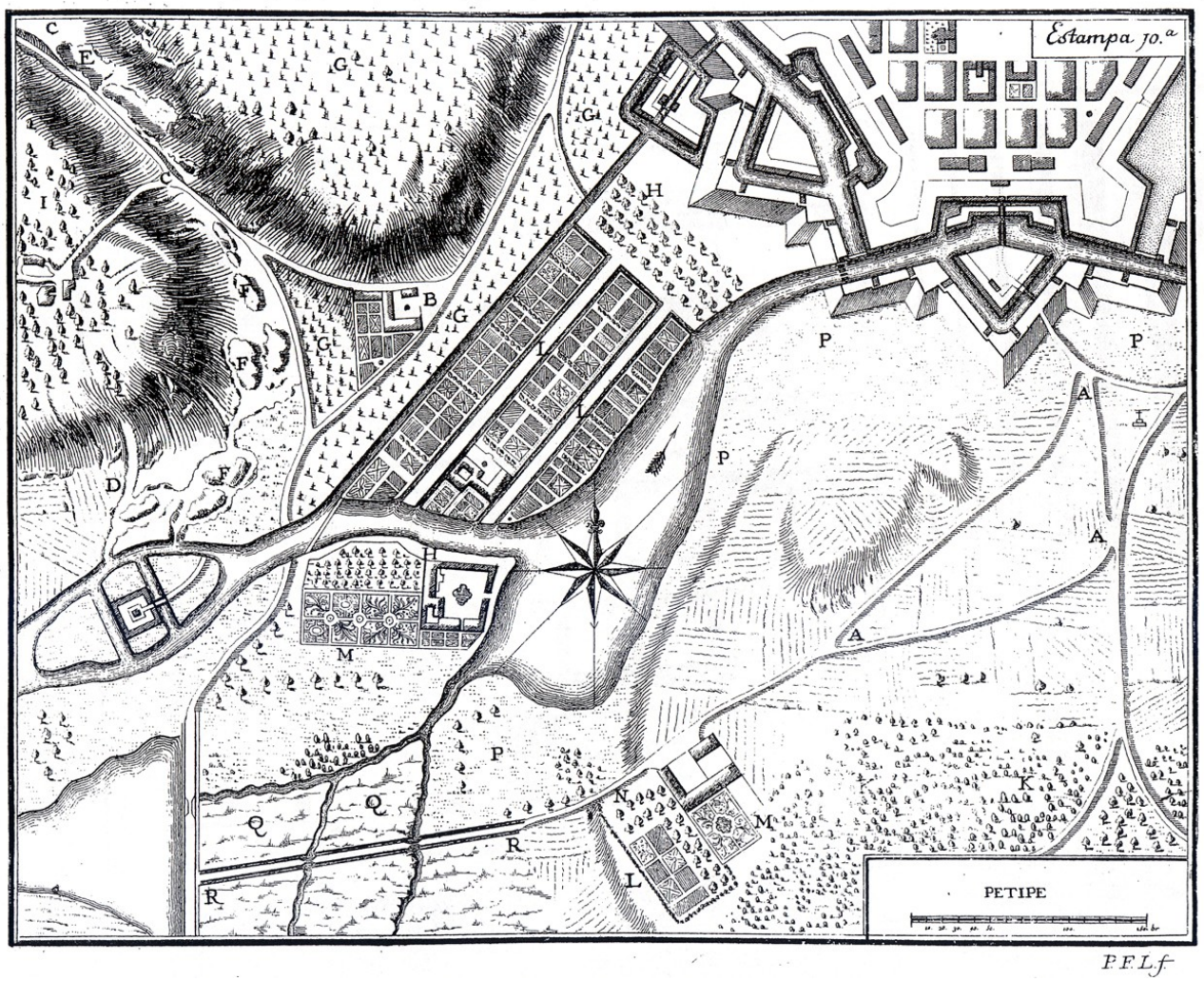


Figura 28 - Estampa 10ª de *O Engenheiro Portuguez* (FORTES, Manoel de Azevedo, 1728)

Apesar da medição de altitudes se ter tornado possível desde o desenvolvimento da trigonometria e, particularmente, da invenção do teodolito – "círculo graduado que mede ângulos horizontais e verticais", criado pelo inglês Digges, em 1571 (Norman J. W. THROWER, 1996, p. 113) - só na segunda metade do século XVIII, engenheiros militares franceses desenvolveram esforços no sentido de encontrar uma forma de representação geometricamente rigorosa, quer das altitudes quer dos declives, que viriam a resultar nas *curvas de nível*. De facto, apesar de inicialmente utilizadas para a representação de profundidades em levantamentos hidrográficos (o primeiro exemplo conhecido é holandês e de 1584), data de finais do século XVIII a ideia de Marcellin Du Carla da utilização de linhas que unem pontos de igual distância vertical, acima de um nível médio zero convencionado (Figura 29), a qual foi apresentada, com mapa exemplificativo (Figura 30), à Académie Royale dos Sciences em 1771 e publicada em 1782 (Helen M. WALLIS e Arthur H. ROBINSON, 1987, p. 222).

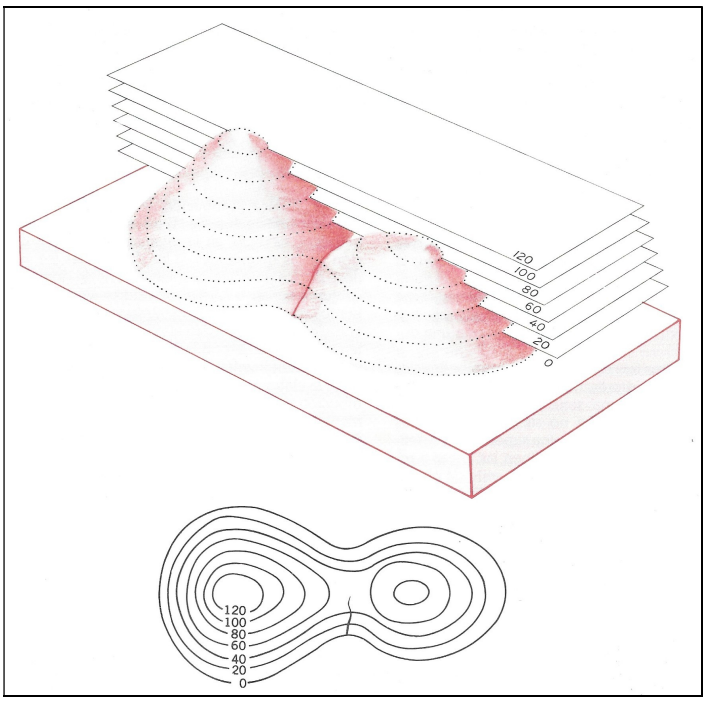


Figura 29 - A concetualização das *curvas de nível* (ROBINSON, H. et al, 1987, p. 318)

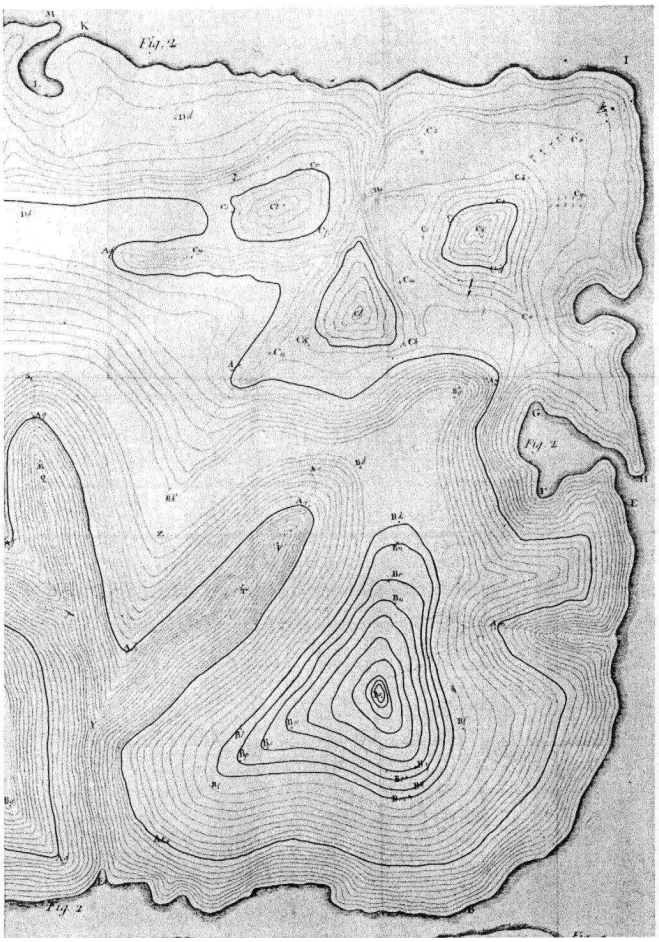


Figura 30 - Mapa hipotético de aplicação das curvas de nível – Marcellin Du Carla, 1782 (PALSKY, Gilles, 2003a, p. 70)

Embora reconhecidas pelos engenheiros militares, as curvas de nível não tiveram aceitação ampla de imediato e durante a primeira metade do século XIX, as *hachures* (Figura 31) continuaram a ser a forma de representação do relevo, quer na cartografia europeia, quer na portuguesa. A primeira folha publicada da Carta Geral do Reino (nº 23 - Lisboa, Sintra), em 1856, ainda as utilizava, sendo reeditada em 1865 com curvas de nível, depois de Filipe Folque ter proposto ao Ministro das Obras Públicas, em 1861, a adoção do sistema de representação por curvas de nível (Luís de Pina MANIQUE, 1995, 1ª edição 1943, p. 29).

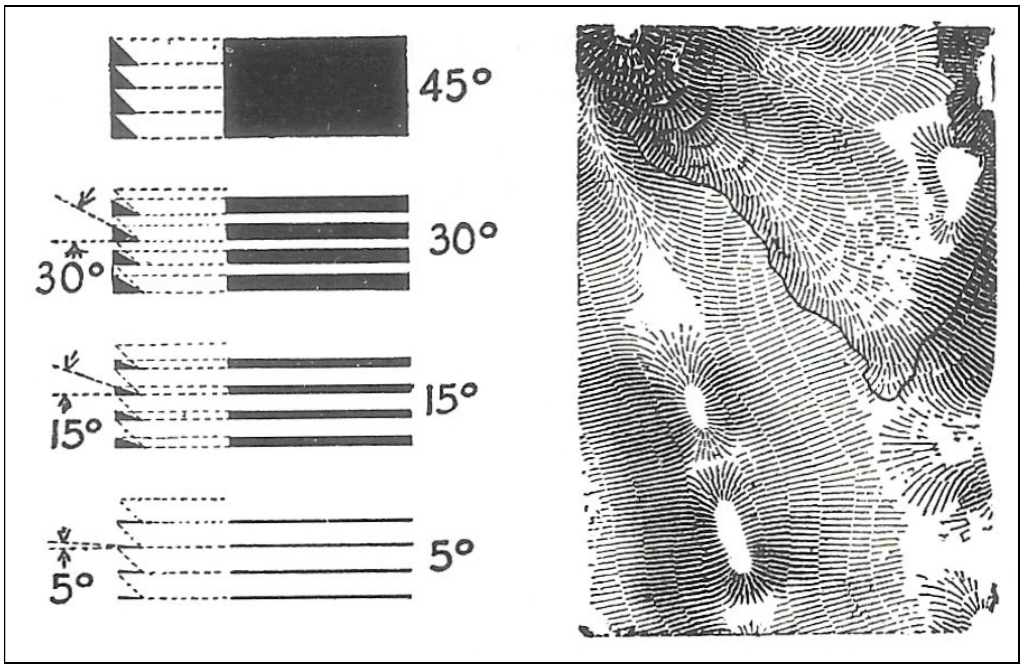


Figura 31 - As *hachures* segundo a sistematização de Johann G. Lehmann (1799)
(RAIZ, Hachures, 1969 p. 97 e ROBINSON, H. et al, 1987, p. 316)

Com as curvas de nível concretizava-se, na representação, a conciliação do rigor planimétrico e do altimétrico, sendo o culminar de um processo de aperfeiçoamento e objetivação que se consubstanciou na cartografia geral então também denominada *cartografia científica*, pretensamente exata.

Naturalmente, com a criação das curvas de nível aparece em 1791 aquele que é considerado o primeiro mapa hipsométrico, denominado "La France considérée dans les diferentes hauters…", da autoria de Dupain-Triel (WALLIS, Helen M. e ROBINSON, Arthur H., 1987, p. 145), que o republicou em 1799 com o preenchimento de diferentes cinzentos entre as curvas de nível, naquele que foi o primeiro aproveitamento da impressão de graduação inventada em 1772 e que permitia sombrear as cores do escuro para o claro (WALLIS, Helen M. e ROBINSON, Arthur H., 1987, p. 210 e 229).

Ao longo do século XIX, com o aperfeiçoamento da impressão litográfica, foram experimentadas outras opções de preenchimento das superfícies entre curvas de nível, procurando-se diferentes sequências de cor

e chegando a experimentar-se aplicar cores mais escuras para os intervalos de altitude mais baixas e mais claras para as altitudes mais altas, mas o sistema seria invertido porque nas altitudes menores, mais povoadas e construídas, existiam mais pormenores a cartografar. Entretanto, em 1898 foi proposta pelo austríaco Karl Peucker a ideia de utilizar a progressão espectral das cores, fazendo-se corresponder as cores com comprimentos de onda menores às altitudes menores e as cores dos comprimentos de onda maiores às maiores altitudes. A ideia, apesar de contestada por muitos, acabaria por ter grande utilização, particularmente nos mapas de escala mais pequena e acabou por se tornar uma convenção (WALLIS, Helen M. e ROBINSON, Arthur H., 1987, pp. 146 e 230), estabilizando numa sequência que começa na relação azul/água (profundidades) e verde/terras baixas, apesar de não ser uma sequência ordenada para a perceção humana.

Ao longo do século XIX foram-se estabilizando as práticas e definindo convenções, seja na cartografia geral, de referenciação, seja, por exemplo, na cartografia geológica, cujos primeiros exemplares foram publicados em meados do século XVIII, em Inglaterra e em França (WALLIS, Helen M. e ROBINSON, Arthur H., 1987, p. 144), sendo que a ideia de unificação de um código das cores foi repetidamente apresentada e discutida até ao Congrès Géologique International, em Bolonha (1881), onde se iniciou o processo para "estabelecimento de uma gama internacional de cores e de sinais convencionais, para a representação gráfica dos terrenos nas cartas e perfis geológicos" (PALSKY, Gilles, 1999, p. 69),

Finalmente, na primeira metade do século XX muitas das práticas e das convenções estavam estabilizadas, havendo manuais de cartografia que se esforçavam por enumerar e organizar os diversos tipos de símbolos, de que é exemplo a seguinte explicitação (RAIZS, Erwin, 1969, p. 93):

"As convenções são geralmente de cinco categorias:
1. Hidrografia, ou acidentes aquáticos (geralmente em azul).
2. Culturas, como os acidentes artificiais (prêto ou vermelho).
3. Hipsografia, ou altimetria, ou formas de relevo, tais como colinas e montanhas (castanho).
4. Vegetação e plantações (verde).
5. Convenções especiais, como nas cartas aeronáuticas etc. (roxo, alaranjado)."

No entanto, a estabilização relacionava-se essencialmente com a cartografia geral ou topográfica, relativamente à qual se mantém hoje, rigorosamente, aquela referenciação, por exemplo, no *Manual de leitura de cartas*, topográficas, publicado pelo Centro de Informação Geoespacial do Exército (2023), enquanto em relação à cartografia temática a grande diversidade de possibilidades e práticas sugeria a necessidade de sistematização de uma linguagem gráfica.

4.2. A sistematização da simbolização

A proliferação de cartografia temática a partir do século XIX, que levaria a uma grande diversidade de opções cartográficas de qualidade diversa, nem sempre adequada e profícua, poderá explicar a preocupação e esforços no sentido de melhorar e sistematizar as opções de aplicação da linguagem gráfica desenvolvidas a partir de meados do século XX por Jacques Bertin e por Arthur H. Robinson.

As variáveis visuais de Jacques Bertin tornaram-se seminais e uma influência para a generalidade dos autores de cartografia, entre os quais se encontram colaboradores próximos, como de outras múltiplas origens, nomeadamente: Serge BONIN (1975), A. ANDRÉ (1980), Jean-Paul BORD (1984), Fernand JOLY (1985), Alan MacEACHREN (1995), Jean STEINBERG (1996), Christopher JONES (1997), Borden D. DENT (1999), Menno-Jan KRAAK & Ferjan ORMELING (2003), Anne LE FUR (2004), Michèle BÉGUIN e Denise PUMAIN (1994), M. Helena DIAS (1993 e 2007), Paulo MENEZES e Manoel FERNANDES (2013), Peter ANTHAMATTEN (2021), entre outros.

Pela pertinência pedagógica que lhe confere a sua simplicidade e clareza, centra-se a abordagem da simbolização cartográfica no elenco de variáveis visuais de Jacques BERTIN, acrescentando-lhe as derivações das listagens apresentadas por Arthur A. ROBINSON et al., por Terry A. SLOCUM et al. e por Alan MacEACHREN, que introduzem alguns ajustamentos e acrescentos visando a adequação às novas tecnologias e aos Sistemas de Informação Geográfica.

4.2.1. Informação geográfica e símbolos cartográficos

A simbolização cartográfica, por alguns autores considerada 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 e sinais.

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 ou escalas de medição, por ordem crescente de eficácia descritiva:

- 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).

Sob o ponto de vista cartográfico, não existe diferença na simbolização das duas últimas (escalas de intervalo e de índice), como é referido em Arthur H. ROBINSON et al (1987, pp. 109-110), onde se pode também encontrar explicação mais alongada para cada uma das escalas de medição e a exemplificação das três classes de símbolos (ponto, linha e área) e da sua aplicação para a informação de tipo nominal, ordinal e de intervalo (Figura 32).

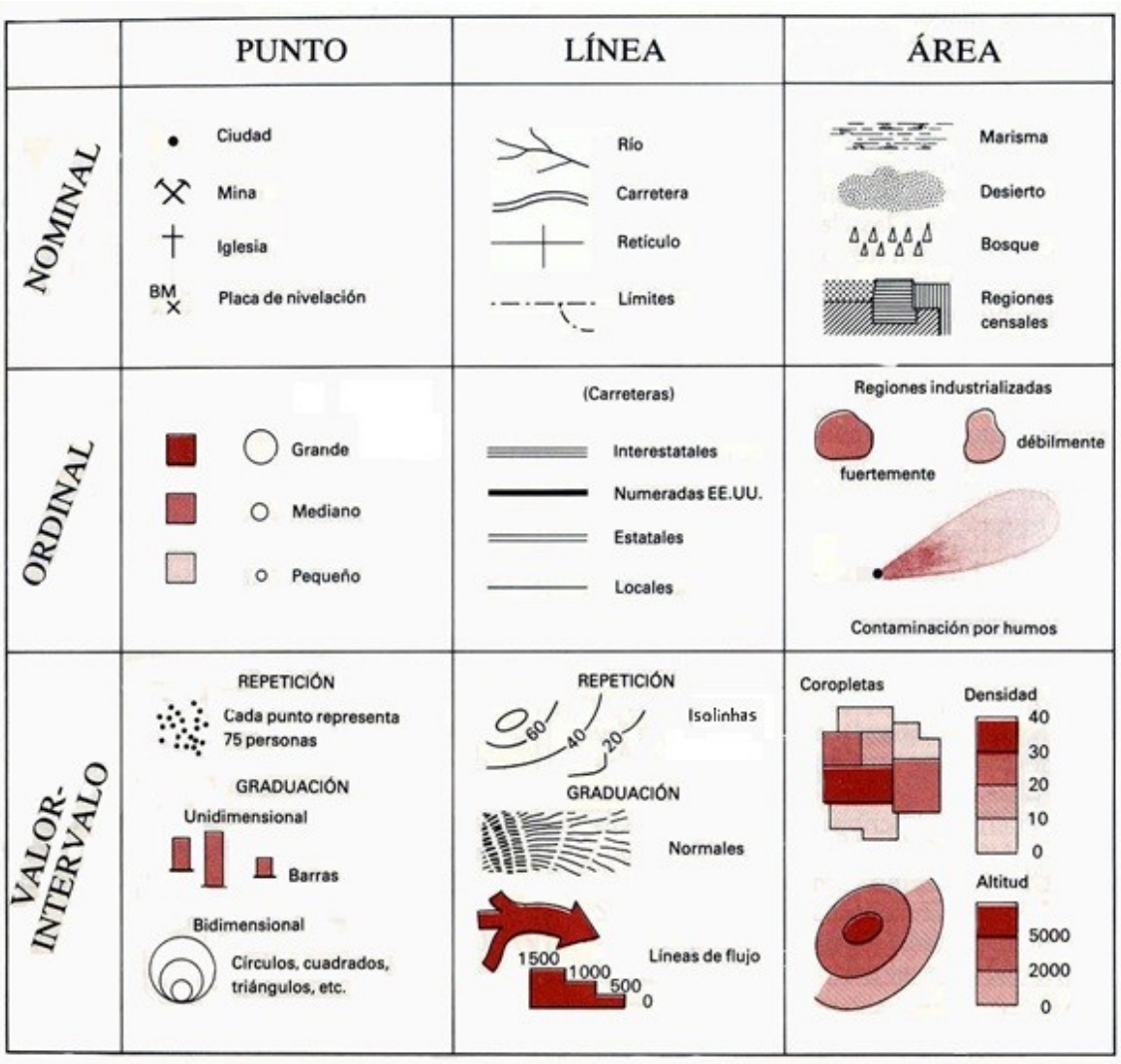


Figura 32 - Classes de símbolos (ponto, linha e área) e informação de tipo nominal, ordinal e de intervalo (adaptado de ROBINSON, Arthur H. et al., 1987, p. 141)

Os dois aspetos, 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.

As escalas de medição são articuláveis, pelo que o cartógrafo tem a possibilidade de decidir generalizar a informação partindo de uma escala de índice para a de intervalo, ou para a ordinal ou para a nominal; de uma escala de intervalo para a ordinal ou para a nominal; de uma escala ordinal para a nomina. Por outro lado, o cartógrafo tem também 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 alfanuméricos (ROBINSON, Arthur H. et al., 1987, pp. 278-279).

Sendo os símbolos cartográficos sinais gráficos 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" (DIAS, M. Helena, 2007, p. 77), podem classificar-se a partir da sua implantação gráfica, em símbolos pontuais, lineares ou em mancha, independentemente da dimensão espacial da informação que representam, da maior ou menor evocação da realidade representada (figurativos ou replicativos e geométricos ou abstratos) ou das características intrínsecas dos próprios símbolos (círculos proporcionais, por exemplo).

4.2.2. As variáveis visuais

Como vimos, na 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 respetivas propriedades, cujo conhecimento e respeito considera essencial para a aplicação da linguagem gráfica, enquanto sistema de expressão do pensamento e do conhecimento científico.

São oito as variáveis visuais definidas por Jacques Bertin: as duas dimensões do plano (x e y), o tamanho, o valor, o grão, a cor, a orientação e a forma (Figura 33). As duas dimensões do plano referem-se às coordenadas cartesianas abcissa (x) e ordenada (y); o tamanho relaciona-se com a comparação de símbolos que são iguais em tudo exceto na respetiva dimensão; o valor refere-se à variação da sensação de claro/escuro, ou seja, num fundo branco, quanto mais claro menos visível é, pelo que possui menor valor gráfico, enquanto o símbolo mais escuro, tendo maior visibilidade tem também maior valor gráfico; no grão

(ou textura) considera-se a variação sistemática de tamanho e espaçamento entre os elementos de uma trama ou malha, podendo também evocar-se, como imagem exemplificativa, o grão de uma fotografia a preto e branco que varia inversamente com a sua nitidez; a cor, que enquanto variável visual é apenas considerada na dimensão de comprimento de onda do espectro eletromagnético; a orientação, que decorre da posição dos símbolos ou dos elementos que os constituem na sua relação com o plano, podendo posicionar-se na horizontal, na vertical ou em diagonais, devendo, portanto, evitar eventuais equívocos associados à denominação e evitar associações às direções da rosa-dos-ventos; a forma, finalmente, que está associada à variação do contorno dos símbolos pontuais ou dos elementos que compõem as linhas ou as áreas de implantação.

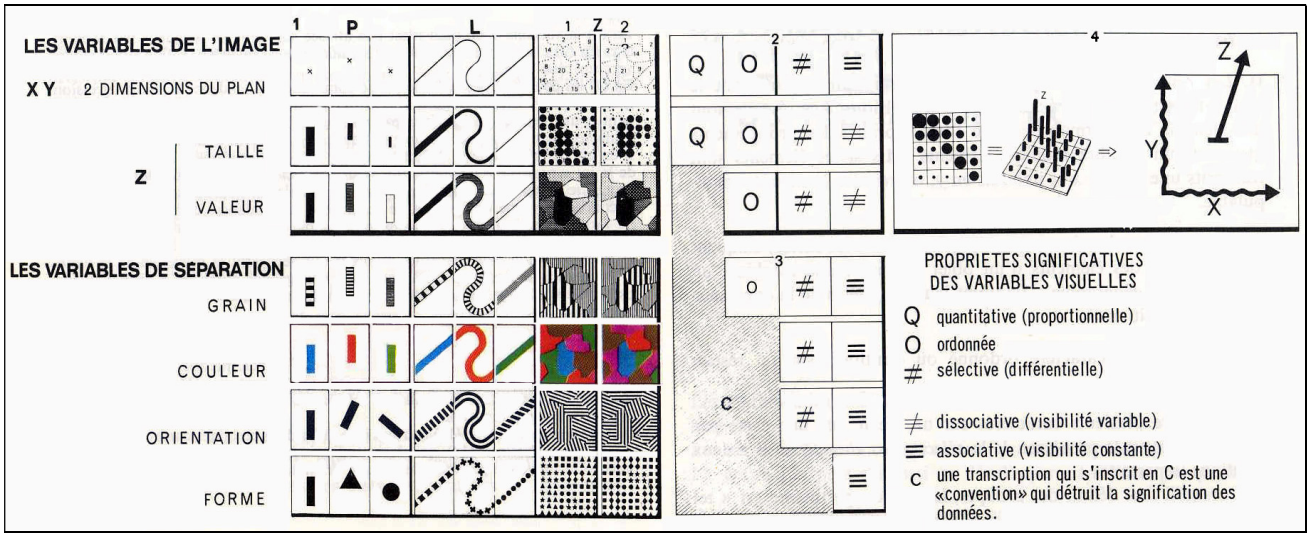


Figura 33 - As "variáveis visuais" e as suas propriedades (BERTIN, Jacques, 1977, pp. 230-231)

Todas as variáveis visuais são aplicáveis, embora com eficácia variável, em implantação pontual, linear e em área ou mancha (zonal, na terminologia de Bertin), sendo ainda agrupáveis em dois conjuntos, definidos pela propriedade (ou sua ausência) de expressar uma ordenação visual: as variáveis da imagem e as variáveis de separação.

A utilização adequada das variáveis visuais pressupõe o conhecimento das respectivas propriedades para que possa concretizar-se uma aplicação da qual não resultem imagens ineficazes nem, principalmente, equívocas ou erróneas. Nesse sentido, Jacques Bertin clarificou as seguintes "propriedades significativas" das variáveis visuais (Figuras 34 e 35):

- *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).

- *Dissociativa* (≠): quando a variável visual (tamanho e valor) apresenta visibilidade variável, o que possibilita a perceção de ordenação.
- *Seletiva* (#): quando a variável visual (todas menos a forma, mas essencialmente a cor e a orientação, embora esta apresente limitações em implantação zonal) permite a perceção de diferentes partes ou famílias dentro do conjunto da informação (informação nominal).
- *Ordenada* (O): quando a variável visual (valor e tamanho, essencialmente) proporciona a perceção de uma ordenação (informação em escala ordinal ou de intervalo).
- *Quantitativa* (Q) ou proporcional: quando a variável visual (tamanho) permite a perceção de relações de proporcionalidade (informação em escala de intervalo ou de razão).

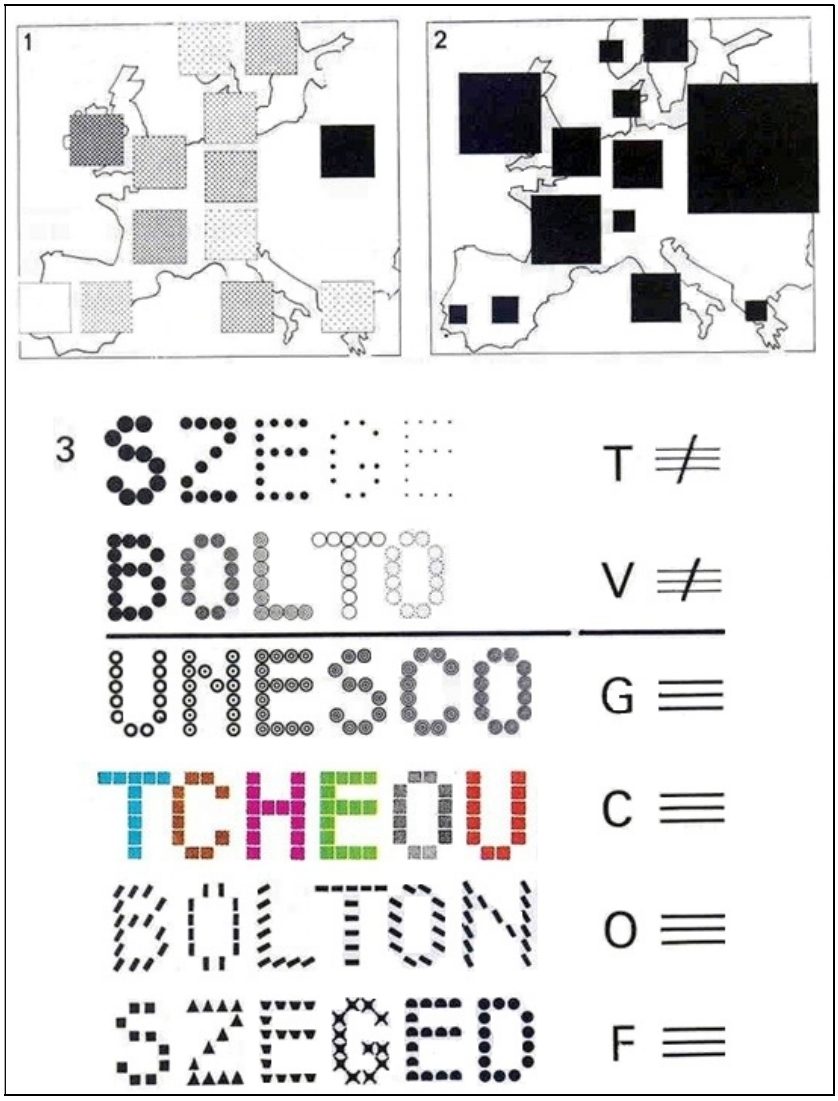


Figura 34 - Variável valor (1) vs variável tamanho (2) e variáveis dissociativas vs associativas (3) (BERTIN, Jacques, 1977, p. 196)

Compreendidas as propriedades das variáveis visuais, é possível aprofundar a distinção entre variáveis visuais de imagem e variáveis visuais de separação. As variáveis de imagem são as duas dimensões do

plano (x e y), o tamanho e o valor, porque permitem ordenar visualmente a informação e, assim, construir uma imagem, isto é, “a forma significativa percebida instantaneamente” (BERTIN, Jacques, 1977, p. 186), devendo, no entanto, assinalar-se que as duas dimensões do plano apenas o fazem pela observação das distâncias ao eixo da abcissas e/ou ao das ordenadas no contexto de um gráfico, enquanto o tamanho e o valor promovem a visualização da terceira dimensão (z) em qualquer utilização nas duas dimensões do plano, seja em diagramas ou em mapas. As variáveis de separação são o grão, a cor, a orientação e a forma, ou seja, aquelas cuja aplicação não promove a terceira dimensão e apenas distingue, diferencia ou separa, entre si, os pontos, as linhas ou as superfícies, apesar de alguma, mas diminuta, capacidade de ordenação por parte da variável visual grão.

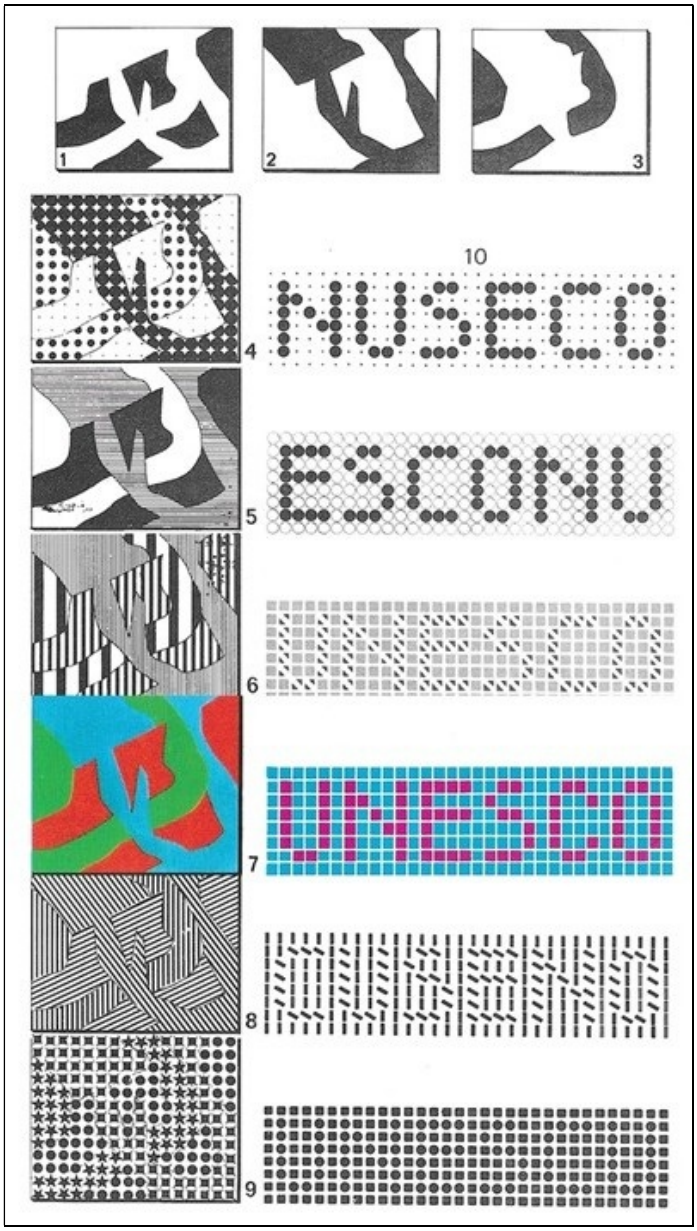


Figura 35 - Comparação da seletividade das variáveis visuais
(BERTIN, Jacques, 1977, p. 212)

4.2.3. Elementos gráficos, variáveis visuais e sintaxe de variação visual

Como referido, a obra de Jacques BERTIN teve grande impacto na formação e nos manuais sobre tratamento gráfico e cartográfico da informação em todo o mundo, sendo referenciado pelas suas "variáveis visuais", quer através da simples transcrição, quer pela apresentação de propostas com ajustamentos e adaptações ou assumidamente acrescentadas com itens específicos para suportes informáticos.

Arthur H. ROBINSON et al, por exemplo, foram dos que apresentaram uma proposta assumidamente semelhante, quer na 5ª edição (1984), quer na 6ª edição (1995) do *Elements of Cartography*, assinalando em ambas a introdução do conceito de "visual variable" por Jacques Bertin, em 1967. Além disso, sublinharam em ambas as edições que "apesar de existir uma considerável semelhança entre a nossa lista de variáveis visuais e a lista de Bertin, elas não são completamente iguais", adiantando, como exemplo, "a variação sistemática de tamanho e espaçamento que compõem a variável visual de Bertin *grain* (Fr.), que foi traduzida em inglês como "texture"" (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 319).

Na verdade, existem outras importantes diferenças, que se aprofundaram da 5ª edição (1984) para a 6ª edição (1995), nomeadamente, a ausência das duas dimensões do plano (que se mantinham na 5ª edição como localização), a denominação dos tipos de implantação (ponto, linha e área) como "elementos gráficos básicos" e definindo-os como "os blocos de construção primitivos da representação pictórica", e a consideração de nove variáveis visuais, classificadas em seis "variáveis visuais primárias" (forma, tamanho, orientação, cor/*value*, cor/*hue*, e cor/*chroma* - Figura 36) e três "variáveis visuais secundárias" (textura, orientação e disposição - Figura 37), sendo que cada uma das secundárias definiria diferentes padrões (*patterns*), notando-se, finalmente, a inclusão da variável orientação em ambos os grupos, mesmo se com aplicações específicas (Arthur H. ROBINSON et al, 1995, pp. 320-321).

Sublinhe-se o natural reconhecimento por parte de Bertin da utilização das três dimensões da cor (comprimento de onda, valor e saturação), apesar de Jacques Bertin não considerar a saturação necessária à expressão gráfica, e acrescente-se que nas imagens que ilustram a variável visual textura apenas se constata a variação de espaçamento, ou seja, a variação da distância entre os elementos que a compõem, mantendo-se inalterado o tamanho de cada elemento, o que implica a variação de negro por unidade de superfície, ou seja, a variação claro/escuro, denominada por Jacques Bertin como variável visual valor, pelo que, aparentemente, ROBINSON, Arthur H. et al. limitam a variação de valor gráfico às superfícies preenchidas por "tinta opaca", não considerando como tal a variação claro-escuro promovida pelas diferentes densidades de uma trama ou malha.

Em todas as edições do manual de Terry A. Slocum também se assinala que "a noção de variáveis visuais foi desenvolvida pelo cartógrafo francês Jacques Bertin (1983) e subsequentemente modificada por outros"

(1999, p. 22; 2005, p. 61, 2009, p. 81 e 2023, p. 67), nomeadamente pelo próprio Terry A. Slocum e sua equipa que para a elaboração das respetivas propostas de variáveis visuais também partem do contributo seminal de Jacques Bertin.

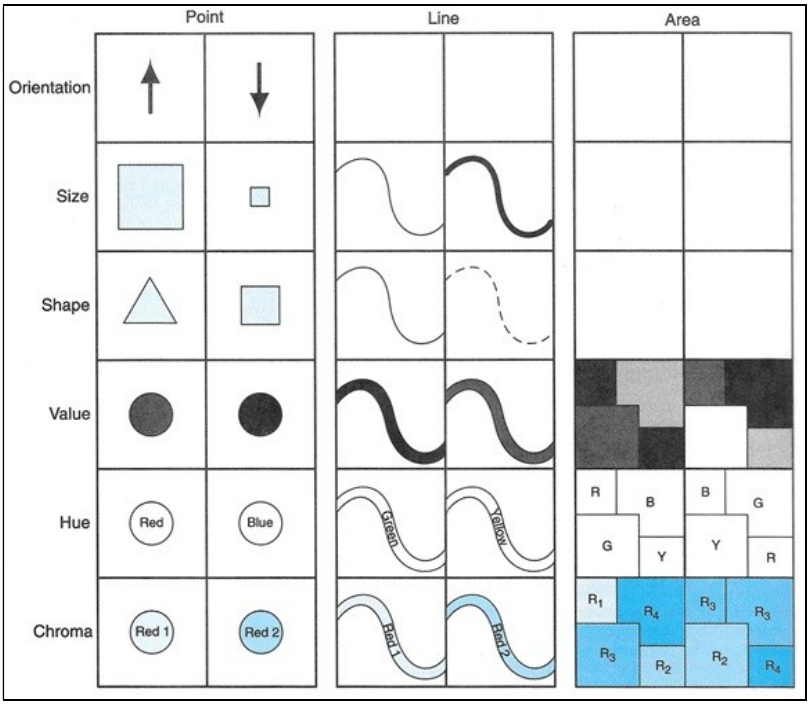


Figura 36 – Variáveis visuais primárias (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, pp. 320)

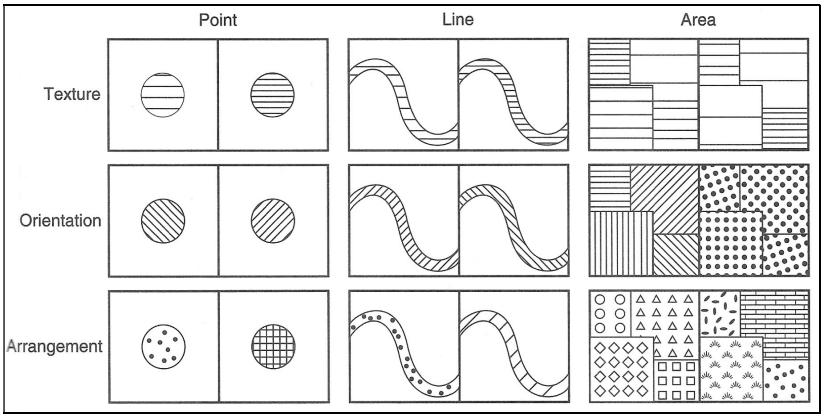


Figura 37 – Variáveis visuais secundárias (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, pp. 321)

Assim, na terceira edição do manual *Thematic Cartography and Geovisualization*, de Terry A. Slocum et al (2009) as variáveis visuais encontram-se discriminadas em dois grupos. Num lado, as variáveis visuais para fenómenos quantitativos (Figura 38), ou seja, agrupando aquelas cujas características se considera serem adequadas à representação de informação das escalas de medição ordinal, de intervalo e de índice, enquanto, por outro lado, se agrupam as variáveis visuais que se considera adequadas a fenómenos qualitativos (Figura 39), associados unicamente a informação de nível nominal.

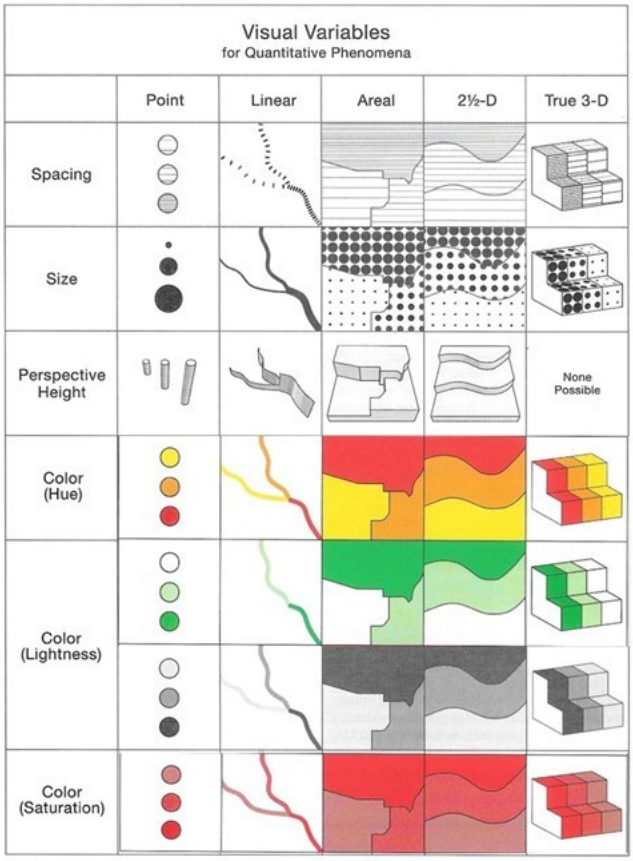


Figura 38 – Variáveis visuais para fenómenos quantitativos (SLOCUM, Terry A. et al., 2009, p. 82)

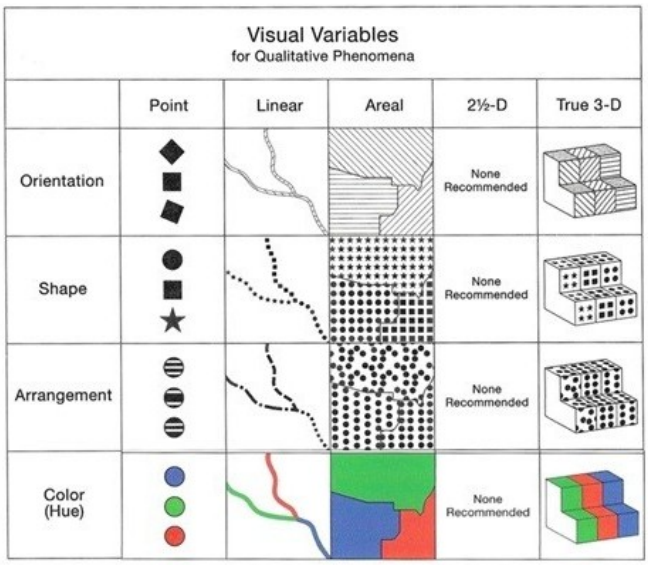


Figura 39 – Variáveis visuais para fenómenos qualitativos (SLOCUM, Terry A. et al., 2009, p. 83)

No grupo para informação quantitativa referem-se espaçamento (*spacing*), tamanho, perspetiva/altura e a cor nas suas três dimensões (comprimento de onda, valor e saturação), enquanto o conjunto das variáveis apropriadas a fenómenos qualitativos inclui a orientação, a forma, a disposição e a cor (comprimento de

onda). Entretanto, na edição de 2023 do mesmo manual, deixou de ser incluída a ilustração da aplicação da variável visual valor com gradações de cinzentos, embora no texto se refira que "diferentes luminosidades de cinzento também podem ser utilizadas na ausência do que vulgarmente chamaríamos de cor" (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 68).

Finalmente, embora considerem a "altura em perspetiva" uma das boas variáveis visuais para representar dados numéricos de implantação em área, alertam para eventuais dificuldades de leitura porque "os prismas altos, por vezes, bloqueiam prismas mais pequenos", apresentando como solução "rodar o mapa para que o bloqueio seja minimizado", o que pode trazer outras dificuldades decorrentes do facto de os leitores estarem habituados a ver os territórios com o norte para a parte superior da imagem, o que pode ser solucionado com a junção de um mapa em que a orientação esteja adequada, outra possibilidade é "utilizar a variável altura em perspetiva, mas também simbolizar a distribuição com outra variável visual; por exemplo, a figura [40B] pode ser apresentada para além da figura [40A]" (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, pp. 76-77).

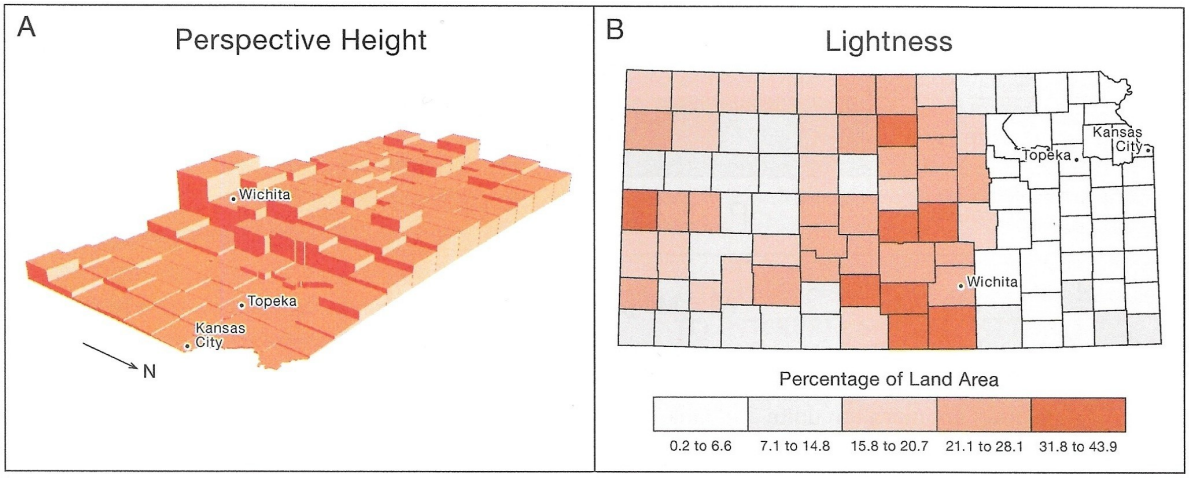


Figura 40 - Aplicação das variáveis visuais altura em perspetiva (A) e valor (B)
(Adaptado de SLOCUM, Terry A. et al, 2023, p. 75)

No essencial, Terry A. SLOCUM et al têm o mesmo entendimento que Arthur H. ROBINSON et al em relação à conceção da variável visual valor, também acrescentam a variável visual *arrangement* (que se optou por traduzir como *disposição* dos sinais gráficos) e inovam com a variável visual *elevação* (que designam por "altura em perspetiva", em relação ao plano da representação) e com a introdução de duas novas referências de implantação: as falsas tridimensionais (2,5D) e as tridimensionais (3D), cuja utilização é facilitada pelas novas tecnologias.

Atualmente, as capacidades das novas tecnologias e dos Sistemas de Informação Geográfica permitem o desenvolvimento e potencialização da geovisualização, a qual inclui inovadoras propostas de adaptação das variáveis visuais na área da visualização do terreno, nos mapas animados, na exploração e análise de

grandes quantidades de informação, na visualização da incerteza ou na criação de ambientes virtuais e de realidade aumentada (SLOCUM, Terry A. et al., 2023).

Neste sentido, outros contributos devem ser considerados, nomeadamente o de Alan M. MacEachren que abre e potencia os caminhos para uma semântica e sintática aplicável aos mapas interativos (ROTH, Rob, 2024). Partindo também de Jacques Bertin, MacEachren aprofunda a sua proposta ao construir o que considera ser uma "tipologia expandida" de variáveis visuais, que denomina como "sintaxe de variação alargada" (Figura 41), cuja expansão, visando promover o foco na *clareza* da imagem, decorre da introdução de três variáveis visuais (nitidez, resolução e transparência), apresentadas como subdivisões da *clareza*, numa "abordagem tripartida, análoga aos três aspetos da cor". (MacEACHREN, Alan M., 1995, p. 279). Além disso, classifica cada variável visual em relação à respetiva competência para representar informação numérica, ordinal e nominal e para promover o isolamento visual, ou seja, a seletividade, e a destrinça de níveis visuais ou ser associativa ou dissociativa.

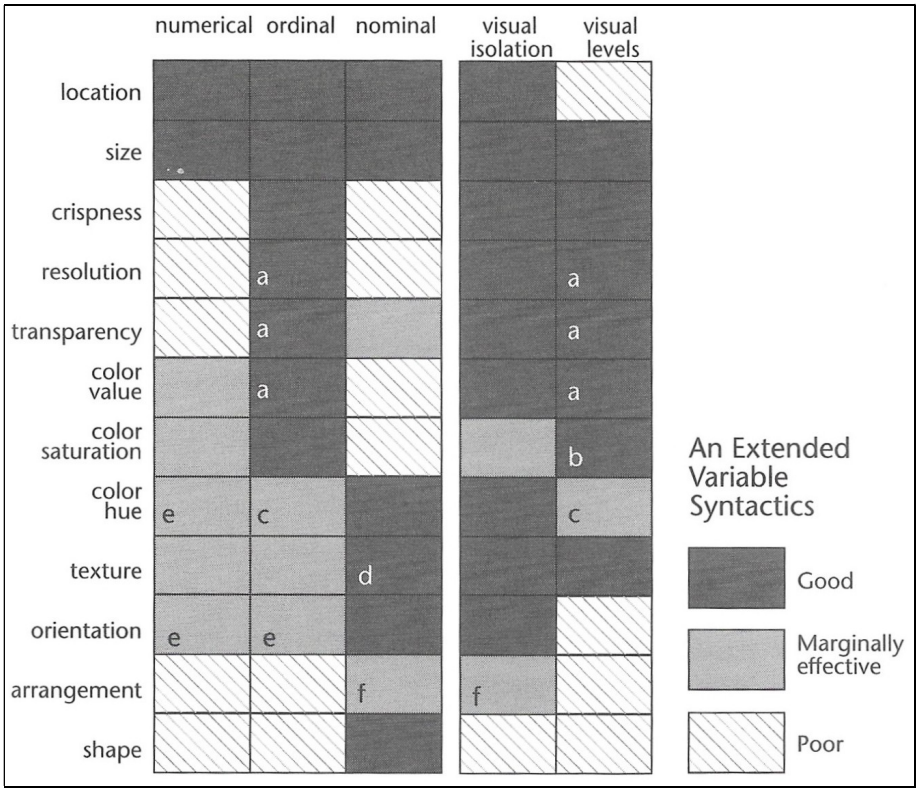


Figura 41 - Sintaxe de variação visual (MacEACHREN, Alan M., 1995, p. 279)

Legenda:

"As letras nos retângulos referem-se às qualificações nas avaliações bom-pobre, como se segue: (a) As variáveis de clareza, nitidez, transparência e resolução podem ser utilizadas para um máximo de duas ou três categorias. Estas variáveis não foram testadas, mas são consideradas mais úteis para a representação da incerteza. Revelam-se mais práticos num ambiente interativo, no qual o analista pode ativá-los e desativá-los quando necessário. (b) As cores mais puras e saturadas parecem estar no primeiro plano, enquanto as cores opacas e dessaturadas desaparecem no fundo. (c) Os matizes devem ser cuidadosamente selecionados

para que seja aparente uma ordem de hierarquia (por exemplo, a sequência espectral parcial do amarelo, passando pelo laranja e chegando ao vermelho). Os tons interagem entre si de formas por vezes imprevisíveis, pelo que muitas vezes é difícil determinar quais os tons que dominarão os outros. (d) A textura do padrão é boa para apenas duas, ou talvez três, categorias identificáveis. (e) A orientação proporciona uma capacidade limitada de comunicar informação numérica ou ordenada - os glifos baseados num mostrador de relógio ou os símbolos geológicos de direção e inclinação são exemplos bem-sucedidos. (f) A disposição dos padrões é melhor como variável redundante para tornar a diferença visual entre categorias mais óbvia."

De qualquer forma, tudo remete para Jacques Bertin e todos partem do respetivo trabalho, podendo sublinhar-se que "o trabalho de Bertin nas variáveis visuais se tornou um padrão para explicar a teoria da visualização cartográfica" (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 37).

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

As cores existem porque existe energia eletromagnética, limitando-se a sua existência ao pequeno intervalo visível do respetivo espectro (Figura 42). Entretanto, face às infinitas possibilidades de variação das cores e tentando alguma clarificação no contexto da complexidade do seu conceito, sob um ponto de vista da sua percepção, são três as qualidades ou atributos das cores (BERNARDO, Luís M., 2010, p. 95): a *tonalidade* (H de "hue"), associada ao nome da cor, que é a propriedade da cor decorrente do respetivo comprimento de onda da parte visível do espectro eletromagnético; o *valor* (V de "value"), ligado à intensidade luminosa e que se expressa na variação do claro ao escuro de uma mesma cor; o *croma* (C de "chroma") que se relaciona com a pureza da cor e pode ser expressa pela variação entre a sensação de maior "vida" ou de debilidade de uma mesma cor, por vezes também denominada como intensidade ou saturação, embora com significados não rigorosamente equivalentes.

A cor é a sensação psicofisiológica que resulta da observação da reflectância de energia eletromagnética por parte de uma superfície. Assim, as características da cor de uma superfície derivam da sua reflectância, ou seja, da razão entre a energia incidente na superfície ou objeto e a energia refletida, podendo o comportamento de cada objeto ser expresso por uma curva de reflectância espectral. Assim, qualquer superfície ou objeto tem a sua assinatura espectral (essencial na deteção remota), refletindo pelo menos uma porção de todos os comprimentos de onda, mas adquirindo a sua cor percetível a partir dos comprimentos de onda que reflete predominantemente. Naturalmente, quando os objetos refletem todos os comprimentos de onda na mesma proporção, tenderão para o branco se a percentagem de reflectância for elevada e para o preto se a percentagem de reflectância for baixa (Figura 43)

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-se 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 subtrativa 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 refletem outros, sendo a maioria das cores obtida a partir dos pigmentos de cian, magenta e amarelo (cores *primárias subtrativas*).

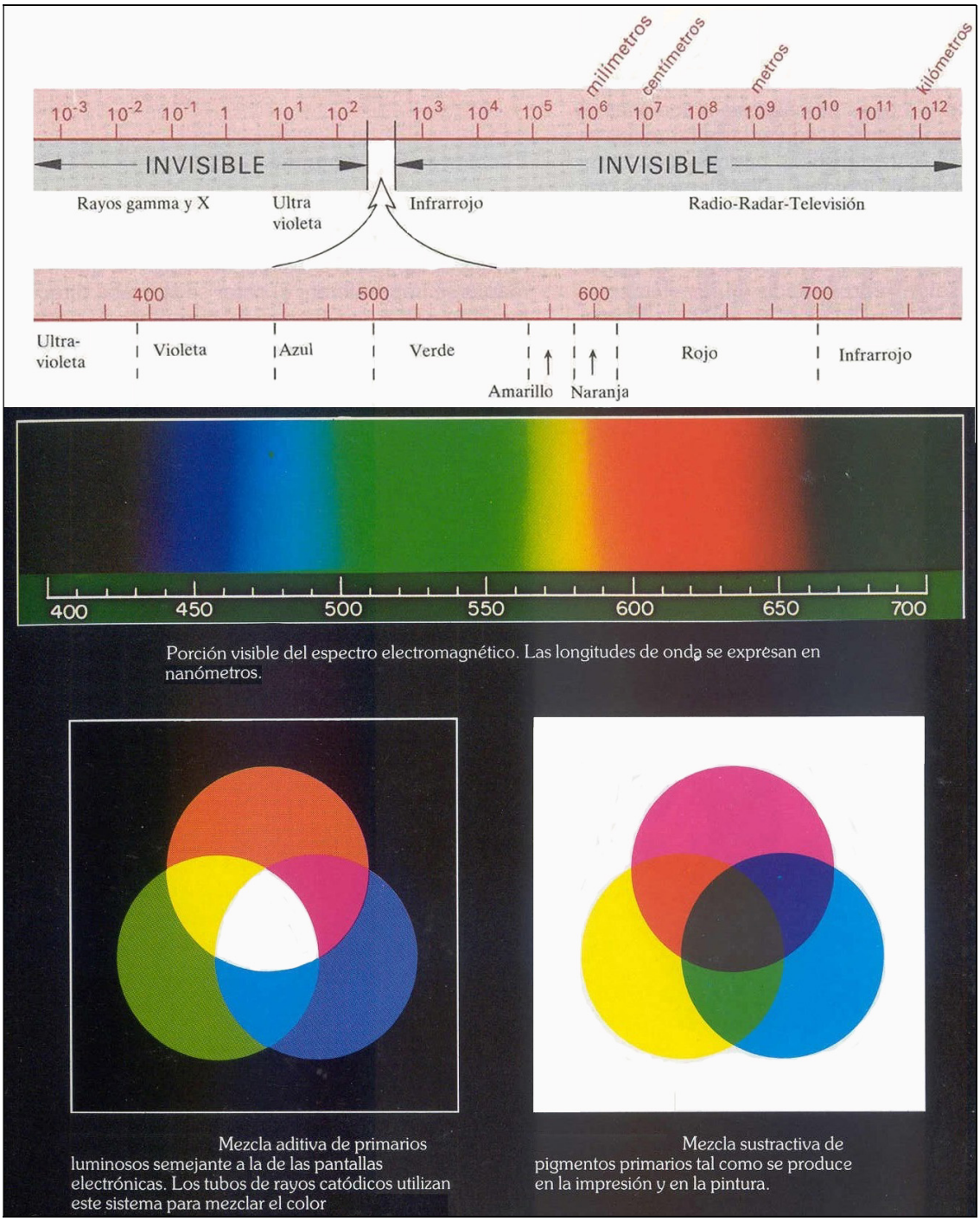


Figura 42 - Parte visível do espectro eletromagnético e cores primárias (processo aditivo e subtractivo) (adaptado de ROBINSON, Arthur H. et al., 1987, entre pp. 180-181)

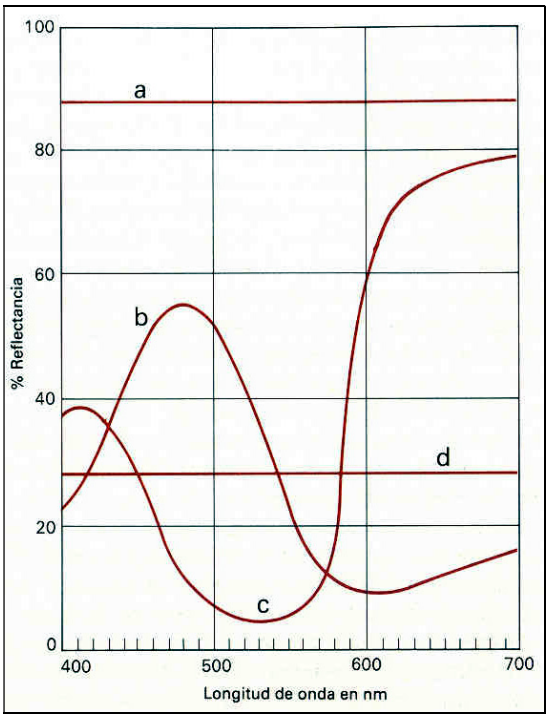


Figura 43 - Quatro curvas de reflectância espectral: (a) superfície branca; (b) tinta cian; (c) tinta magenta; (d) superfície cinzento-escuro (ROBINSON, Arthur H. et al., 1987, p. 165)

Naturalmente, a utilização de um leque tão alargado de cores nas mais diversas atividades humanas levou à criação de vários sistemas de classificação de cores, normalmente designados como sistemas de notação ou identificação das cores, devendo referenciar-se cinco modelos de cor: RGB, CMYK, HSV, Munsell e CIE. Os modelos RGB e CMYK são orientados para os instrumentos, sejam estes os monitores de computadores ou de televisores no primeiro caso, sejam as impressoras no segundo. Em contraste, os modelos HSV e de Munsell são orientados para o utilizador porque se baseiam na forma como percebemos as cores (usando atributos como a tonalidade, a luminosidade e a saturação). O modelo CIE não é orientado para instrumentos nem para os utilizadores, mas permite que ao fornecer as coordenadas CIE de uma cor, em teoria, será possível reproduzir exatamente a mesma cor (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 189).

O sistema de Munsell, foi criado na primeira década do século XX por Albert H. Munsell, professor, pintor e estudioso das cores, de nacionalidade americana, que o materializou em fichas pintadas, e o modelo RGB (assim chamado pelas iniciais, em inglês, dos três primários aditivos: Red, Green, Blue), normalmente utilizado nos monitores, tem como seu contraponto subtrativo o CMYK (Cian, Magenta e Yellow, servindo o K para substituir o B de black e evitar confusões com o B de blue) utilizado na impressão, por exemplo, de mapas topográficos.

No sistema de Munsell (Figuras 44 e 45) cada cor é especificada através da referência a escalas de tonalidade (hue), de valor (value) e de cromatismo (chroma), 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 croma).

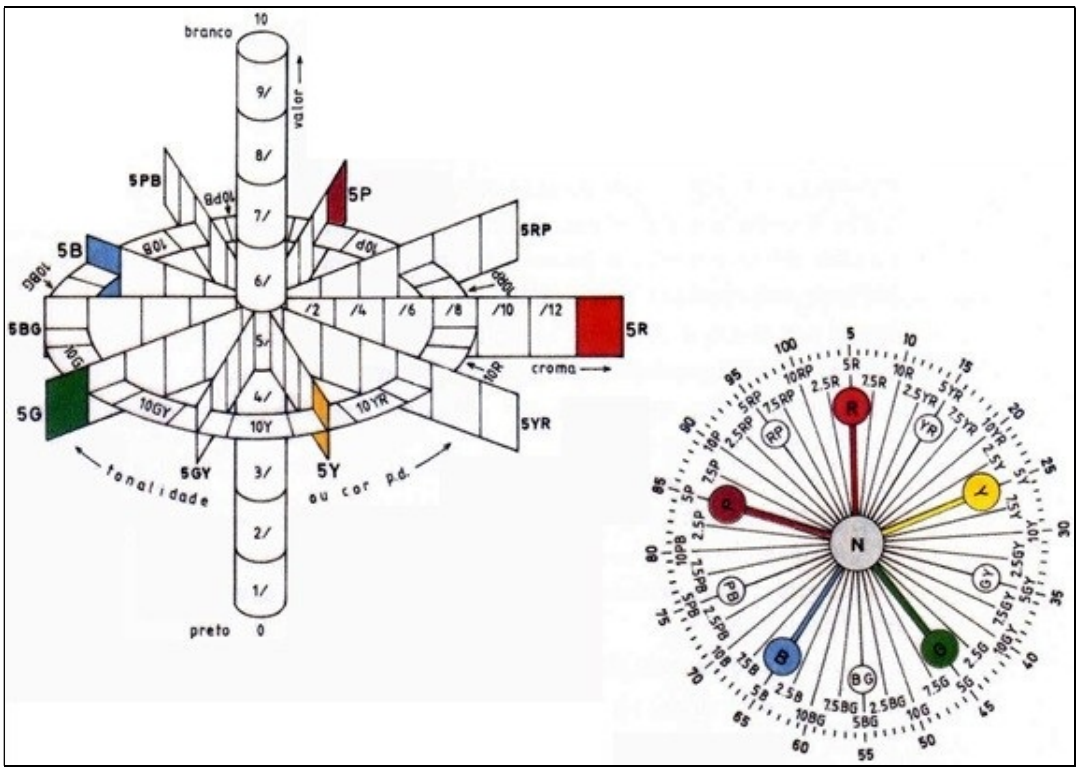


Figura 44 - Princípios de identificação de Munsell (DIAS, M. Helena, 2007, p. 83)

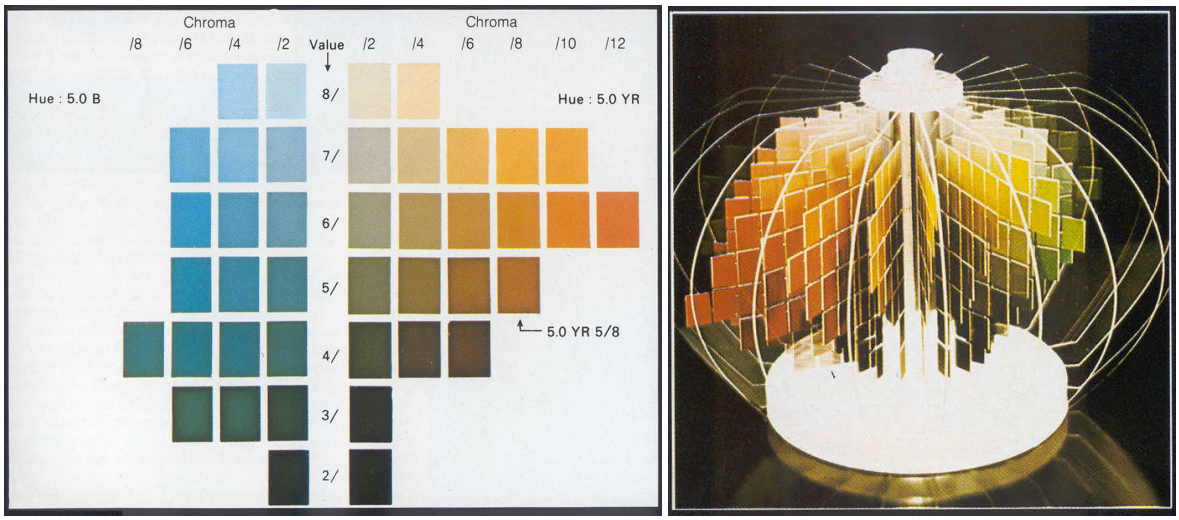


Figura 45 - Fichas de cor de Munsell (ROBINSON, Arthur H. et al, 1987, entre pp. 180-181)

O modelo RGB pode ser visualizado como um cubo de variação contínua assente em combinações dos primários aditivos, com uma estrutura em que as três cores base do processo, o vermelho (red), o verde (green) e o azul (blue), definem três dos oito vértices do cubo, sendo as restantes três cores (amarelo, magenta e cyan) polarizadas noutros três vértices, ao que se acrescenta dois vértices opostos, o branco e o preto, toda e nenhuma luz, sendo a variação dos cinzentos a diagonal interna (Figura 46, 47 e 48).

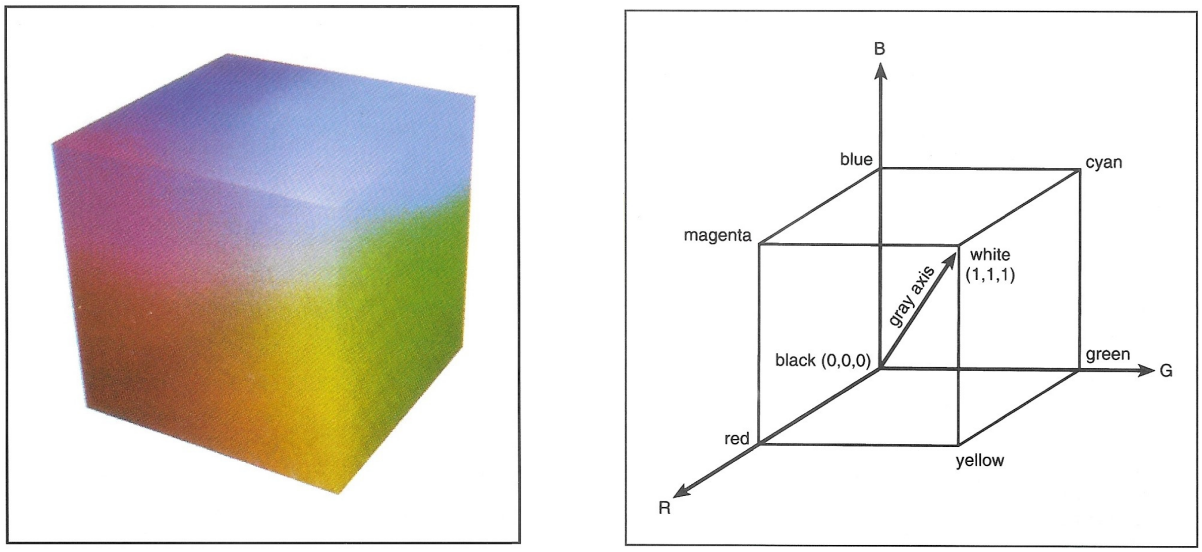


Figura 46 - O modelo RGB: continuidade e estrutura (DENT, Borden D., 1999, pp. 274-275 e p. 340)

Assim, sendo o modelo RGB um sistema de notação em que a posição de uma cor é especificada através de valores para as coordenadas *x*, *y* e *z*, correspondentes ao vermelho, verde e azul, respetivamente, e sendo 255 o número máximo possível de intervalos, o vértice de origem (0, 0, 0) representa o preto e o vértice oposto (255, 255, 255) representa o branco, sendo o vértice de coordenadas 0, 0, 255 correspondente ao azul, o vértice 0, 255, 0, correspondente ao verde e as coordenadas 255, 0, 0, as do vértice vermelho.

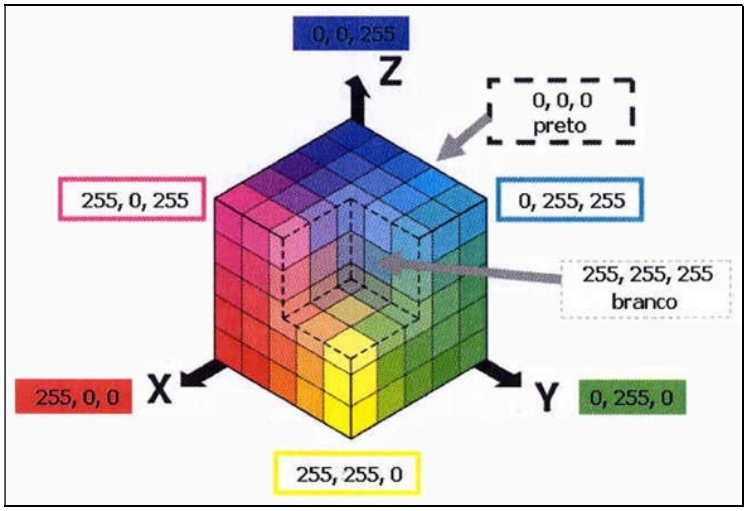


Figura 47 - Princípios de identificação do modelo RGB (DIAS, M. Helena, 2007, p. 83)

O modelo HSV (Hue, Saturation, Value) é semelhante ao modelo de Munsell, mas, contrariamente a este, tem uma estrutura simétrica. O modelo é representável por um cone com base hexagonal (Figura 49), em que este hexágono equivale ao hexágono criado pela perspetiva do modelo RGB centrado na diagonal do branco ao preto (Figura 46), variando a saturação do centro do hexágono (branco) para a periferia da base (cores) e diferindo o valor do centro do hexágono (branco) até ao vértice do cone (preto).

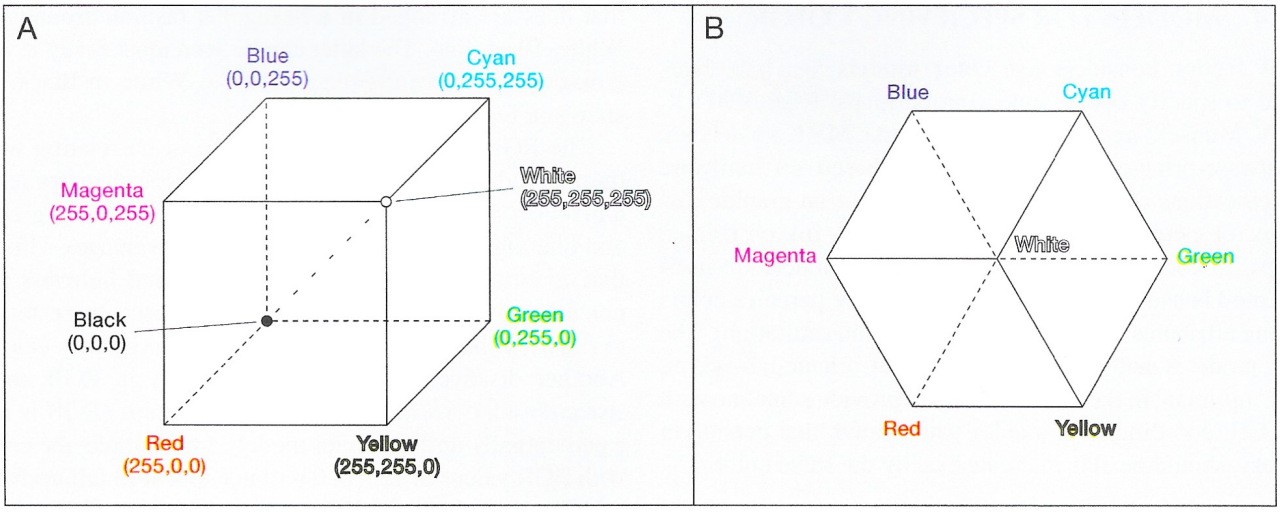


Figura 48 - (A) Esquema do cubo que representa o modelo RGB; (B) o cubo visto na diagonal do Branco ao Preto (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 190)

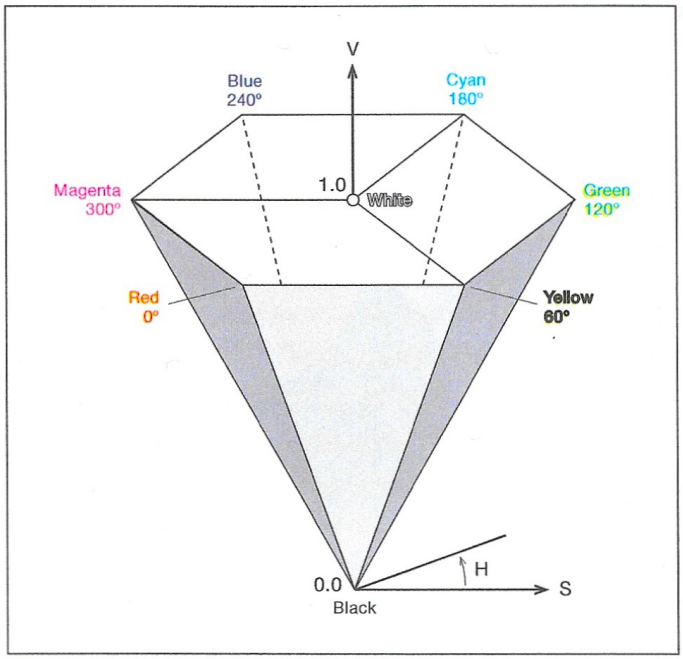


Figura 49 - O modelo HSV (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 190)

O modelo CIE, sigla para *Comission Internationale de l'Eclairage*, assenta no modelo Yxy, de 1931, em que as coordenadas x e y (minúsculos) definem um espaço bidimensional de variação da cor e da saturação, com as cores a serem organizadas em torno de um ponto branco central e a saturação a aumentar para a periferia, enquanto o Y (maiúsculo) representa a terceira dimensão correspondente à variação de claridade (*lightness*) ou valor (*value*), no sentido da variação claro/escuro (Figura 50).

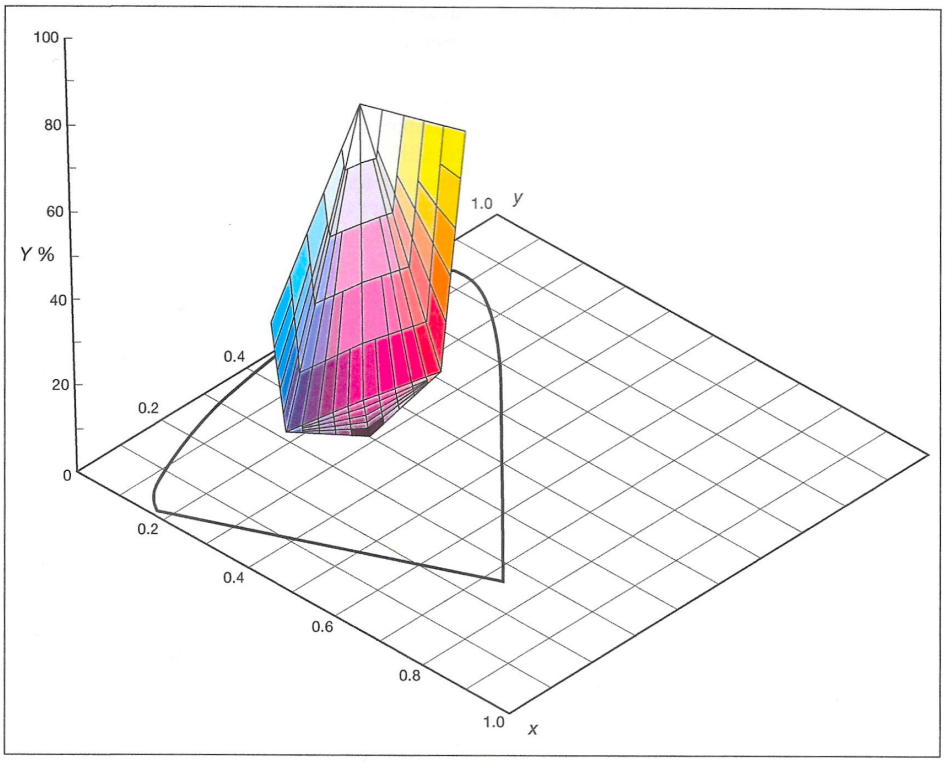


Figura 50 - Visão tridimensional do sistema CIE Yxy
(SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 193)

Os modelos RGB, CMYK e HSV são os mais frequentemente utilizados nos softwares e na impressão de cartografia, enquanto, embora menos comumente utilizados, o modelo de Munsell representa de forma simples e intuitiva as três dimensões da cor, enquanto o CIE é por vezes utilizado como referência na leitura de resultados na investigação em cartografia (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 194).

De qualquer forma, normalmente todos os modelos aditivos estão disponíveis nos softwares SIG existentes no mercado, como é o caso do ArcGis Pro que permite a escolha da cor a partir do sistema RGB, do CMYK, do HSV e do espaço de cor CIE que denomina "Lab", acrescentando ainda o HSL, como complemento do HSV, este assente na variação do preto (V de *value*) e o HSL na variação do branco (L de *lightness*). Naturalmente, sendo gratuito, o QGIS é um software com menos opções, apenas disponibilizando o RGB e CMYK (Figuras 51 e 52).

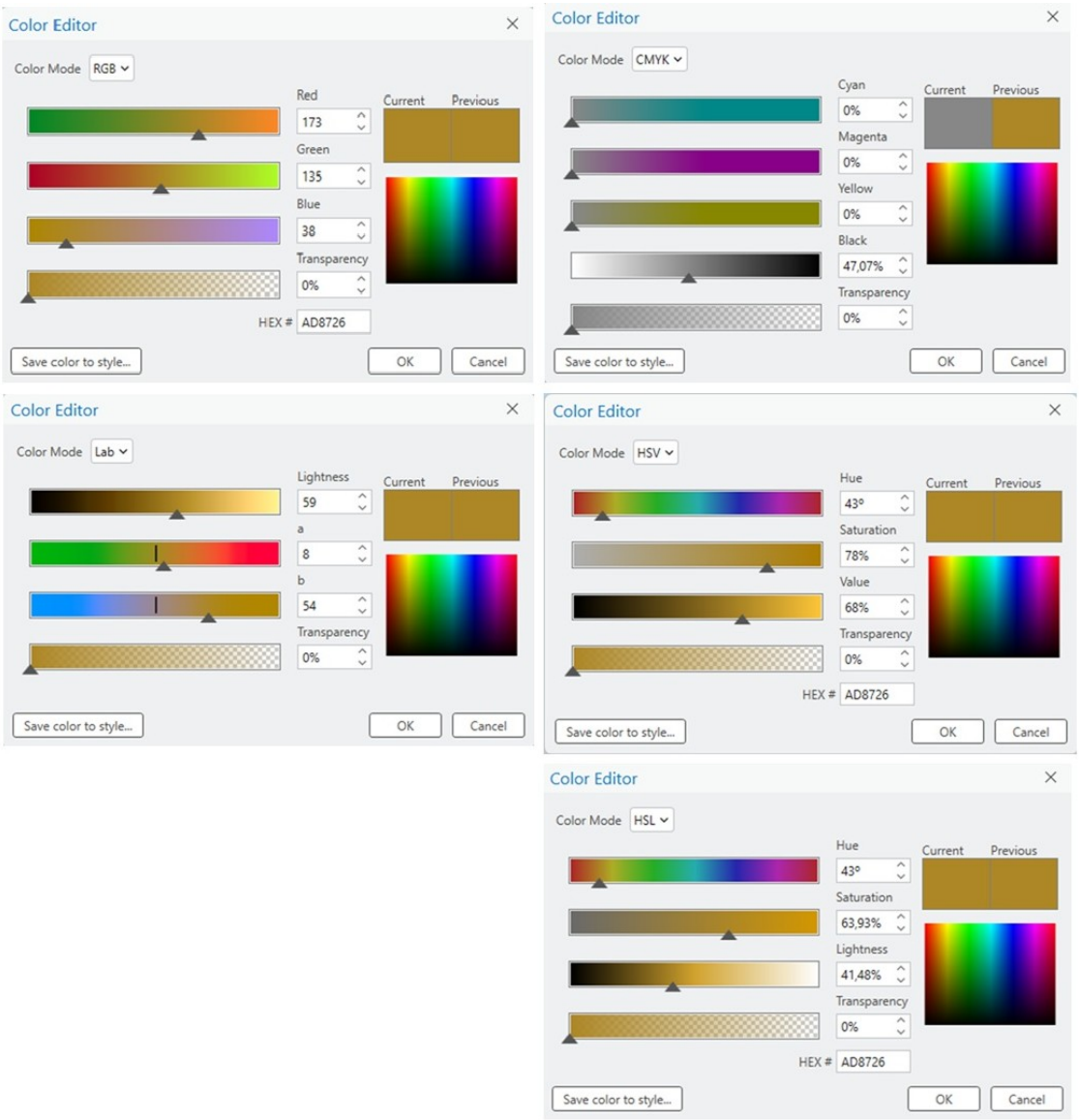


Figura 51 - Janelas de diálogo dos sistemas de cor disponibilizados no ArcGis Pro

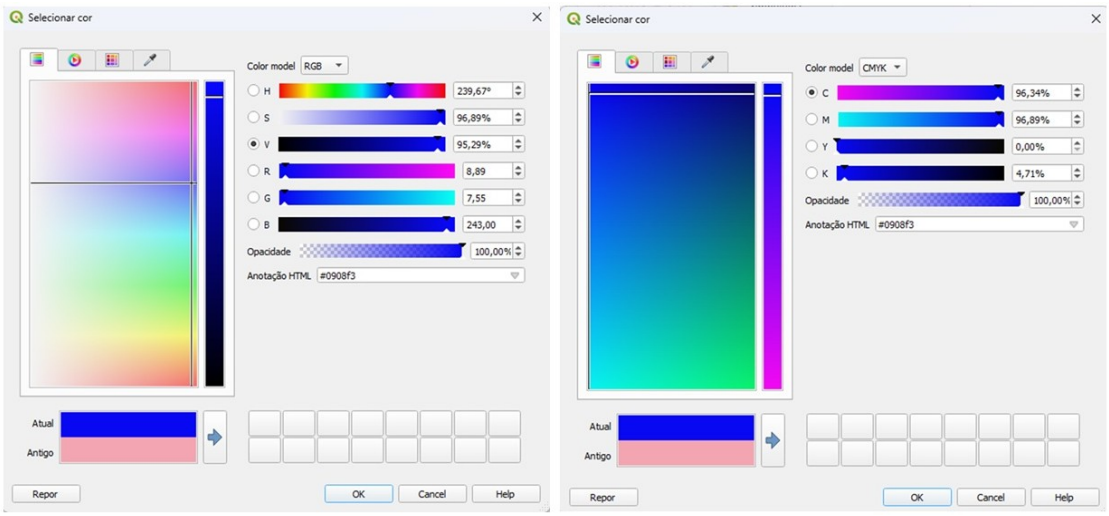


Figura 52 - Janelas de diálogo dos sistemas de cor disponibilizados no QGIS

Sendo, desde sempre, um recurso recorrentemente utilizado, o uso da cor em cartografia está atualmente potenciado e exponenciado com os *softwares* informáticos cada vez mais acessíveis e evoluídos, o que sublinha a importância do conhecimento das dimensões e propriedades da cor e dos cuidados a ter na sua utilização. De facto, como as imagens com cor são potencialmente mais atrativas, verifica-se por vezes o recurso à cor apenas enquanto elemento decorativo do mapa, evocando-se para tal razões "pedagógicas".

Naturalmente, importa ter consciência da existência de preferências estéticas, em relação às cores, conhecidas e aplicadas no âmbito das estratégias de publicidade e marketing, bem como da existência de escalas de valor ou afetivas que variam entre indivíduos e entre culturas, em cada espaço e em cada tempo. Note-se, como refere Michel PASTOUREAU (1997, pp. 136-137) que "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.".

No entanto, a utilização da cor em cartografia deve acontecer de forma cuidadosa, encarando-a como um símbolo cartográfico que pode contribuir significativamente para a legibilidade do mapa e aplicando-a com conhecimento e critério, considerando quer as convenções quer os ensinamentos da expressão gráfica, assim evitando equívocos e distorções que ponham em causa a eficácia do mapa na comunicação da informação.

Assim, sendo objeto de apropriações socioculturais que lhes atribuem características conotativas e as associam a sentimentos e sensações, as cores têm também características de evocação que condicionaram a sua aplicação na prática cartográfica ao longo dos séculos, num procedimento de "imitação da natureza", princípio fundamental na cartografia europeia do século XVIII (Catherine BOUSQUET-BRESSOLIER, 1995, pág. 96), de onde derivam várias das convenções ainda hoje utilizadas (Figura 53).

Além disso, como vimos, a cor é uma variável visual, naturalmente referenciada por todos os autores, mas apresentando-se Jacques Bertin como aquele que define as regras da sua aplicação com maior simplicidade e clareza. Assim, Jacques Bertin considera a cor, enquanto variável visual, apenas na dimensão de comprimento de onda do espectro eletromagnético, atribuindo-lhe a propriedade seletiva. Aliás, desde que cuidadosamente escolhidas, as cores puras, apresentando o mesmo valor e saturação, são mesmo a melhor variável visual em relação à seletividade, principalmente na implantação em mancha, embora apresentando algumas limitações no caso das implantações em pontos e em linhas, quando estas têm insuficiente "superfície" de preenchimento. É, aliás, pela sua propriedade seletiva que a cor é utilizada, por exemplo,

como elemento clarificador nos mapas topográficos ou com a função de separação de regiões ou países nos "mapas políticos".

Cor	Conotação da cor	Utilização cartográfica
	Pureza, limpeza, doença, fé	Informação de fundo, classes de valores fracos; ausência de informação
	Alegria, quente, seco, juventude, ódio, cobardia, optimismo	Áreas de pouca vegetação ou secas
	Fogo, Outono, saboroso, abundância, atenção	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, fronteira, toponímia

Figura 53 - Características conotativas da cor e uso convencional nos mapas
(adaptado de DIAS, M. Helena, 2007, p. 85)

É certo que a dimensão valor da cor também é uma variável visual, no entanto, contrariamente a outros autores, Bertin referencia a variável visual valor gráfico, ou seja, a variação da sensação de claro/escuro, independentemente de a sua aplicação se efetuar com uma cor ou com uma gradação de cinzentos. Considerando o valor uma excelente variável visual para representar informação ordinal, Bertin prescinde da saturação enquanto variável visual, embora a admita no papel de elemento de composição de sequências de valor (Figura 54), função a que também é reduzida por outros autores, como é o caso de Terry A. SLOCUM (Figura 55), mesmo se a identificam como variável visual.

O privilégio dado ao valor gráfico por Jacques Bertin, particularmente na implantação em mancha, leva a que considere a variável visual cor inútil para ordenar informação e embora reconheça que as duas gamas puras, de cores frias e de cores quentes, são ordenáveis em si próprias, sublinha que "a mistura das duas gamas é uma fonte de confusão visual na transcrição de uma componente ordenada" (BERTIN, Jacques, 1973, p. 87).

Nesse sentido, recusa a utilização da sequência espectral para ordenar informação, embora a admita, por exemplo, nos mapas hipsométricos “porque as duas extremidades do espectro nunca se misturam” (BERTIN, Jacques, 1977, p. 221).

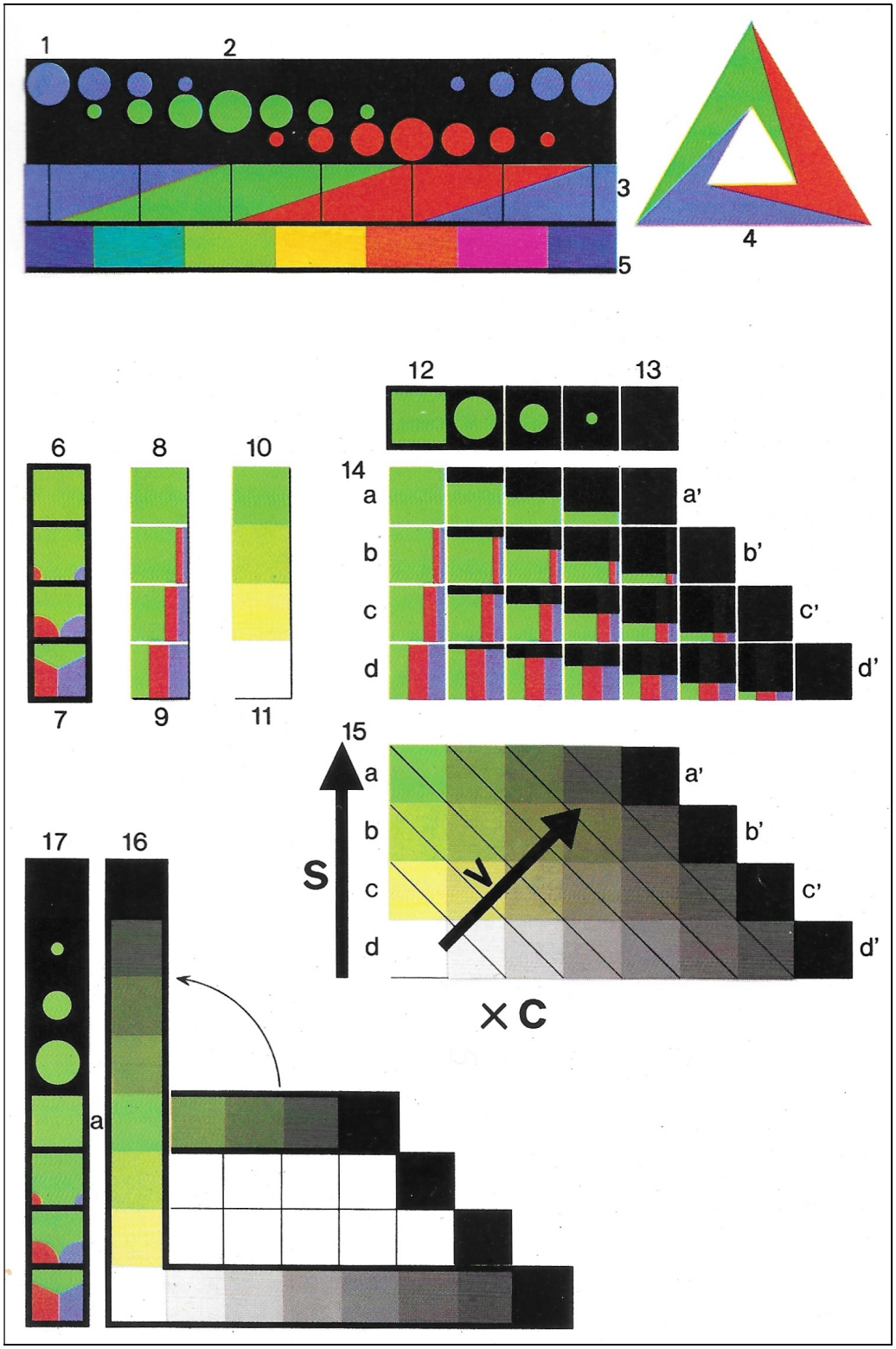
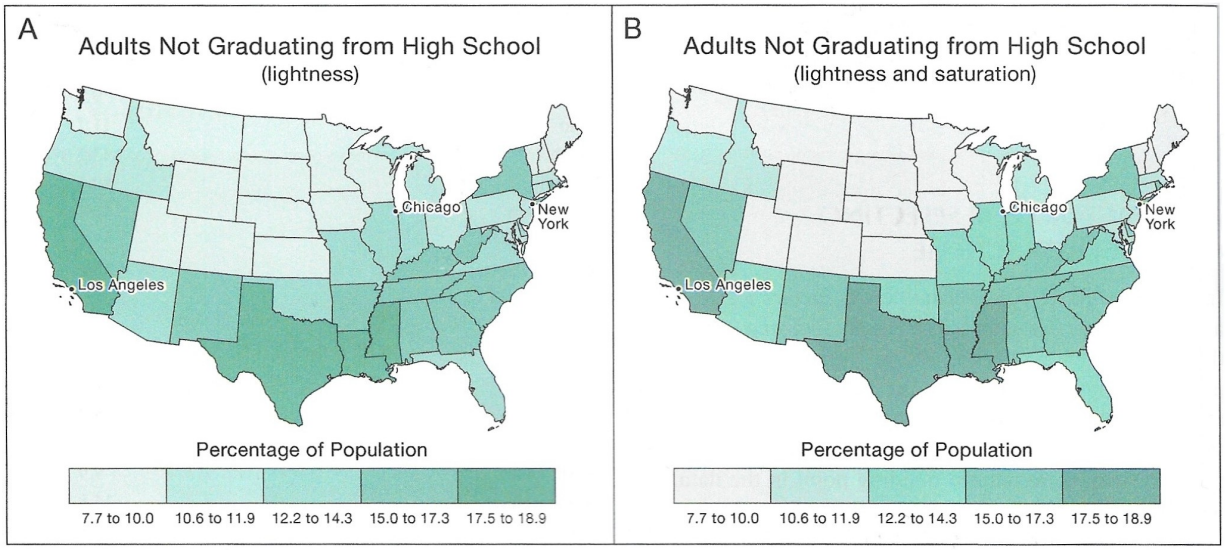


Figura 54 - Esquemas explicativos das três dimensões da cor e respetiva aplicação (explicação em Jacques BERTIN, 1977, p. 219)



A comparison of two sequential color schemes: (A) only lightness varies; (B) both lightness and saturation vary, with saturation increasing from the first to the third class and then decreasing for the latter two classes. (Colors based on CMYK values shown in Brewer 1989.)

Figura 55 - Comparação da utilização da variável visual valor, sem (A) e com (B) incorporação da variação de saturação. (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 270)

A propósito, as sequências hipsométricas, que utilizam a sequência espectral, são aceites em cartografia porque, apesar de não ser uma sequência ordenada para a perceção humana, é utilizada por tradição e convenção, além de que as características evocativas das cores permitem a associação da sequência espectral à sequência hipsométrica, numa lógica que começa na relação azul/água (profundidades) e verde/terras baixas.

De qualquer forma, além da exceção da representação da hipsometria, existe unanimidade entre os autores na recusa da utilização da sequência espectral para ordenar informação, mas apesar de Jacques Bertin considerar que a variação de cor "não fornece jamais uma ordem espontânea" (BERTIN, Jacques, 1973, p. 87), alguns autores admitem a utilização de ordenações lógicas de cores, considerando, por exemplo, que "o esquema amarelo, laranja, e vermelho é uma possibilidade porque o laranja é visto como uma mistura do amarelo e vermelho" (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 77). Por outro lado, em determinados contextos, a intrusão de uma cor distinta numa sequência pode ser eficaz como variável de separação e demarcação de territórios específicos, como o exemplifica a introdução do verde no início de uma gama de cores quentes para que os territórios de baixa densidade populacional sejam conotados e identificados com territórios de ruralidade (Figura 56).

De qualquer forma, a comparação da representação de uma mesma informação (percentagem da população por estado dos EUA) através de diferentes sequências ou séries (Figura 57) mostra que a sequência espectral não é visualmente ordenável e que apenas a variável visual valor permite a ordenação visualmente

eficaz da informação, seja com a utilização de uma cor ou a preto e branco, confirmando que “a cor não é indispensável”, como afirmou Jacques BERTIN (1973, p. 90).

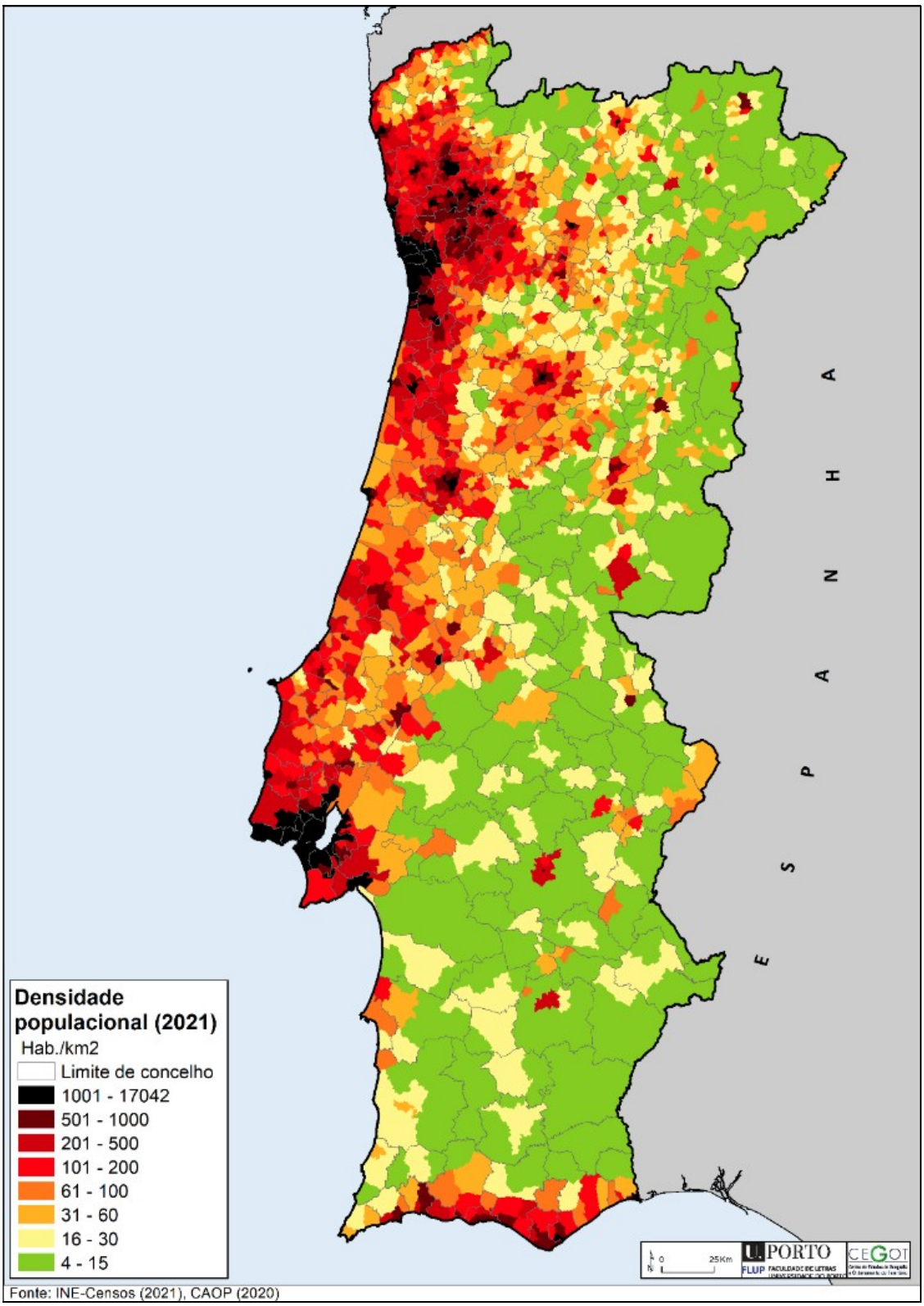


Figura 56 - Intrusão da cor verde para demarcação dos territórios da ruralidade
(MARQUES, Teresa Sá et al., 2024, p. 40)

Assinale-se, finalmente, o denominado *contraste simultâneo*, ou seja, a mudança aparente da cor por influência do fundo ou de cores vizinhas, o que se verifica quer em relação à perceção das tonalidades, quer quanto ao *valor* da cor (o mesmo cinzento aparece mais escuro em fundo branco e mais claro em fundo preto), podendo o efeito ser minimizado pela diminuição dos atributos a representar e, simultaneamente, pela rejeição de gradações ou de valores gráficos muito semelhantes.

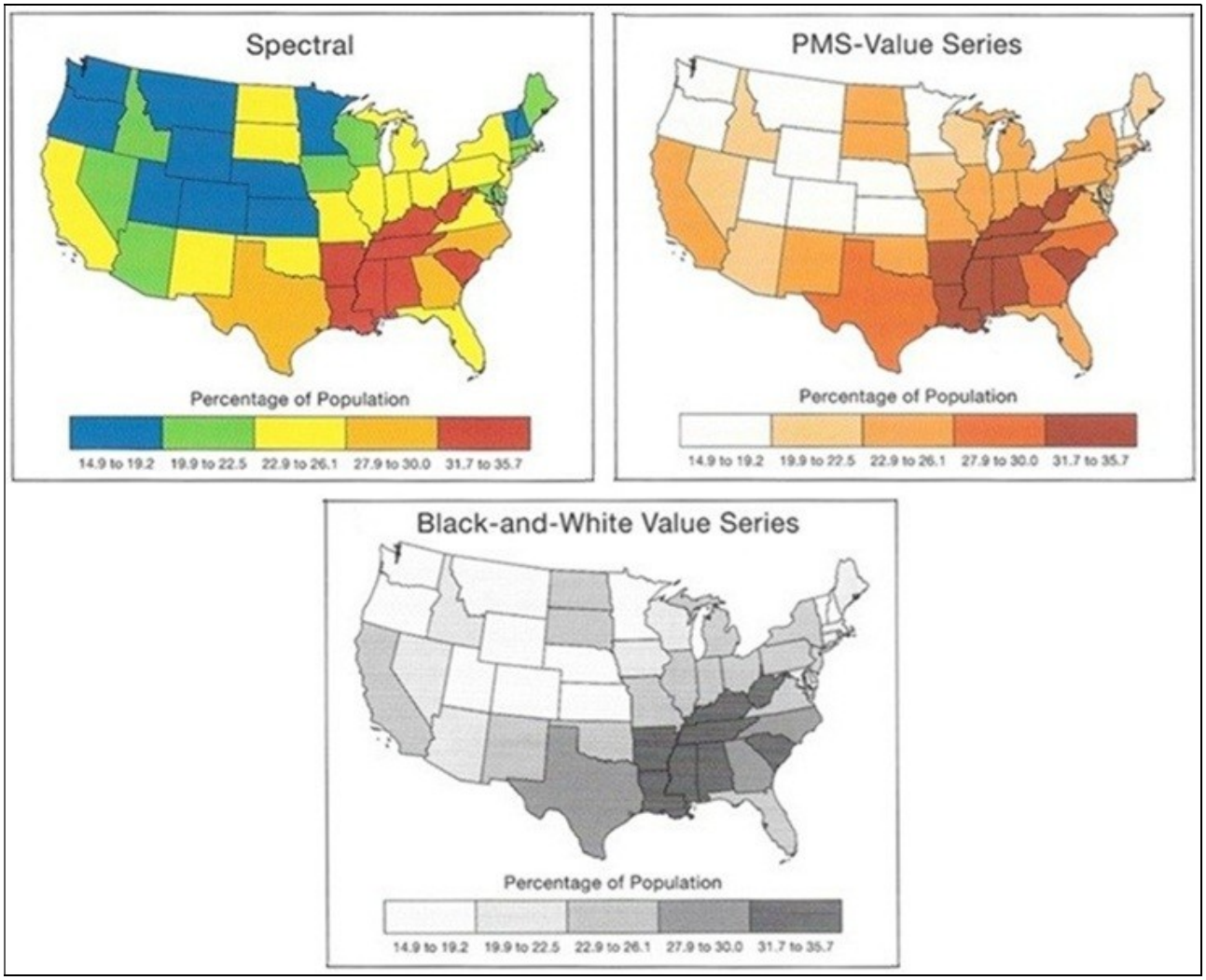
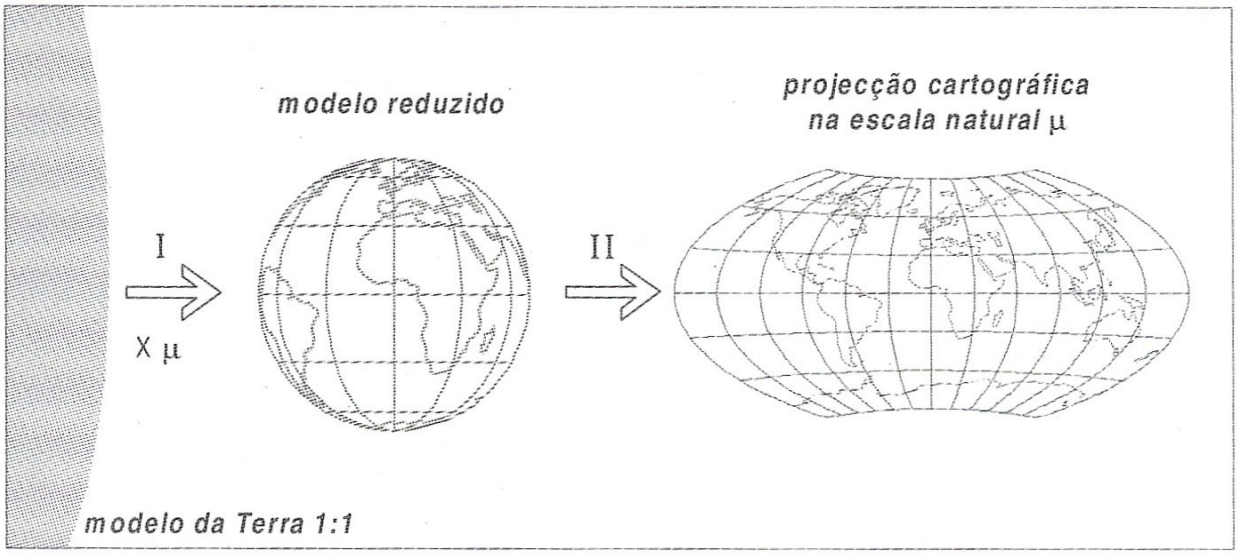


Figura 57 - Comparação da utilização de diferentes sequências
(adaptado de SLOCUM, Terry A. et al., 2009, entre pp. 500-501)

III - PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS E SISTEMAS DE COORDENADAS

1. Conceitos

Sendo a Terra um volume aproximadamente esférico, a maneira mais adequada para a representar evitando distorções é o **globo**, o qual implica apenas transformações de escala, decorrentes da redução de tamanho. Contudo, mesmo considerando que "são indispensáveis para nos ajudar a avaliar relações estratégicas e geopolíticas globais" (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 60), os globos terrestres apresentam diversos inconvenientes práticos, como as incomodidades de transporte e armazenamento ou as dificuldades de efetuar medições, que são eliminados quando a Terra é representada enquanto mapa sobre uma superfície plana, o que, além da mudança de escala, acrescenta a necessidade e dificuldade de transformar uma superfície aproximadamente esférica numa superfície plana. É a este sistema de transformação que se chama **projeção cartográfica** e a sua construção implica a aplicação de um factor de redução para a construção de um modelo reduzido da Terra e a sua subsequente planificação (Figura 58).



As duas fases de uma projecção cartográfica: em I, a redução do modelo da Terra à escala natural da projecção (μ); em II, a planificação deste modelo reduzido.

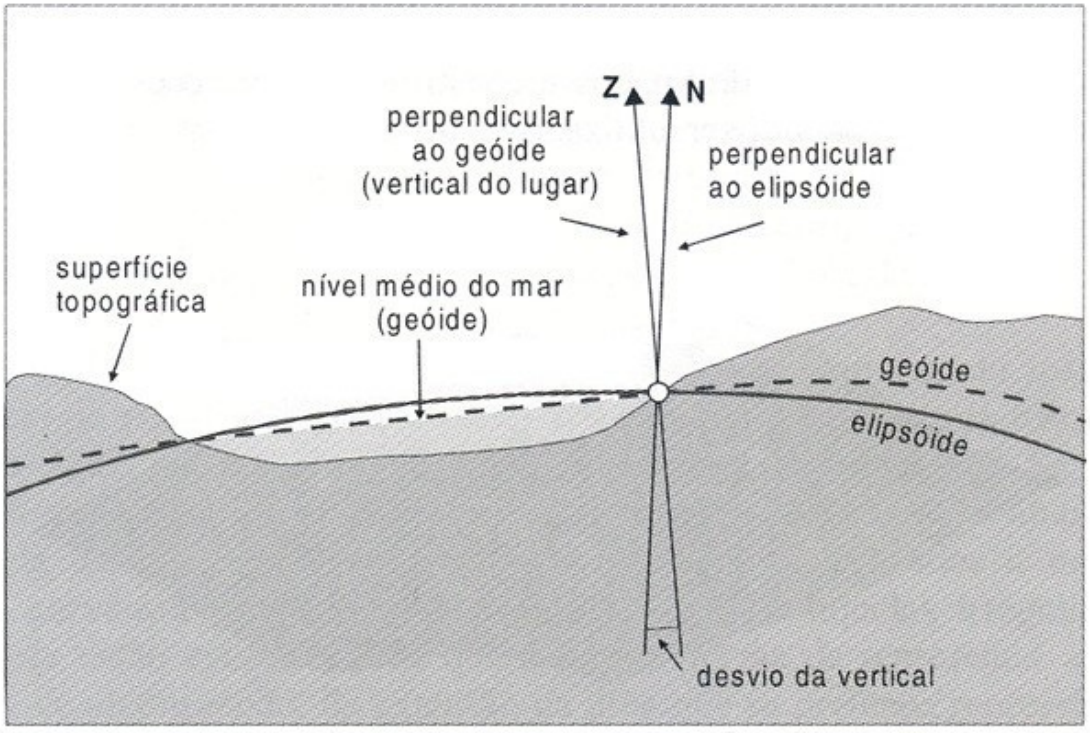
Figura 58 - Da Terra à projeção cartográfica (GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 25)

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 Terra. Tecnicamente, o geóide define-se como uma "superfície

equipotencial do campo gravítico terrestre" (MATOS, João Luís, 2001, p. 12), ou seja, "aquela onde a direção da gravidade é perpendicular em todos os lugares" (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 44).

Em termos mais simples, o geóide é uma "superfície de nível aproximadamente coincidente com o nível médio do mar, supostamente prolongado sob os continentes", no entanto, apesar de "muito menos irregular do que a superfície da Terra, a geometria do geóide é demasiado complexa para que possa ser utilizado como modelo geodésico da Terra, razão pela qual se utiliza o **elipsóide de revolução**" (GASPAR, Joaquim A., 2004, p. 155), que é a forma que a Terra teria se fosse um corpo homogéneo e geometricamente regular (Figura 59).

Além do elipsoide de revolução, utiliza-se também a **esfera**, como superfície de referência cartográfica, quando a diferença entre os eixos polar e equatorial é negligenciável, nomeadamente para cartas com escalas de 1:5.000.000 e inferiores (idem, ibidem). 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 raio (DIAS, M. Helena, 2007, p. 51), dispensando-se nestes casos a projeção cartográfica.



As ondulações do geóide resultantes da irregularidade na distribuição das massas da crusta terrestre. O desvio da vertical é o ângulo, em cada ponto, entre a perpendicular Z ao geóide (vertical do lugar) e a perpendicular N ao elipsóide de referência.

Figura 59 - Geóide e elipsoide (GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 16)

Assim, juntamente com o plano, o elipsóide e a esfera são, então, **superfícies de referência cartográfica**, ou seja, modelos da Terra utilizados no cálculo das projeções cartográficas, dependendo a opção, entre o elipsóide 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" (GASPAR, Joaquim A., 2004, p. 100), denomina-se *datum* geodésico (Figura 60), sendo que os *data* (do latim, plural de *datum*) geodésicos se subdividem em *datum* global (ou absoluto) e *datum* local (ou regional).

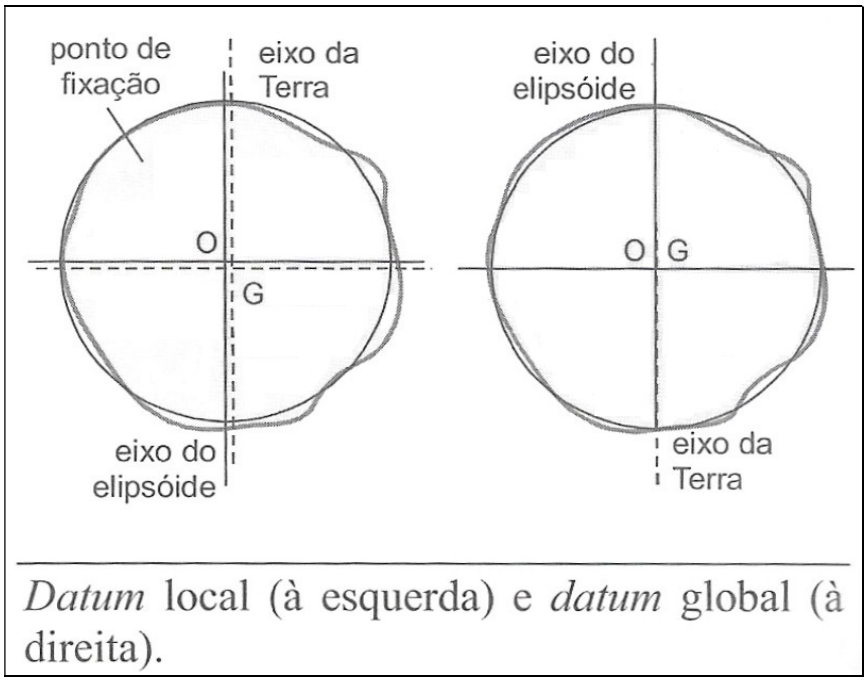


Figura 60 - Os *data* geodésicos (GASPAR, Joaquim A., 2004, p. 100)

Os *data* globais, utilizados para representações da globalidade da Terra e normalmente estabelecidos por grandes países ou por organizações supranacionais (o elipsóide WGS84 é o mais utilizado e a versão mais recente do World Geodetic System), 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. Enquanto com os *data* locais, utilizados para a cobertura de países ou regiões e normalmente estabelecidos pelas autoridades geodésicas nacionais, sendo o elipsóide de Hayford o mais utilizado em Portugal, 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, o "conjunto de pontos distribuídos de forma homogénea num determinado território, formando uma malha triangular, cujas posições relativas e coordenadas geográficas, referidas ao elipsóide de referência, são conhecidas com grande exatidão" (GASPAR, Joaquim A., 2004, p. 272). As redes geodésicas têm materialização no território, através da construção de **vértices 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 (Figura 61).

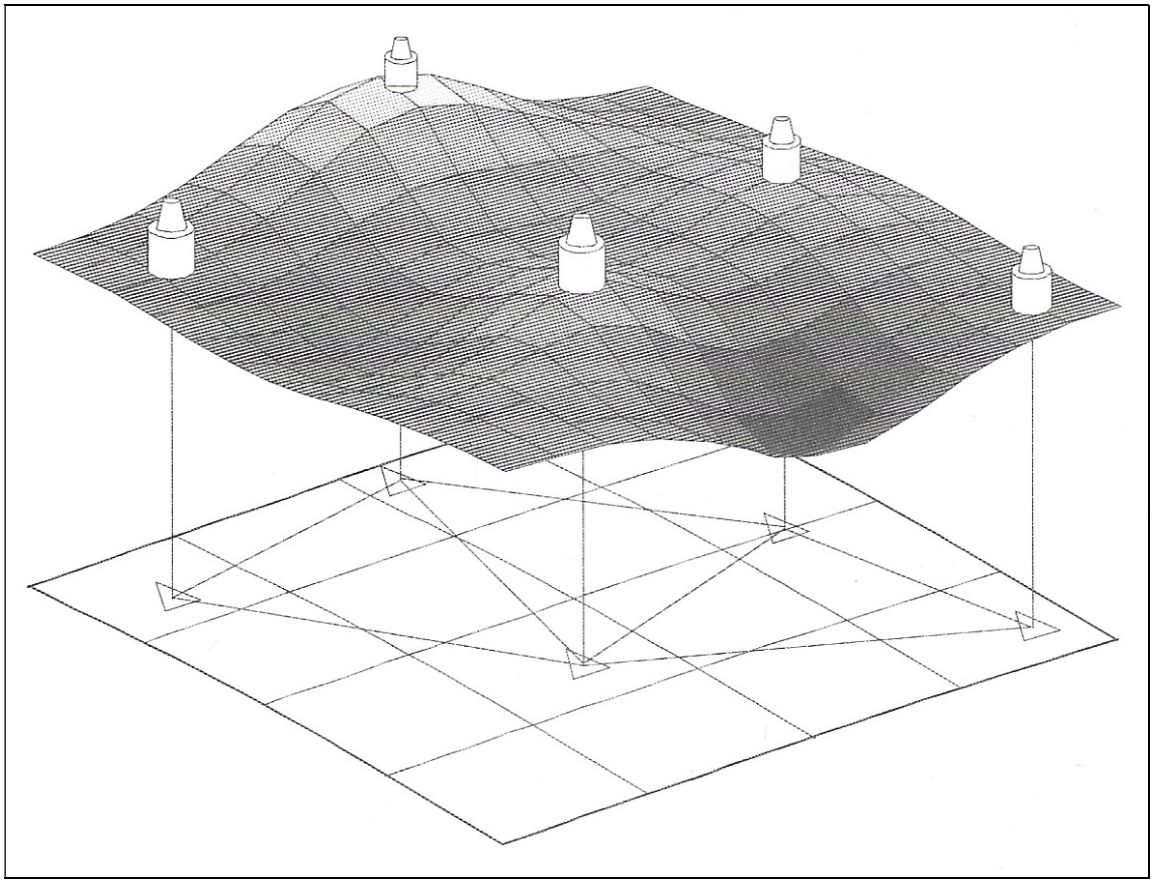


Figura 61 - Triangulação geodésica no terreno e na superfície de referência
(GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 22)

2. Projeções cartográficas

Projeção cartográfica é o "arranjo sistemático, sobre o plano, da rede geográfica de meridianos e paralelos da esfera ou elipsóide de referência. (…) Não obstante a designação de *projeção* sugerir que a transformação é realizada (ou, pelo menos, concebida) através de métodos geométricos, tal não se passa necessariamente. Na realidade, e com pouquíssimas exceções, as projeções 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 A., 2004, pp. 250-251).

2.1. Distorções e propriedades das projeções

Se fosse possível que as projeções cartográficas não implicassem distorções, ou seja, que conservassem todos os atributos do modelo da Terra antes de ser planificado, não se falaria em propriedades das projeções cartográficas. No entanto, porque uma superfície esférica, ou uma elipsoidal, não é planificável (contrariamente às superfícies cónica e cilíndrica), todas as projeções cartográficas envolvem distorções, que podem ser de ângulos, de área, de distâncias ou de direções, neste caso, não conservando os azimutes (Figura 62).

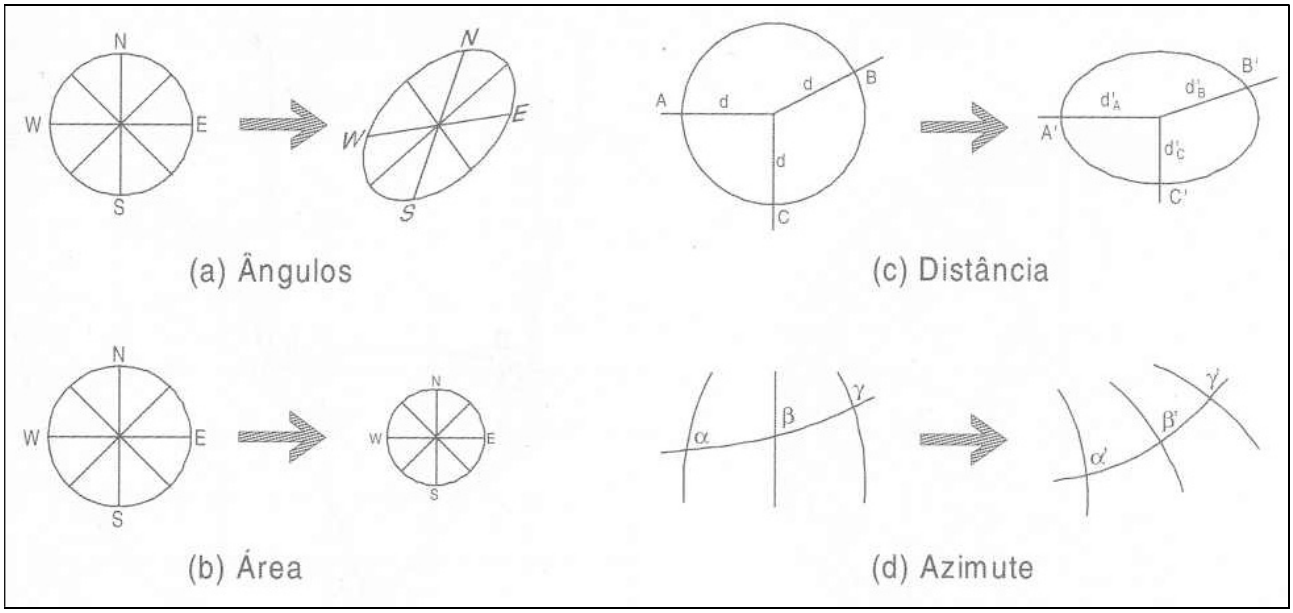


Figura 62 - As distorções das projeções cartográficas (GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 27)

Note-se, apesar de tudo, que estas distorções não se verificam nas *linhas-padrão* (standard ou de referência), onde a superfície da projeção é tangente ou secante ao modelo da Terra, nem no *ponto-padrão*, no caso da projeção azimutal tangente ao modelo da Terra (Figura 63).

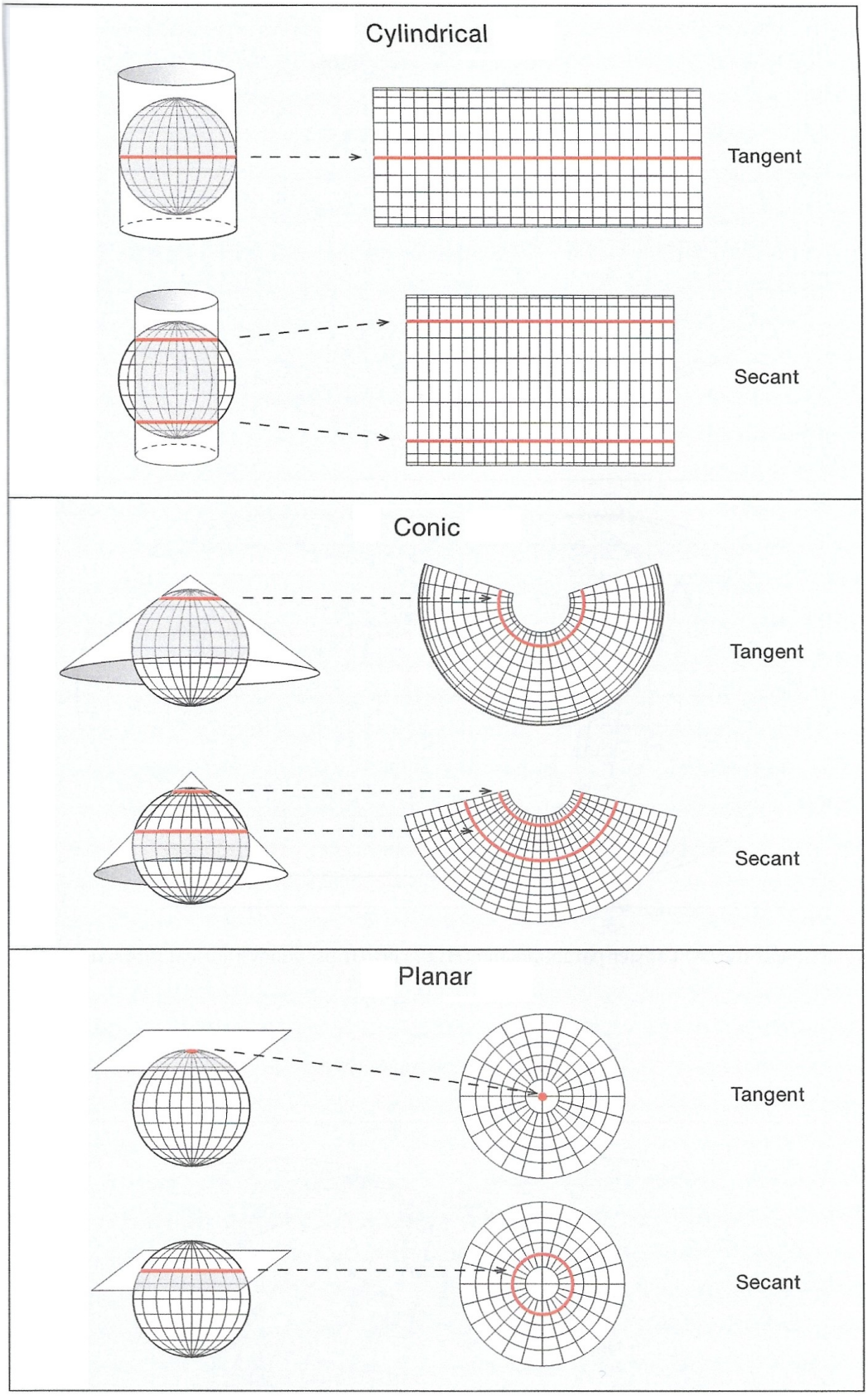


Figura 63 - Projeções cilíndrica, cónica e azimutal (*planar*); a vermelho, as linhas e ponto *padrão* (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 141)

Terry A. SLOCUM et al (2023, p. 140) descrevem pormenorizadamente as características das projeções mais comuns:

- Nas projeções cilíndricas "as linhas de longitude aparecem geralmente como linhas retas, igualmente espaçadas e paralelas, enquanto as linhas de latitude aparecem como linhas retas paralelas e cruzam as linhas de longitude em ângulos retos" (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 140), sendo que o espaçamento dos paralelos distingue a projeção cilíndrica tangente da secante.
- Nas projeções cónicas "as linhas de longitude aparecem geralmente como linhas retas de igual comprimento irradiando de um ponto central (geralmente um dos pólos), enquanto as linhas de latitude aparecem como arcos circulares concêntricos centrados num dos pólos" (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 140). A extensão angular e o espaçamento dos paralelos, distinguem a cónica tangente da cónica secante.
- Nas projeções azimutais (*planar*) as linhas de longitude aparecem geralmente como linhas retas que irradiam do centro (quando o centro da projeção é um dos pólos), e as linhas de latitude aparecem como círculos concêntricos centrados num ponto, por exemplo, um dos pólos.

Naturalmente, existem muitas variações a partir destas superfícies elementares, conformando projeções mais complexas e compósitas, como é o caso das pseudocilíndricas ou das policónicas.

2.1.1. Factor de escala

Todas as características das projeções 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 para o 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 projeção, "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" (ROBINSON, Arthur H. et al., 1987, pp. 79-80), 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-padrão* ou *linhas-padrão* (standard ou de referência), ou de *escala conservada*. Consequentemente, quanto maior for o afastamento em relação a este *ponto-padrão* ou a estas *linhas-padrão*, maior será a distorção (Figura 64).

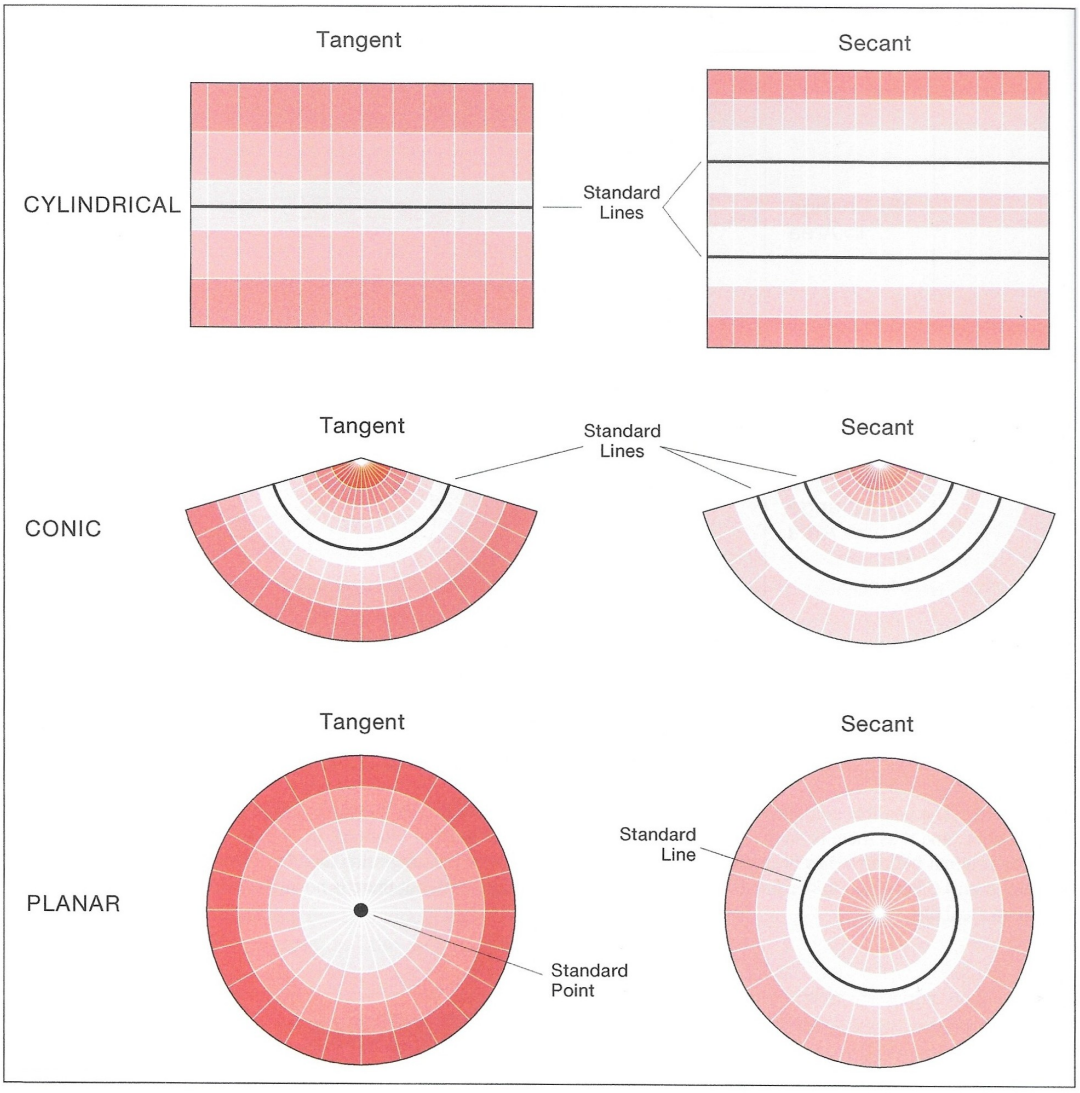


Figura 64 - Relação entre o tipo de projeção e o padrão de distorção
(SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 150)

2.1.2. Representação das distorções

A perceção das distorções é facilmente detetável de forma visual, bastando recorrer, por exemplo, à projeção de Gerardo Mercator, provavelmente a mais famosa projeção cartográfica produzida no século XVI, especificamente para a navegação náutica e adequando-se muito bem à função. Contudo, trata-se de uma projeção cilíndrica tangente, com a linha-padrão no equador, a partir do qual, para Norte e para Sul, apresenta uma forte distorção das áreas relativas em latitude. Daqui decorre que se observe o esticamento dos intervalos entre paralelos e que, por exemplo, a Gronelândia seja representada com mais do dobro do

tamanho do território dos EUA (excluindo o Alasca), possuindo na realidade uma superfície cerca de quatro vezes menor, e que o Alasca e o Brasil sejam representados sensivelmente com a mesma dimensão quando o segundo tem uma superfície cerca de cinco vezes superior ou, ainda, que a dimensão da Antártida seja visivelmente excessiva (Figura 65).

De qualquer forma, embora as distorções sejam constatáveis visualmente, é necessário recorrer a uma análise sistemática que indique a intensidade e o tipo de distorção e que permita visualizar a respetiva distribuição através da projeção. Entre as abordagens às distorções nas projeções cartográficas, vejamos a mais comumente referenciada, a *indicatriz* de Tissot, que desenvolve uma análise quantitativa e a respetiva visualização gráfica.

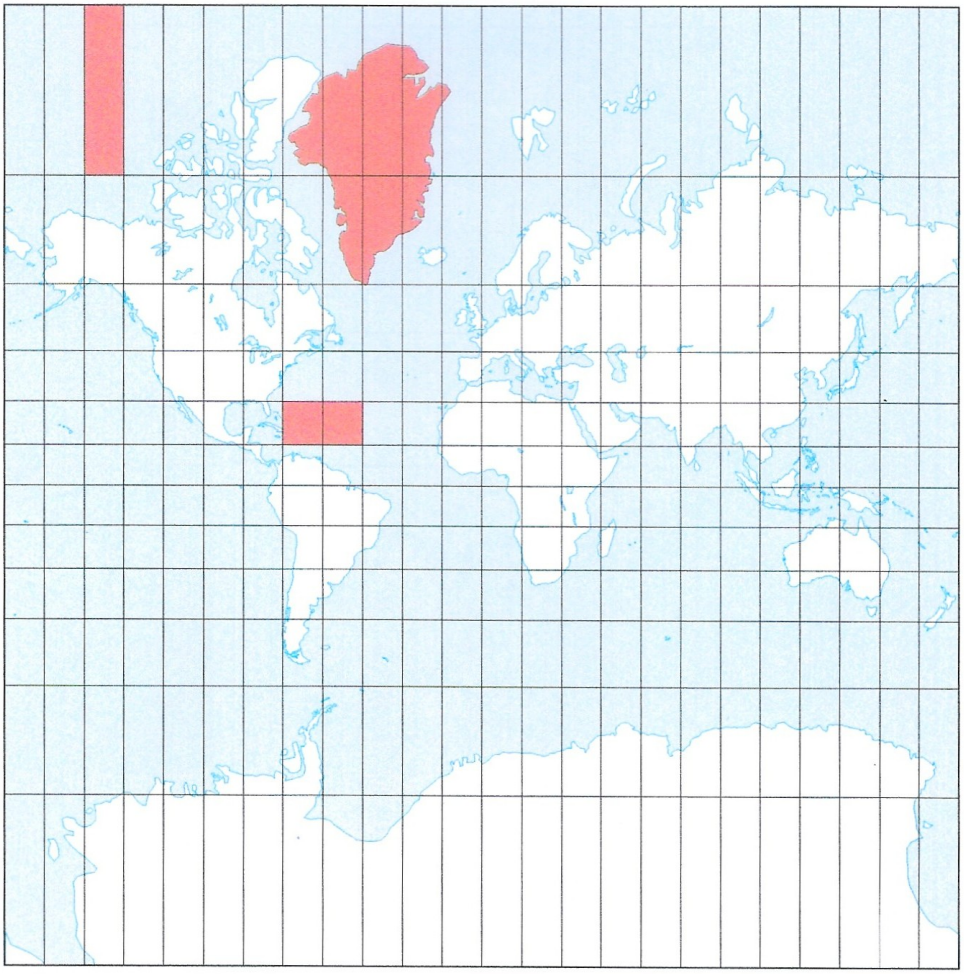


Figura 65 - Projeção de Mercator com a sinalização do "esticamento" em latitude
(Adaptado de SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 146)

Nicolas Auguste Tissot, matemático francês do século XIX, 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, duma superfície de referência, quando é projetado sobre um plano, sendo a

representação das distorções das projeções efetuada, de forma expressiva, através da *elipse indicatriz* de Tissot, também designada *elipse de distorção* (Figura 66).

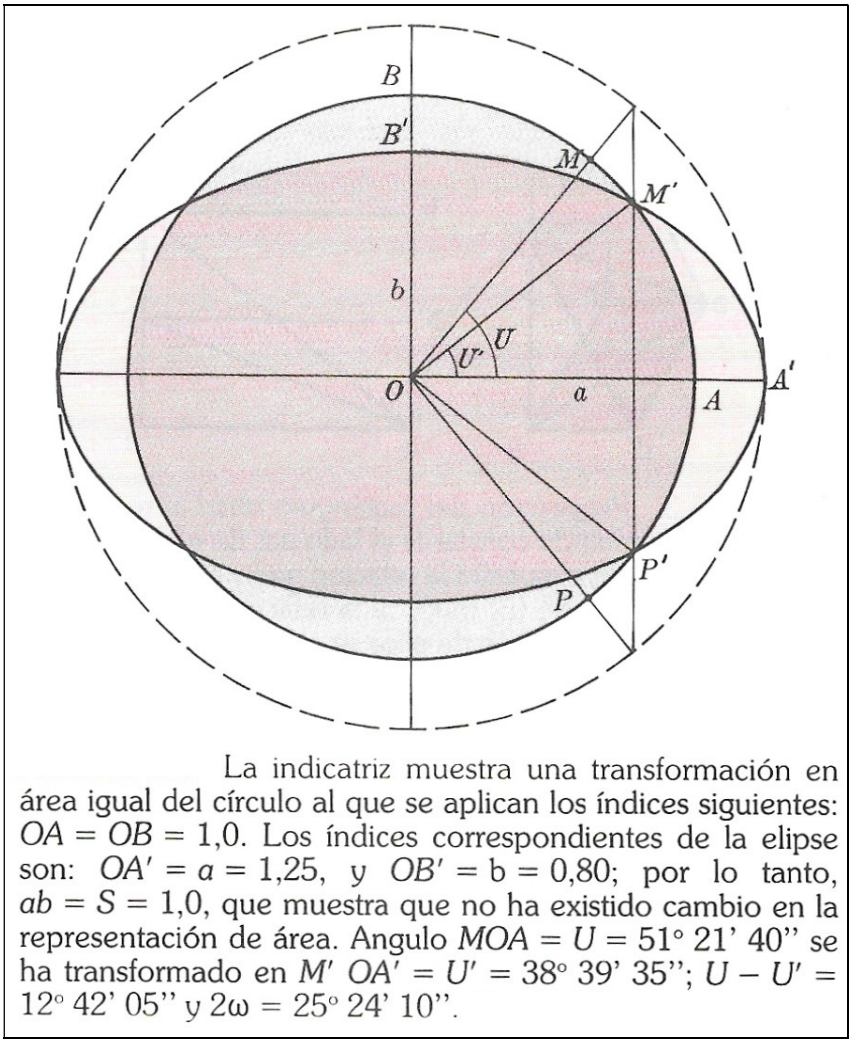


Figura 66 - A *indicatriz* de Tissot (ROBINSON, Arthur H. et al., 1987, p. 82)

Tissot baseou 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 direções ortogonais que serão também ortogonais sobre a projeção" (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 63). Essas direcções que se mantêm ortogonais na projeção chamam-se *direções principais* e é nelas que ocorrem os desvios máximos do FE (fator de escala), utilizando-se a letra **a** para denominar o valor maior do desvio e a letra **b** para o menor valor. É 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, apenas existe a distorção de superfície; se forem diferentes, o círculo transforma-se em elipse, fazendo variar os valores angulares e, portanto, as formas.

Como Tissot convencionou que o valor do raio do ponto de partida é igual a 1, nos cálculos da distorção de superfícies, quando *S*=1, ou seja, quando o valor do produto de **a** por **b** é igual a 1, não há distorção da

superfície, podendo ou não haver da forma (Figura 67 B e A, respetivamente), quando é superior a 1 verifica-se uma ampliação (Figura 67 C e D). A distorção angular máxima, ou seja, a maior diferença possível entre um ângulo medido sobre a superfície de referência e sobre a projeção, varia entre zero (sem deformação) e 180 graus.

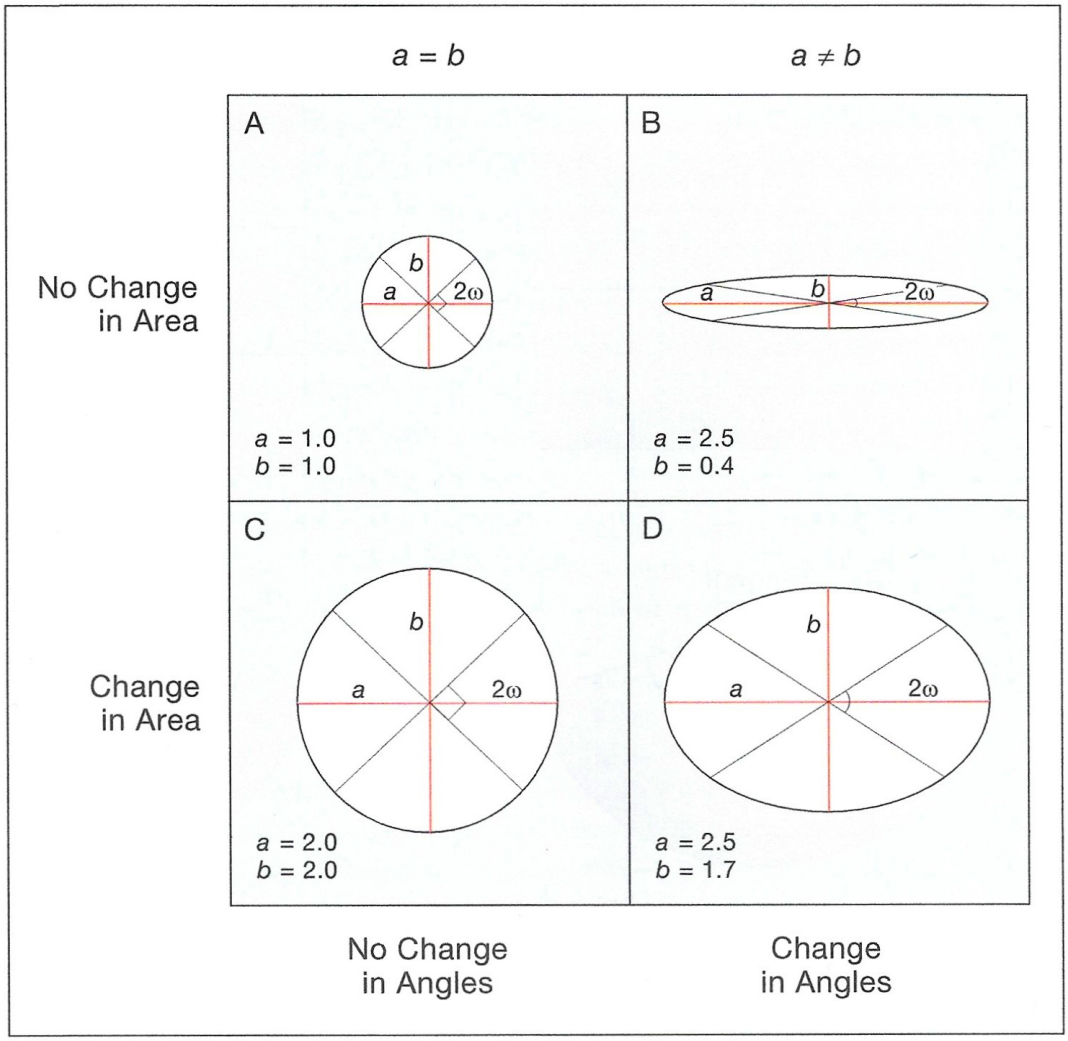


Figura 67 - Possíveis configurações da *indicatriz* de Tissot após a projeção.

"A indicatriz em (A) é o círculo unitário que se encontra no globo de referência e, por isso, não há distorção nos fatores de escala, nas áreas ou nas relações angulares. Em (B), os fatores de escala não são iguais; a área da indicatriz original foi preservada e note-se a alteração em 2W apresentando distorção angular. Os fatores de escala em (C) são superiores a 1, mas iguais entre si e, por isso, a área é exagerada, mas não há distorção angular. Em (D), existe distorção angular e areal" (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 149).

A representação gráfica das distorções nas projeções cartográficas efetua-se com a colocação de círculos maiores ou menores (variação de superfície) ou de elipses (variação angular e/ou de superfície) na intersecção dos paralelos e meridianos, a determinados intervalos, fornecendo-se, desta maneira, uma imagem expressiva e intuitiva, mas cuja informação é meramente ordenativa, utilizando-se também isolinhas

relativas aos valores de distorção das superfícies e aos valores de deformação angular máxima que permitem uma avaliação quantitativa das distorções (Figuras 68, 69 e 70).

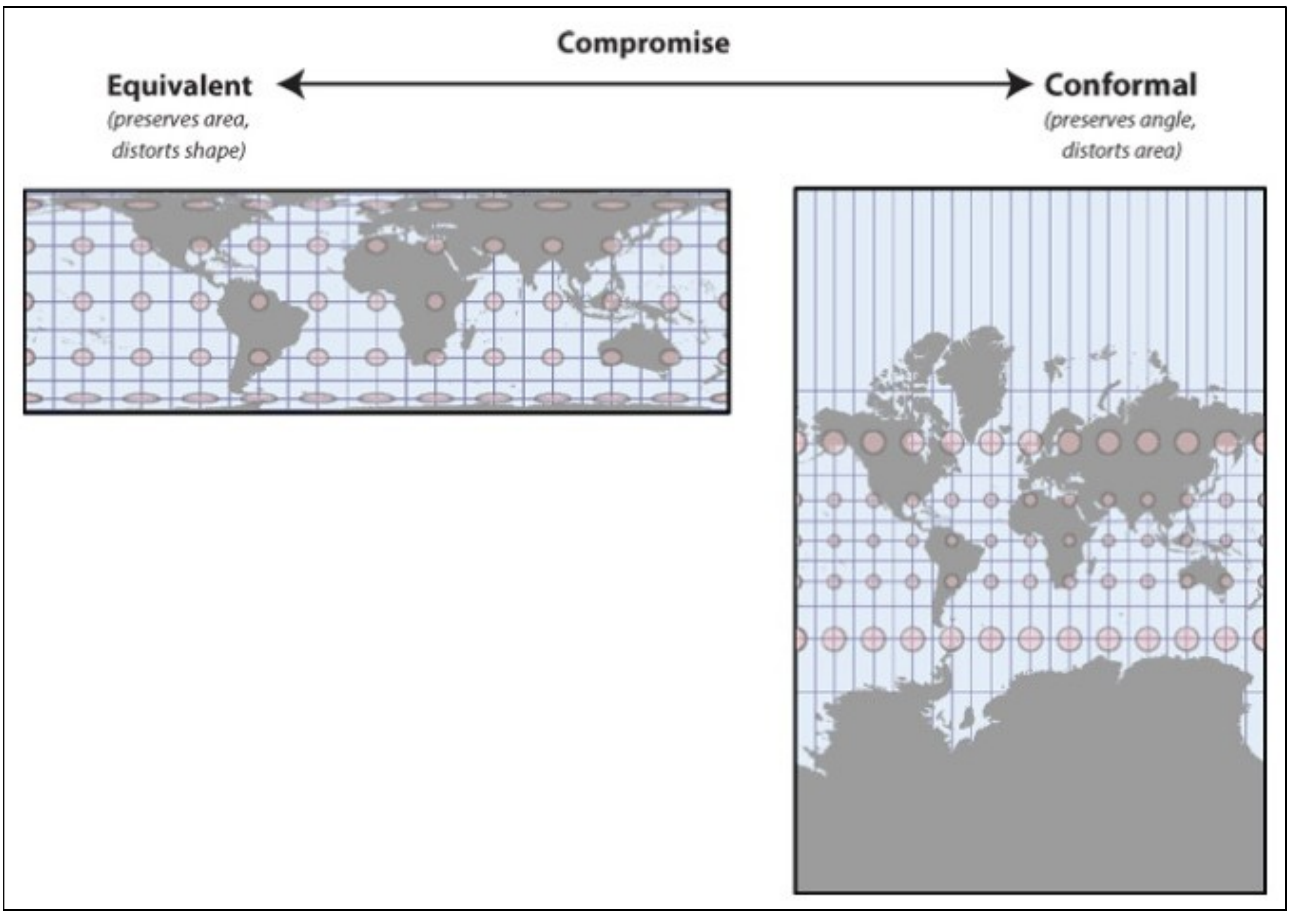


Figura 68 - Comparação de projeções equivalente e conforme (ANTHAMATTEN, Peter, 2021, p. 97)

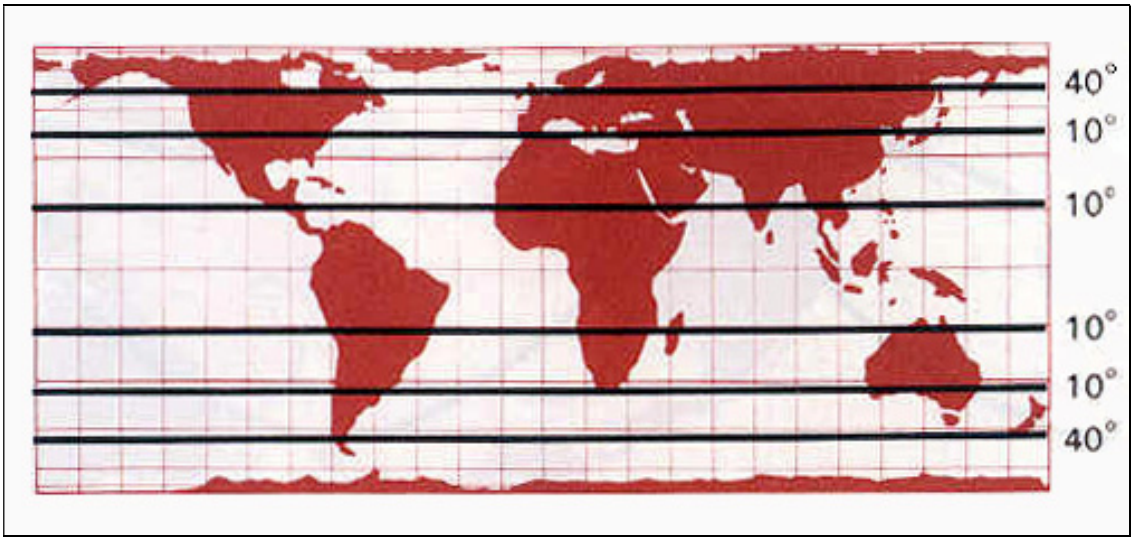


Figura 69 - Projeção cilíndrica equivalente, indicação das deformações angulares através de isolinhas (paralelos padrão de latitude 30º N e S) (ROBINSON, Arthur H. et al., 1987, p. 97)

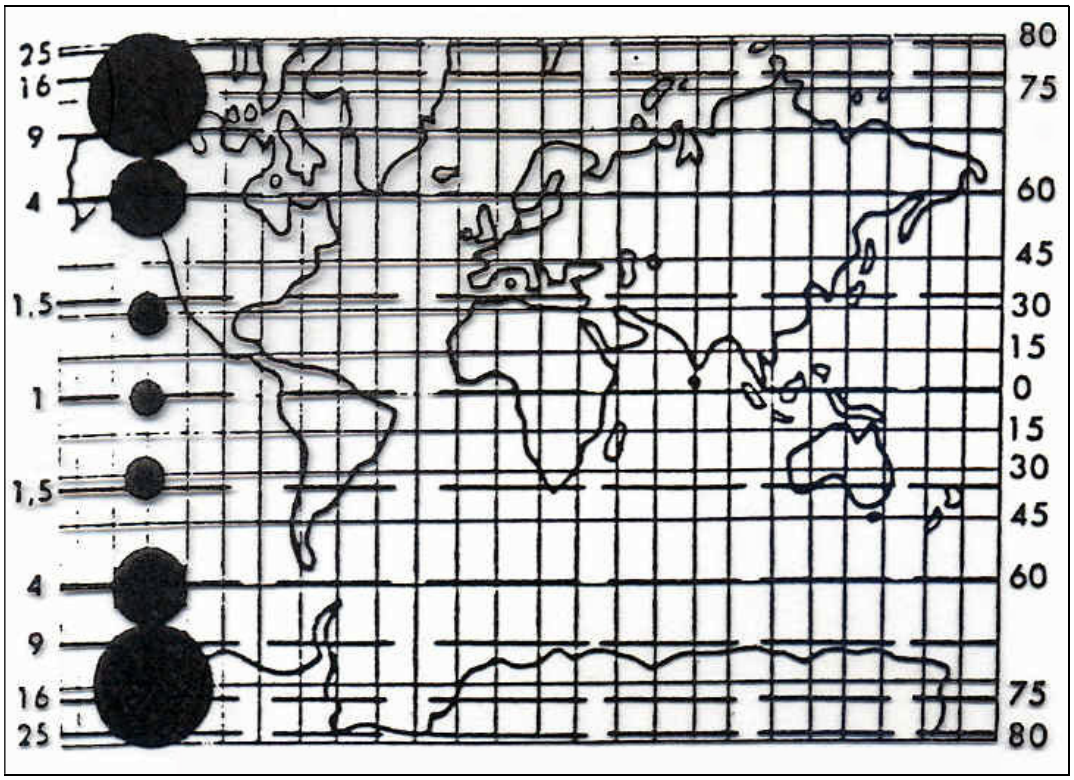


Figura 70 - Projeção de Mercator, com indicação das distorções de superfície (BRUNET, R., 1987, p. 49)

2.1.3. Propriedades das projeções

Como vimos, as distorções são incontornáveis, pelo que a conservação de uma determinada propriedade implica, normalmente, que outras sejam perdidas, sendo que "aquilo a que chamamos 'propriedade' de uma projeção não é mais do que a conservação de um determinado atributo" (GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 29), classificando-se as projeções em função dos atributos que conservam:

- Conservação dos ângulos, ou conformidade: uma projeção é *conforme* quando a forma dos objectos (com dimensões infinitesimais) é conservada, ou seja, quando a escala da projeção em qualquer ponto é independente da direcção. Recorrendo a Tissot, a conformidade acontece quando a = b e a elipse de distorção é um círculo.
- Conservação das áreas, ou equivalência: uma projeção é *equivalente* quando mantém as proporções entre as áreas dos objectos, o que significa que nas elipses de Tissot o produto a.b = 1.
- Conservação das distâncias, ou equidistância: uma projeção 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 direções: não é possível preservar numa projeção todas as direcções (azimutes) à superfície da Terra, contudo, podem ser conservadas a partir de determinados pontos nas projeções azimutais.

2.2. Classificação das projeções

Existe centenas de projeções cartográficas, umas conhecidas pela sua designação tradicional, que utiliza o nome do seu criador e que deve ser a utilizada quando é universalmente reconhecida (como a projeção de Mercator ou a projeção de Gauss), outras identificadas pela sua classe ou tipologia, aspeto e propriedades, que é a designação a utilizar sempre que a projeção não possui uma designação universalmente reconhecida. Neste caso, deverá utilizar-se a conjugação de termos que caracterizam a projeção, como, por exemplo, projeção azimutal oblíqua equivalente ou projeção cilíndrica direta conforme. Este tipo de designação decorre do sistema de classificação das projeções, o qual, apesar da diversidade de classificações possíveis, pode ser efectuado tendo em consideração a forma de construção, a superfície de projeção, o tipo de perspectiva, a orientação da superfície de projeção (aspeto) e as respetivas propriedades, o que se explicita seguidamente a partir de Joaquim A. GASPAR (2000, pp. 43-44) e M. Helena DIAS (2007, pp. 55-62).

2.2.1. Formas de construção

- *Projeções Geométricas*: quando se baseiam no conceito de superfície de projeção. Os pontos do modelo da Terra podem ser projectados por processos geométricos (*projeções perspetivas*, como a projeção cilíndrica ortográfica) ou não (*projeções analíticas*, como a projeção cónica simples).
- *Projeções Geométricas modificadas*: quando, embora partindo do conceito de superfície de projeção, lhe introduzem alterações que modificam a geometria e propriedades características de cada classe (exemplo: projeção policónica).
- *Projeções Convencionais*: baseadas inteiramente em critérios formulados matematicamente, que abarcam as denominadas projeções pseudogeométricas (pseudoazimutais, pseudocilíndricas e pseudocónicas).

2.2.2. Superfície de projeção

- *Projeções Cónicas*: quando resultam da projeção 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 ou standard (um ou dois paralelos).
- *Projeções Cilíndricas*: quando resultam da projeção 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 projeção 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.

2.2.3. Tipos de perspetiva (Figura 71)

- *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.

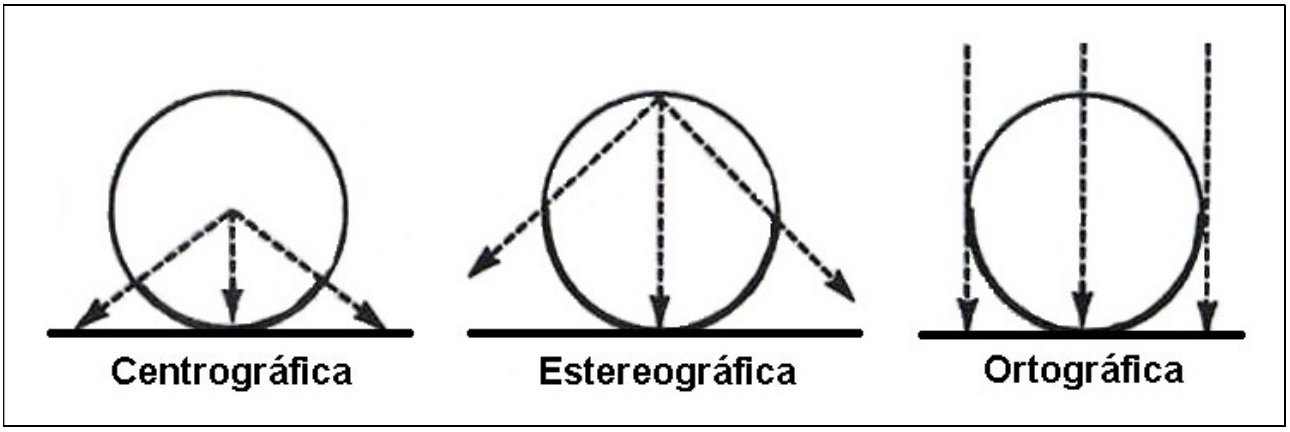


Figura 71 - Tipos de perspetiva

2.2.4. Orientação da superfície de projeção em relação ao eixo da Terra (aspeto da projeção – Figura 72)

- *Projeções Normais*: quando o eixo da superfície de projeção 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 projeção 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 projeção é oblíquo em relação ao eixo do modelo da Terra.

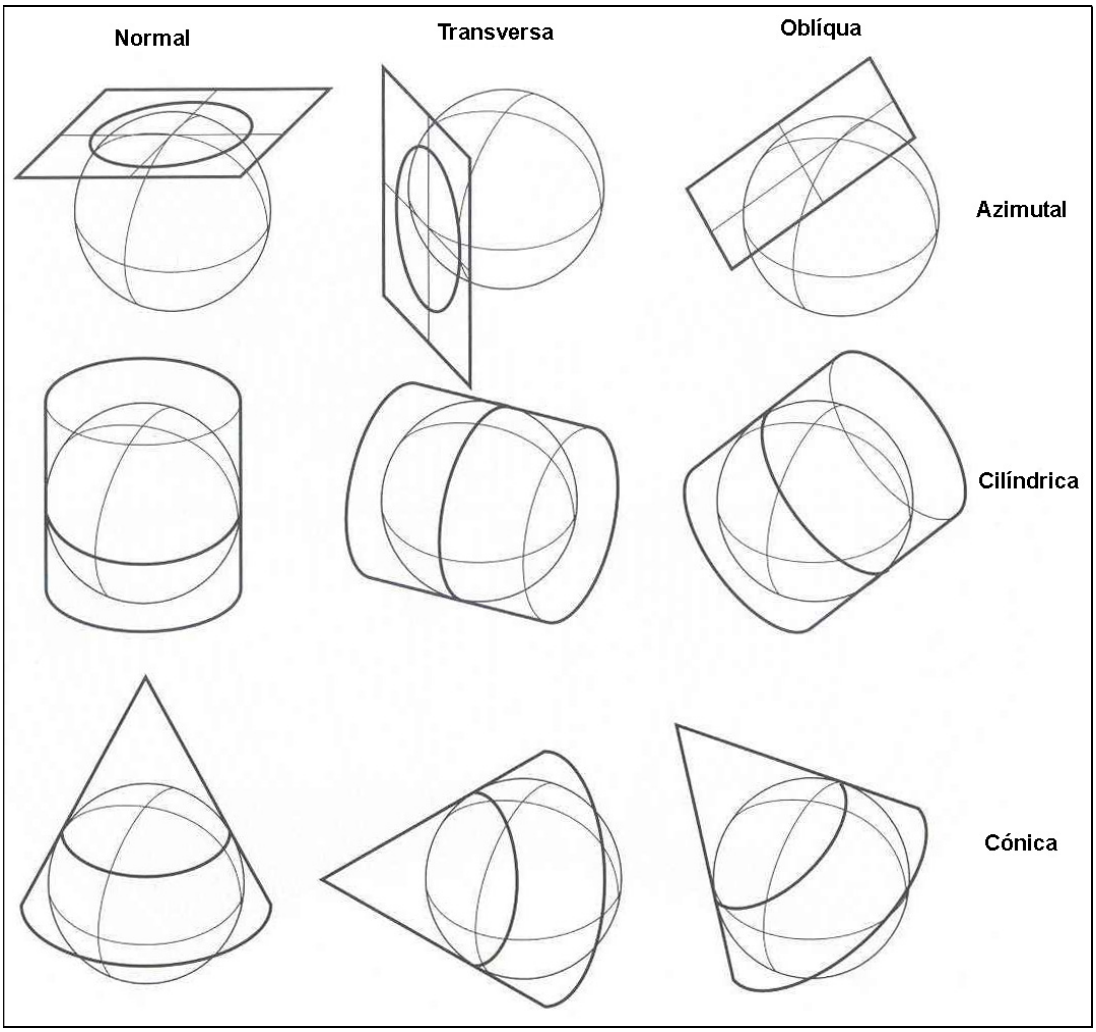


Figura 72 - Orientações das projeções cartográficas (adaptado de JONES, Christopher, 1997, p. 75)

2.2.5. Propriedades

- *Projeções Conformes*: quando os ângulos medidos em cada ponto são conservados e a escala é independente da direção. As *indicatrizes* de Tissot são círculos de tamanho variável. As projeções conformes são importantes para os mapas destinados à navegação marítima e aérea (como são os casos da projeção de Mercator, nas cartas náuticas, e da projeção cónica conforme, nas cartas aeronáuticas), bem como para os mapas topográficos (projeções transversas de Mercator, Gauss e UTM).
- *Projeções 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).
- *Projeções Afiláticas*: quando não são conformes nem equivalentes, ou seja, apresentam distorção de ângulos e de áreas, mas tentam minimizar simultaneamente ambas as distorções, sendo por isso também designadas como *projeções de erro absoluto mínimo*. As *indicatrizes* de Tissot aparecem como elipses de tamanho variável (e círculos nos pontos ou linhas-padrão).

- *Projeções Equidistantes*: quando a escala é conservada ao longo de determinadas linhas. A escala é conservada a partir do centro da projeção em todas as direções, nas *projeções azimutais equidistantes*, ao longo dos meridianos, nas *projeções equidistantes meridianas*, e ao longo dos paralelos, nas *projeções equidistantes transversas*.
- *Projeções 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 projeção cartográfica

Face ao número e diversidade de projeções existentes a sua escolha deverá sempre ter em conta a área concreta a representar, devendo considerar-se a respetiva dimensão, 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.

Quanto maior for a área a representar mais difícil será a escolha da projeção e embora existam projeções cartográficas particularmente adequadas à representação de todo o globo, é nesses casos que o compromisso entre propriedades é complicado (GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 132). De qualquer forma, importa considerar se pretendemos apresentar a totalidade do globo terrestre ou apenas um hemisfério ou, ainda, uma área menor (como um continente, um oceano ou uma região subcontinental), observar se a nossa área foco tem uma conformação mais compacta ou mais alongada, se se estende em latitude ou em longitude, de que maneira, a partir da sua localização, é possível tirar o melhor partido da posição e orientação das linhas ou ponto padrão, devendo, enfim, a decisão da escolha decorrer da conjugação entre este tipo de considerações e o conhecimento das projeções disponíveis, existindo para isso guias orientadoras, como as desenvolvidas por J. P. Snyder (Figura 73).

Outra possibilidade é a sugestão apresentada por Frederick Pearson, em 1984, que relaciona a escolha da projeção com o intervalo de latitude a representar, recomendando "projeções cilíndricas para regiões equatoriais situadas a 30 graus de cada lado do equador; projeções cónicas para regiões de latitudes médias entre 30 e 65 graus, e projeções planares [azimutais] para zonas polares acima de 65 graus" (SLOCUM et al, 2023, p.160). No entanto, embora seja uma base possível para a seleção de projeções, a sugestão de Frederick Pearson é demasiado simples, uma vez que não considera o propósito do mapa.

De facto, a escolha da projeção cartográfica depende muito da formação e do objetivo de quem o faz, ou seja, "geógrafos, historiadores e ecologistas provavelmente estarão preocupados com os tamanhos relativos das regiões. Os navegadores, meteorologistas, astronautas e engenheiros preocupam-se frequentemente com ângulos e distâncias. O cartógrafo de atlas geralmente quer um compromisso, enquanto o ilustrador é

geralmente limitado por um formato prescrito. O criador de uma série de mapas está interessado em saber como os mapas individuais podem ser bem ajustados entre si" (ROBINSON, Arthur A. et al, 1995, p. 70).

Region Mapped	Property	Characteristic	Named Projection
World	Conformal	Constant scale along Equator	Mercator
		Constant scale along a meridian	Transverse Mercator
		Constant scale along an oblique great circle	Oblique Mercator
		No constant scale anywhere on the map	Lagrange
			August
			Eisenlohr
	Equivalent	Noninterrupted	Mollweide
			Eckert IV & VI
			McBryde or McBryde-Thomas
			Sinusoidal
			Other miscellaneous pseudocylindricals
		Interrupted	Hammer (a modified azimuthal)
			Any of the above except Hammer
			Goode's Homolosine
		Oblique aspect	Briesemeister
			Oblique Mollweide
	Equidistant	Centered on a pole	Polar azimuthal equidistant
		Centered on a city	Oblique azimuthal equidistant
	Straight rhumb lines		Mercator
	Compromise distortion		Miller cylindrical
			Robinson pseudocylindrical

Region Mapped	Property	Named Projection
Hemisphere	Conformal	Stereographic conformal
	Equivalent	Lambert azimuthal equivalent
	Equidistant	Azimuthal equidistant
	Global look	Orthographic

Region Mapped	Directional Extent	Location	Property	Named Projection
Continent, ocean, or smaller region	East-West	Along the Equator	Conformal	Mercator
			Equivalent	Cylindrical equivalent
		Away from the Equator	Conformal	Lambert conformal conic
			Equivalent	Albers equivalent conic
	North-South	Aligned anywhere along a meridian	Conformal	Transverse Mercator
			Equivalent	Transverse cylindrical equivalent
	Oblique	Anywhere	Conformal	Oblique Mercator
			Equivalent	Oblique cylindrical equivalent
	Equal extent	Polar, equatorial, or oblique	Conformal	Stereographic
			Equivalent	Lambert azimuthal equivalent

Figura 73 - Referências para escolha de projeções, segundo J. P. Snyder (1994) (adaptado de SLOCUM et al, 2023, pp. 161-164)

No caso, para a elaboração dos mapas temáticos, além de relembrar que a escolha da projeção cartográfica é pouco importante para as grandes escalas cartográficas, importa sublinhar que em relação às escalas pequenas é necessário considerar a adequação da projeção cartográfica ao tipo de informação que se pretende cartografar. Assim, quando a compreensão do fenómeno a representar está dependente da manutenção das proporções das áreas, por exemplo, a distribuição da população, seja utilizando dados

absolutos ou dados relativos, a escolha deve recair sobre uma das *projeções equivalentes*, que preservam as dimensões relativas dos continentes, países e regiões. No mesmo sentido, quando se pretende elaborar um mapa de fluxos visando que os respetivos traçados se adequem, o mais possível, ao movimento real, será mais indicado procurar uma projeção conforme.

Naturalmente, também se pode optar por uma projeção afilática, que minimiza simultaneamente as distorções principais (de área e de forma), sendo este um recurso frequente, principalmente nos manuais escolares para a representação de áreas extensas do globo, sempre que a preservação da equivalência não seja relevante.

Finalmente, assinale-se que o facto de várias das projeções serem eurocêntricas (posicionando a Europa ao centro) é uma decorrência da imagem construída a partir da grande divulgação da projeção de Mercator, a primeira construída após o conhecimento da totalidade da Terra e numa época em que a Europa era, de facto, o centro do mundo, origem e destino da generalidade dos fluxos náuticos para cuja orientação a projeção foi concebida. No entanto, como vimos, qualquer posicionamento (direto, transverso ou oblíquo) é possível, embora apenas duas, entre as que posicionam o planisfério da maneira que se tornou mais familiar, representam a totalidade da Terra sem cortar algum dos continentes (Figura 74). Naturalmente, da persistência de algumas opções decorrem frequentemente normalizações e convenções que diminuem outras possibilidades, como, por exemplo, a inversão do posicionamento Norte-Sul, menos familiar e por isso encarado como estranho ou não normal (Figura 75).

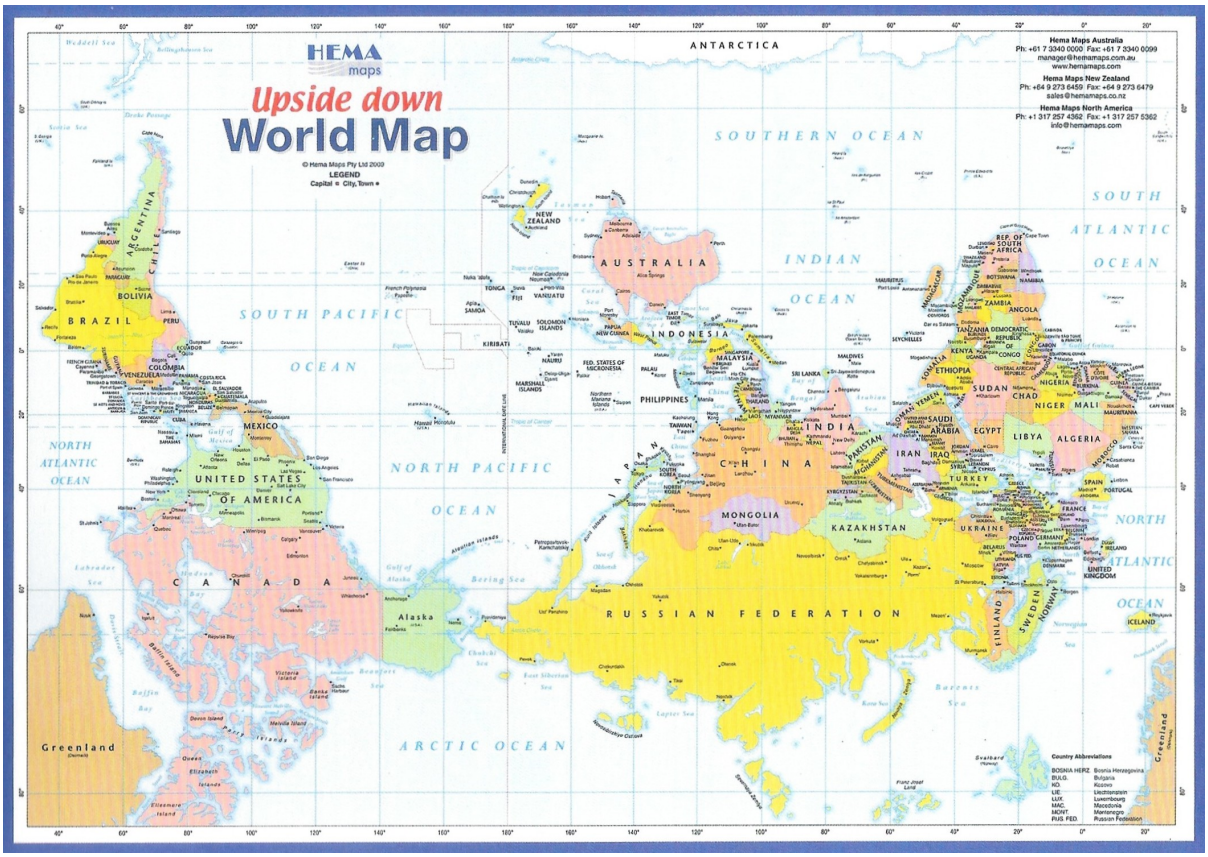


Figura 74 - Upside down world map (HESSLER, John, 2015, p. 157)

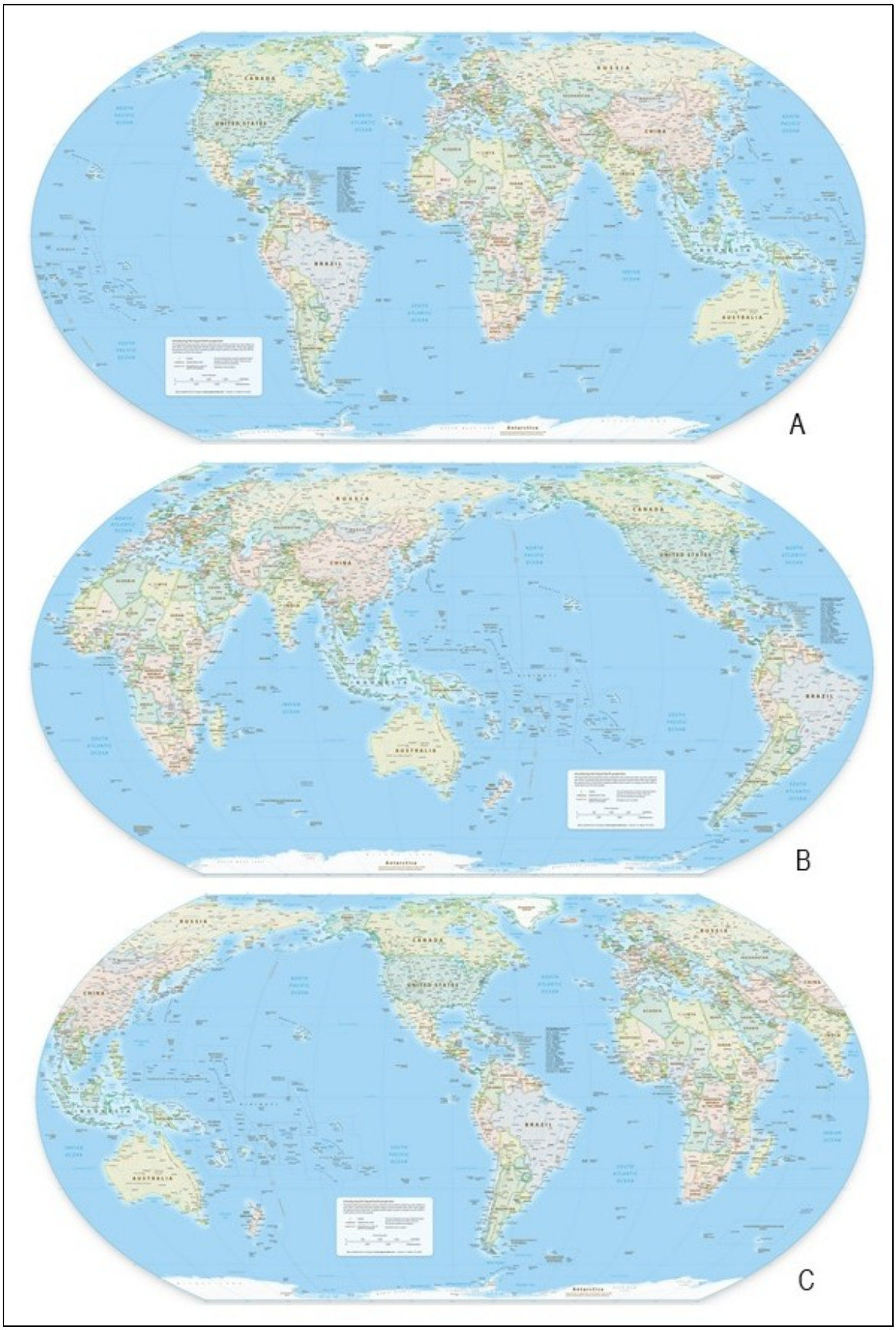


Figura 75 - Projeções pseudocilíndricas equivalentes, centradas no meridiano de Greenwich (A), na Ásia Oriental e Austrália (B) e nas Américas (C) - https://equal-earth.com/

Essencialmente, importa conhecer e reconhecer que não existem projeções melhores do que outras e que se desenharmos algo com a sua forma adequada numa projeção e a transferirmos para outra projeção ganhará um aspeto distorcido, mas acontecerá o mesmo fazendo o inverso, já que todas as projeções distorcem (Figura 76), mas nenhuma mente. Cada utilizador tem o dever de conhecer o melhor possível as projeções cartográficas e respetivas propriedades para as utilizar adequadamente, pois não existem más projeções, apenas boas e más opções.

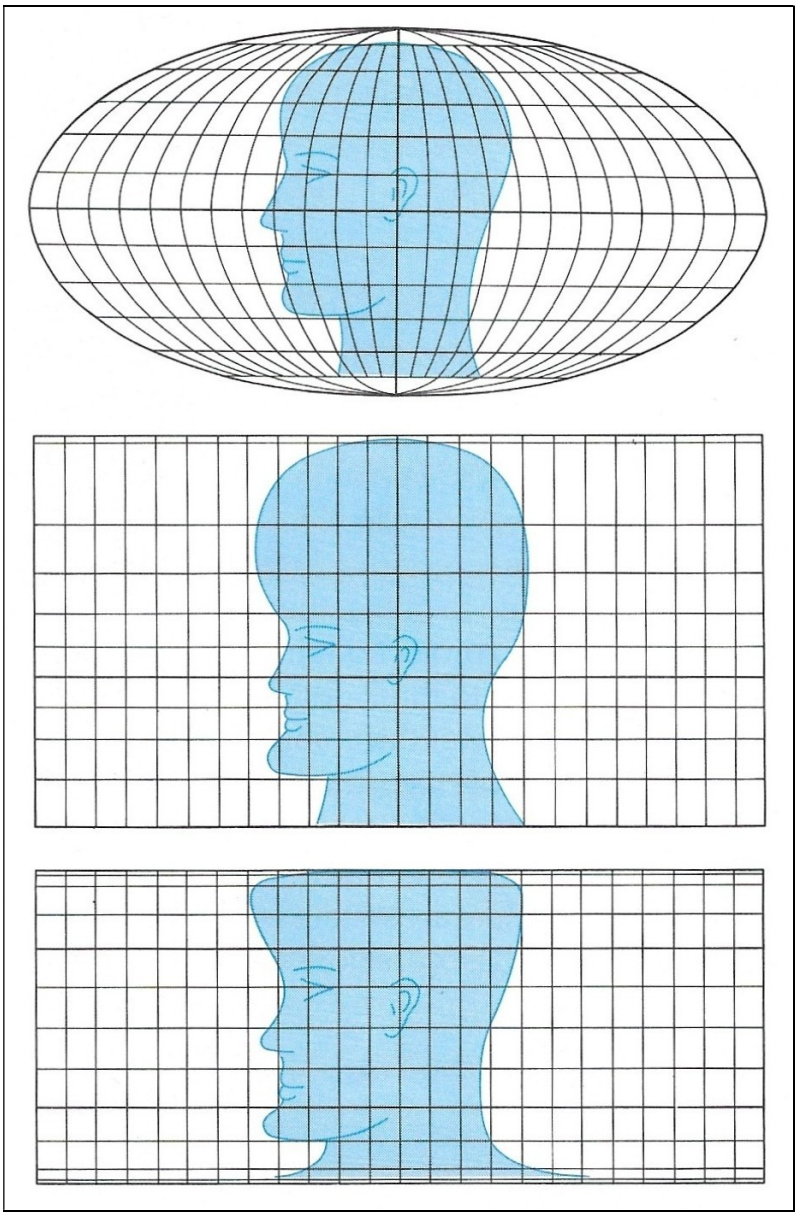


Figura 76 - Todas as projeções distorcem (Adaptado de ROBINSON, Arthur H., 1995, p. 69)

"Cabeça desenhada na projeção de Mollweide (em cima), transferida para a projeção de Mercator (centro) e para a projeção cilíndrica equivalente com paralelos padrão a 30 graus (em baixo). Porque o prefil parece mais natural na projeção de Mollweide esta não é necessariamente a "melhor". O perfil pode ser desenhado em qualquer das projeções e transferido para as outras."

3. Sistemas de coordenadas e de referenciação cartográfica

3.1. Sistemas de coordenadas

Os sistemas de coordenadas são um "meio de referenciar posições no espaço através de medidas de comprimentos, de ângulos, ou de ambos, tomadas a partir de origens determinadas." (GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 49). Existem os sistemas de *coordenadas geográficas*, aplicáveis à superfície da Terra ou aos seus modelos tridimensionais, a esfera (Figura 77) e o elipsoide (Figura 78) e os sistemas de *coordenadas planas* (Figura 79), aplicáveis às representações planas da superfície da Terra.

3.1.1. Sistema de coordenadas geográficas (latitude e longitude)

No sistema de coordenadas geográficas cada ponto é referido por dois ângulos, expresso em graus, minutos e segundos:

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

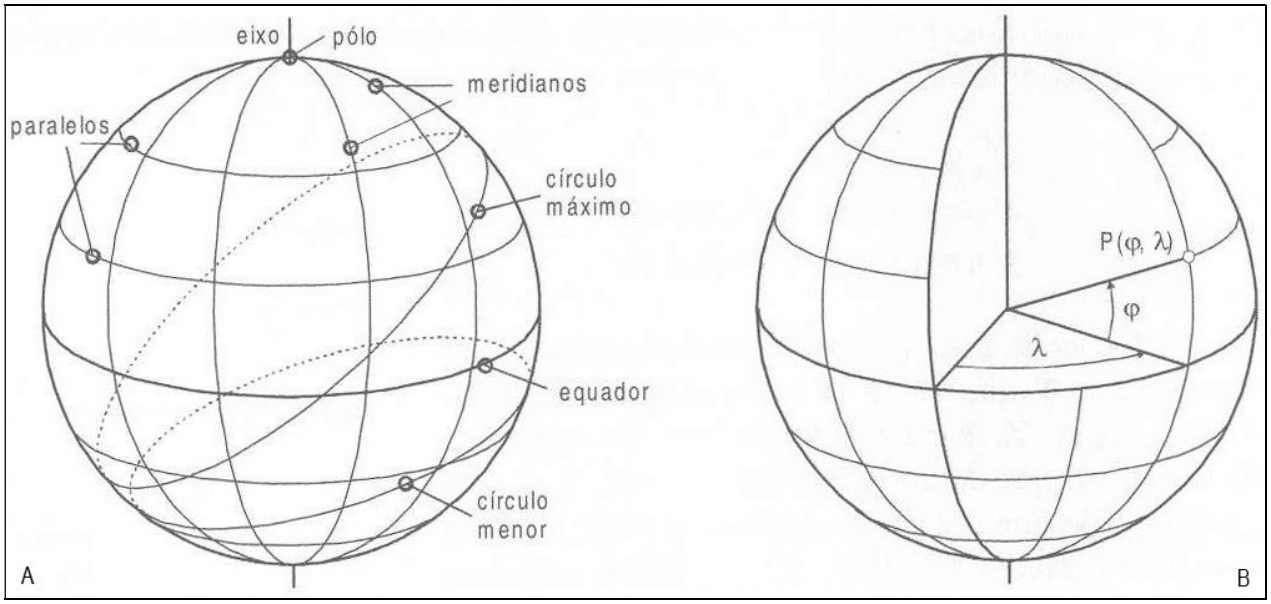


Figura 77 - A esfera como superfície de referência. Em A, elementos da esfera; em B as coordenadas geográficas latitude (φ) e longitude (λ) (adaptado de GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 60)

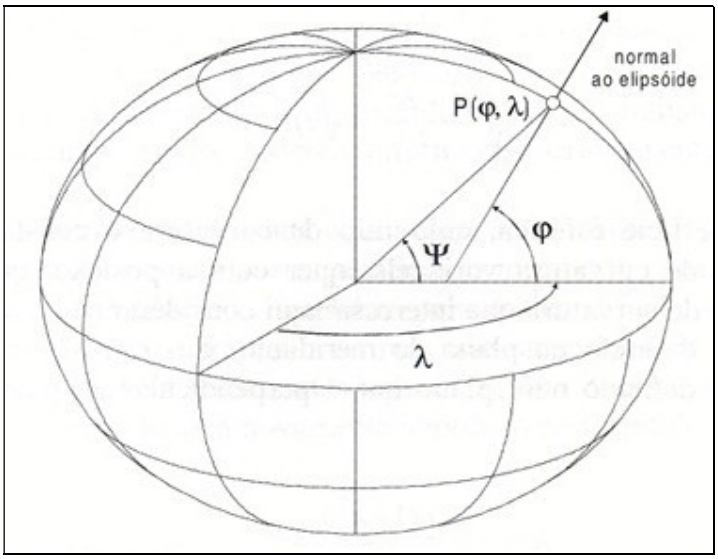


Figura 78 - O elipsóide como superfície de referência. Latitude geodésica (φ), latitude geocêntrica (ψ) e longitude (λ) (adaptado de GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 70)

3.1.2. Sistema de coordenadas planas

Existem os sistemas de coordenadas cartesianas rectangulares planas ou, simplesmente, *coordenadas rectangulares* e os sistemas de *coordenadas polares* (referenciação através de uma distância e de um ângulo - não abordado). 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 convenção.

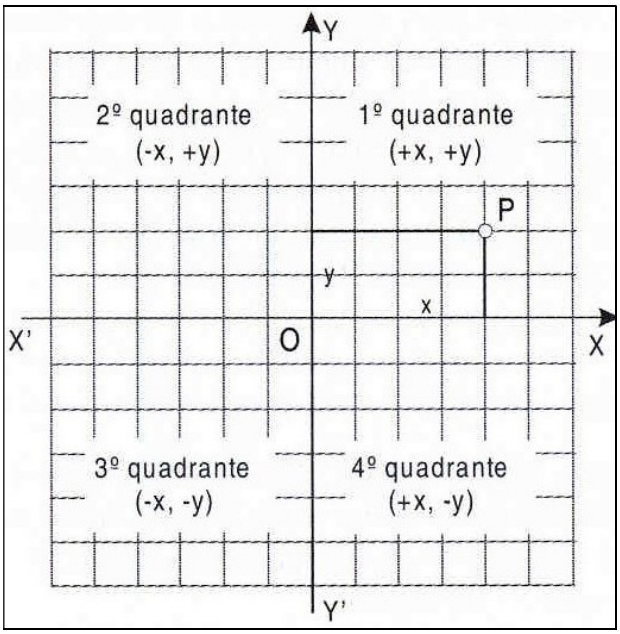


Figura 79 - Sistemas de coordenadas retangulares
(GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 50)

No caso português, nos mapas antigos, utilizou-se como origem do sistema de coordenadas o observatório do Castelo de S. Jorge, em Lisboa. Entretanto, para os mapas topográficos elaborados pelo Instituto Geográfico Português a origem do sistema de coordenadas Gauss é o ponto central situado próximo do vértice geodésico da Melriça (Abrantes), enquanto o sistema de coordenadas militares dos mapas topográficos do Instituto Geográfico do Exército (atual Centro de Informação Geoespacial do Exército) tem os eixos paralelos ao sistema anterior, mas estando desviado deles 200 km para Oeste e 300 km para Sul, tendo como origem o Ponto Fictício, situado no mar, sensivelmente à latitude do Cabo de S. Vicente.

3.2. Sistemas de referenciação

3.2.1. Grades geográficas

As grades geográficas são 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*):

- GEOREF é um "sistema de referenciação geográfica constituído por uma grade geográfica de meridianos e paralelos, a qual divide a Terra em quadriláteros de 15º de latitude por 15º de longitude, designados por *áreas*. Cada área é identificada por um conjunto de duas letras e pode ser subdividida em subáreas de 1º de lado" (GASPAR, Joaquim A., 2004, p. 156) e sucessivamente em subdivisões mais finas (Figura 80 – explicação e exemplificação em Instituto Geográfico do EXÉRCITO, 2004, pp. 33-36).

- UTM é um sistema que combina os conceitos e princípios de referenciação de grade geográfica e de quadrícula cartográfica. A quadrícula UTM foi constituída dividindo a superfície terrestre (cobrindo a área entre os paralelos 84ºN e 80ºS) em 60 *fusos* (com amplitude de 6º de longitude), numerados de 1 a 60 a partir de Greenwich, e em 20 *faixas* (com a amplitude de 8º de latitude), identificados por uma letra de C a X (com excepção das letras I e O) a partir de Sul (Figura 81).

  Pelos pares alfanuméricos, constituídos pelo número do fuso e pela letra da faixa, identificam-se as *zonas*, nas quais, por sua vez, é estabelecida uma grade cartesiana métrica, com origem no cruzamento do Equador com o meridiano central, composta por quadrados de 100 km de lado, cada um identificado 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 exemplificável em qualquer folha actualizada da Carta Militar de Portugal, 1:25.000) é efetuada através da identificação da zona da quadrícula (Portugal Continental encontra-se localizado nas zonas 29S e 29T; o arquipélago da Madeira nas zonas 28S e 28R e o arquipélago dos Açores nas zonas 25S e 26S – Figura 82), 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* – explicação e exemplificação do sistema UTM em Instituto Geográfico do EXÉRCITO, 2004, pp. 22-32).

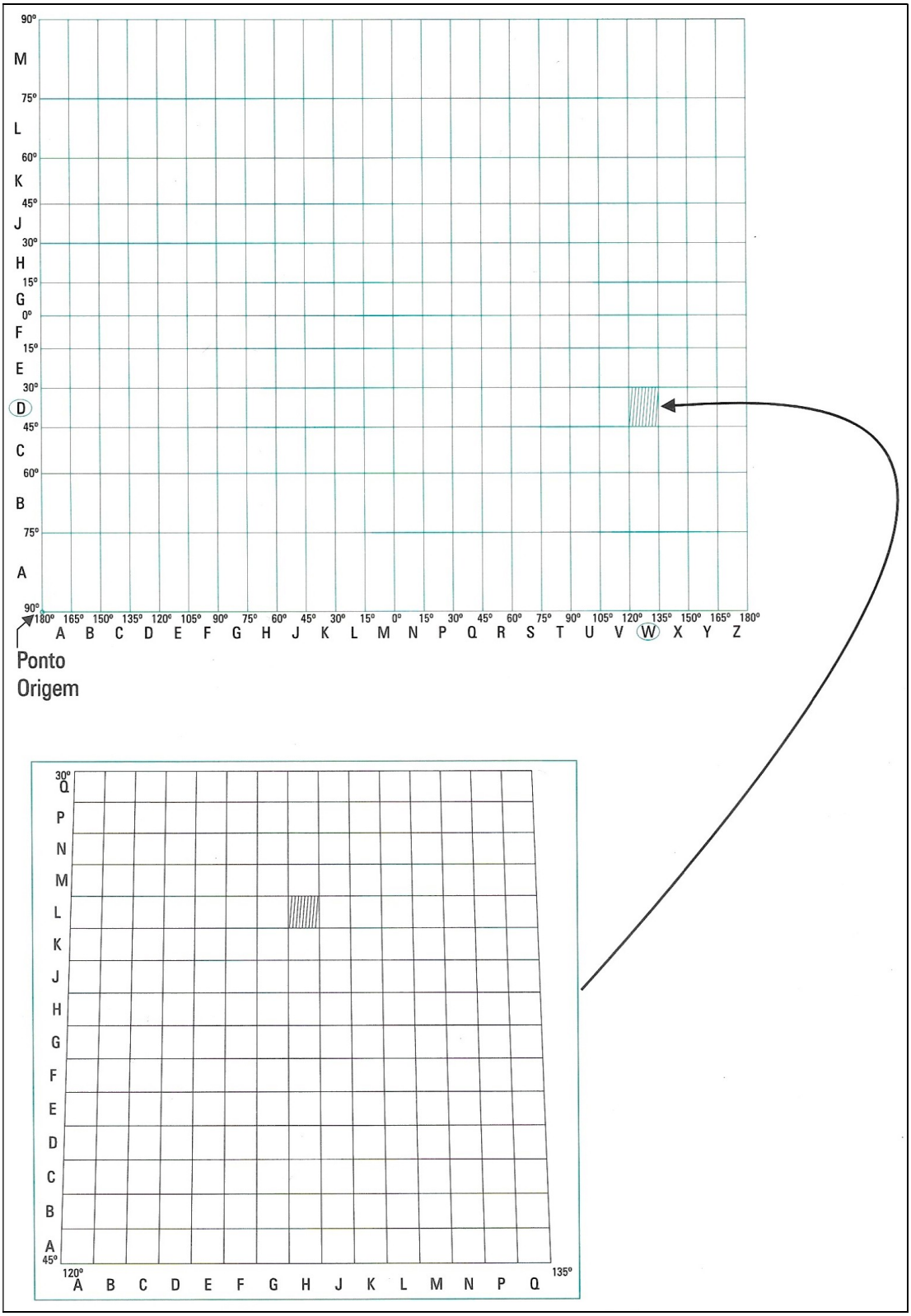


Figura 80 - O sistema GEOREF (EXÉRCITO, Instituto Geográfico do, 2004, p. 35)

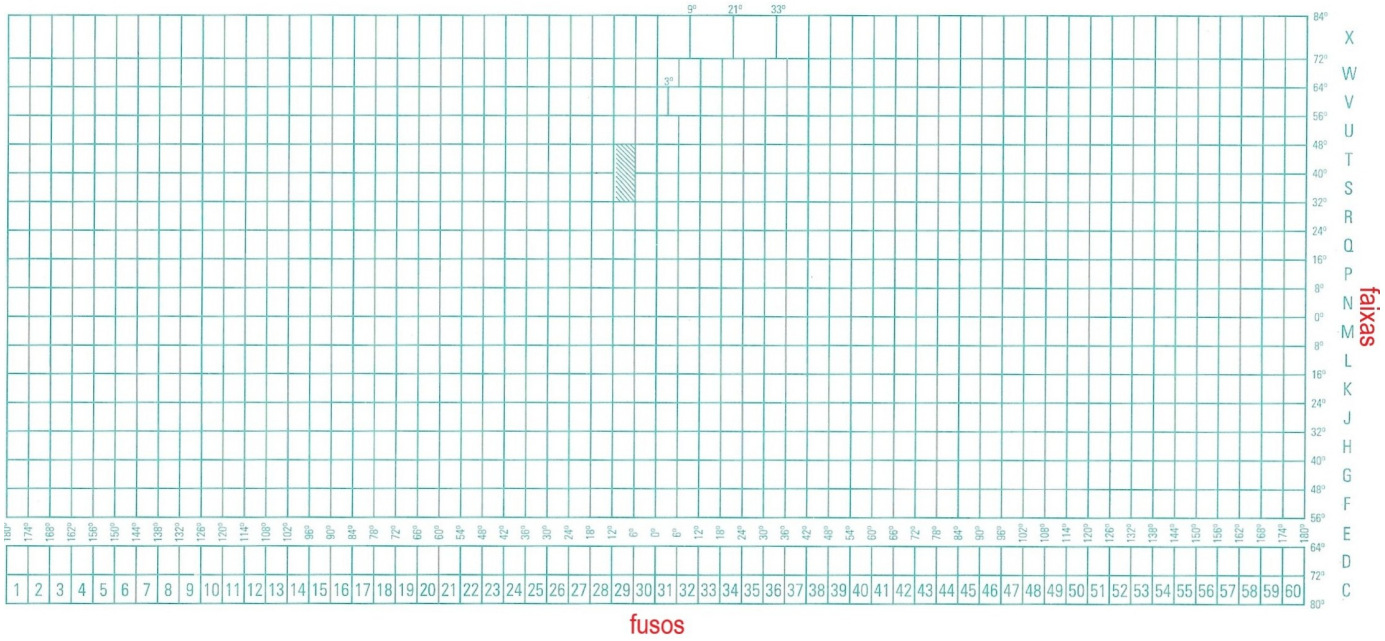


Figura 81 - O sistema UTM, com identificação das *faixas* e dos *fusos* e sinalização das *zonas* 29S e 29T que contêm Portugal Continental (EXÉRCITO, Instituto Geográfico do, 2004, p. 23).

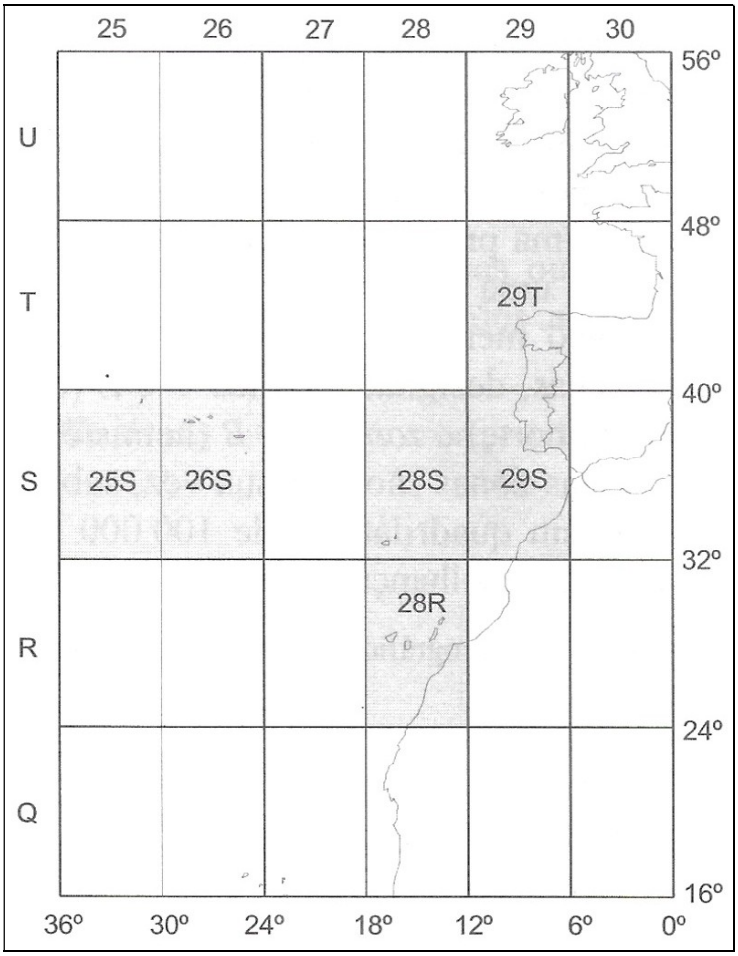


Figura 82 - Grade UTM em relação a Portugal - Continente nas zonas 29S e 29T; Madeira e Selvagens nas zonas 28R e 28S; Açores nas zonas 25S e 26S. (GASPAR, Joaquim, A., 2004, p. 314)

3.2.2. Quadrículas cartográficas

Quadrículas cartográficas (Figura 83) são sistemas de coordenadas rectangulares, geralmente graduados em metros, que visam facilitar a localização, a leitura e marcação de coordenadas 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), sobreposta à rede geográfica de meridianos e paralelos da carta, de forma que o eixo das ordenadas (*meridiana de origem*) coincida com o meridiano central da projeção, e o eixo das abcissas (a *perpendicular-origem*) lhe seja normal num ponto designado por *ponto central* da quadrícula" (GASPAR, Joaquim A., 2004, p. 156).

A posição de qualquer ponto na grade 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*.

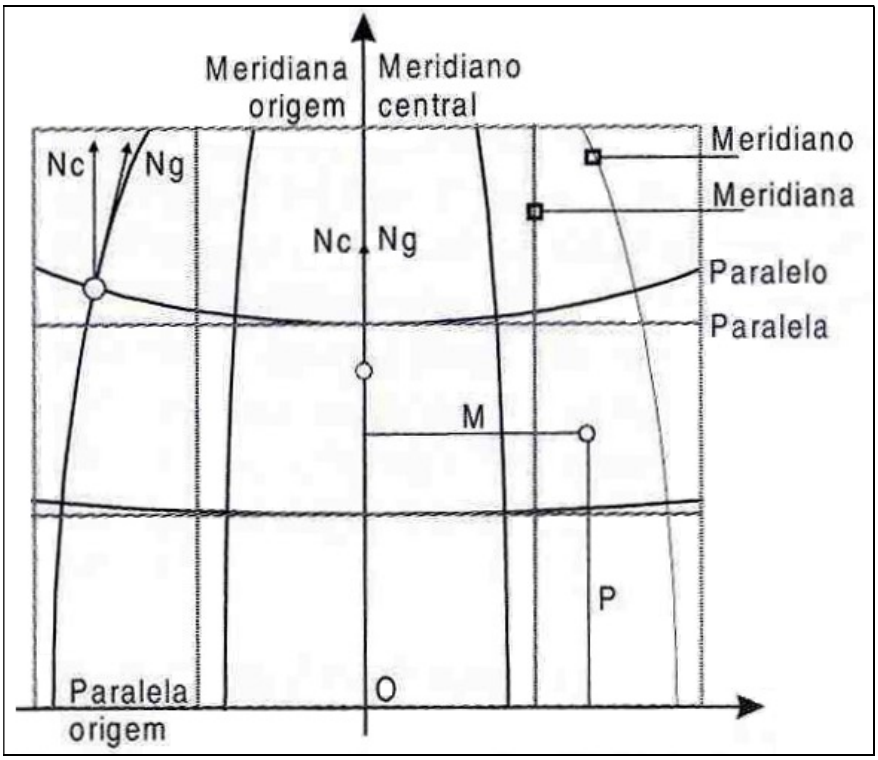


Figura 83 - Quadrícula cartográfica sobre uma projeção cartográfica (GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 77)

3.3. Sistemas de representação ou de projeção

Ao conjunto de parâmetros que, associados a uma projeção cartográfica, estabelecem de forma inequívoca as coordenadas geodésicas e cartográficas dos lugares representados num mapa, chama-se sistema de

projeção ou, de maneira menos ambígua, sistema de representação. Assim, além da projeção cartográfica, esses parâmetros são (GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 79):

- 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.

Os sistemas de representação utilizados em Portugal diferenciam-se no tempo e entre as instituições produtoras de cartografia (Figura 84):

- O sistema *Bessel-Bonne-Lisboa* (BBL) foi introduzido no início do século XX, baseia-se na projeção de Bonne e no elipsoide de Bessel, tem o Ponto Central situado a cerca de 3 km do vértice geodésico da Melriça e serve de base à Carta de Portugal na escala de 1:50.000 do Instituto Geográfico Português.
- O sistema *Hayford-Gauss-Lisboa* (HGL) foi estabelecido na década de 1930, optando-se pelo elipsoide de Hayford (adotado internacionalmente em 1924) e pela projeção Gauss-Kruger para evitar distorções angulares. O Ponto Central e a origem das coordenadas são os mesmos do sistema anterior e é utilizado nas cartas de 1:100.000 e 1:200.000 do Instituto Geográfico Português.
- O sistema *Hayford-Gauss-Melriça*, também designado Datum 73 ou MG73, difere do sistema anterior por o ponto de fixação passar a ser o vértice geodésico da Melriça, o centro geométrico de Portugal Continental. A sua importância assenta no facto de ser a referência para a rede geodésica de Portugal Continental. A série topográfica digital e a aerofotocartografia na escala 1:10.000 do Instituto Geográfico Português utiliza este sistema.
- O sistema *Hayford-Gauss-Militar* (HGM), também denominado Sistema Militar Português deriva do sistema *Hayford-Gauss-Lisboa* com a mudança da origem para a latitude do Cabo de S. Vicente e a 200 km a Oeste deste, de forma que todas as coordenadas relativas a Portugal Continental sejam positivas. A Carta Militar de Portugal, na escala 1:25.000, produzida pelo Centro de Informação Geoespacial do Exército utiliza este sistema.

Em 2006 foi iniciado o projeto "Enquadramento da Cartografia Militar, na Escala 1/25 000, no Sistema de Referência WGS84", para aumentar a facilidade e rapidez de utilização da carta 1:25.000, através da utilização de sistemas de coordenadas geográficas e cartográficas, dando cumprimento às diretivas da política geográfica NATO. Consequentemente, a Carta Militar passou a representar a quadrícula UTM principal referida ao *datum* global WGS84, mantendo a UTM e a quadrícula militar portuguesa (HGM) como quadrículas secundárias (Figura 85).

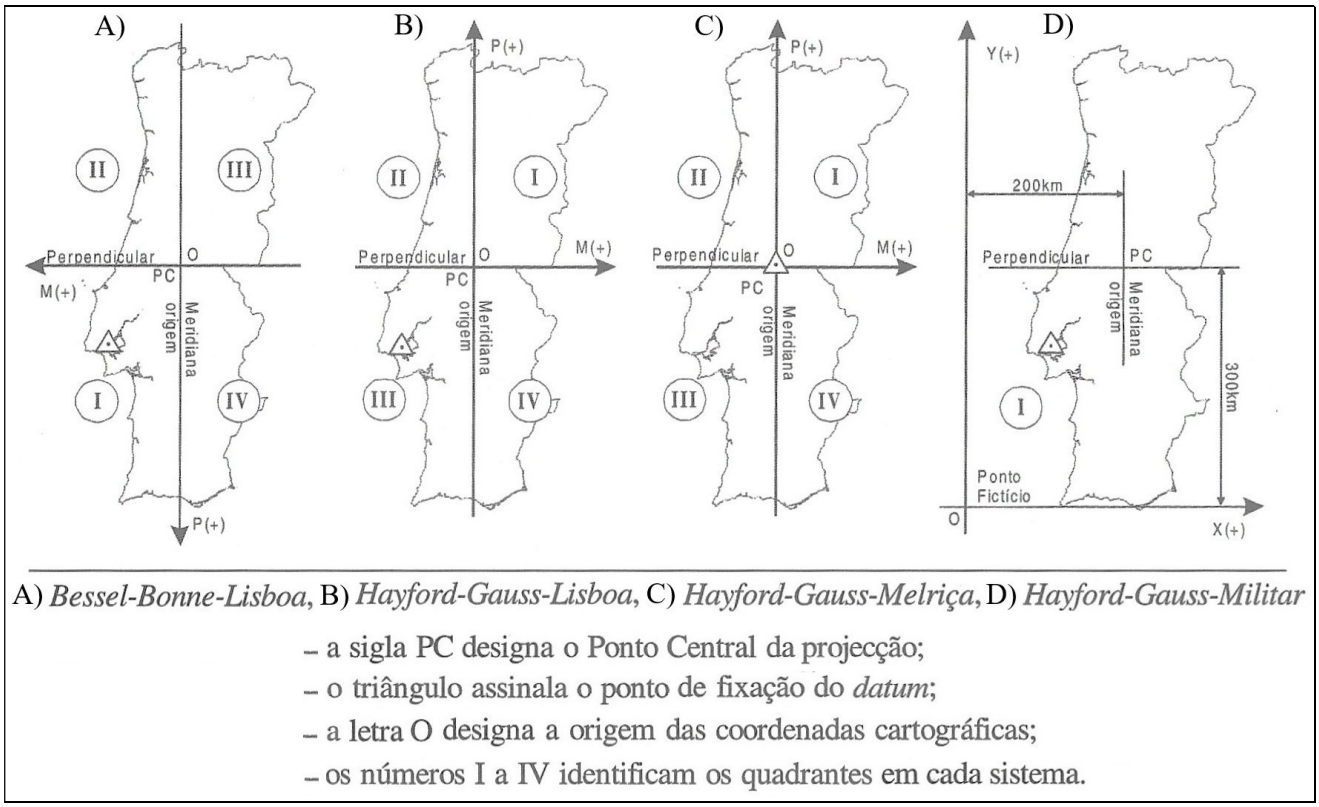


Figura 84 - Sistemas de representação ou de projeção utilizados para Portugal Continental (Adaptado de GASPAR, Joaquim A., 2000, p. 80)

Figura 85 - Referências da folha 40 - Viana do Castelo da Carta Militar de Portugal, edição de 2015

IV – OS MAPAS TEMÁTICOS

1. Classificações, fontes de informação e funções

1.1. Classificações de mapas temáticos

Os mapas temáticos, ou *especiais*, apareceram depois do desenvolvimento dos mapas gerais e apenas a facilidade de acesso a estes tornaram 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" (PALSKY, Gilles, 1996, p. 139) no século XIX, altura em que o desenvolvimento da cartografia temática também se aconteceu nos outros países da Europa, o mesmo se tornando igualmente claro em Portugal, nomeadamente depois da publicação, em 1865, da *Carta Geographica de Portugal*, na escala de 1:500.000. Disponibilizando a primeira imagem contemporânea da totalidade de Portugal Continental, esta foi a base para grande número os exemplares de cartografia temática ainda durante o século XIX (MARQUES, Helder & FERNANDES, Mário G., 2011, p. 188), sendo menos frequentes os exemplos elaborados a partir de folhas da *Carta Corographica do Reino*, na escala de 1:100.000, existindo mesmo a utilização simultânea da totalidade das suas 37 folhas, na Carta da População de Portugal, de 1929 e representando a população residente dos censos de 1920 através de círculos proporcionais (FERNANDES, M. G., MARQUES, H. & OLIVEIRA, N., 2016, pp. 241-250).

Enquanto os mapas gerais ou de referência nos ajudam a localizar o que é observável na superfície terrestre, os mapas temáticos são utilizados para encontrar e relevar os padrões espaciais de um ou mais atributos, como a densidade populacional ou as temperaturas médias mensais, por exemplo, podendo ser utilizados de três formas básicas: para fornecer informação específica em determinadas localizações; para apresentar informação geral permitindo a identificação de padrões espaciais; para comparar padrões entre dois ou mais mapas (SLOCUM, Terry A et al., 2023, p. 2).

É muito grande a diversidade de mapas temáticos existentes, podendo referirem-se várias e distintas classificações, 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 e em função do número de temas representados (DIAS, M. Helena, 2007, pp. 91-92), sendo este um critério menos utilizado por limitar a destrinça a mapas unitemáticos e mapas pluritemáticos.

Pelo critério da natureza da informação distinguem-se os mapas *qualitativos*, que representam informação de tipo nominal, dos mapas *quantitativos*, representando informação de tipo de intervalo, de razão ou de índice (Figura 86 A e B), enquanto pelo tipo de implantação, linearmente relacionado com as características da informação e com as técnicas cartográficas utilizadas, classificam-se os mapas temáticos em mapas de

símbolos de implantação pontual ou em pontos, mapas de símbolos de implantação linear ou em linhas e mapas de símbolos de implantação em área/superfície ou em mancha.

Ambos os critérios, natureza da informação e tipo de implantação permitem-nos organizar praticamente todos os tipos de mapas temáticos, pois podem funcionar como linhas e colunas para a construção de uma grelha onde é possível inserir as denominações decorrentes das características dos símbolos utilizados, sinalizando-se, previamente, que "os símbolos de mapas de base são de natureza replicativa, enquanto os símbolos de sobreposição temática podem ser replicativos ou abstratos" (DENT, Borden D., 1999, p. 16) sendo que com os símbolos figurativos ou replicativos se pretende representar a realidade com grafismos que lhe sejam equivalentes, que a reproduzam, e os símbolos abstratos são normalmente geométricos, como pontos, círculos, quadrados, triângulos, cubos, esferas, linhas, etc..

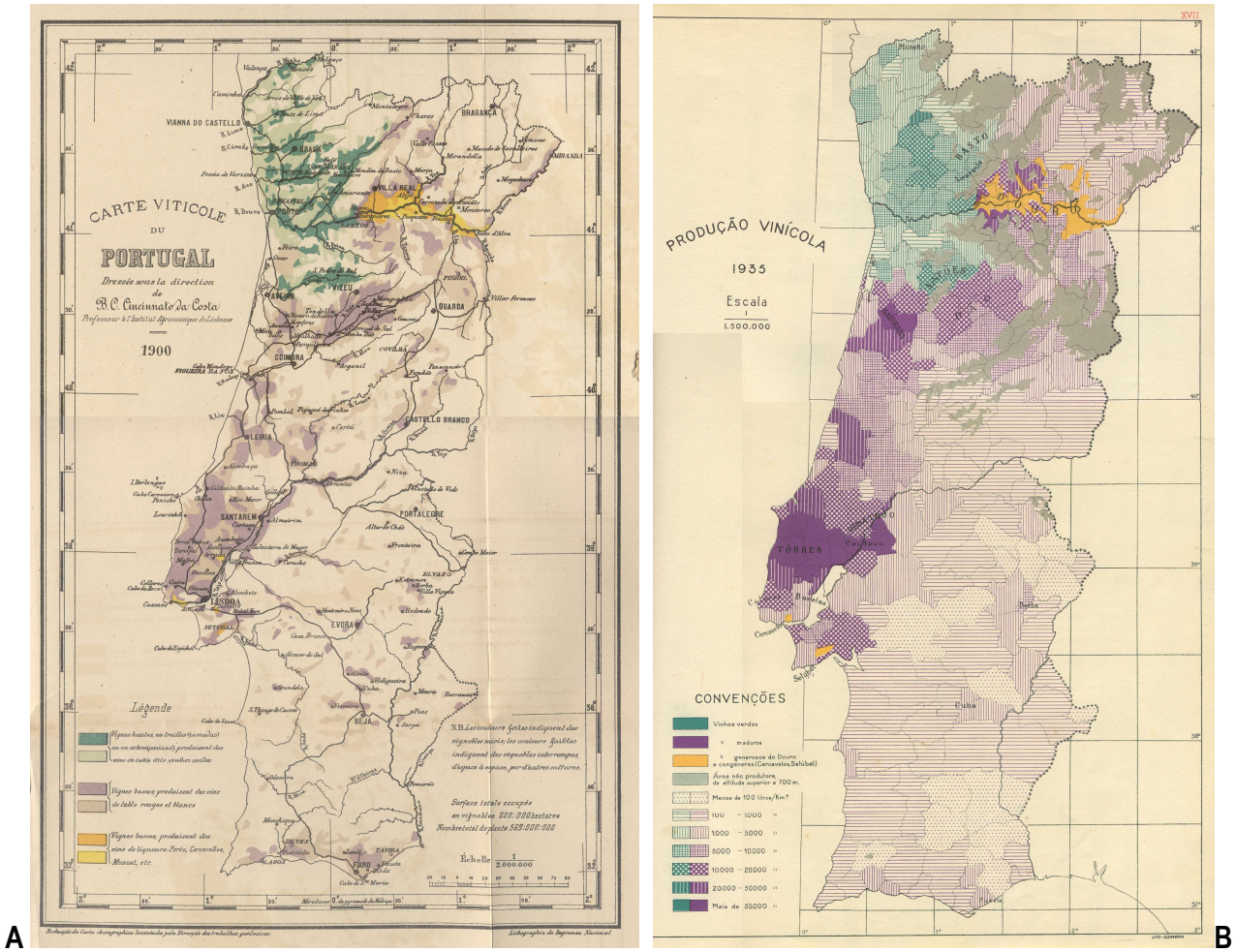


Figura 86 - Mapa temático qualitativo (A) e mapa temático quantitativo (B)
A - *Carte Viticole de Portugal, 1900*, 1:2.000.000 (B. C. Cincinnato da COSTA e Luiz de CASTRO, 1900)
B - *Produção Vinícola, 1935*, 1:1.500.000 (A. Amorim GIRÃO, 1941)

Assim, discriminando os mapas a partir da identificação dos símbolos utilizados, na implantação pontual encontram-se mapas de letras, mapas de símbolos (replicativos ou geométricos), mapas de pontos, mapas

de símbolos (replicativos ou geométricos) proporcionais; nos símbolos de implantação linear, temos mapas de redes, mapas de fluxos e mapas de isolinhas (mapas de isopletas e mapas de isométricas); nos símbolos de implantação em área vemos mapas de tramas ou manchas, mapas coropletos e mapas densimétricos (Figura 87).

		Tipo de implantação		
		Pontos	Linhas	Áreas
Natureza da informação	Qualitativos	- Mapas de letras - Mapas de símbolos replicativos - Mapas de símbolos geométricos	- Mapas de redes	- Mapas de tramas ou manchas
	Quantitativos	- Mapas de pontos - Mapas de símbolos replicativos proporcionais - Mapas de símbolos geométricos proporcionais	- Mapas de fluxos - Mapas de isolinhas (isométricas) - Mapas de isolinhas (isopletas)	- Mapas coropletos - Mapas densimétricos - Cartogramas - Anamorfoses

Figura 87 - Classificação de mapas temáticos

Finalmente, 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 temáticos fazem corresponder a variação da informação temática à variação do próprio suporte espacial, distorcendo-o ou transformando-o, fazendo variar as áreas ou as distâncias entre os lugares, por isso se denominando mapas distorcidos ou transformações cartográficas.

Além das transformações cartográficas geométricas, que atuam sobre a rede de meridianos e paralelos e que são tratadas especificamente no âmbito das projeções cartográficas, existem mais dois tipos de transformações cartográficas: as morfotemáticas, em que a geometria das superfícies varia com a variação dos dados temáticos representados, e as morfodiferenciais, quando a geometria dos objetos é distorcida em função das relações espaciais entre lugares decorrentes da transformação das distâncias absolutas em distâncias tempo ou distâncias custo, por exemplo (GASPAR, Joaquim A., 2004, p. 307).

Quando, nas transformações cartográficas morfotemáticas, as unidades espaciais ganham uma dimensão proporcional aos dados temáticos, mas mantêm a sua forma geral, alguns autores designam-nas *cartogramas*, assim as diferenciando das transformações morfodiferenciais que designam como *anamorfoses cartográficas* (Figura 88), sendo esta, porque mais clara, a perspectiva que adoptamos.

Contudo, autores existem que utilizam apenas um dos termos para designar ambos os tipos de transformações cartográficas, entre os quais se contam Terry A. Slocum et al, que optam por *cartograma* (Figura 89) e sublinham a sua importância utilizando a designação para um capítulo (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, pp. 359-376), bem como Jacques Bertin, que opta por *anamorfose* e apesar de a referenciar entre as

opções para a representação gráfica de uma dada informação (Figura 90 e 91), assinala o risco de não permitirem uma leitura que vá além do impacto espetacular, tão característico destas imagens, considerando que a cartografia temática possui opções mais eficazes (BERTIN, Jacques, 1977, p. 120).

Independentemente de no *Dicionário de Ciências Cartográficas* se apontar a possibilidade de ambos significados para cada uma das designações, *cartogramas* e *anamorfoses* (GASPAR, Joaquim A., 2004, pp. 18-19 e 73-74), importa assinalar que, facilitadas pelas novas tecnologias, as transformações cartográficas são cada vez mais abundantes, sendo possível visualizar dezenas de exemplares online (Figura 92).

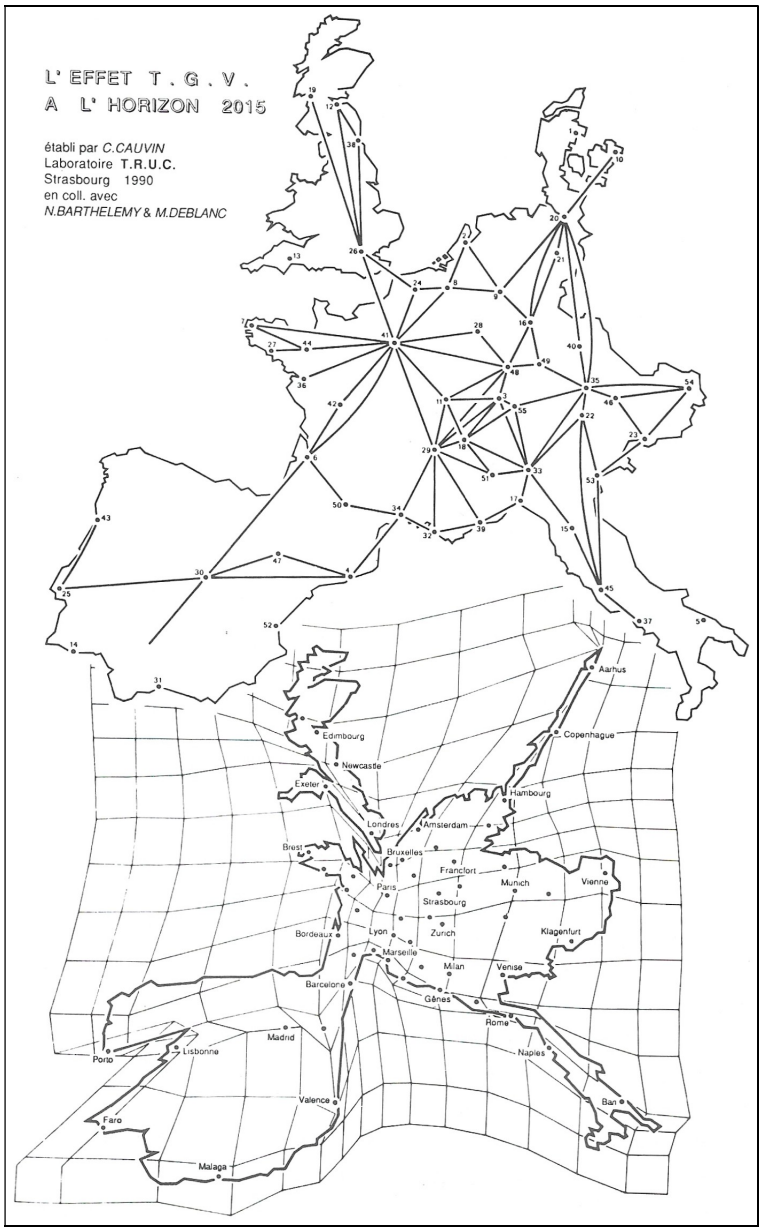


Figura 88 - A anamorfose enquanto transformação morfodiferencial
(BOUSQUET-BRESSOLIER, C., 1995, p. 207)

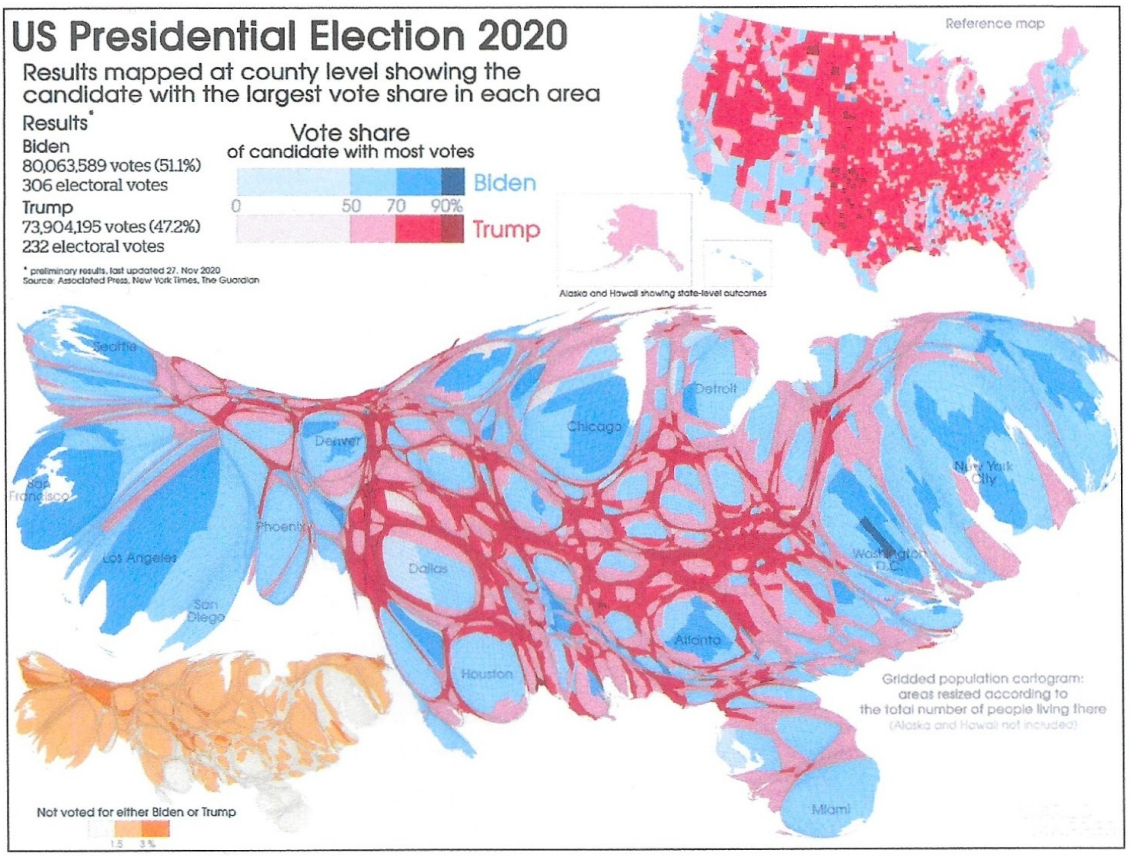


Figura 89 - Cartograma, segundo Terry A. SLOCUM et al (2023, p. 363)

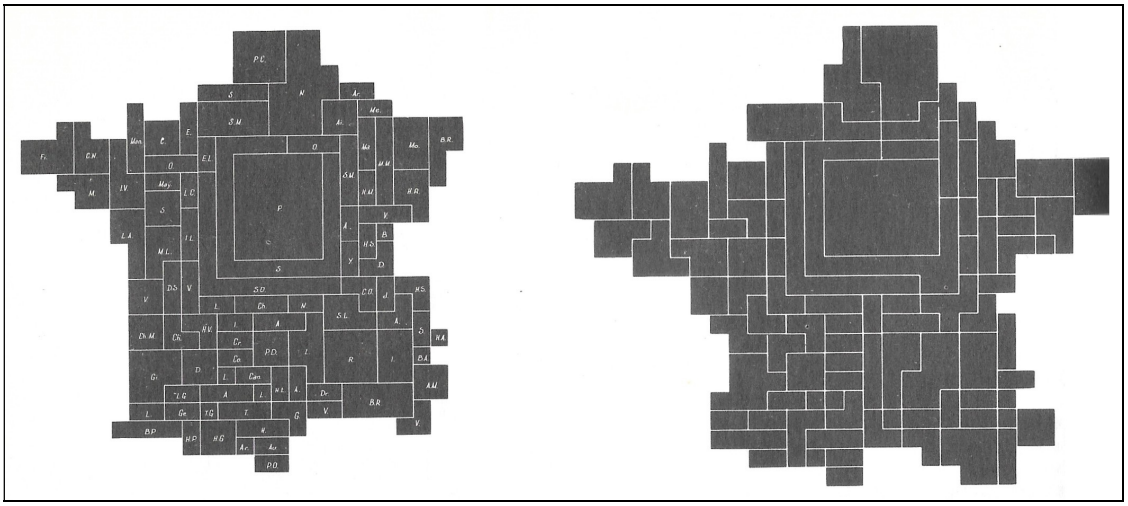


Figura 90 - Anamorfoses, segundo Jacques BERTIN (1973, p. 120)

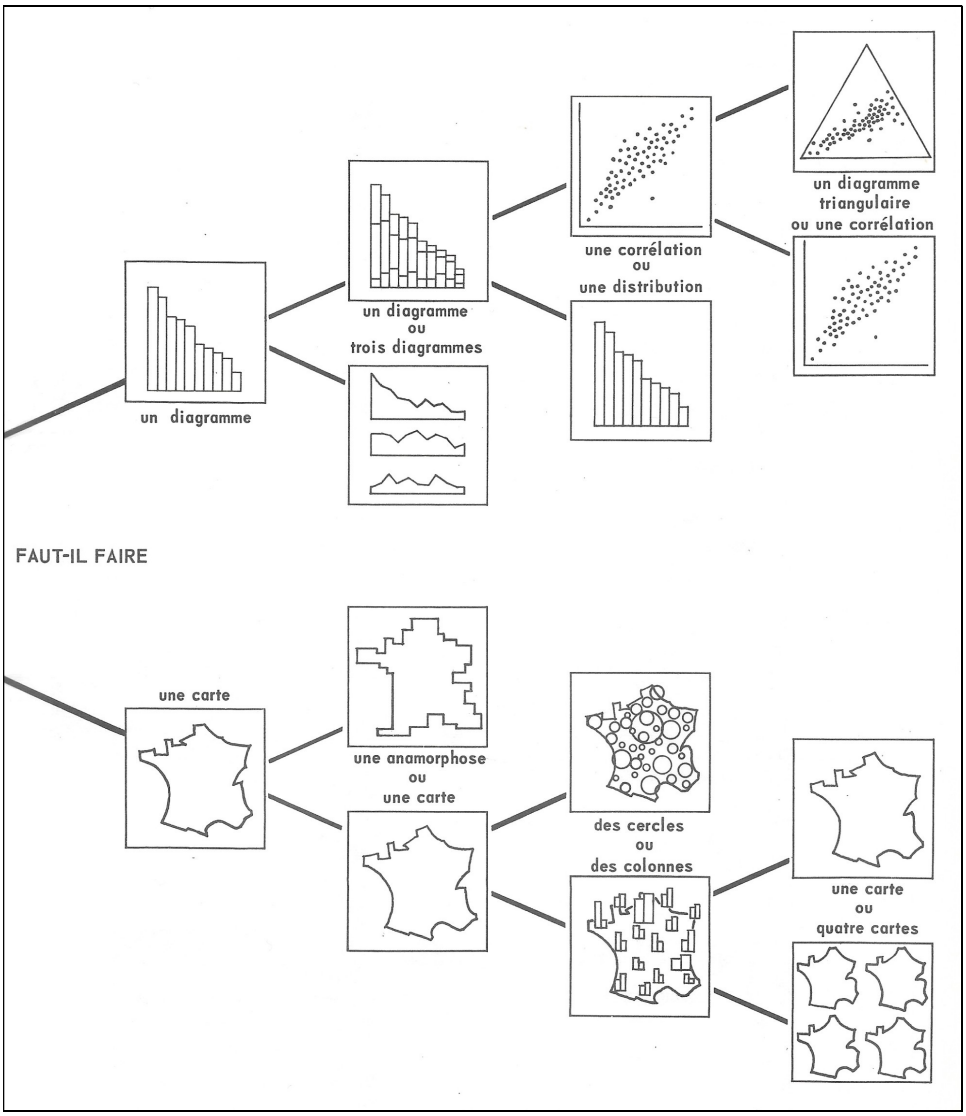


Figura 91 - “Le problème graphique” (BERTIN, Jacques, 1977, p. 101)

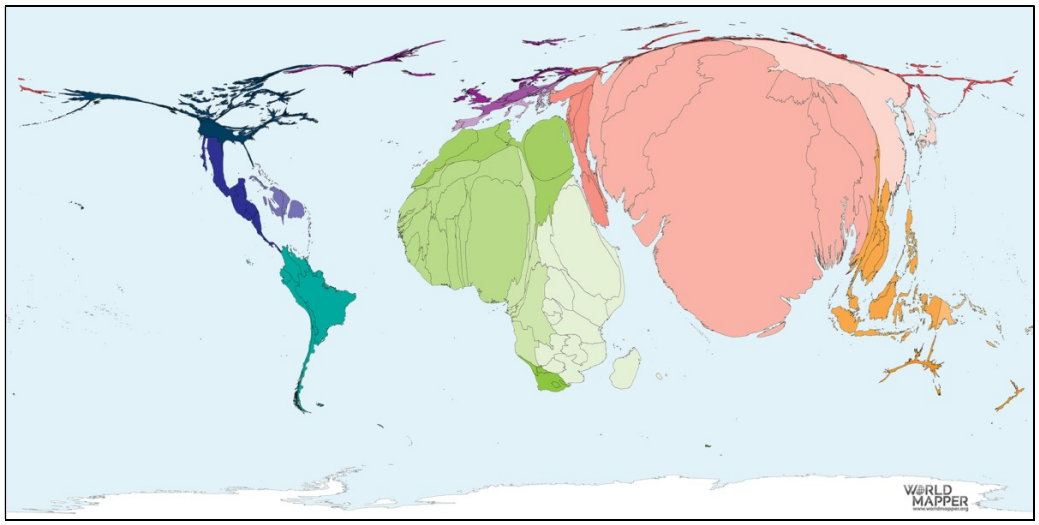


Figura 92 - Cartograma - adultos analfabetos em 2015 - https://worldmapper.org/

1.2. Natureza e fontes de informação cartográfica

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

A natureza da informação cartográfica decorre da sua implantação gráfica geométrica (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 (absolutos ou relativos; variáveis simples ou compósitas; dados considerados individualmente ou agregadamente).

São inúmeras as fontes de informação para os mapas temáticos, podendo ser globalmente classificadas como fontes primárias, como os levantamentos de campo, por exemplo, e fontes secundárias, como as medições efetuadas sobre outros mapas. De qualquer forma, a única condicionante de partida é a possibilidade da respetiva relação com uma base cartográfica, sendo as origens mais comuns as seguintes (DIAS, M. Helena, 2007, p. 94):

- 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 de grande riqueza 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 efetuadas diretamente 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 (censos, inquéritos, resultados eleitorais, contagens de veículos, relatórios de movimentos de passageiros ou mercadorias, orçamentos, relatórios de número de utentes de equipamentos públicos, etc.);
- Publicações: documentos manuscritos, livros (científicos e de ficção), artigos científicos, revistas, jornais, etc.

1.3. Funções e níveis de leitura

Como anteriormente referenciado, 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, de forma exaustiva, vários tipos de informação, conjugando várias variáveis visuais em justaposição gráfica num só mapa, tornando-se, assim, mapas de referenciação ou armazenamento de informação, os quais, não sendo inúteis, tendem a apenas permitir 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 homogéneos;
- 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 multitemática ou de um mesmo tema subdivisível 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 "cartas de tratamento" (BERTIN, Jacques, 1977, p. 155), ou um só mapa ("carta de comunicação"), elaborado a partir da classificação e sobreposição simplificada da informação e cuja utilidade se relaciona com a pedagogia e a facilitação da memorização, bem como com a comunicação nos media, embora, neste caso, o nível de leitura elementar seja discutível (Figura 93).

Naturalmente, ambas as possibilidades têm a sua utilidade, o que também é válido, aliás, para o mapa de localização (*carte de repérage*) que resulta da sobreposição exaustiva de informação, mesmo permitindo apenas a leitura de pormenor. Cada um dos mapas (*carte de repérage*, *carte de traitement* e *carte de communication*) tem a sua função, dependendo se a respetiva elaboração visa a investigação ou a comunicação (BERTIN, Jacques, 1977, p. 154).

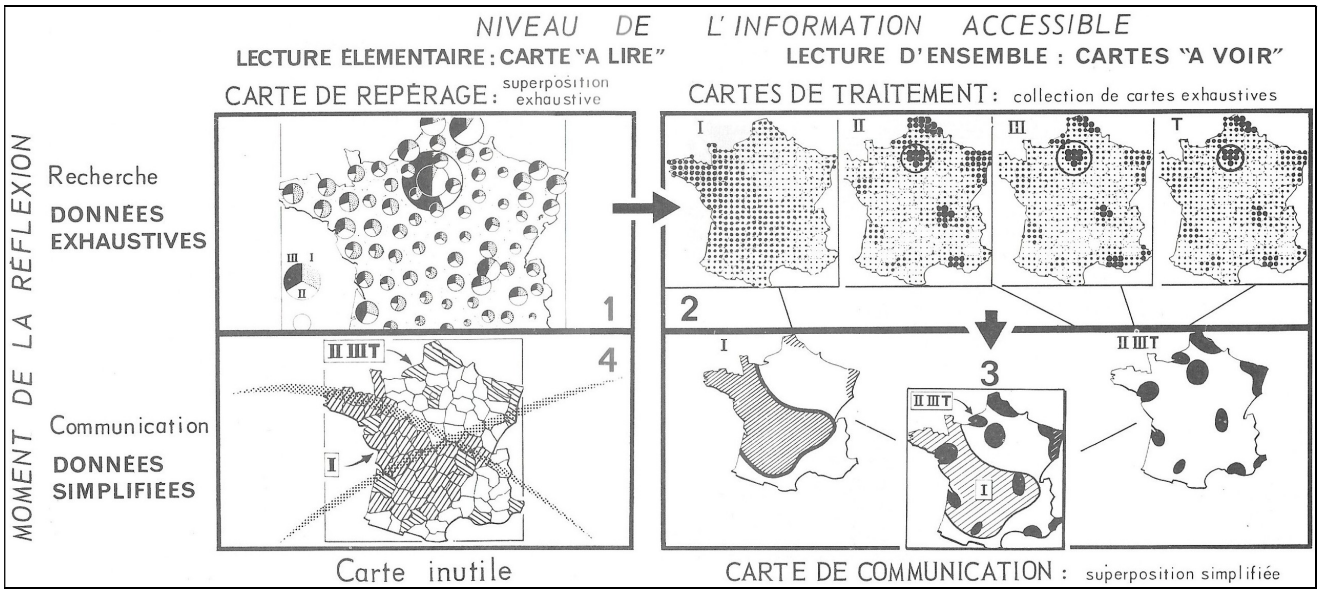


Figura 93 - Cartas para ler e cartas para ver (BERTIN, Jacques, 1977, pp. 154-155)

2. 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, visto as decisões dependerem sempre de cada mapa em concreto, contudo, existem algumas regras básicas quanto aos elementos do mapa a incluir, bem como à respetiva importância e posicionamento.

Existem cinco elementos do mapa, a que chamaremos principais, que devem, por princípio, estar presentes em qualquer mapa temático: 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 podem ser dispensados. Além disso, existem outros elementos do mapa (como as janelas, a rede de paralelos e meridianos, a identificação da projeção 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 e apresentando-se tanto mais fáceis e 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, da legenda num dos lados (esquerdo ou direito) do mapa, sublinhando ainda a importância de adequar e simplificar o peso visual dos outros elementos, como no caso das esquadrias ou "cercaduras":

> *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 dessenho* (...) *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 destas linhas 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* (FORTES, Manoel de Azevedo, 1728, pp. 451-452).

De qualquer forma, ontem como hoje, todos os elementos do mapa, principais e complementares, se organizam em função de uma linha de recorte ou esquadria, cuja importância é central pois além da sua função essencial em delimitar a parte da superfície terrestre representada, também contribui para a organização dos restantes elementos do mapa, tenham estes um posicionamento interno ou externo em relação à linha de recorte. Assim, a linha de recorte da área cartografada pode funcionar simultaneamente como linha de moldura geral, caso se opte por organizar todos os elementos do mapa no seu interior (Figura 94).

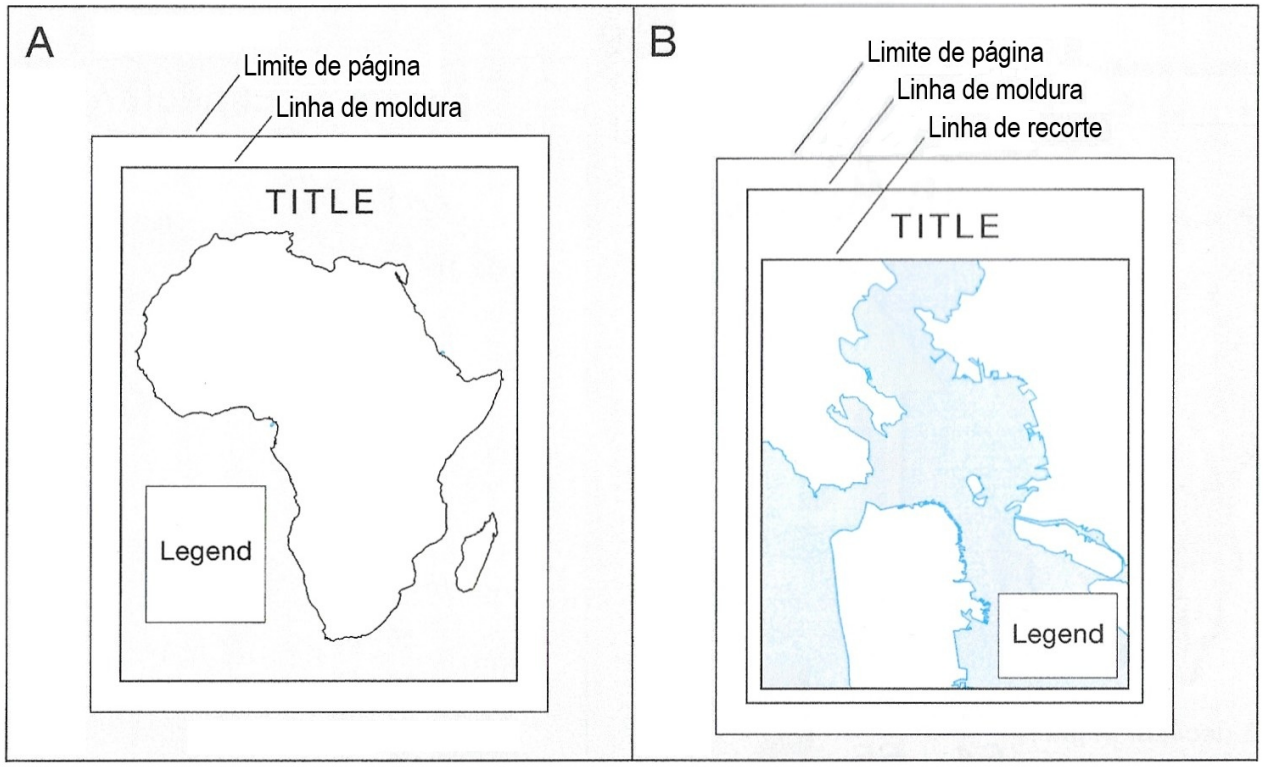


Figura 94 - Linha de recorte e linha de moldura (adaptado de SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 206)

Naturalmente, as formas e dimensões das linhas de recorte e das linhas de moldura são condicionadas pelas áreas representadas, mas devem ser sempre polígonos retos, retangulares ou quadrangulares, podendo ser adequadas às decisões de colocação dos outros elementos do mapa e devendo ser desenhadas como linhas simples, de pouco "peso" visual, podendo ainda ser importantes no apoio à rede de paralelos e meridianos, caso seja necessária.

Finalmente, a parte da superfície terrestre representada deve, tendencialmente, ter dimensão e posicionamento adequado, se possível visualmente centrada, em relação às linhas de recorte e de moldura, (Figura 95) embora possa ter os ajustamentos necessários à adequada inserção dos elementos do mapa, cuja localização deve considerar o seu próprio "peso" gráfico, numa organização sem as amarras da formalidade da cartografia de base e com mais opções na busca do equilíbrio e harmonia visual (Figura 96).

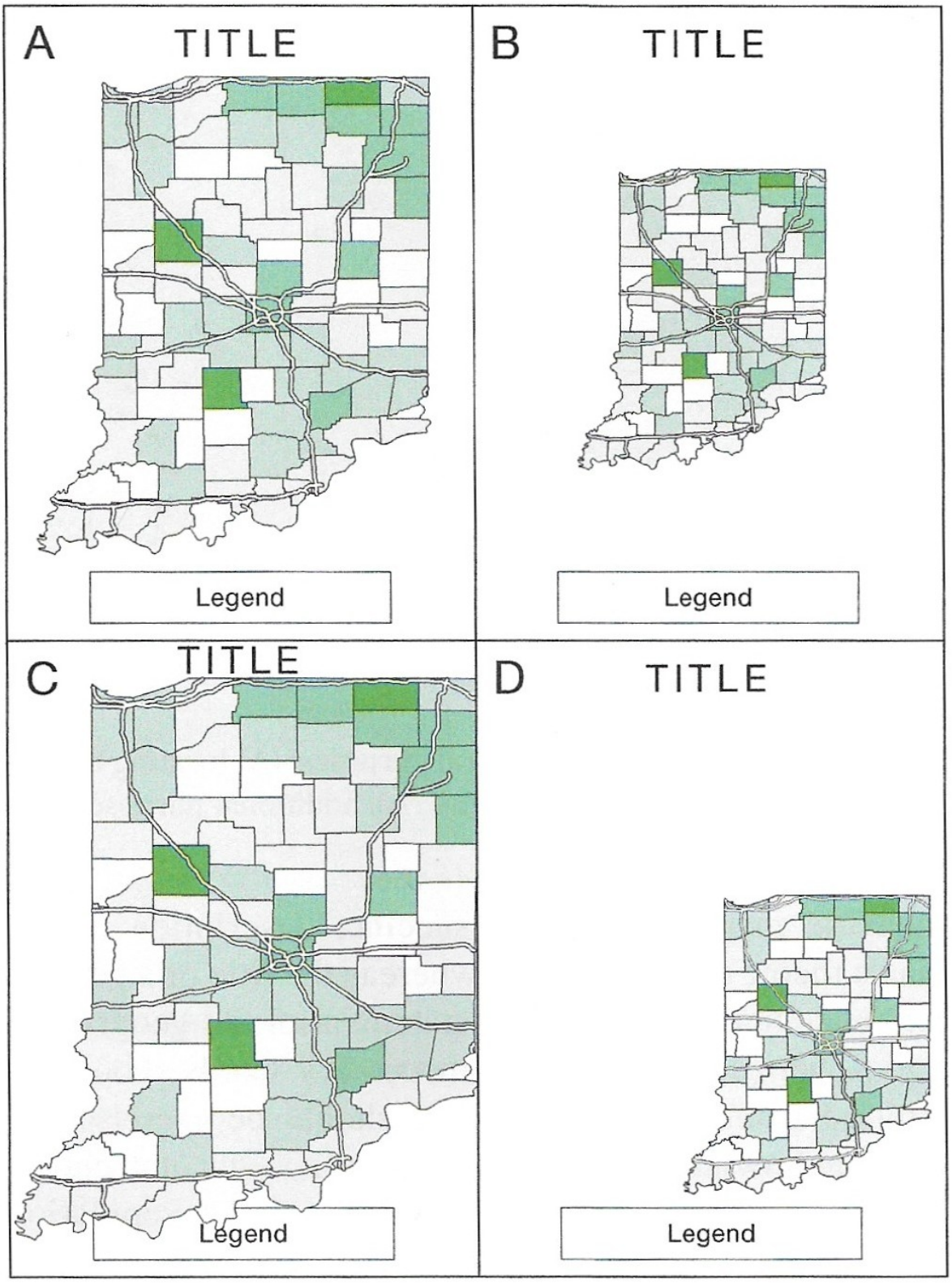


Figura 95 - Tamanho e posição da área cartografada. (A) Adequado; (B) Tamanho insuficiente, mas posição adequada; (C) Tamanho excessivo, mas posição adequada; (D) Tamanho insuficiente e posição desadequada (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 207)

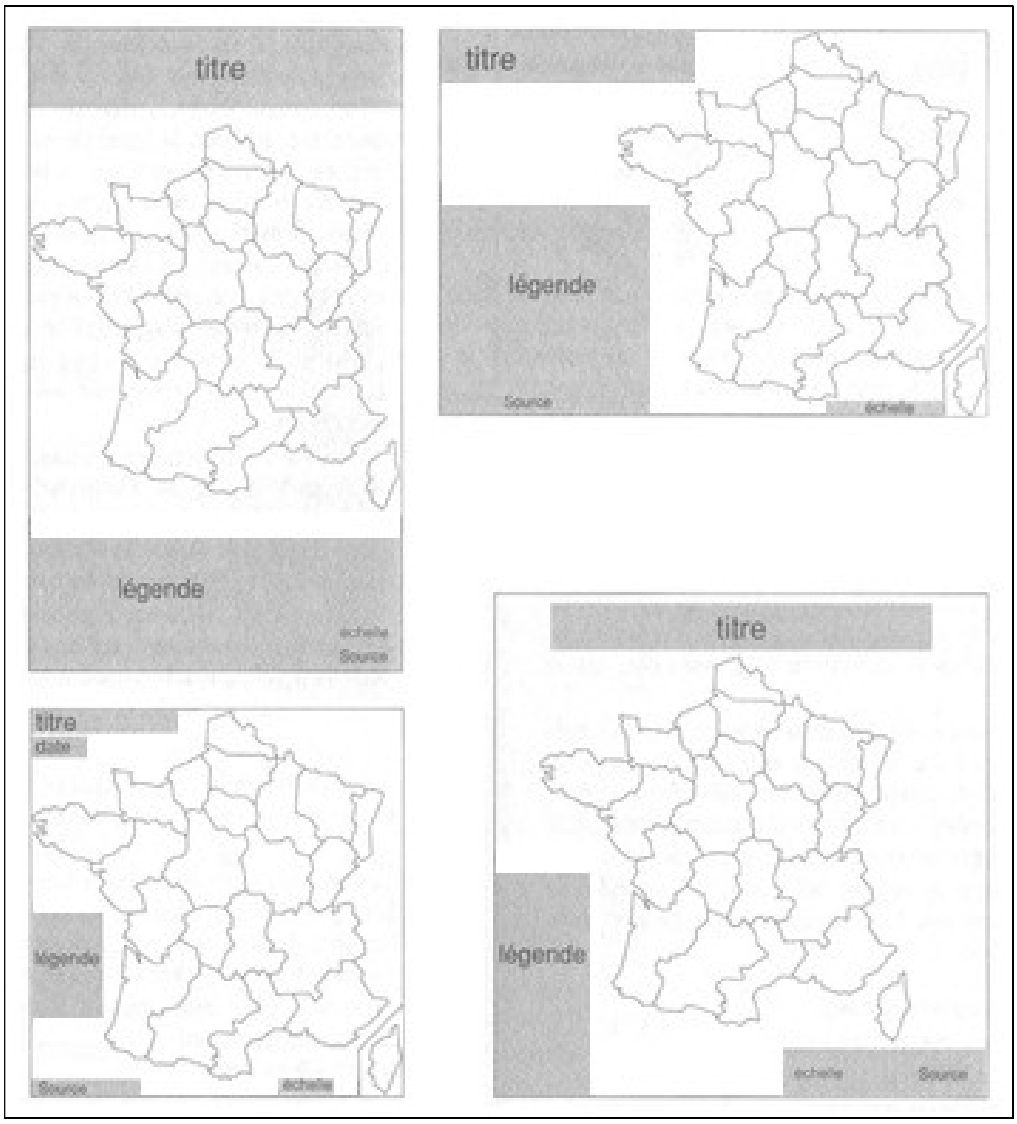


Figura 96 - Diferentes disposições de elementos do mapa
(BÉGUIN, Michele et PUMAIN, Denise, 1994, p. 70)

2.1. 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, no concelho do Porto) e quando? (2021). A ordem das informações pode variar, apenas devendo haver a preocupação de que faça sentido. Por exemplo: Densidade da população, por freguesia, no concelho do Porto (2021) ou Densidade da população no concelho do Porto, por freguesia (2021) ou Porto, densidade da população por freguesia (2021).

  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 evitar-se 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 o mapa integra e ilustra textos. No entanto, devem evitar-se *itálicos*, sublinhados, estilos de tipos ornamentados e **negritos** (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 208).

- **Legenda**: também identificada como “explicação”, a legenda é o dicionário ou descodificador do mapa, devendo conter e indicar o significado de todos os símbolos e variações visuais existentes no mapa, podendo, eventualmente, alguma simbologia relativa ao fundo do mapa, considerar-se implícita, como é o caso dos limites administrativos quando a identificação já é efetuada no título.

  Os símbolos devem ser apresentados na legenda exatamente com as mesmas características com que aparecem sobre o mapa, devendo os símbolos de implantação pontual e linear aparecer individualizados, com um exemplar de cada símbolo pontual e um fragmento de cada linha, enquanto os símbolos de implantação em mancha devem aparecer como amostras inseridas em retângulos, concebendo-se estes a partir do pressuposto de que o “retângulo cujos lados tenham uma proporção de cerca de três por cinco parece ter o formato mais adequado“ (Figura 97). Embora não se aconselhe, apenas se admite a utilização de formas que não sejam retângulos para identificar símbolos em mancha quando se trate de informação qualitativa, como a identificação de tipos de solos, lagos, parques, etc.

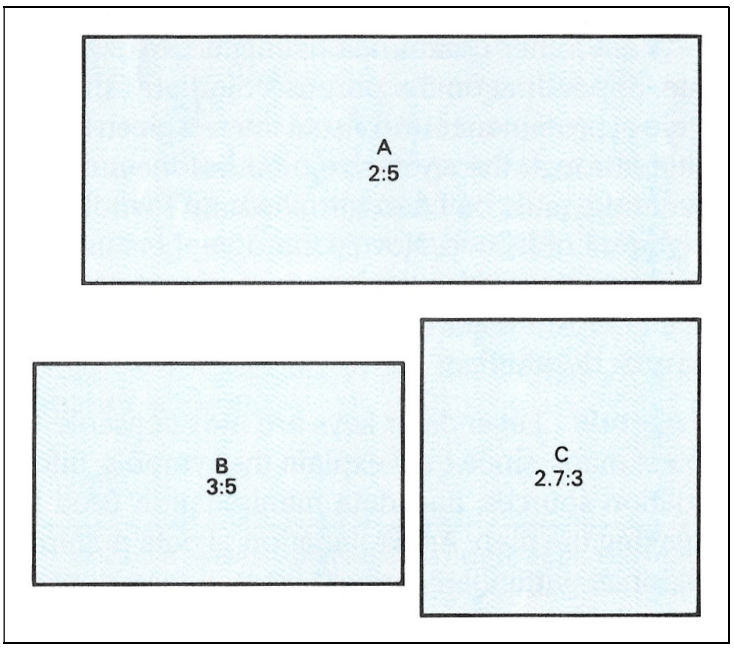


Figura 97 - A proporção de 3:5 (B) é considerada visualmente mais estável e agradável (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 335)

Como as áreas em mancha estão normalmente justapostas no mapa, alguns autores sugerem que os retângulos devem também estar justapostos na legenda, concedendo a possibilidade de afastamento no caso da informação qualitativa uma vez que assim se reforça a ideia de separação ou diferenciação de cada atributo. No entanto, no caso da informação quantitativa com apenas um atributo, por exemplo densidade populacional, e sendo os valores das classes contínuos os retângulos devem ser desenhados em contiguidade, parecendo-nos, no entanto, uma opção discutível pois a separação dos retângulos pode contribuir para uma mais fácil identificação e individualização de cada mancha pelo contraste com o fundo branco.

Em qualquer caso, os elementos da legenda devem estar organizados e alinhados, com a simbologia a preceder a respetiva definição ou identificação e contendo toda a informação necessária, sendo desaconselháveis as remissões para explicações externas à legenda. Os alinhamentos podem ser horizontais e verticais, devendo, tendencialmente, ser verticais nos casos de simbologias que representam ordenações, embora, em caso de necessidade e por economia de espaço, alguns autores admitam desenvolvimentos horizontais, argumentando que esta orientação corresponde à sequência de leitura numérica tradicional no sentido de leitura da esquerda para a direita (Figuras 98 e 99).

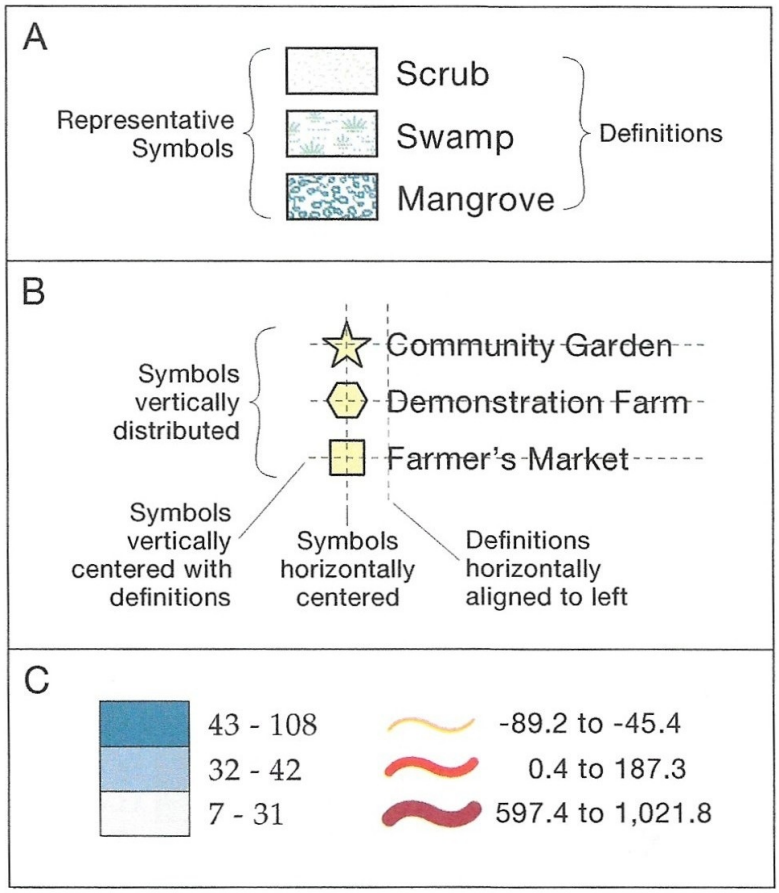


Figura 98 - (A) Símbolos seguidos da definição; (B) Organização e alinhamento; (C) Ordenação: símbolos em mancha e símbolos lineares (SLOCUM, Terry A. et al, 2023, p. 211)

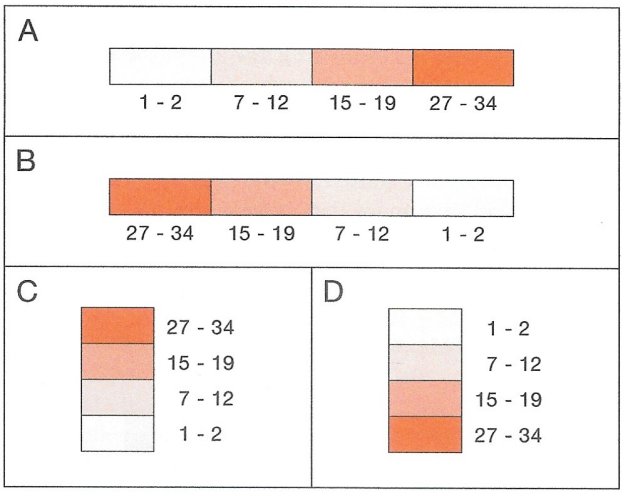


Figura 99 - (A) se necessário; (B) desadequado; (C) e (D) adequados (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 281)

- **Escala**: deve ser posicionada na parte inferior do mapa, em posição interior ou exterior à moldura. Não sendo função dos mapas temáticos ser instrumento para medições exatas, deve optar-se pela escala gráfica, com a qual se responde à incontornável necessidade de aquilatar as dimensões da área representada e se assegura essa possibilidade independentemente de ser necessário efetuar reduções ou ampliações, por exemplo, por razões de edição. Também na escala deve optar-se pelas soluções mais simples, de fácil leitura e tamanho adequado, com pouca importância visual (Figura 100).

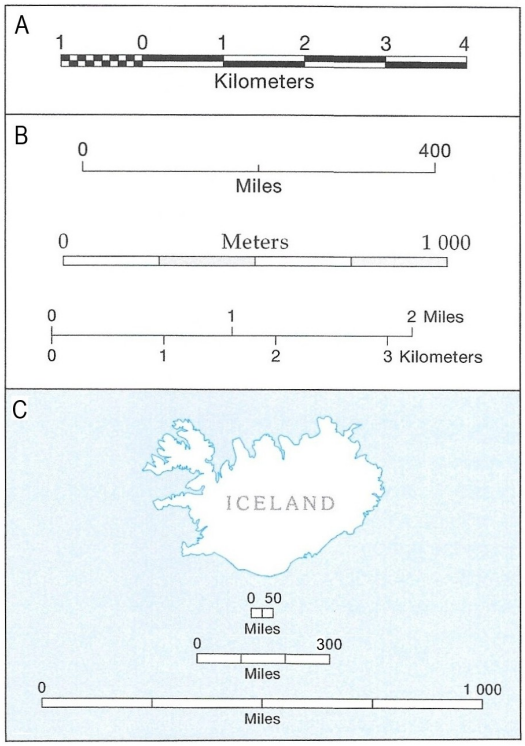


Figura 100 - (A) Demasiado peso visual; (B) “Escalas subtis, simples e bem desenhadas”; (C) Tamanho intermédio mais apropriado (adaptado de SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 215)

- **Orientação**: necessária para posicionar o mapa, a orientação é explicitada por uma seta com a indicação de uma das direções da rosa-dos-ventos, normalmente a direção Norte, devendo optar-se por soluções gráficas simples, com pouco "peso" visual (Figura 101). Alguns autores (DIAS, M. Helena, 2007, p. 139; LE FUR, Anne, 2004, p. 68), consideram que apenas é indispensável apresentar a seta indicadora da direção Norte quando o mapa não é apresentado com o Norte para o topo da folha ou da imagem, no entanto, "alguns cartógrafos consideram que a sua menção é obrigatória em todos os casos" (STEINBERG, Jean, 1996, p. 111). 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 "layout" do mapa (junto à escala, por exemplo) e, finalmente, porque é importante, quer sob o ponto de vista da literacia cartográfica geral, quer sob o ponto de vista da formação geográfica específica, 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 admitindo a ausência dessa indicação quando exista outro meio de orientação, como é o caso da rede de paralelos e meridianos ou da simples graduação, na moldura, das latitudes e longitudes.

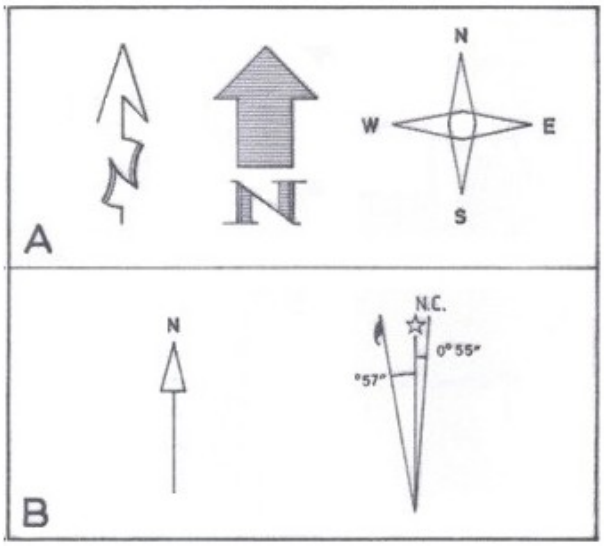


Figura 101 - (A) opções desaconselháveis; (B) solução possível para mapas temáticos, à esquerda, e utilizada em mapas topográficos, à direita (adaptado de DIAS, M. Helena, 2007, p. 140)

- **Fonte(s)**: deve ser o elemento do mapa com menor corpo de letra e deve constar sempre que um mapa é concebido para ser autónomo. Normalmente existem dois tipos de fontes: a fonte da informação de base ou a origem da base cartográfica e a fonte da informação temática. As fontes podem não constar como elemento do mapa apenas em circunstâncias específicas, como seja nos mapas inseridos em estudos, atlas ou outras publicações, que referenciam as respetivas fontes noutro local da obra. Por exemplo, o

tratamento por meio de vários mapas de informação de um censo torna desnecessária a recorrente referência à fonte dos dados, o mesmo se aplicando em relação à fonte da base cartográfica num estudo que utilize sempre o mesmo recorte territorial. A fonte da informação deve ser formulada de forma semelhante à de uma referência bibliográfica padrão, mas geralmente de maneira mais concisa e menos formal, devendo considerar-se o grau de pormenorização em função dos destinatários do mapa (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 212). Assim, em mapas de divulgação e comunicação a generalidade dos utilizadores aceita uma versão simplificada e não pretende uma fonte com pormenorização que permita rastrear a informação, enquanto numa investigação académica será necessário incluir uma fonte de dados devidamente detalhada.

Finalmente, no *letering* utilizado em todos os elementos do mapa, além da opção por tipos de letras simples, deve adequar-se os respetivos tamanhos relativos à busca de uma hierarquia visual correspondente à importância relativa de cada um dos elementos do mapa, ou seja, num mapa temático o maior tamanho de letra é normalmente utilizado no título e o menor tamanho na fonte, podendo mesmo esta ser o elemento com tamanho menor em relação a todos os outros (Figura 102).

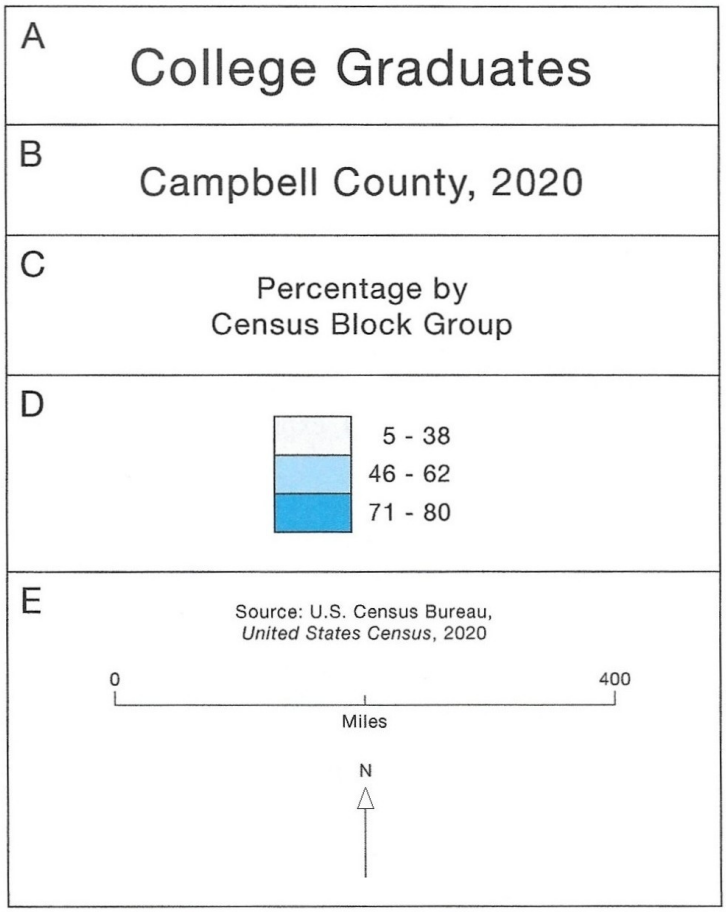


Figura 102 - (A) Título com letras maiores; (B) Subtítulo menor do que o título; (C) Título da legenda menor que o subtítulo; (D) números da legenda menores do que título da legenda; (E) Fonte, escala e N de Norte menores do que os números da legenda (adaptado de SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 217)

A aplicação de todas as regras permite construir e organizar os elementos do mapa de uma forma que evite eventuais ruídos visuais que dificultam a comunicação e potencia a produção de mapas visualmente equilibrados e coerentes, que tornem o processo de comunicação mais eficiente e eficaz (Figura 103).

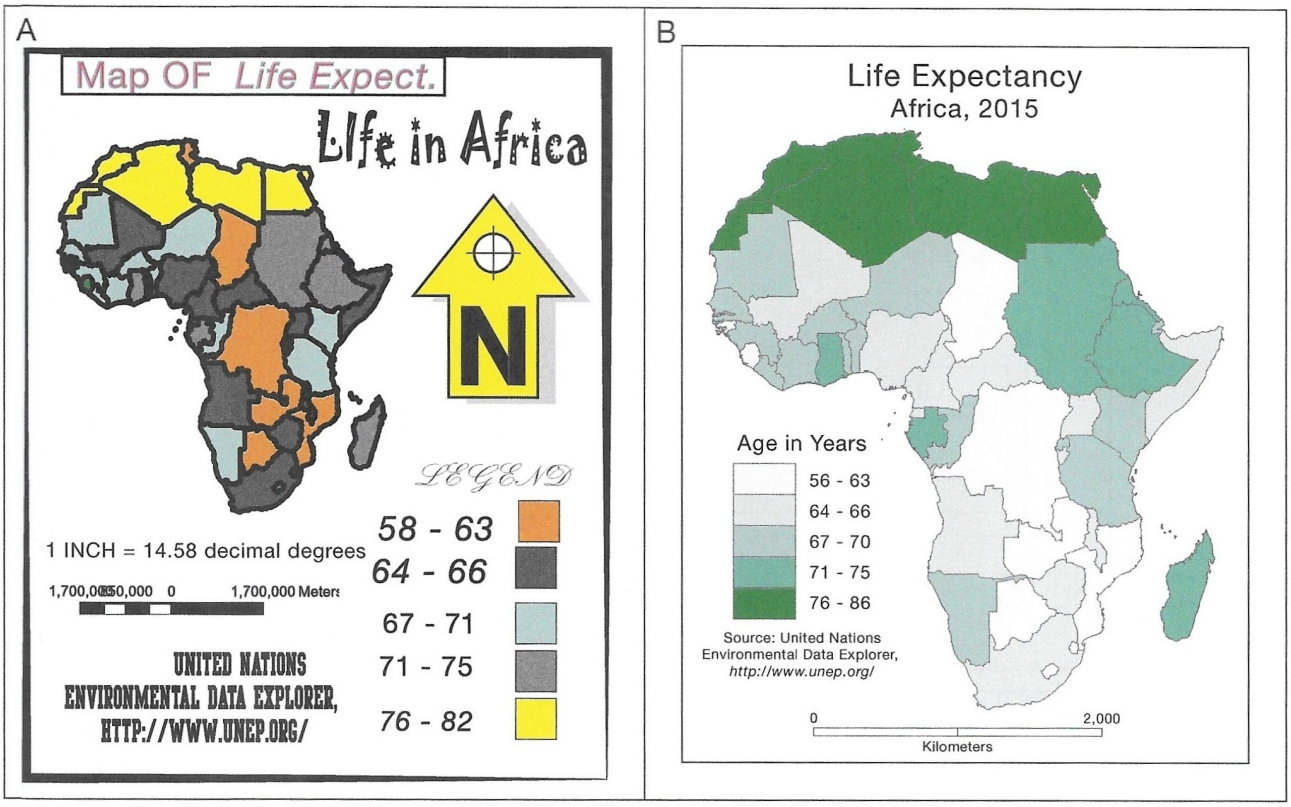


Figura 103 - (A) Excessivo ruído visual; (B) Ausência de ruído visual (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 205)

2.2. Elementos complementares

- **Janelas**: apenas utilizadas em situações específicas: com escala menor, para localizar a área representada em relação a uma superfície mais alargada; com escala maior, para ampliar pormenores ou melhorar a legibilidade de áreas com congestionamento de símbolos; com escala menor, para apresentar informações complementares ao tema tratado, mas abrangendo a mesma superfície do mapa principal; com a mesma escala ou com escala própria, para 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.

  Quando com escala maior, para ampliar pormenores ou melhorar a legibilidade de áreas com congestionamento de símbolos, importa sublinhar que a ausência de símbolos (Figura 104 A) significa, espontaneamente ausência de fenómeno, que a mudança de símbolos (Figura 104 B) significa mudança de fenómeno, sendo que apenas quando se apresenta a parte de símbolos sobrepostos e de leitura difícil (Figura 104 C) a ampliação correspondente pode ser devidamente clarificadora, visto que uma janela deve

ser “uma imagem suplementar, que não pode nunca substituir a imagem principal” (BERTIN, Jaques, 1967, p. 47).

- **Rede de paralelos e meridianos**: deve surgir sempre que a informação relativa a localizações é importante; mais utilizada nas escalas pequenas e normalmente tratada como fundo de mapa.
- **Identificação da projeção**: importante em alguns mapas temáticos, nomeadamente nos de pequena e muito pequena escala.
- **Identificação da autoria do mapa**: indispensável quando o mapa é concebido para ser autónomo; estando o mapa incluído em relatórios, livros, atlas ou trabalhos académicos a autoria de todos os mapas pode ser especificada num único local em relação a todos os mapas da obra.

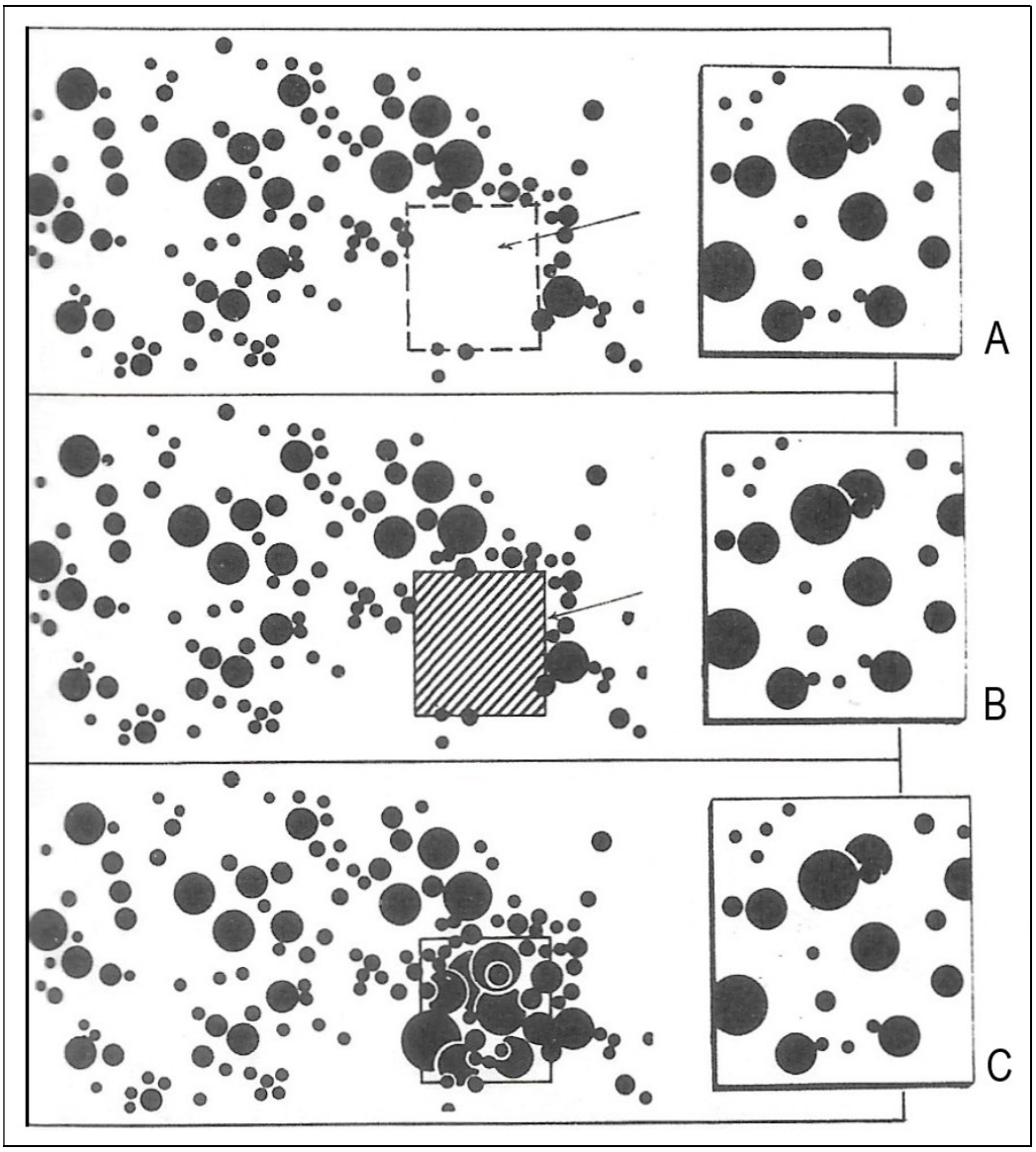


Figura 104 - Janelas: (A) ausência; (B) mudança de variável visual; (C) informação suplementar - adequada (BERTIN, Jaques, 1967, p. 47)

2.3. Textos, rótulos e toponímia

O texto descritivo ou explicativo, os rótulos identificadores ou os topónimos podem ser vistos, em si próprios, quase como símbolos ou como elementos do mapa, os quais, quando adequadamente concebidos e aplicados, podem contribuir para que o mapa seja mais agradável e eficaz.

Como referido em Terry A. SLOCUM et al. (2023, p. 219), "as regras e as orientações para a utilização de texto em cartografia são derivadas de regras gerais da tipografia", mas modificadas e adaptadas à cartografia. A tipografia é o processo de composição e impressão de um texto e embora o termo derive da época em que os textos eram compostos letra a letra, com "tipos gráficos" (letras em relevo confecionadas em madeira, barro ou metal), atualmente refere-se quer à composição física quer à composição digital.

Assim, porque "as letras podem expressar a natureza de uma característica geográfica pelo seu estilo, a importância da característica pelo seu tamanho, a localização da característica pelo seu posicionamento e a extensão da característica pelo seu espaçamento (DENT, Borden D., 1999, p. 269), é essencial efetuar uma cuidada escolha das letras a utilizar, nomeadamente, considerando o estilo ou fonte e a respetiva dimensão, o espaçamento horizontal entre letras e entre palavras, o afastamento vertical entre linhas de palavras, bem como o seu posicionamento.

Embora se conheçam análises e avaliações das características dos diversos estilos de letra, como a que considera que "de um modo geral, os designs do estilo antigo, com a sua ênfase no sombreado diagonal, criam designs mais suaves e tranquilos", enquanto "as fontes modernas, caracterizadas por fortes traços verticais e horizontais, criam letras abruptas, dinâmicas e inquietantes" (DENT, Borden D., 1999, p. 276), a escolha do tipo de letra pode não ser tarefa simples para iniciados, sendo uma competência que melhora com a experiência do cartógrafo.

De qualquer forma, existem algumas indicações para a seleção do tipo de letra, como as que Borden D. DENT (1999, p. 271) refere, a partir da própria experiência:

"1. A legibilidade de cada letra é de importância primordial, especialmente em tipos de letra mais pequenos. Escolha uma fonte em que haja pouca probabilidade de confusão entre **c** e **e** ou **i** e **j**.
2. Selecione uma fonte com uma altura relativamente maior do que a largura das letras.
3. Evite formas extremamente ousadas.
4. Escolha uma fonte com um sombreado mais suave; os sombreados verticais extremos são mais difíceis de ler do que as formas mais arredondadas.
5. Não utilize tipos de letra decorativos no mapa; são difíceis de ler."

Além disso, existe a indicação de que a "tendência na cartografia é que a hidrografia, o relevo e outras características naturais sejam rotulados em itálico e que as características culturais (elementos criadas pelos humanos) sejam identificadas em formas verticais ou romanas" (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 409),

sublinhando-se ainda que, apesar da existência de frequentes desvios em relação a esta prática, “no caso dos recursos hídricos, esta é claramente uma convenção forte”, assente no facto de que “a forma inclinada ou itálica parece sugerir a fluidez da água” (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 410).

Como regra geral, na cartografia as palavras, os rótulos, os topónimos devem escrever-se na horizontal, podendo verificar-se algumas exceções, como quando o mapa inclui os paralelos terrestres, em que os termos acompanham a respetiva curvatura, ou quando as características dos elementos a identificar sugerem a disposição diagonal ou curvilínea, adaptada à configuração dos elementos representados (Figura 105).

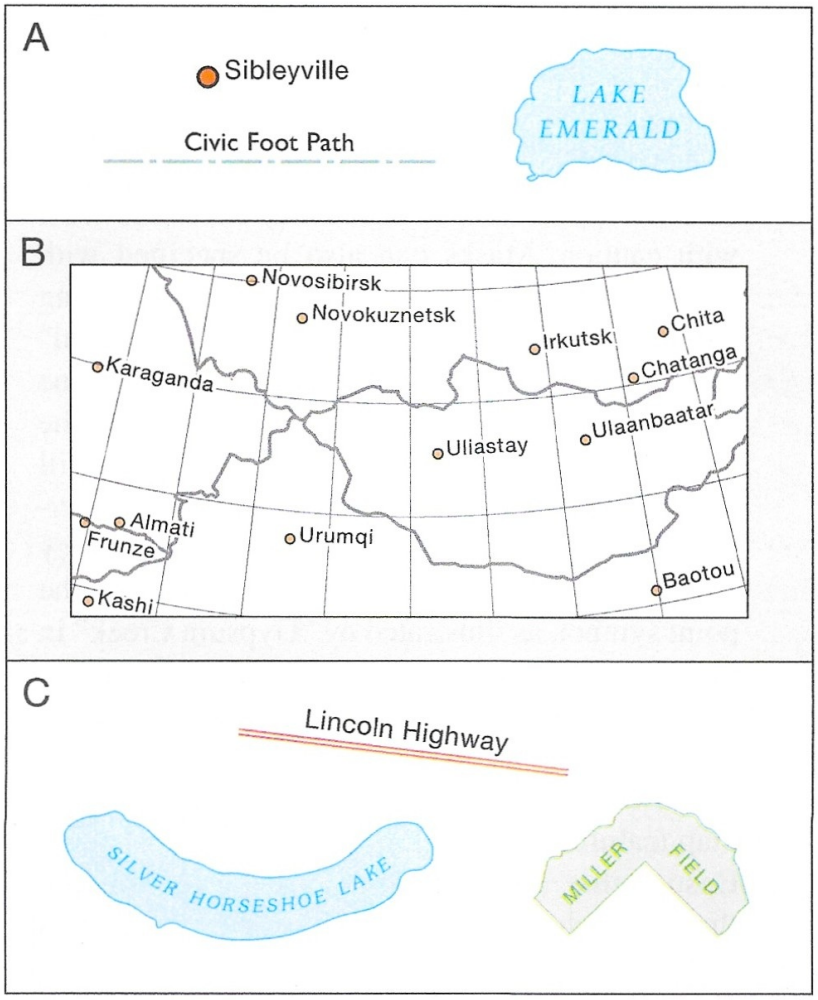


Figura 105 - (A) Regra geral: horizontalidade das palavras; (B) Ajustamento aos paralelos terrestres; (C) Ajustamento a elementos lineares e a áreas (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 223)

Sendo necessário escrever fora da horizontalidade as palavras devem continuar a poder ser lidas da esquerda para a direita, considerando-se que devem ser legíveis no pressuposto de que o leitor se posiciona de frente para o mapa, podendo inclinar a cabeça para cada um dos lados, preferindo-se tendencialmente a inclinação para o lado esquerdo, mas evitando-se para as palavras os posicionamentos de “cabeça para baixo” (Figura 106).

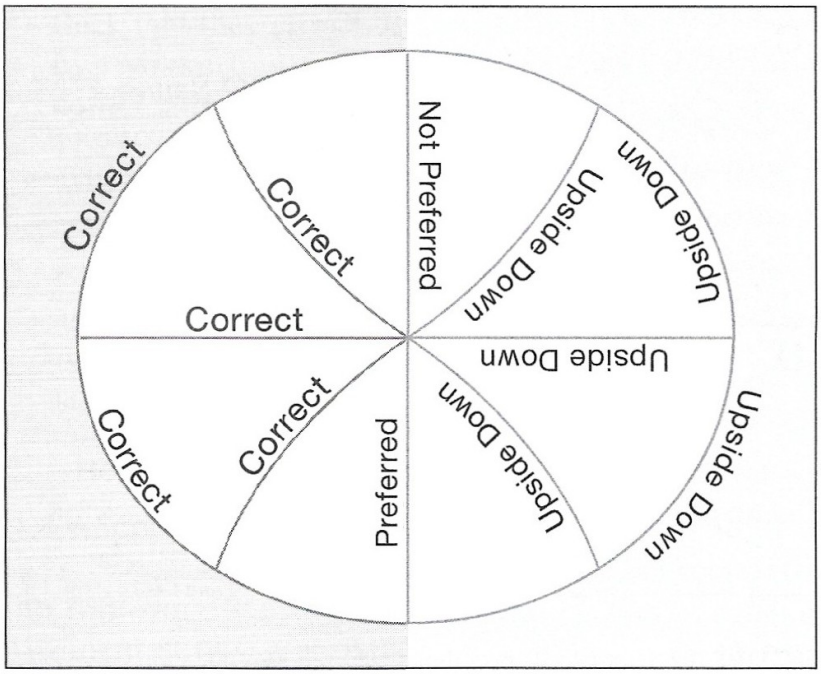


Figura 106 - Evitar as posições de “upside down” e na verticalidade preferir a leitura a partir do lado direito (Adaptado de SLOCUM, Terry A. et al., 2009, p. 208 e 2023, p. 226)

Por outro lado, sabendo-se que, porque se diferenciam mutuamente melhor, as letras minúsculas se leem mais facilmente do que as maiúsculas, que têm desenho mais simplificado, devem privilegiar-se aquelas, utilizando-se sempre palavras com a primeira letra maiúscula e as restantes minúsculas em títulos, subtítulos, legendas, toponímia ou na identificação de qualquer símbolo ou elemento representado, sendo as palavras de ligação (de, em, ou, por, para, etc.) compostas apenas por letras minúsculas, enquanto em textos descritivos ou explicativos apenas a primeira letra da primeira palavra de cada frase deve ser maiúscula (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 221).

De qualquer forma, importa procurar um bom contraste entre letras maiúsculas e minúsculas, acompanhando a prática de utilizar letras maiúsculas para rotular elementos maiores, como países, oceanos e continentes, ou elementos importantes, como capitais nacionais ou grandes cidades, enquanto as cidades mais pequenas e os elementos menos importantes podem ser rotulados em letras minúsculas com as iniciais maiúsculas (DENT, Borden D., 1999, p. 278).

Naturalmente, também é necessário atender à diferenciação das características geométricas dos elementos a identificar, destrinçando-se a necessidade de abordagens específicas na etiquetagem de pontos, linhas e áreas.

Assim, na identificação de elementos pontuais, devem encontrar-se posições para os topónimos que evitem sobreposições, seguindo uma sequência preferencial de posicionamentos a escolher em função de cada circunstância. Visando a automação do “lettering” em cartografia, Pinhas Yoeli (1972) estabeleceu uma

sequência com base na própria experiência e privilegiando a ideia de que, tal como nas legendas, o símbolo precede a identificação (Figura 107).

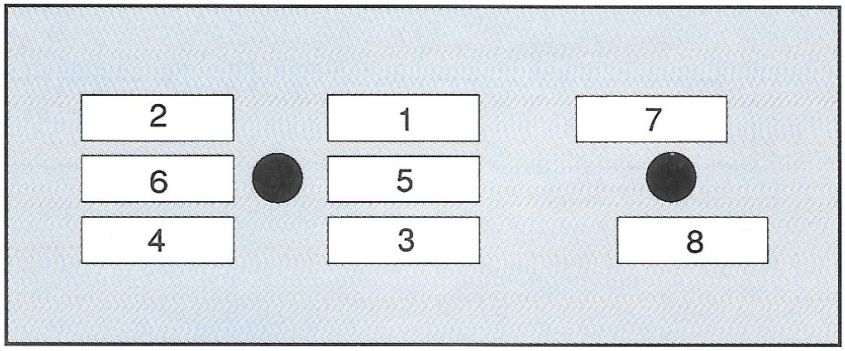


Figura 107 - Preferência na identificação de elementos pontuais segundo Pinhas Yoeli (1972)
(DENT, Borden D., 1999, p. 279)

Embora não exista qualquer solução universal, a partir da proposta de Yoeli vários autores desenvolveram as suas ordenações de preferências, como a sugerida por Terry A. SLOCUM et al. que despreza as posições alinhadas literalmente com o símbolo, seja à direita ou à esquerda, atirando-as para as sétima e oitava possibilidades (Figura 108 A).

Naturalmente, o topónimo deve estar junto ao ponto que identifica sem outros elementos interpostos, pelo que, por exemplo, pode ser melhor escolher uma localização posicionalmente menos preferível, mas evitar a interposição de uma via ou de um rio (Figura 108 B).

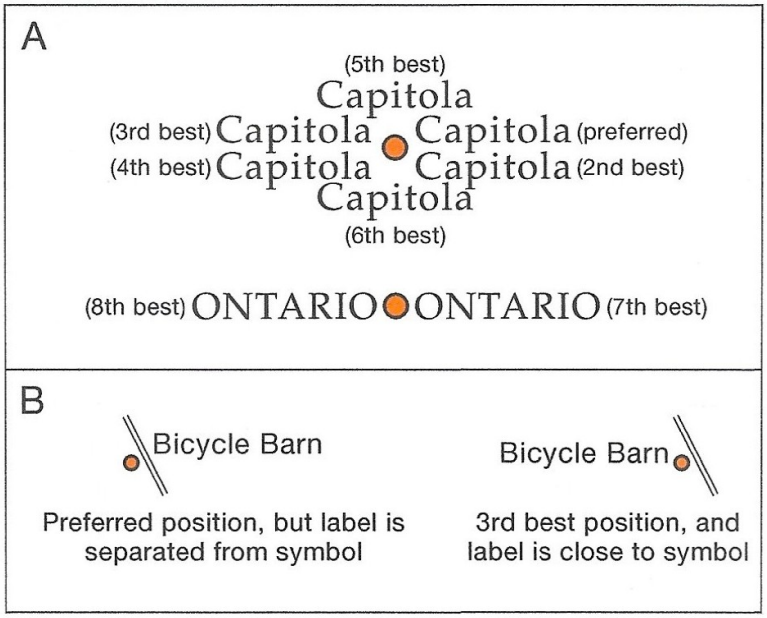


Figura 108 - (A) Sequência de posições preferenciais; (B) Evitar a interposição de outros elementos
(Adaptado de SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 224)

Nos elementos lineares deve colocar-se a identificação na parte superior e na sua proximidade, mas sem lhe tocar, porque assim "parece repousar sobre o elemento em vez de ficar pendurado abaixo dele e porque a borda inferior da letra minúscula é normalmente menos irregular do que a borda superior, resultando numa relação mais harmoniosa entre rótulo e símbolo" (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 226), aceitando-se como exceção a identificação de áreas em ambos os lados de uma delimitação ou fronteira em que o rótulo aparece acima e abaixo da linha delimitadora. Sendo o traçado da linha muito complexo o rótulo deve seguir a respetiva a tendência geral, sendo preferível repetir os rótulos, no caso de a linha ser muito comprida, do que aumentar o espaçamento entre letras ou entre palavras (Figura 109).

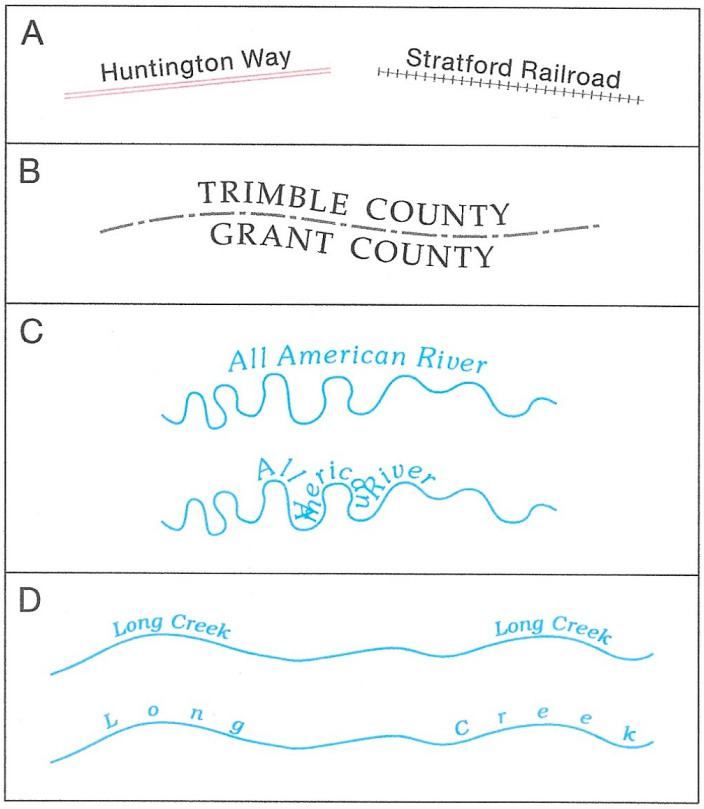


Figura 109 - (A) Identificação acima da linha; (B) Identificação em ambos os lados da linha; (C) Seguir a tendência geral; (D) Preferir a repetição de rótulos (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 225)

Na etiquetagem de áreas, quando são suficientemente grandes para conter a(s) palavra(s) da própria identificação, podem utilizar-se apenas letras maiúsculas devendo as palavras ser visualmente centralizadas na área em questão ou ajustar-se à sua forma geral. Nos casos em que a área seja demasiado pequena existem várias opções: tratar a área como símbolo pontual, utilizando letras minúsculas e apenas a inicial maiúscula e posicionando a palavra no exterior seguindo a sequência preferencial de posicionamento; assumir a sobreposição da palavra à área mas utilizando o efeito de halo; reduzir o espaçamento entre letras e/ou entre palavras; reduzir o tamanho da letra; utilizar abreviatura, em último caso e apenas quando a mesma seja familiar aos potenciais utilizadores do mapa (Figura 110).

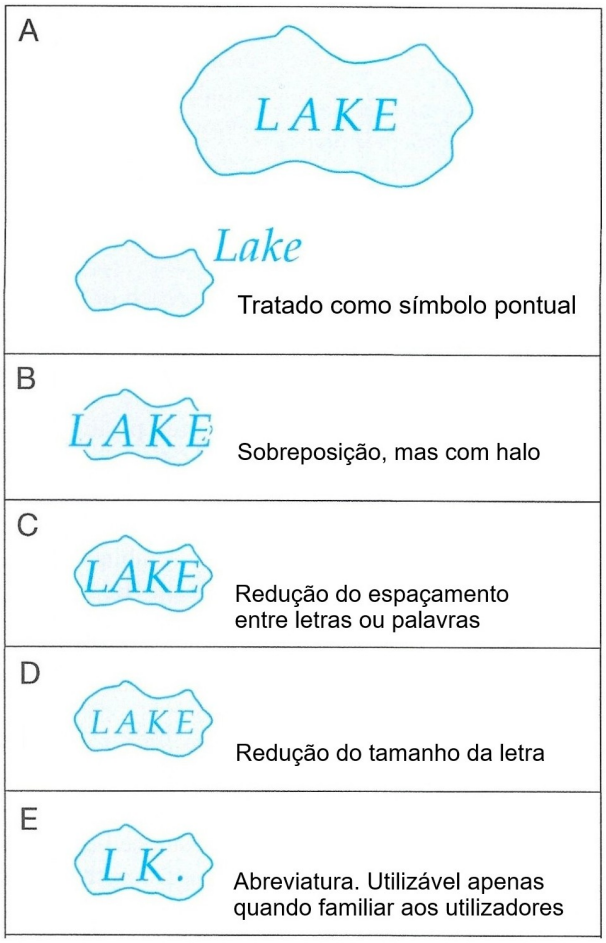


Figura 110 - Abordagens na identificação de áreas (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 227)

Finalmente, com base nestas regras e orientações, decorrentes da prática dos cartógrafos, a maioria das aplicações de software desenvolvidas para o contexto dos Sistemas de Informação Geográfica, visando evitar sobreposições e conflitos, procura delinear o posicionamento de topónimos e identificações seguindo duas abordagens gerais: "(1) colocação de cada rótulo na sua posição preferida, seguida de uma repetida reorganização dos rótulos para evitar minimizar o conflito entre rótulos e (2) colocação casual e não ideal dos rótulos, seguida de uma repetida reorganização dos rótulos até que a colocação combinada de todos os rótulos se aproxime de um estado ótimo" (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 228).

Em qualquer dos casos, está demonstrada a grande vantagem potencial da etiquetagem automática na poupança de tempo, uma vez que o posicionamento manual de rótulos e topónimos é um dos aspetos mais demorados na construção de mapas, enquanto que a "variedade de mapas, juntamente com as variações na escala e na complexidade dos mapas, dificultam a obtenção de resultados satisfatórios em todas as situações [pelo que] o produto final requer normalmente alguma edição interativa para chegar a uma solução visualmente aceitável" (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 228).

3. Componentes do desenho cartográfico

A listagem de procedimentos do processo de desenho e construção do mapa temático, que especifica o quarto dos "passos básicos para comunicar informação cartográfica" (ver figura 14), implica a ponderação de várias decisões, nomeadamente (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 234):

1. Determinar como o mapa será reproduzido.
2. Selecionar a escala e a projeção apropriada para o tema.
3. Determinar os métodos mais apropriados para a classificação e simbolização.
4. Selecionar os elementos do mapa a utilizar e decidir como os integrar.
5. Estabelecer a hierarquia dos símbolos e elementos do mapa de acordo com a sua importância.
6. Criar um ou mais esboços do mapa.
7. Construir o mapa.

Caminho semelhante pode ser encontrado noutros autores, nomeadamente, na definição da "conceção e etapas prévias à realização do mapa" (DIAS, M. Helena, 2007, p. 140):

- Avaliar como será reproduzido ou divulgado o mapa e por quem será utilizado;
- Selecionar a melhor projeção e a escala adequadas;
- Selecionar a informação da base cartográfica;
- Decidir os métodos de tratamento dos dados e o modo da sua simbolização;
- Selecionar os elementos do mapa e ponderar como serão integrados;
- Estabelecer a hierarquia visual correspondente à importância relativa dos símbolos e dos elementos do mapa;
- Criar um esboço gráfico (ou minuta) que traduza as opções tomadas;
- Concretizar o mapa com base no esboço;
- Avaliar a sua eficácia e reponderar as opções tomadas.

Nestes passos e caminho, para que a conceção do mapa temático resulte em eficácia, importa que nas decisões, particularmente as relativas à segunda metade dos itens listados, se reconheça que no desenho cartográfico se perseguem e utilizam várias das prescrições do desenho gráfico em geral, decorrendo esta ligação do facto de se tratar, em ambos os casos, de processos de comunicação de informação através do desenho, da imagem gráfica, pelo que, embora os objetivos sejam completamente distintos, ambos incorporam os princípios da Gestalt em relação à organização da perceção humana.

Enquanto teoria da perceção visual desenvolvida na década de 1920, a Gestalt descreve "a maneira como os humanos veem os componentes individuais de uma imagem gráfica e, em seguida, organizam os

componentes num todo unificado" (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 233), sendo que estes princípios estão na base de várias regras e orientações do desenho cartográfico.

Assim, as formas fechadas permitem completar mentalmente a imagem mesmo não estando desenhada na totalidade; o sentido comum permite agrupar elementos com a mesma direção de movimento; o sentido de continuidade permite ver a parte não desenhada de uma linha; a figura-fundo permite ver alguns objetos sobressaídos em relação a outros; a proximidade permite ver como grupo o conjunto de objetos mutuamente mais próximos; a semelhança permite agrupar objetos semelhantes em tamanho, forma, cor, etc.; a pequena dimensão permite ver áreas mais pequenas como figuras e áreas maiores como fundo; a simetria permite ver os objetos simétricos como figuras inteiras que se organizam em torno dos seus centros (Figura 111).

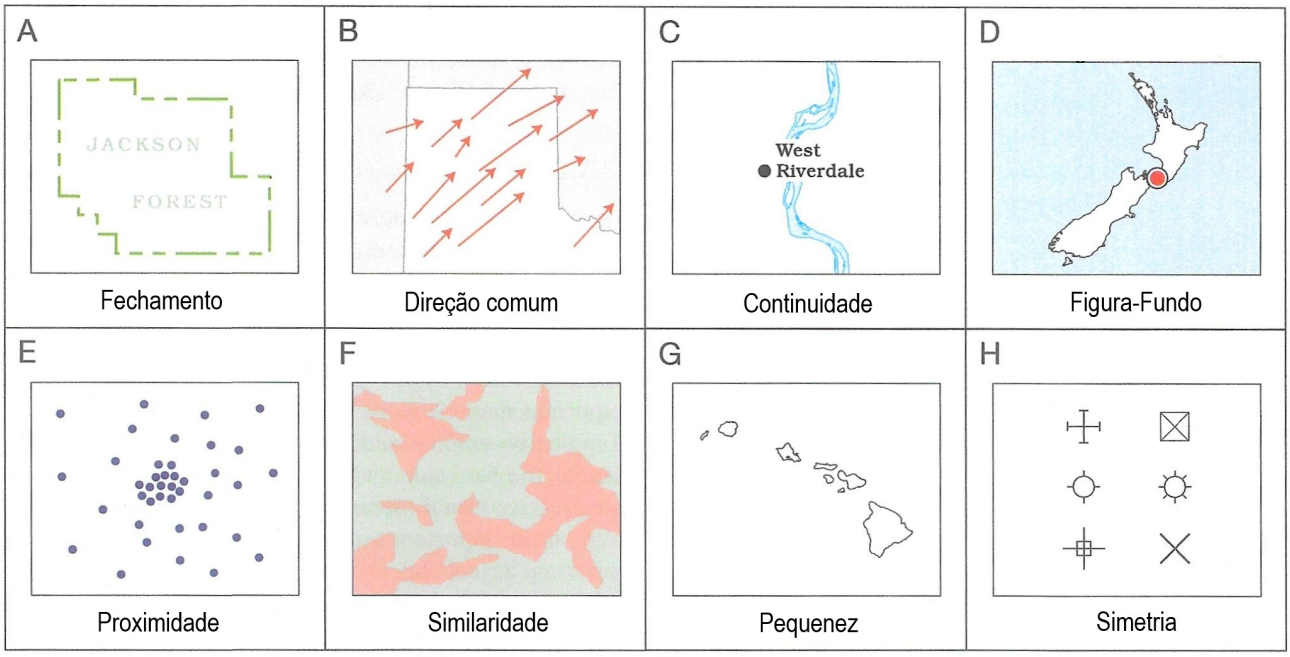


Figura 111 - Exemplos cartográficos dos princípios da Gestalt (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 233)

Na essência, o processo de conceção e desenho do mapa temático deve ter em atenção as seguintes componentes do desenho cartográfico: legibilidade, contraste visual, relação figura-fundo, hierarquia visual e equilíbrio visual.

- **Legibilidade**: significa mais do que visibilidade, pois cada símbolo deve ser visto para poder ser reconhecido, dependendo esta possibilidade do tamanho dos símbolos, ou seja, da legibilidade angular (BERTIN, Jaques, 1967, p. 178). 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 as condições de observação, num 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 visibilidade, conforme definido internacionalmente, ponderando-se os tamanhos mínimos aproximados para a legibilidade de símbolos pontuais em função da distância a que são observados (Figura 112).

Viewing Distance	Size (width)
50 cm	0.3 mm
2 m	1.15 mm
5 m	2.9 mm
10 m	5.8 mm
15 m	8.7 mm
20 m	11.6 mm
25 m	14.5 mm
30 m	17.4 mm

Figura 112 - Tamanhos mínimos aproximados para a legibilidade de símbolos de pontos (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 325)

- **Contraste visual**: além de os símbolos necessitarem de dimensão adequada, importa assegurar um bom contraste visual, sendo este o elemento mais importante entre as componentes do desenho cartográfico. 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 afeta a sua visibilidade. Assim, devem assegurar-se os contrastes visuais entre símbolos através da manipulação das variáveis visuais (por vezes pelo reforço mútuo), da diferenciação de dimensões e da destrinça entre o fundo e os símbolos.

- **Relação figura-fundo**: trata-se de um fenómeno natural em 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 e fundo, sendo a figura aquilo que sobressai visualmente e em que o olhar se fixa e o fundo a superfície com menor importância e visualmente secundária que rodeia a figura (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 325). A relação figura-fundo é uma componente importante do desenho cartográfico, existindo opções que contribuem para promover uma boa perceção da figura-fundo: a adequada utilização das variáveis visuais, nomeadamente do valor, ajuda a promover a diferenciação entre figura e fundo; as formas fechadas, as superfícies menores ou as superfícies mais escuras, tendem a sobressair como figura; no 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 terra; com o preenchimento da terra por uma leve "sombra"; a própria implantação dos símbolos cartográficos relativos ao conteúdo do mapa ajuda a promover a figura-fundo (Figura 113).

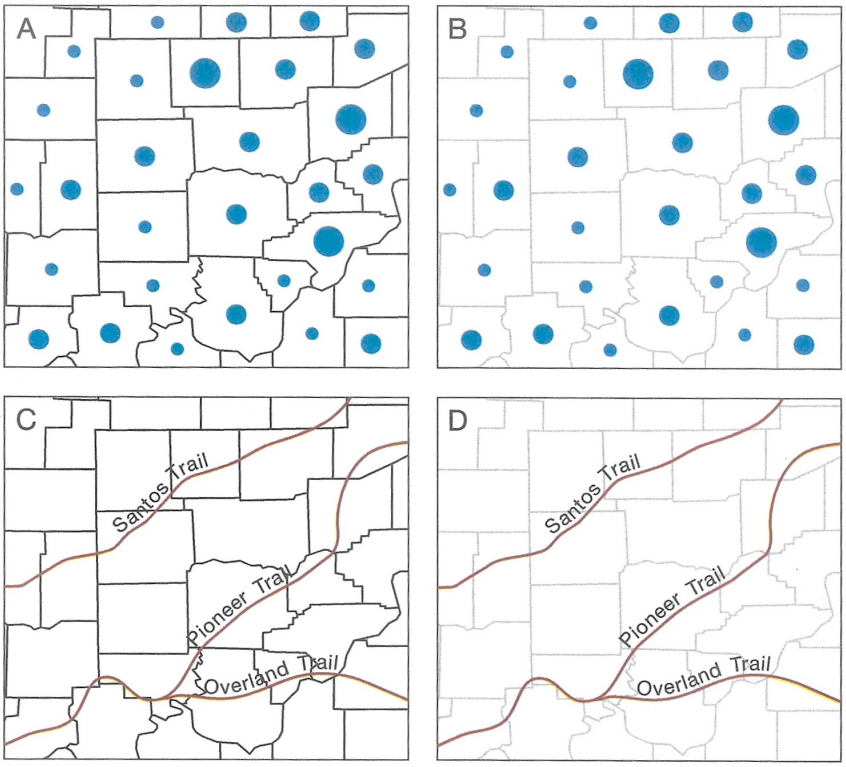


Figura 113 - A e C: relação figura-fundo ambígua; B e D: limites administrativos mais claros fazem círculos e trilhas emergir como figura (adaptado de SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 238)

- **Hierarquia visual**: ordenação visual da importância relativa de toda a informação do mapa, quer do fundo do mapa, dos símbolos que representam o tema, 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 adeque à hierarquia pretendida na conceção 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 (Figura 114).

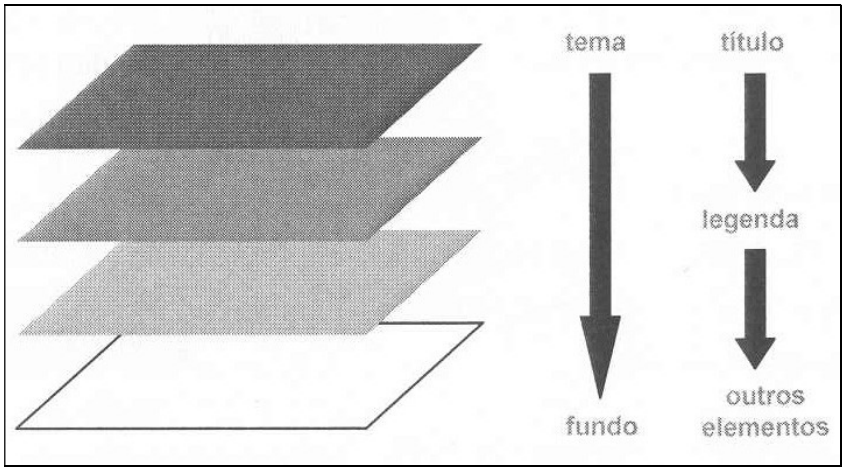


Figura 114 - Níveis de contraste e hierarquia visual na organização da informação (DIAS, M. Helena, 2007, p. 141)

- **Equilíbrio visual**: colocação e organização das várias componentes do mapa de forma que tudo pareça visualmente lógico e nada aparente estar no sítio errado ou com dimensão errada é uma competência que vai sendo adquirida e desenvolvida com a experiência dos cartógrafos, que "devem ter em mente a proporção ao organizar os diferentes elementos do mapa" e ponderar que o equilíbrio visual é dinâmico e resulta do dimensionamento das várias componentes da imagem (DENT, Borden D., 1999, p. 244-245).

Como no desenho gráfico, também o cartógrafo pode considerar a secção de ouro ou a proporção áurea como referência para o seu trabalho. Com origem atribuída aos arquitetos e escultores gregos, a proporção áurea baseia-se na ideia de que a proporção de uma unidade mais pequena para uma maior é a mesma que da da unidade maior para o todo, considerando-se que o retângulo proporcionalmente agradável é constituído a partir de qualquer quadrado, considerando o lado deste a unidade e prolongando-o pelo resultado de $(1+\sqrt{5})/2$ cujo resultado é 1,618 (Figura 115).

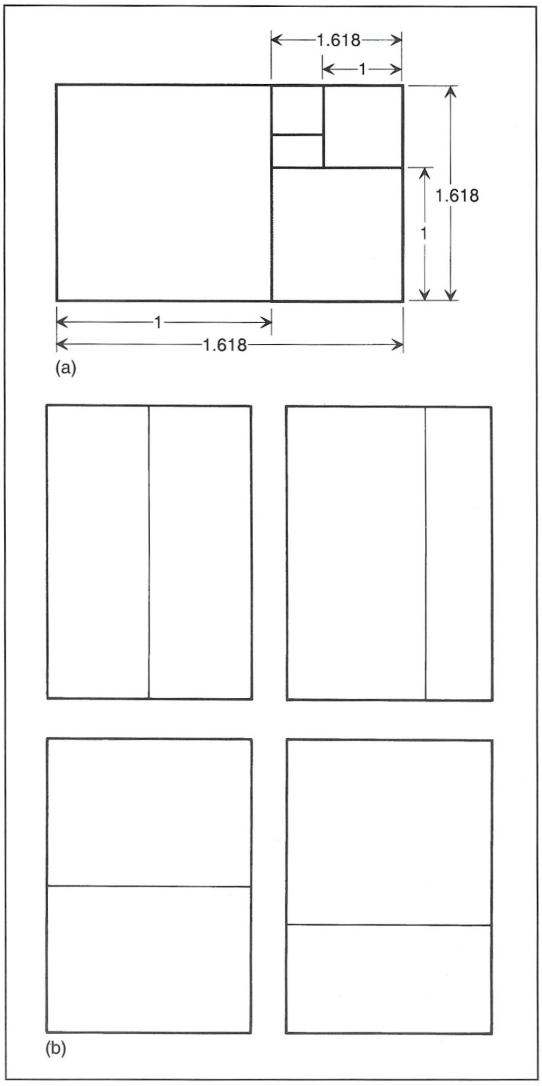


Figura 115 - método para a secção de ouro ilustrado em (a); várias alternativas retratadas em (b), notando-se que as divisões desiguais do espaço são mais interessantes (DENT, Borden D., 1999, p. 245)

O conceito da proporção áurea é um instrumento útil no desenho cartográfico, a ser utilizado de forma intuitiva e sem necessidade de rígida quantificação, como, por exemplo, a referência ao retângulo com proporção de 3 por 5 como o mais equilibrado para conter os símbolos em mancha, nas legendas.

Finalmente, havendo várias soluções possíveis no desenho cartográfico, importa desenvolver a capacidade de análise crítica dos resultados, sendo esta uma tarefa intuitiva que se desenvolve com a experiência. Na verdade, assegurando o cumprimento de todas as regras, a boa solução de desenho cartográfico é aquela que simplesmente parece certa e que é simples e elegante, devendo um mapa ser "esteticamente agradável, instigante e comunicativo" (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 318).

4. Mapas temáticos de implantação pontual

Os mapas de símbolos de implantação pontual 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 neste caso símbolos figurativos/replicativos (ou miméticos), símbolos geométricos ou letras (mapas de inventário), como pode ser quantitativa, sendo usual, neste caso, a utilização de dois tipos de mapa: o mapa de pontos, de dimensão gráfica e valor numérico constante, e os mapas de símbolos proporcionais.

Surgidos em França, na primeira metade do século XIX (Figuras 116 e 117), os mapas de implantação pontual aparecem referenciados em Portugal na década de 1880 através de mapas círculos proporcionais (ALEGRIA, M. Fernanda, 1988 e MARQUES, Helder & FERNANDES, Mário G., 2011), sabendo-se ainda que a sua utilização entre os geógrafos se intensificou na primeira metade do século XX, com mapas da responsabilidade de Aristides de Amorim Girão, Alfredo Fernandes Martins, Hermann Lautensach e Orlando Ribeiro, todos optando por representações "estratificadas" ou mistas, que utilizam pontos e símbolos proporcionais e conjugando pontos com círculos e/ou quadrados, quer com dimensões arbitrárias, quer proporcionais (Figura 118).

A opção pelos mapas de implantação pontual foi favorecida pela da dificuldade em aceder a bases cartográficas com as delimitações das unidades administrativas e em conhecer as áreas dessas unidades de forma a poder considerar outras opções cartográficas, como o mapa coropleto. Daqui decorreu alguma polémica entre os dois maiores geógrafos portugueses de então, Aristides de Amorim Girão e Orlando Ribeiro, que fizeram representar cartograficamente os mesmos dados sobre a população residente do censo de 1940 (Figuras 119 A e B), o primeiro por coropletas nas freguesias e o segundo por pontos e símbolos proporcionais nos lugares, tendo cada um decidido explicar as suas opções no congresso da União Geográfica Internacional (Lisboa, 1949), iniciando, então um debate em torno das questões relativas ao rigor das bases cartográficas, por freguesias, e às opções cartográficas para a representação da população (FERNANDES, Mário G., 2021, pp. 285-296).

Todos os exemplares de implantação pontual daqueles quatro geógrafos foram analisados e comparados por Maria Helena DIAS (1991), que também ensaiou um *Mapa da Distribuição da População Portuguesa em 1981* e orientou um *Resident population mainland Portugal in 2011* (Figura 120), conjugando pontos com círculos proporcionais e explicitando as dificuldades das decisões, nomeadamente, a necessidade de várias tentativas para a fixação do tamanho do ponto ou os recorrentes problemas com a atualização das bases cartográficas e o moroso trabalho de identificação e localização dos lugares (DIAS, M. Helena, 1991, p. 46 e 47).

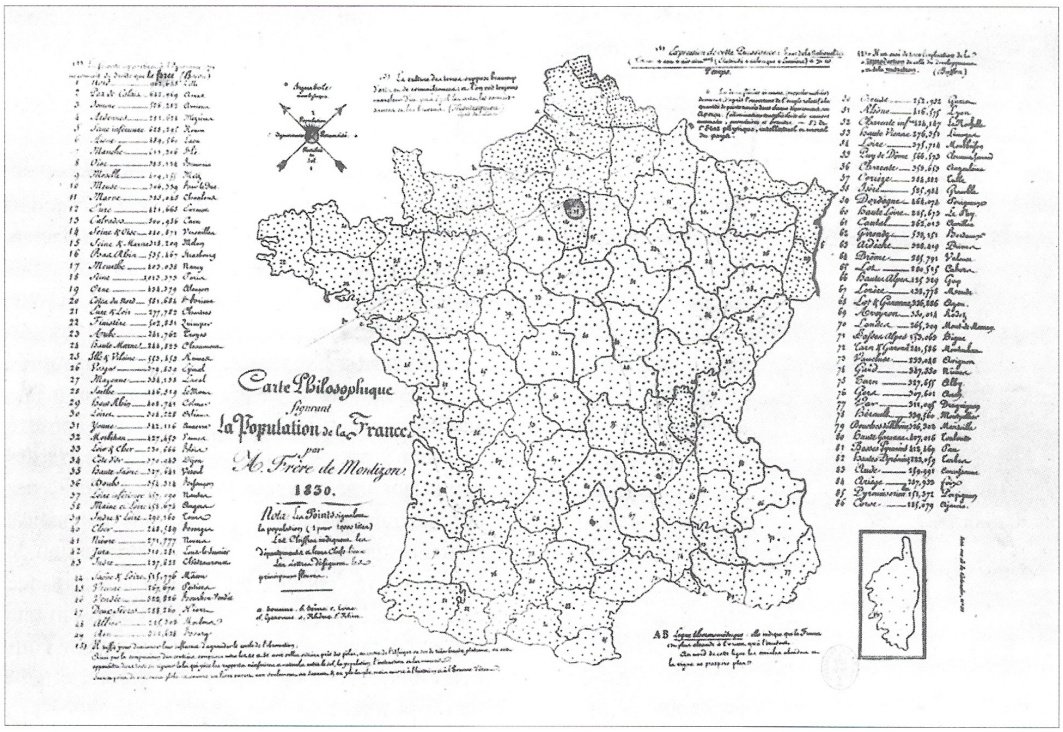


Figura 116 - *Carte philosophique figurant la population de la France* (Frère de Montizon, 1830) (PALSKY, Gilles, 1996, p. 120)

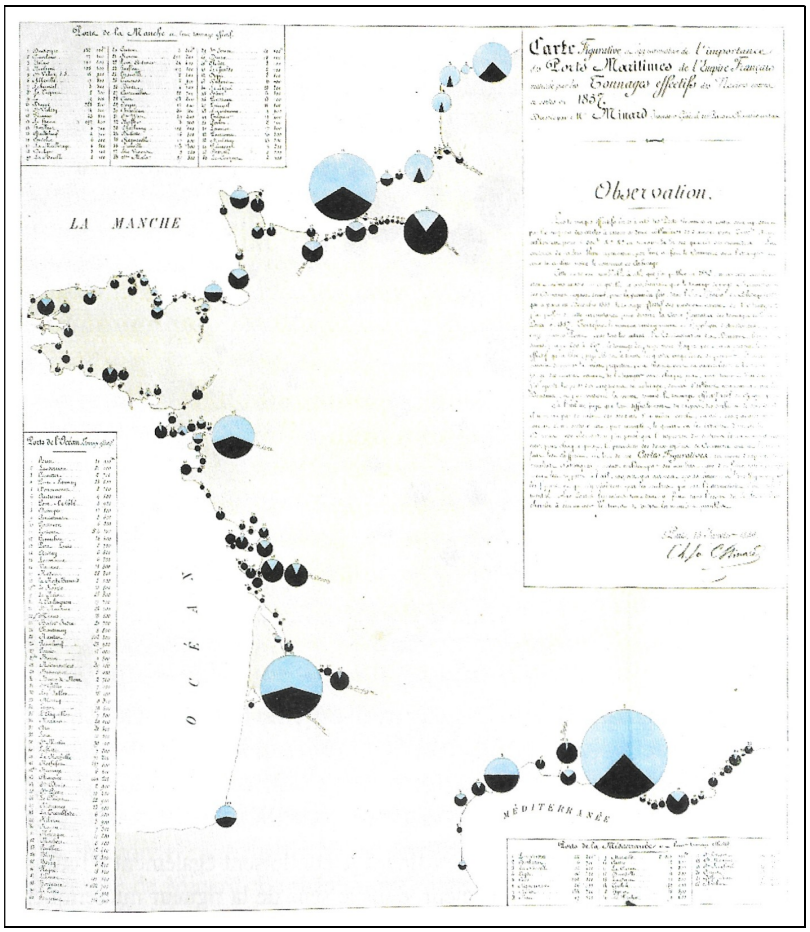


Figura 117 - *Carte figurative et approximative de l'importance des ports maritimes de l'Empire français* (Charles J. Minard, 1859) (PALSKY, Gilles, 1996, p. 125)

Não se sabia, então, que a primeira representação da população com símbolos proporcionais para Portugal Continental, mesmo que sobre folhas da série cartográfica na escala 1:100.000 da *Carta Corographica do Reino*, foi elaborada por um engenheiro, de seu nome Constantino Cabral, que em 1929 elaborou a *Carta da População de Portugal* (Figura 121), utilizando os dados dos censos de 1920, visando a avaliação do potencial mercado de utilizadores do transporte ferroviário, utilizando apenas os círculos proporcionais e inovando ao não utilizar a proporcionalidade direta dos raios ou dos diâmetros como era normal na cartografia temática portuguesa anterior e optando pela proporcionalidade da superfície dos círculos como é geometricamente adequado (FERNANDES, M. G., MARQUES, H. & OLIVEIRA, N., 2016, p. 243).

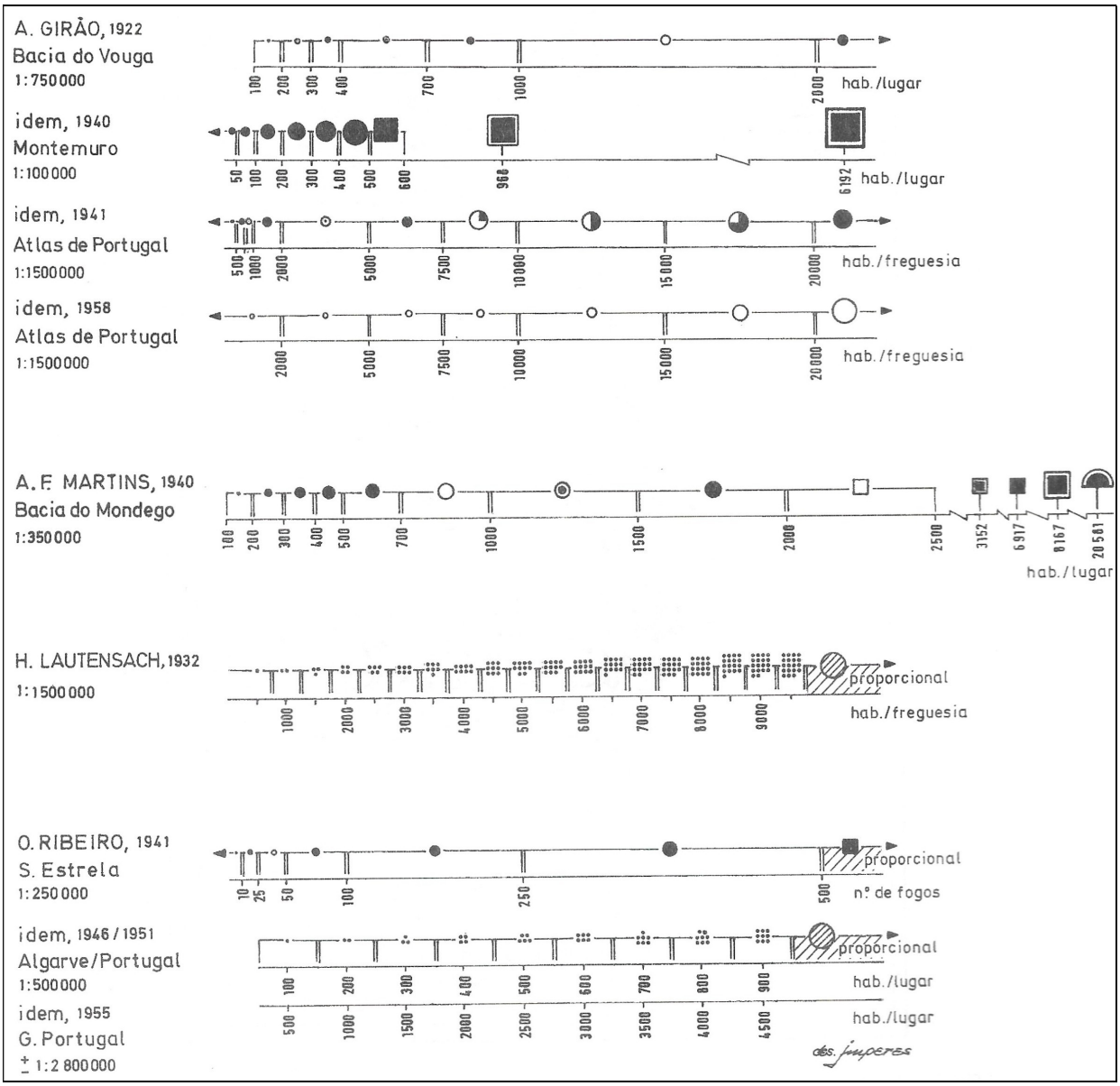
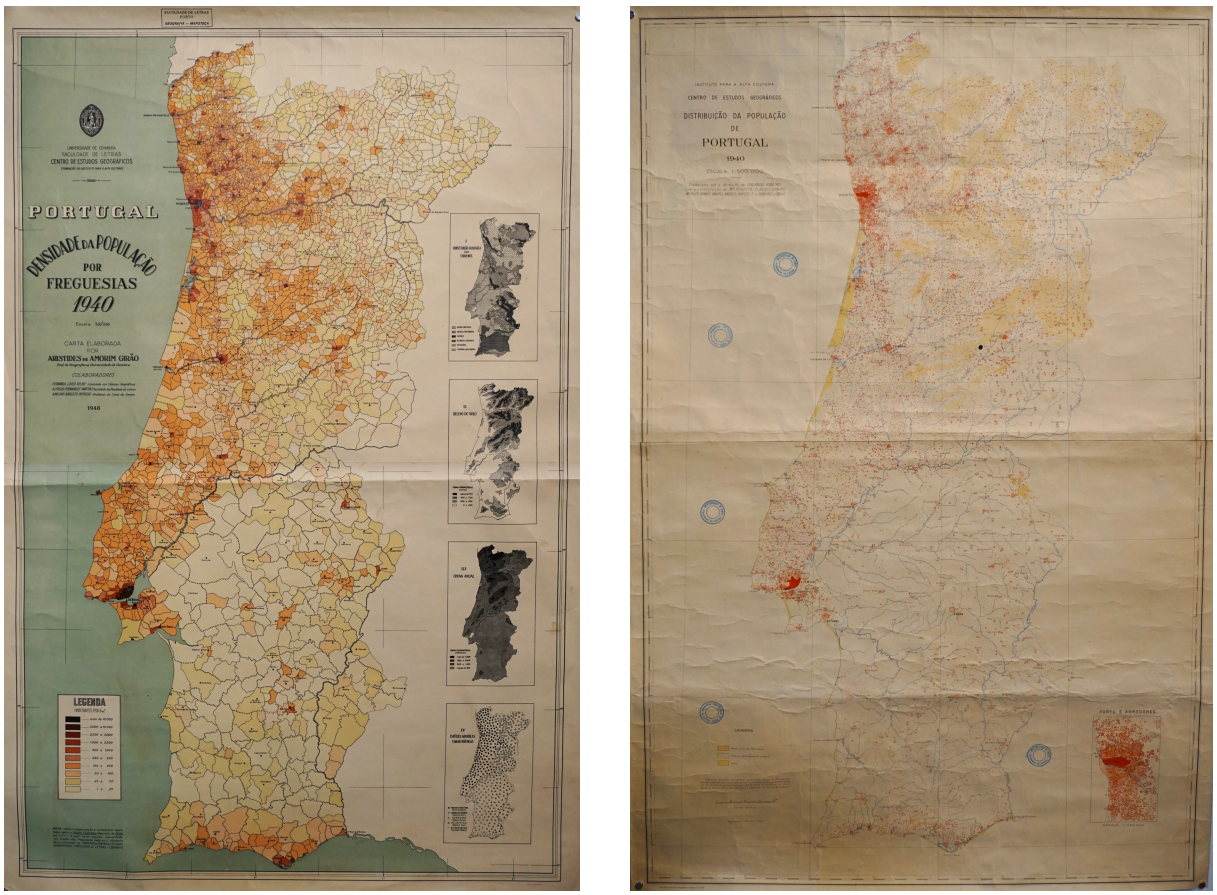
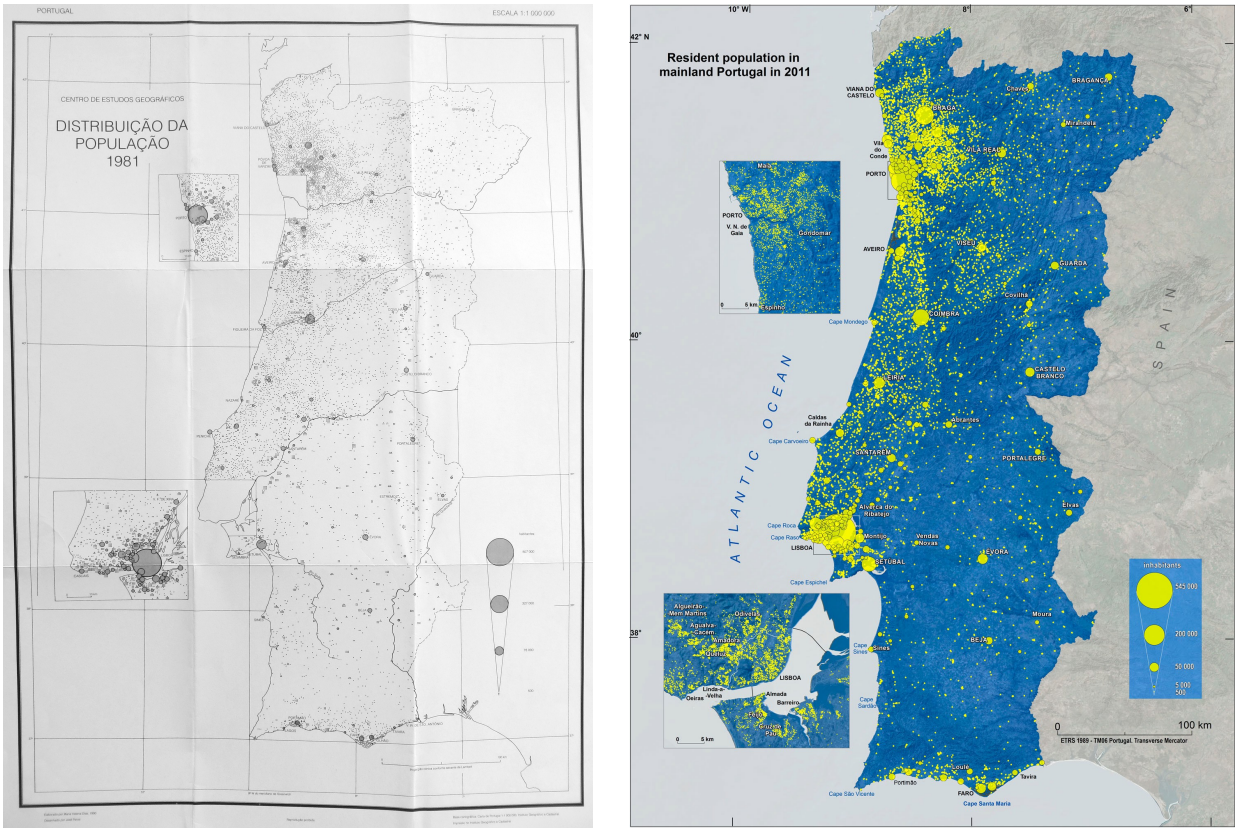


Figura 118 - Esquemas de simbolização pontual adotados por geógrafos portugueses em mapas de população (DIAS, M. Helena, 1991, p. 13)



A B

Figura 119 – (A) *Densidade da População por freguesias 1940* (GIRÃO, Amorim, 1948); (B) *Distribuição da População de Portugal 1940* (RIBEIRO, Orlando, 1951)



A B

Figura 120 – (A) *Distribuição da População Portuguesa em 1981* (DIAS, M. Helena, 1991); (B) *Resident population mainland Portugal in 2011* (GOMES, Eduardo, 2016)

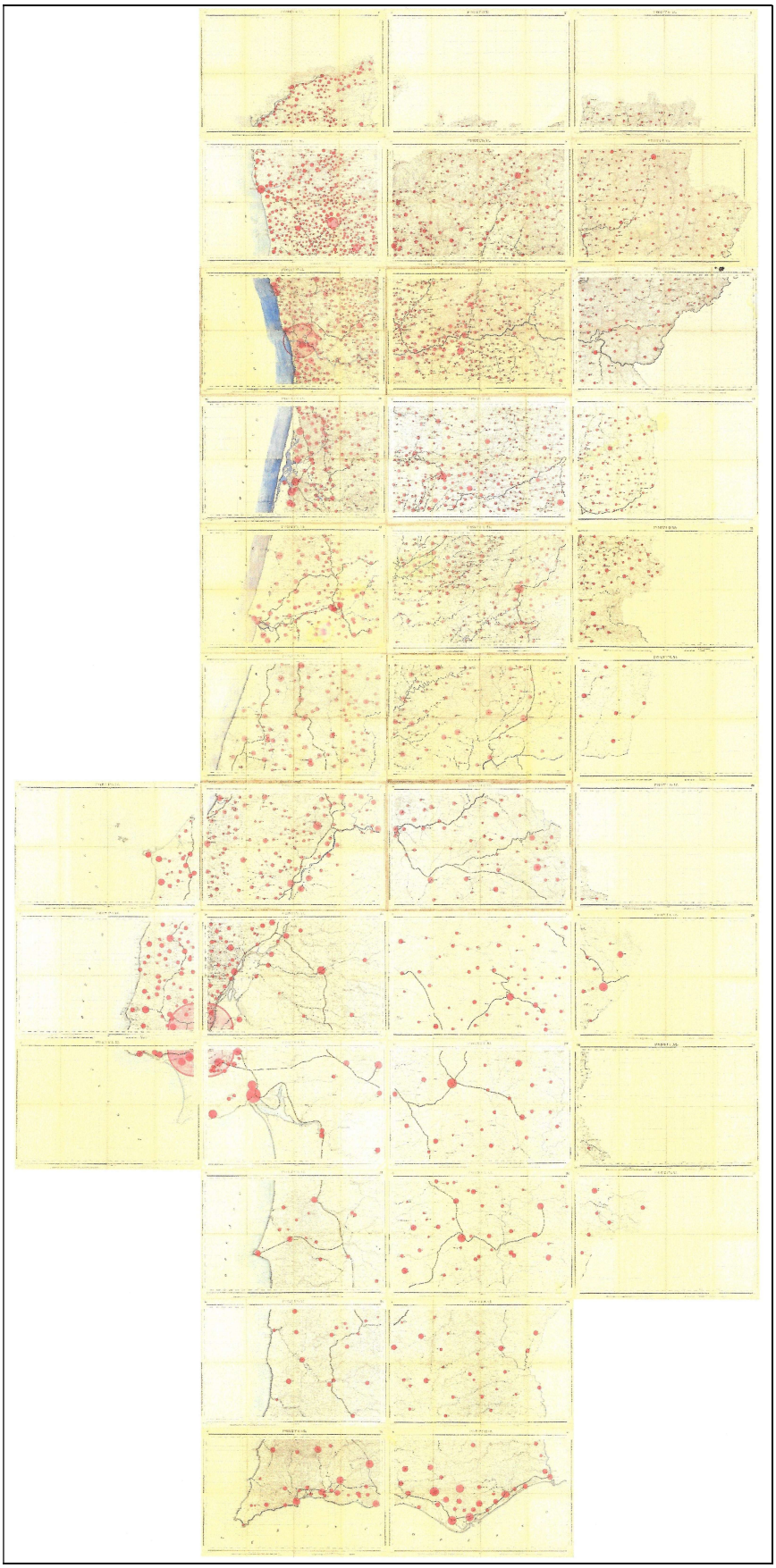


Figura 121 - *Carta da População de Portugal* (CABRAL, Constantino, 1929)

4.1. Mapas de pontos

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)" (DIAS, M. Helena, 1991, p. 338). Os mapas de pontos também podem ser pluritemáticos, apresentando duas ou mais distribuições em simultâneo, destrinçadas pelas variáveis visuais.

Tratando-se normalmente da representação de fenómenos descontínuos, a designação "mapas de pontos" é apropriada para os mapas em que a distribuição dos pontos se aproxima da distribuição geográfica da informação, quer utilizando apenas pontos, quer optando por uma representação "estratificada", que utiliza pontos e símbolos proporcionais.

Questões metodológicas

Para decidir a distribuição de pontos que se aproxime da distribuição geográfica do fenómeno, o tipo de preferível de mapa de pontos, é necessário ter informação auxiliar, quer sobre atributos limitativos, que colocam limites absolutos definindo onde os pontos não podem ser colocados, quer sobre atributos relacionados que, não colocando limites absolutos, se correlacionam com o fenómeno cartografado pelo que condicionam a localização dos pontos.

No entanto, por vezes, porque os dados não têm uma desagregação espacial mais fina, por opção do cartógrafo ou pela ausência de informação adicional que auxilie a adequação geográfica da repartição dos pontos, podem elaborar-se mapas em que os pontos se repartem de forma uniforme, apenas condicionados pelo número de pontos e pela forma e superfície das unidades administrativas, resultando em imagens que, pelas diferentes densidades de pontos, evocam os mapas coropletos ou podem produzir-se mapas geograficamente ponderados, em que os pontos são implantados de forma tendencialmente uniforme e sem acrescento de informação complementar, mas sendo distribuídos em direção às unidades administrativas vizinhas de maior densidade (Figura 122).

Nos casos em que a distribuição uniforme dos pontos é a 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 possível, sendo preferível à localização dos pontos no centro geométrico ou na sede administrativa.

Qualquer destas opções são concretizáveis de forma manual, pois apesar de existirem abordagens para desenvolver rotinas automáticas (aleatórias, pseudoaleatórias e pseudoaleatórias modificadas) de distribuição de pontos, "infelizmente, o software atual para o mapeamento de pontos muitas vezes não inclui abordagens satisfatórias para colocar pontos dentro das regiões desejadas" (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 350).

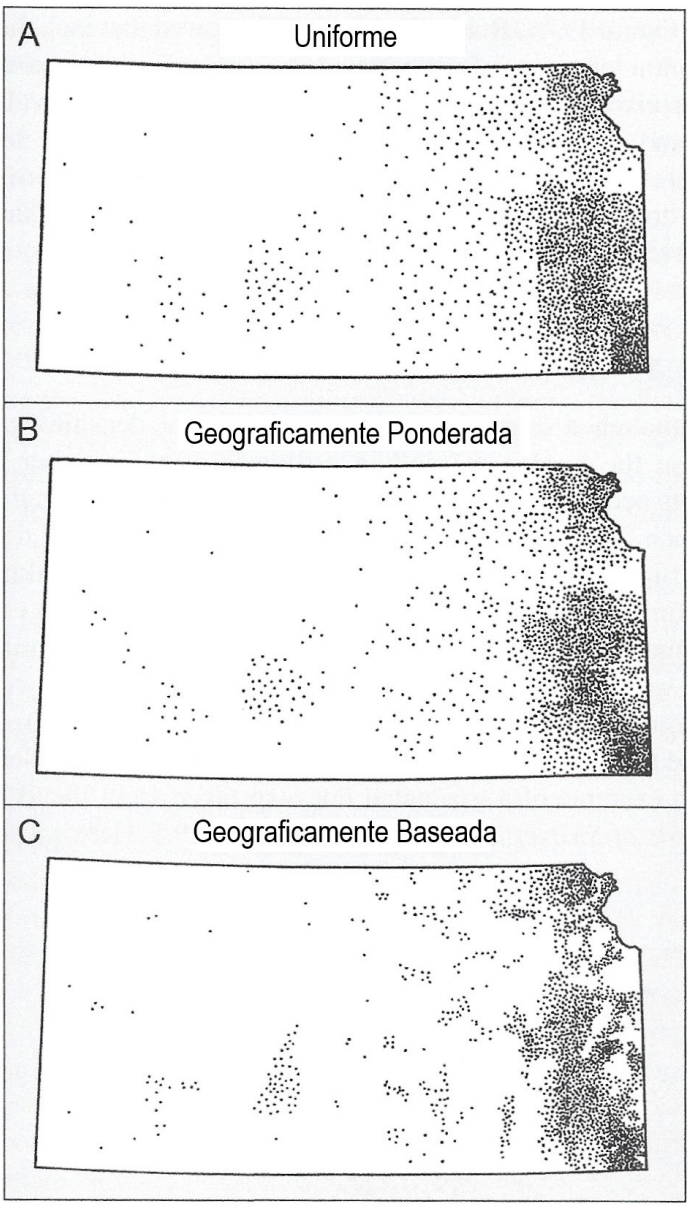


Figura 122 - Tipos de distribuição em mapas de pontos manuais
(SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 351)

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 a informação normalmente representada no mapa de pontos constituída por dados em valores absolutos e devendo o valor de cada ponto ser o menor possível, de forma que a representação seja a mais próxima da realidade, adequando-se às variações espaciais significativas, em teoria 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, bem como 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 desenhar (Figura 123).

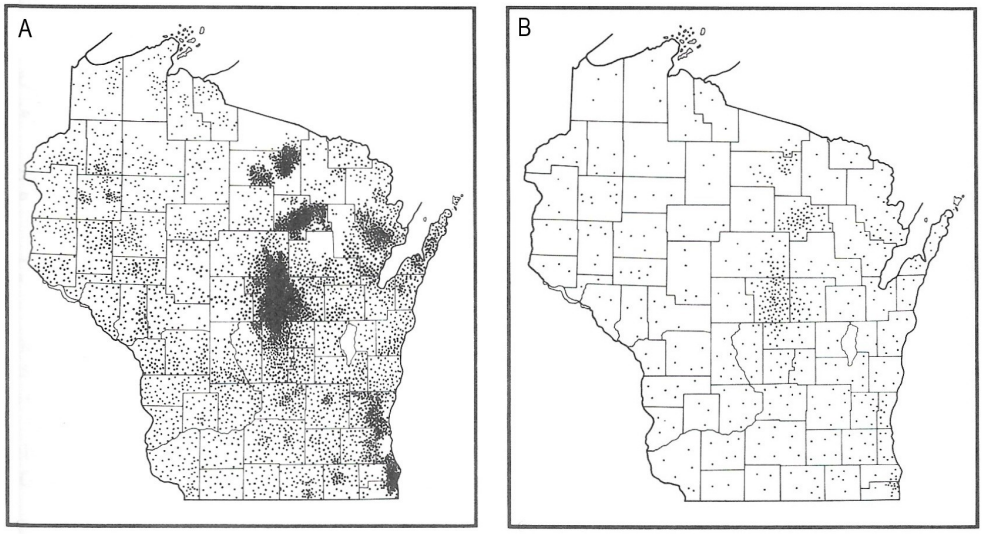


Figura 123 - (A) Valor do ponto demasiado pequeno; (B) Valor do ponto demasiado grande (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 501)

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, mas não deve também ser tão grande que torne a coalescência dos pontos inevitável ou o mapa visualmente pouco equilibrado (Figura 124).

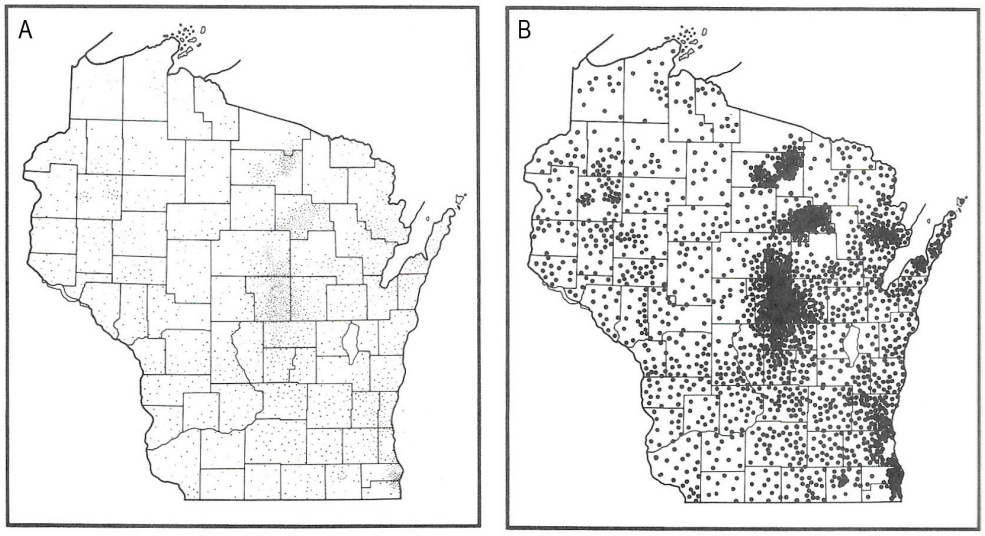


Figura 124 - (A) Tamanho do ponto demasiado pequeno; (B) Tamanho do ponto demasiado grande (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 500)

Fundamentalmente, “o valor unitário a atribuir ao ponto deve ser o menor possível para que sobressaiam as variações espaciais significativas, enquanto a escolha da dimensão deve atender à legibilidade do mapa” (DIAS, M. Helena, 1990, p. 67). 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 (Figura 125).

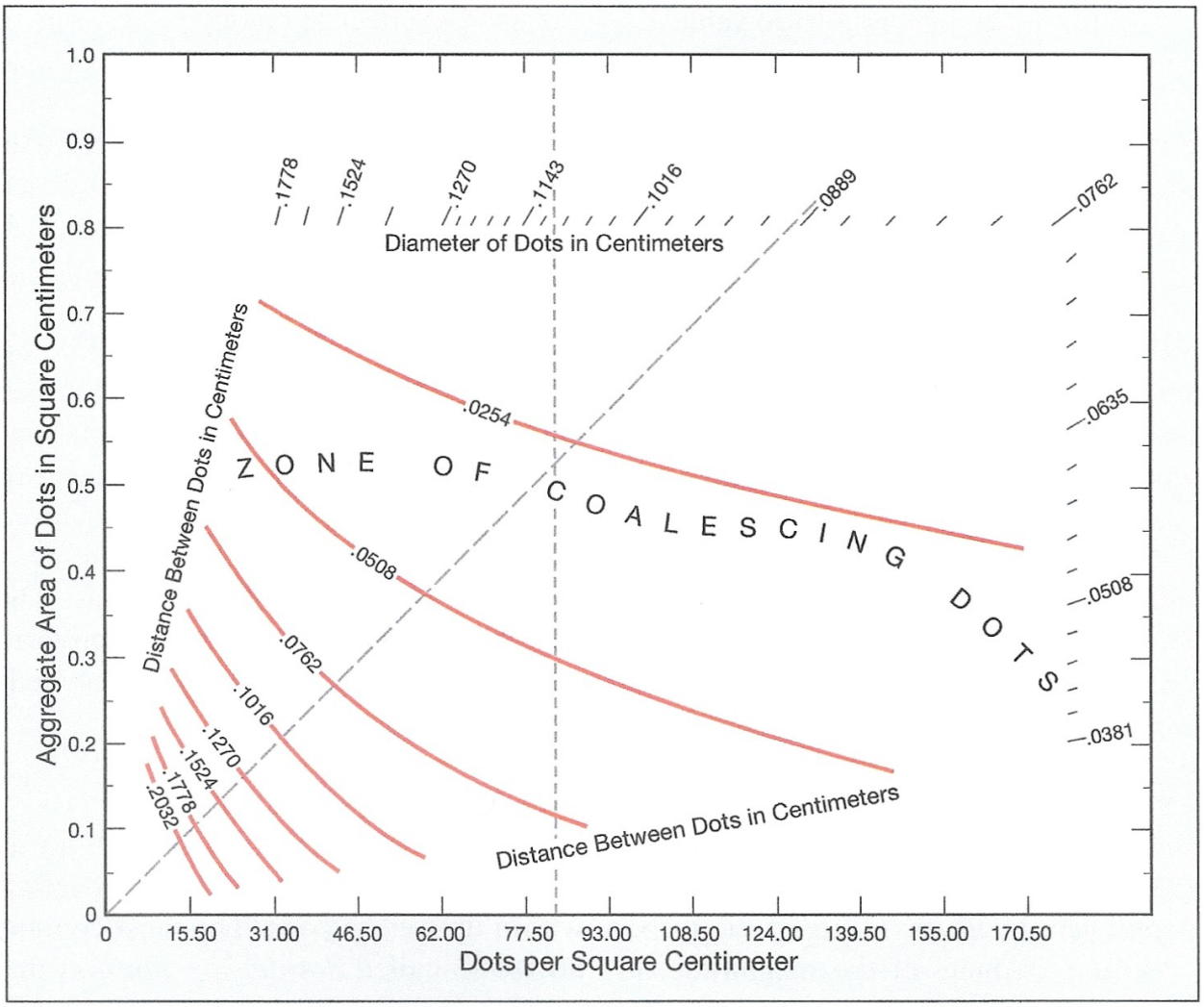


Figura 125 - Ábaco de Mackay para determinação do tamanho e valor do ponto.
(SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 349)

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 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.

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 simples e 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.

4.2. 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 são o tipo de mapa temático mais utilizado, sendo a sua facilidade de construção responsável pela manutenção da sua grande popularidade (ROBINSON, Arthur H. et al., 1987, p. 292), ao que se acrescenta a estabilidade visual e a preferência dos utilizadores pelos círculos, acima de todos os outros símbolos geométricos, como razões para prevalecerem nas opções dos cartógrafos (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 331).

De qualquer forma, existe uma grande variedade de símbolos, figurativos/replicativos ou geométricos, bidimensionais ou volumétricos, que a facilidade de produção automática proporcionada pelos vários “softwares” e porque são considerados mais atrativos, tem ajudado a promover, embora a utilização dos símbolos figurativos apresente problemas de justaposição gráfica e, pela maior irregularidade da sua forma, impliquem grandes limitações em relação à estimação visual dos seus tamanhos. No mesmo sentido, a utilização dos símbolos volumétricos também apresenta dificuldades de estimação visual que tornam a sua aplicação de valor discutível, de tudo decorrendo a manutenção da tradicional tendência para a 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 (dados pontuais verdadeiros) 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 direta entre a variação do tamanho (área ou volume) dos símbolos e a variação dos dados, podendo ser elaborados através da graduação matemática dos símbolos ou da graduação gráfica, através da utilização de um ábaco, embora 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 dificuldades pode colocar no desenho do mapa, embora possa ser tomada em relação a qualquer um dos círculos, o maior, o menor ou qualquer 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, originando mapas visualmente desequilibrados (Figura 126), porque demasiado preenchidos (3) ou porque demasiado vazios (1).

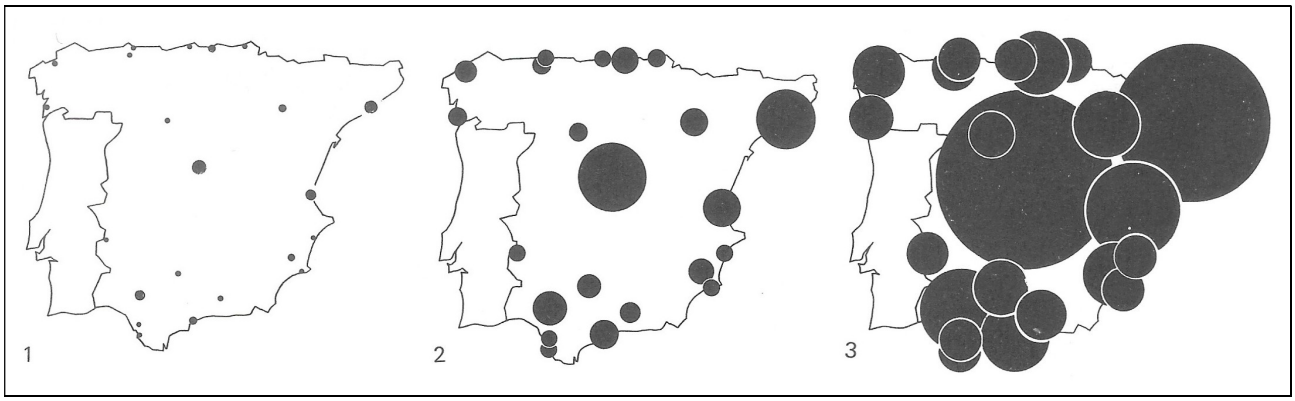


Figura 126 - Decisões do tamanho dos círculos na relação com o fundo de mapa: (1) demasiado pequeno; (2) equilibrado; (3) demasiado grande (BERTIN, J., 1983, p. 180)

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. SLOCUM et al (2023, pp. 332-333) e vejamos as fórmulas para calcular o tamanho dos símbolos, sublinhando que a sua derivação se faz a partir das fórmulas das respectivas superfícies ou volumes, aqui pormenorizada para o caso dos círculos, devendo seguir-se a mesma sequência para as outras opções.

- <u>Cìrculos</u>:

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

Onde:

r_i = raio do círculo a desenhar
r_L = raio do círculo máximo no mapa
v_i = valor do círculo a desenhar
v_L = valor associado ao círculo máximo no mapa
Eliminando o π, que é uma constante, a equação reduz-se a:
$r_i^2 / r_L^2 = v_i / v_L$
Efetuando a raíz quadrada a ambos os lados, teremos:
$r_i / r_L = (v_i / v_L)^{0,5}$
Finalmente, querendo encontrar o r_i, calculamos:
$r_i = (v_i / v_L)^{0,5} \times r_L$

- <u>Quadrados</u>: $s_i = (v_i / v_L)^{0,5} \times s_L$

Onde:

s_i = comprimento do lado do quadrado a desenhar
s_L = comprimento do lado do maior quadrado do mapa

- <u>Barras</u>: $h_i = (v_i / v_L)^{0,5} \times h_L$

Onde:

h_i = altura da barra a desenhar
h_L = altura da maior barra do mapa

- <u>Esferas</u>: $r_i = (v_i / v_L)^{1/3} \times r_L$

Onde:

r_i = raio da esfera a desenhar
r_L = raio da esfera máxima no mapa

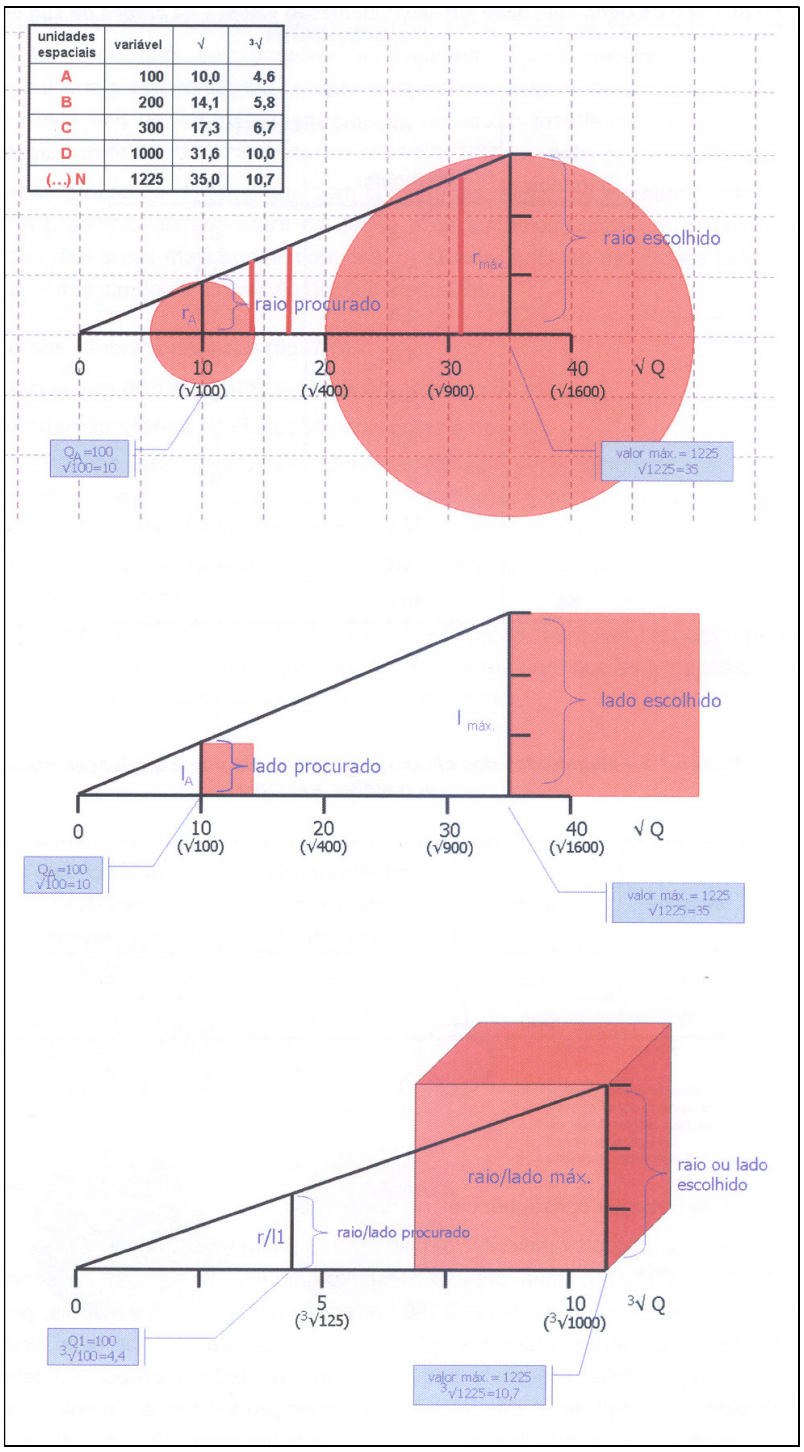
- <u>Cubos</u>: $s_i = (v_i / v_L)^{1/3} \times s_L$

Onde:

s_i = comprimento do lado do cubo a desenhar
s_L = 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 retângulos) 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 (Figura 127).



unidades espaciais	variável	√	³√
A	100	10,0	4,6
B	200	14,1	5,8
C	300	17,3	6,7
D	1000	31,6	10,0
(...) N	1225	35,0	10,7

Figura 127 - Ábacos de círculos, quadrados e cubos proporcionais: exemplificação (DIAS, M. Helena, 2007, p. 105)

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 o tamanho de cada 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 ou a ter problemas de estimação dos tamanhos em função do seu padrão de distribuição como no caso da ilusão de Ebbinghaus (Figura 128). Por isso, desenvolveram-se formas de correcção das avaliações visuais, consubstanciadas em graduações preceptivas ou psicológicas (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, pp. 334-335 e ROBINSON, A. H. et al, 1995, pp. 485-486), que tentam ultrapassar estas dificuldades.

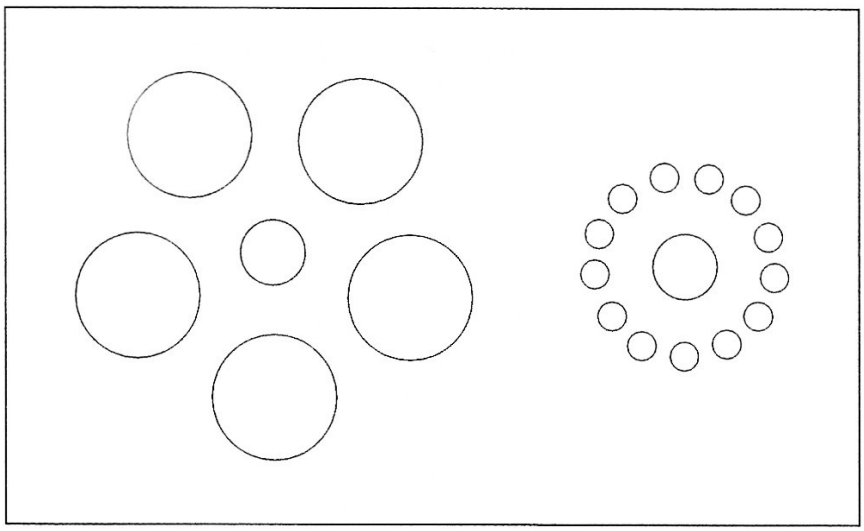


Figura 128 - A ilusão de Ebbinghaus: os dois círculos centrais têm tamanho igual, mas o que está rodeado pelos círculos maiores parece mais pequeno (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 335)

Uma alternativa à graduação matemática e à graduação percetiva é a utilização de escalas de símbolos graduadas, onde os dados são previamente classificados em classes, por um dos vários métodos estatísticos possíveis, escolhendo-se depois sequências de tamanhos de símbolos a partir de séries de tamanhos previamente graduados, de forma empírica, por cartógrafos experimentados que se baseiam na sua experiência e na experimentação (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 337). O critério fundamental numa série graduada de tamanhos é que cada círculo seja facilmente diferenciado do seu vizinho, existindo séries, para

mapas temáticos de pequena escala, das quais se aconselha não retirar mais do que qualquer sequência de cinco círculos adjacentes (Figura 129 A) ou para escolher três a seis círculos adjacentes (Figura 129 B).

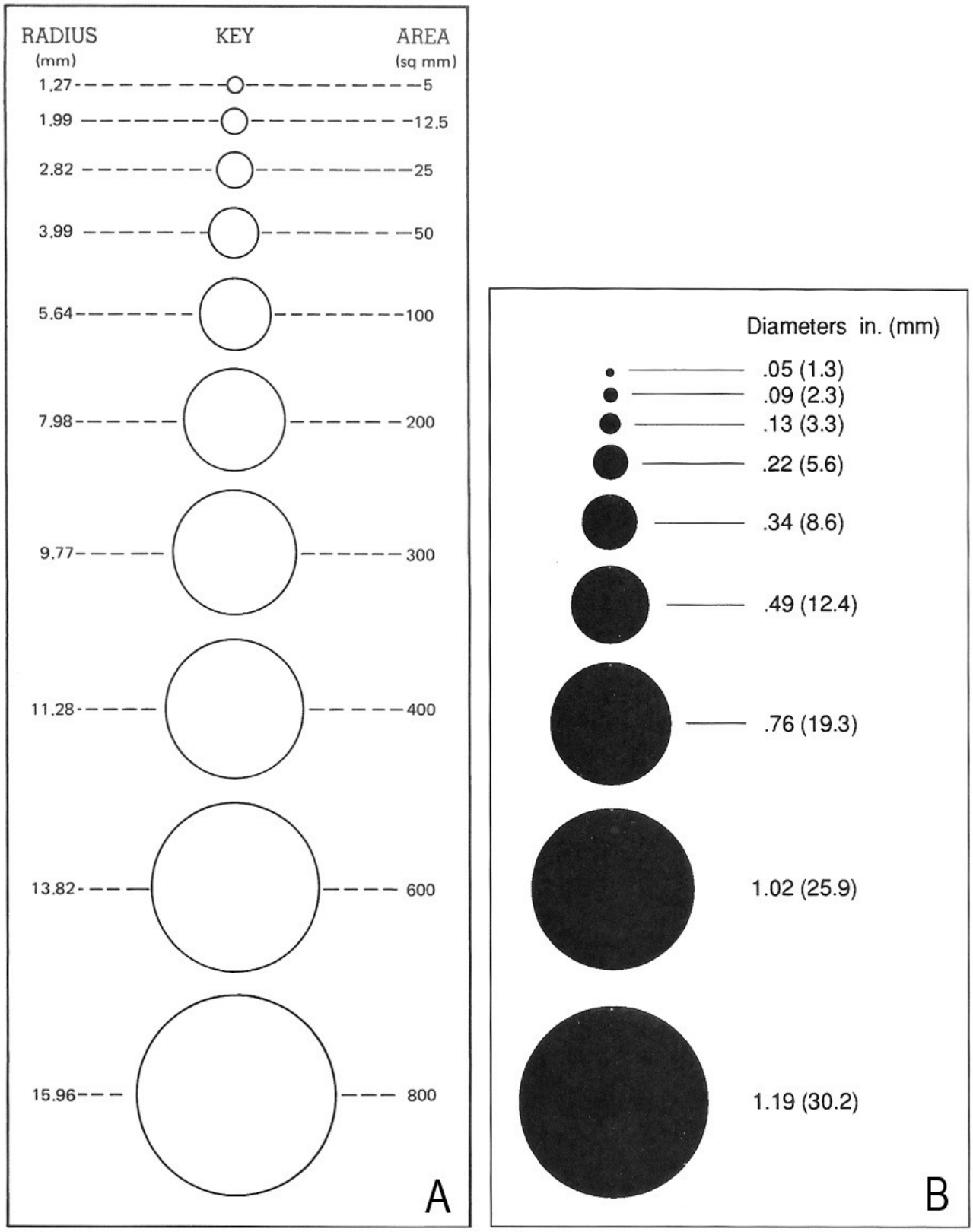


Figura 129 - Séries graduadas para escolha de (A) cinco círculos adjacentes; (B) três a seis círculos adjacentes (adaptado de DENT, Borden D., 1999, p. 182 e 183)

De qualquer forma, seja considerando cada dado individualmente, ou agrupando-os em classes e considerando o ponto médio da classe ou a média dos elementos da classe as opções mais consolidadas e utilizadas são a graduação gráfica ou a graduação matemática, sendo necessários em ambos os casos alguns cálculos prévios simples.

Feitos os cálculos, seguem-se as questões relativas ao desenho dos símbolos, devendo sublinhar-se a importância essencial da relação figura-fundo, assinalando que a perda de informações da base cartográfica pode ser claramente compensada pelo realce da configuração da imagem que representa a informação temática, sendo possível, ainda, minimizar a 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, assim como se devem evitar os símbolos não preenchidos, mesmo se desenhados como se fossem opacos, pois não contribuem para o contraste do tema, dificultando a formação da figura em relação ao fundo de mapa (Figura 130).

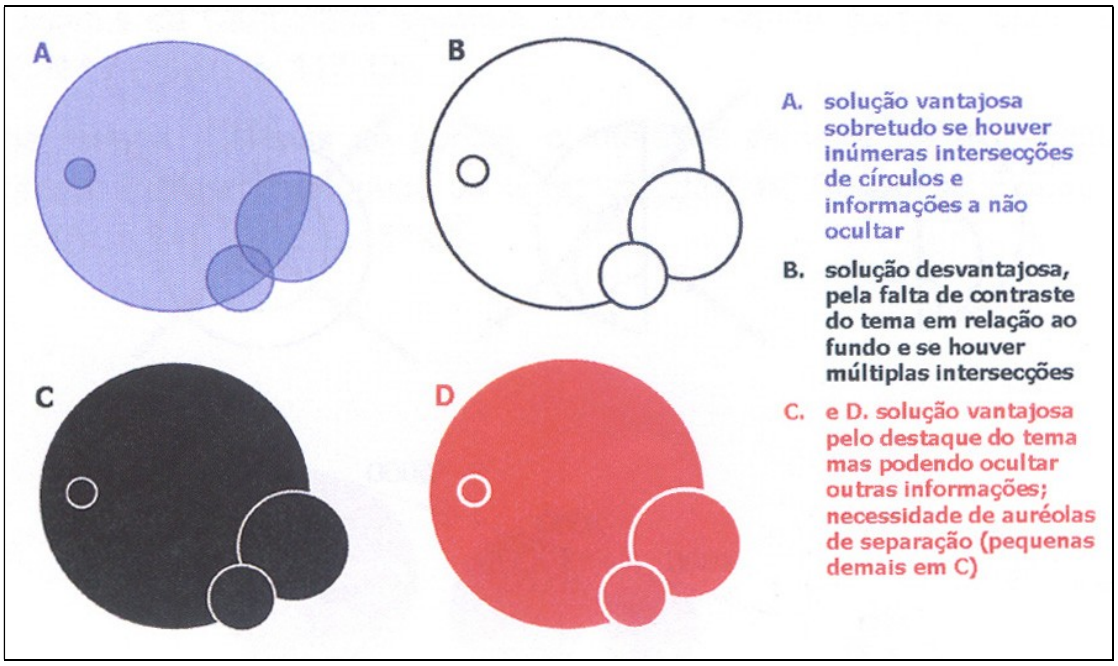


Figura 130 - Soluções no desenho da sobreposição dos círculos (DIAS, M. Helena, 2007, p. 105)

Finalmente, as legendas dos mapas de símbolos proporcionais têm alguns cuidados a considerar. 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 e apesar de

dificultar a comparação entre os símbolos da legenda e os do mapa, é a que apresenta os círculos embutidos, que devem sempre ser mutuamente tangentes na parte inferior, quer no caso de os símbolos se apresentarem completos ou incompletos, não podendo estes ter desenho inferior a semicírculos. A menos utilizada, é a que dispõe os círculos linearmente, sendo preferível, caso seja utilizada, que o respetivo espaçamento seja proporcional à diferença de valores (o que pode ser ilustrado por um pequeno ábaco) e podendo ser organizada horizontalmente, preferencialmente com os maiores à direita, ou verticalmente, com os maiores no topo (Figuras 131 e 132).

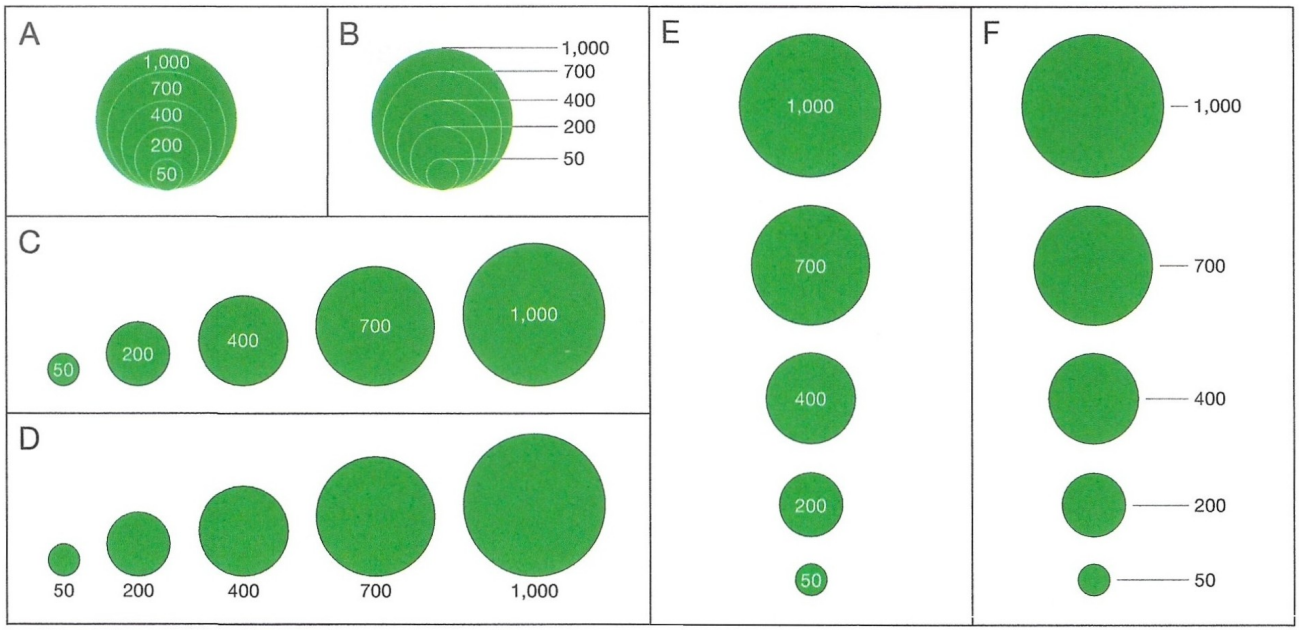


Figura 131 - Legendas para círculos proporcionais sem classes
(Adaptado de SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 340)

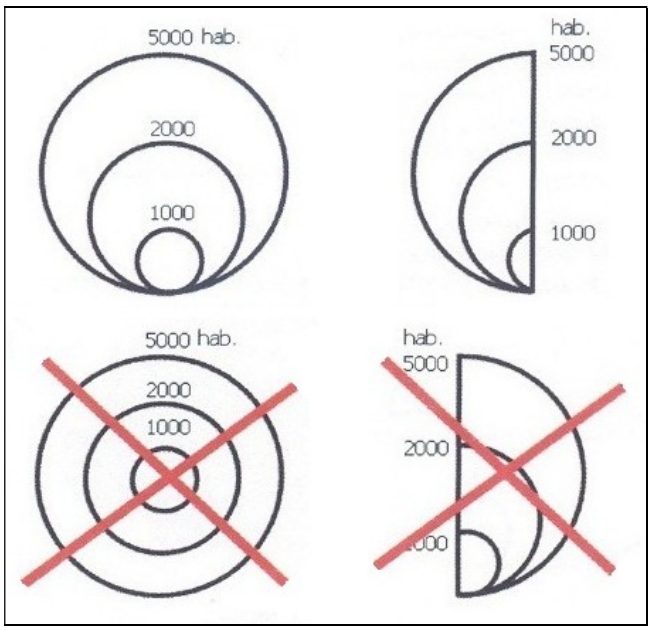


Figura 132 - Soluções adequadas e desadequadas (adaptado de DIAS, M. Helena, 2007, p. 108)

5. 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 a das diferentes divisões administrativas (freguesias, concelhos, distritos) e as divisões para fins estatísticos (NUT's I, II e III, concelhos, freguesias, secções, subsecções) como pode ser quantitativa, sendo os dados, neste caso, normalmente recolhidos em pontos ou a eles atribuídos, com eles se construindo, normalmente, dois tipos de mapas: os mapas de fluxos, para a representação de movimentos, e os mapas de isolinhas para a expressão de superfícies, formas e volumes.

São de implantação linear os mapas temáticos antigos mais referenciados e publicados, nomeadamente, o mapa das isolinhas da declinação magnética da bússola de Edmond Halley (1701) e o mapa de fluxos que ilustra a gradual diminuição do número de tropas de Napoleão na campanha da Rússia, em 1812, elaborado por Charles J. Minard, em 1869, contemporâneo do final da publicação da obra *Guerra e Paz*, de Leon Tolstoi, embora não este tenha sido indicado nas fontes do mapa. Charles J. Minard é autor de vasta obra de cartografia temática, com exemplares de todos os tipos de implantação, entre os quais se incluem mapas de fluxos anteriores a 1869 (Figuras 134, 133 e 135).

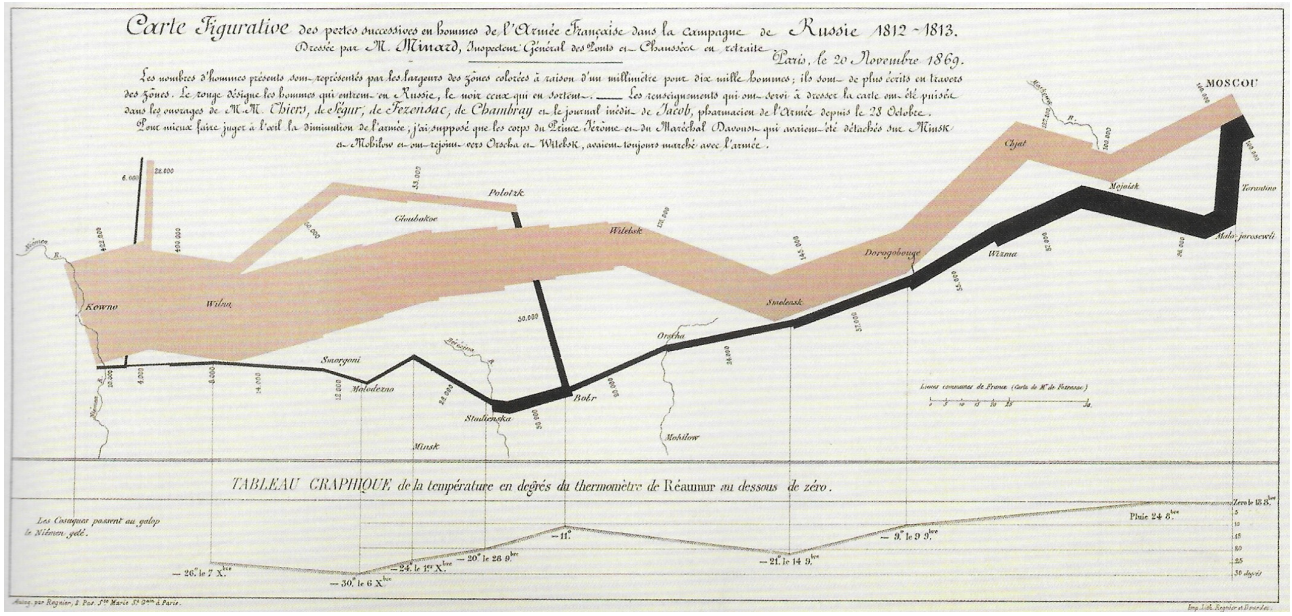


Figura 133 - *Carte figurative des pertes successives en hommesde l'Armée Française dans la champagne de Russie 1812-1813* (Charles J. Minard, 1869) (PALSKY, Gilles, 1996, p. 125) (HESSLER, John, 2015, p. 157)

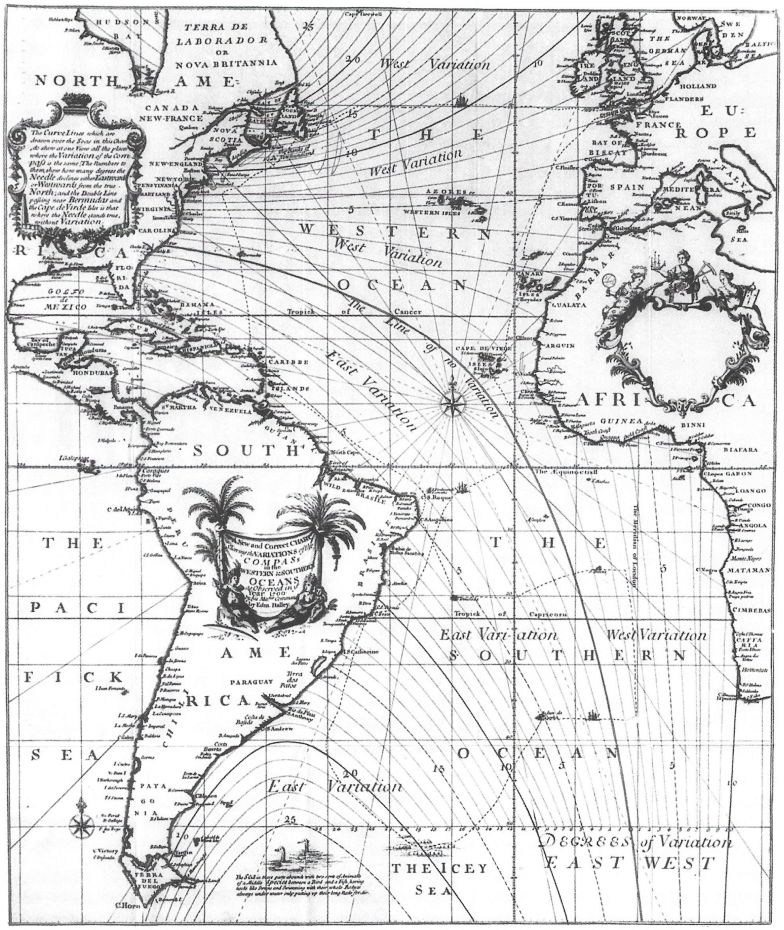


Figura 134 - *A New and Correct Chart shewing the Variatios of the Compass in the Western and southern Oceans* (Edmond Halley, 1701) (PALSKY, Gilles, 1996, p.410)

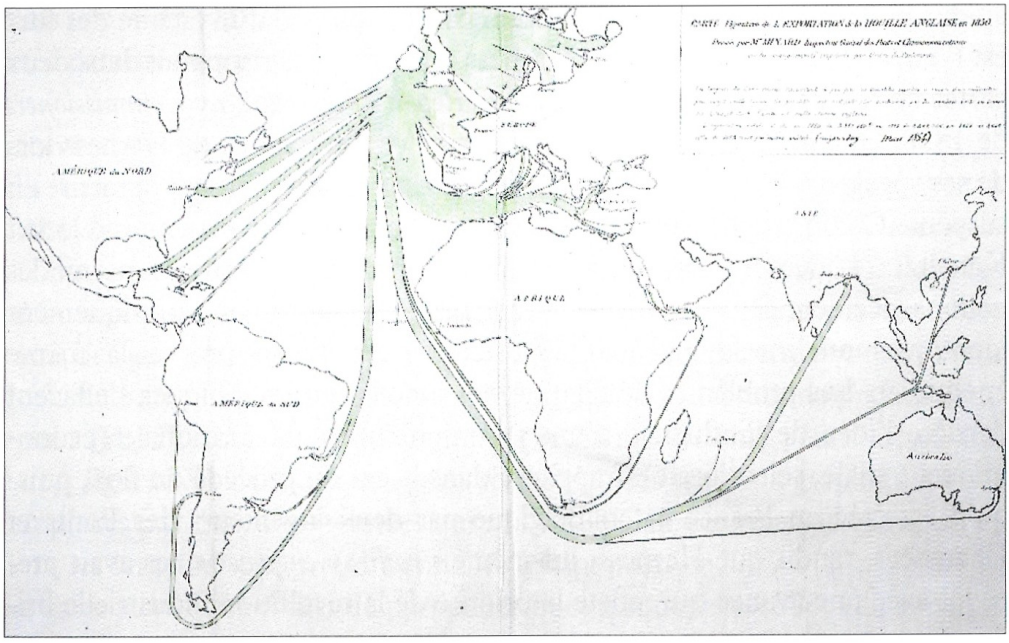


Figura 135 - *Carte Figurative de l'exportation de l'houille anglaise en 1850* (Charles J. Minard, 1854) (PALSKY, Gilles, 1996, p. 120)

5.1. Mapas de fluxos

Tradicionalmente utilizado na geografia económica (DENT, Borden D., 1999, p. 225), 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" (DIAS, M. Helena, 1991, p. 337). Ou seja, o mapa de fluxos representa 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 comboios ou de passageiros, número de emigrantes, número de turistas, número de movimentos casa-trabalho ou casa-escola.

O fluxo, ou movimento, pode ser representado num mapa de fluxos baseado na trajetória, sendo representado o traçado real do percurso (Figura 136) e utilizando-se para tal o traçado da rede que suporta o movimento, como a rede de estradas, ferroviária ou hidrográfica, por exemplo, ou num mapa de fluxos origem-destino, no qual, seja pelas características dos dados ou por opção do cartógrafo, se representa apenas a ligação entre a origem e o destino do movimento (Figura 137).

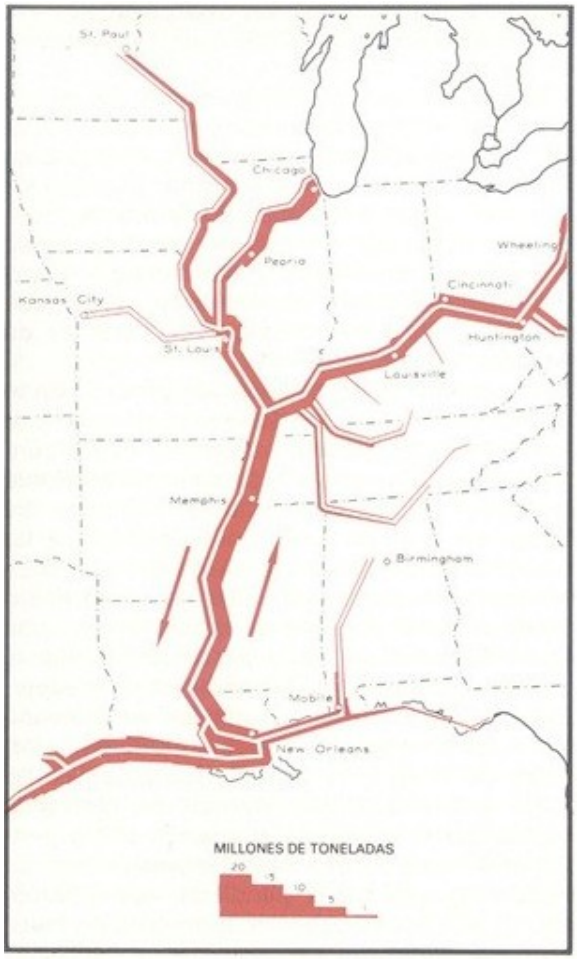


Figura 136 - Mapas de fluxos com identificação do percurso (ROBINSON, Arthur H. et al., 1987, p. 315)

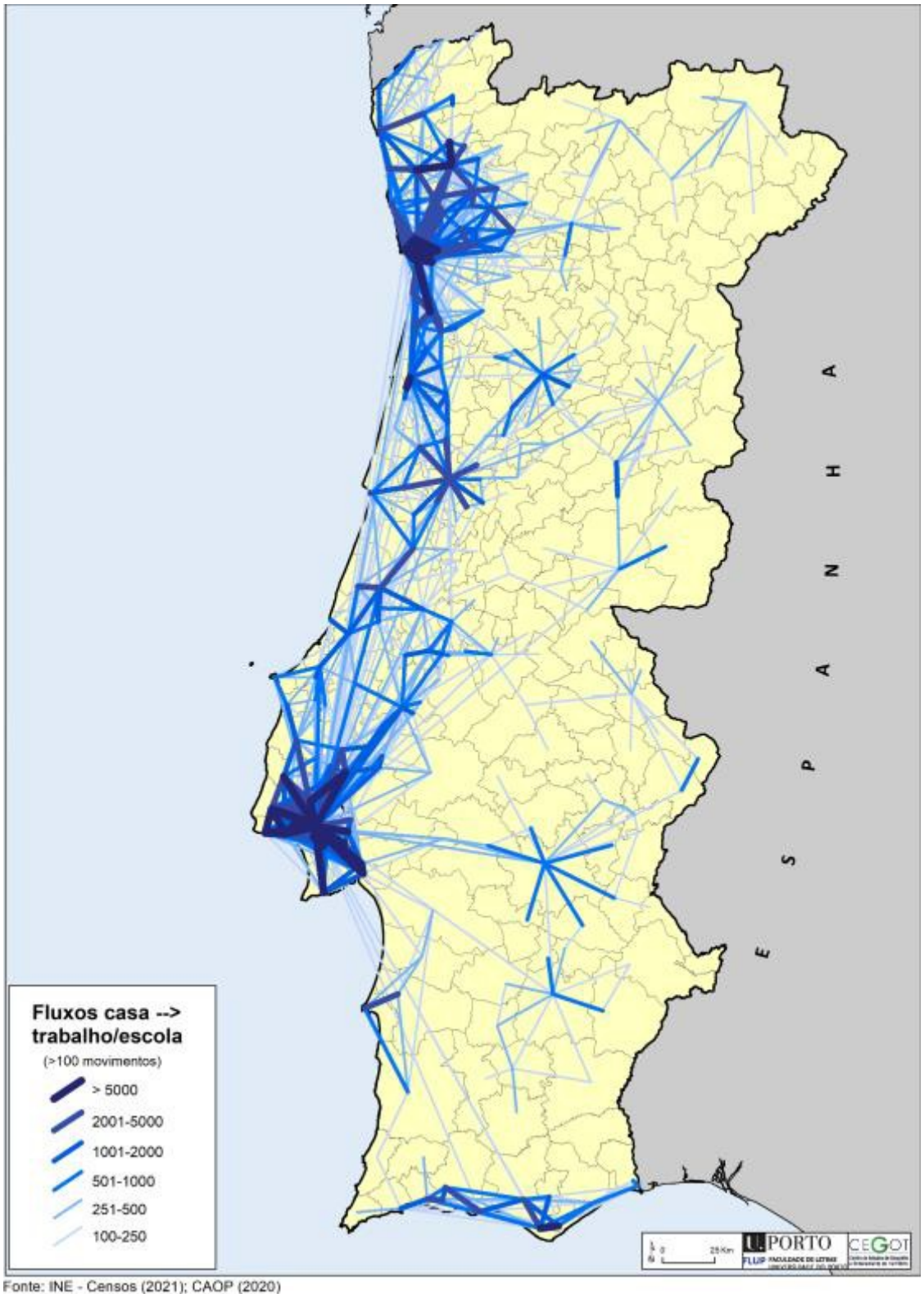


Figura 137 - Mapa de fluxos origem-destino (MARQUES, Teresa Sá, 2023, p. 31)

Existem ainda os denominados mapas de fluxos contínuos, para a representação de informação como a velocidade e direção do vento ou das correntes oceânicas. A representação de conexões entre pontos, referenciando a existência de ligações, mas sem quantificar os movimentos, como é o caso dos "mapas de

linhas de desejo" (DENT, Borden D., 1999, p. 223) ou dos mapas das redes de transporte, são exemplo de mapas de fluxos qualitativos.

Questões metodológicas

Os mapas de fluxos contínuos são gerados a partir de informação registada em instrumentos como os radares (seja em relação a elementos climáticos, seja a migrações de pássaros, por exemplo,) ou de informação gerada a partir de modelos de previsão climática, resultando em interessantes mapas dinâmicos como os que Cameron Beccario apresenta em https://earth.nullschool.net/ desenvolvidos a partir da "visualização das condições climáticas globais" e da "previsão por supercomputadores".

Nos mapas de fluxos tradicionais, independentemente de a elaboração ser manual ou digital, os símbolos são linhas, retilíneas, curvas ou quebradas, que representam as diferentes grandezas do movimento 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 também 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 ou, ainda, à média dos elementos 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 respetivo traçado, embora, normalmente, 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.

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 respetiva sobreposição gráfica, por exemplo, na linha dos pressupostos referidos para a sobreposição de círculos proporcionais (Figura 138).

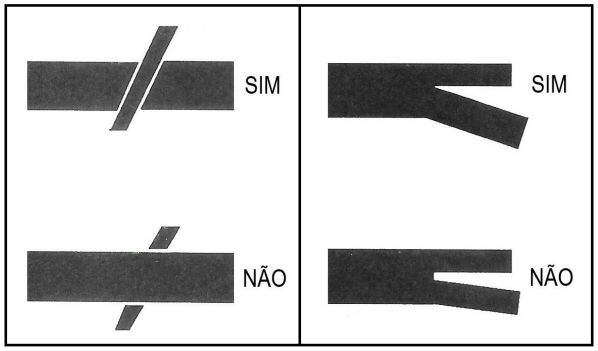


Figura 138 - Sobreposição e ramificação de fluxos (Adaptado de DENT, Borden D., 1999, pp. 229 e 230)

Na legenda, a exemplo 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 (Figura 139). 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 de constar todas as espessuras de linhas existentes no mapa.

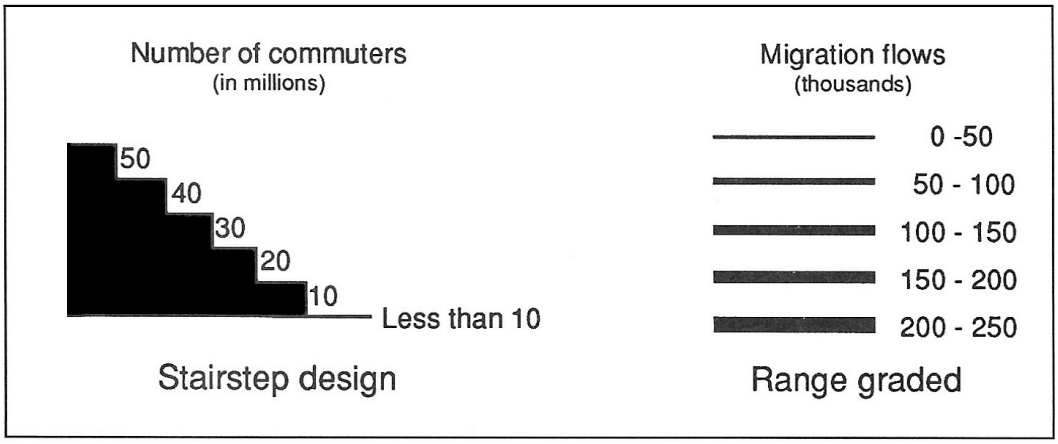


Figura 139 - Tipos de legenda (Adaptado de DENT, Borden D., 1999, p. 230)

Os primeiros esforços de digitalização dos mapas de fluxos, foram desenvolvidos por Waldo Tobler, em 1987, representando as migrações de e para a Califórnia e envolvendo os cinquenta estados dos EUA, construindo um programa de computador para desenhar fluxos automaticamente. Embora se possa dizer que Tobler começou a trabalhar com Big Data antes da expressão se tornar popular, os resultados não produziram a qualidade estética que se encontra em muitos mapas de fluxo tradicionais, pré-digitais (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, pp. 381 e 390) e a utilização do computador apenas apresentou a vantagem de as alternativas poderem ser examinadas em menor tempo (DENT, Borden D., 1999, p. 233). Contudo, experiências mais recentes, também relativas a migrações, demonstram que os mapas de fluxos origem-destino são propícios à automatização e com bons resultados.

É o caso do mapa de fluxos origem-destino interativo para visualizar as migrações entre estados dos EUA de 2009 a 2013, cujo resultado pode ser visto em https://usmigrationflowmapper.com/, que foi desenvolvido por Bernhard Jenny et al. (2017) e constitui "um bom exemplo de como os princípios tradicionais do design cartográfico podem ser transferidos para o mundo digital", desenvolvendo um software que produz mapas "com uma qualidade comparável aos mapas tradicionais desenhados com caneta e tinta e [que] fornece uma variedade de abordagens para exibir Big Data." (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 390). Outro exemplo, é o desenvolvimento de uma estrutura baseada na web que permite criar os próprios mapas de fluxo de origem-destino, assente em fluxos bidirecionais entre pares de locais, construído por Caglar Koylu et al. (2021) e que pode ser encontrado em https://flowmapper.org/ (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 384), apesar do discutível

desenho cónico dos fluxos. O último exemplo é o FlowmapBlue (https://www.flowmap.blue/), uma ferramenta online gratuita para visualizar o movimento origem-destino, desenvolvida por Ilya Boyandin, um engenheiro de software suíço que desenvolve ferramentas de visualização de dados geográficos.

5.2. 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" (DIAS, M. Helena, 2007, p. 111), pressupõe-se que o fenómeno se verifica em toda a área e varia de forma gradual e constante 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 ortogonalmente projetado no mapa" (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 508), ou seja, 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 se verifica nesses pontos, ou "pontos de dados conceptuais", quando a informação não se verifica nos pontos. Os "dados verdadeiros" podem ser reais, como as altitudes, ou derivados, como as temperaturas médias. Os "dados conceptuais" verificam-se em superfície ou em volume mas são conceptualmente associados a pontos para efeitos de representação cartográfica, como no caso das densidades populacionais. Em função da natureza do fenómeno, que determina que os pontos sejam verdadeiros ou conceptuais, as isolinhas denominam-se isométricas, quando construídas a partir de "dados verdadeiros" produzidos em pontos, ou isopletas, quando elaboradas a partir de dados conceptuais" que não se podem produzir em pontos embora lhes sejam associados (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 310).

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

Questões metodológicas

No final do século XX já era possível efetuar a interpolação de forma automática, poupando muito esforço ao cartógrafo, mas os resultados, normalmente demasiado geometrizados e pouco adequados às características concretas dos fenómenos, apresentavam algumas limitações (SLOCUM, Terry A. et al., 1999, pp. 147-148). Hoje, solucionado o desafio de definir automaticamente uma única solução de triangulação independente da

ordem de especificação dos pontos de controlo, existem métodos de interpolação automática que permitem boas emulações dos mapas de isolinhas manuais, mas apenas apropriados para os pontos de dados verdadeiros (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, pp. 311-312).

Seja a partir de pontos de dados verdadeiros, seja de pontos de dados conceptuais, a interpolação das isolinhas e a definição manual do respetivo traçado implica a utilização de fontes complementares de conhecimento do território, num processo que pode ser complexo e que se explicita seguidamente.

- **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 dentro ou 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 (Figura 140).

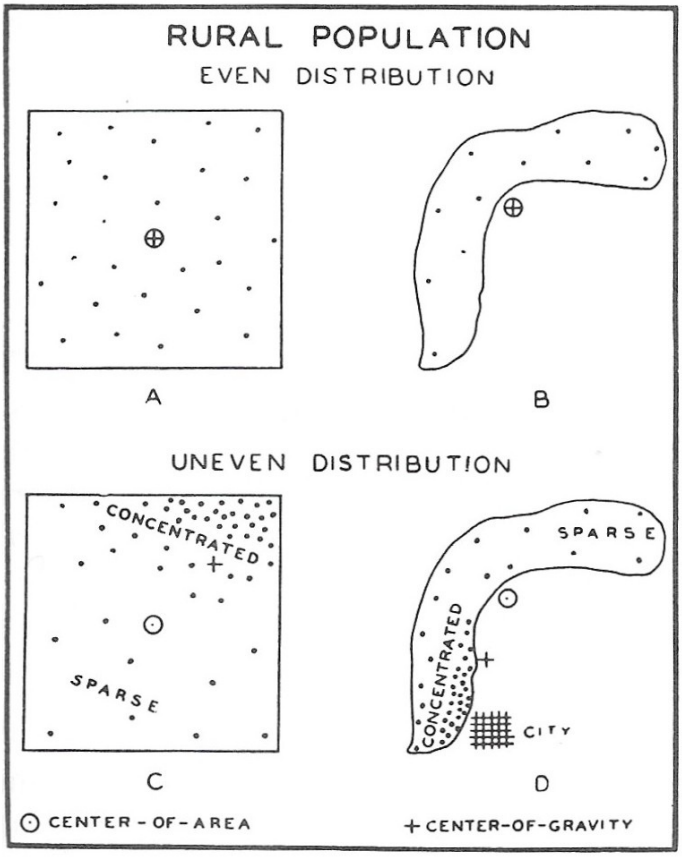


Figura 140 - Problemas no posicionamento dos pontos de controlo
(ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 511)

- **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, que varia casuisticamente, estabiliza ou diminui 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 (Figura 141). De qualquer forma, devem evitar-se os extremos, sabendo-se que um número demasiado pequeno de pontos torna o exercício pouco útil e que o número óptimo de pontos (o mínimo possível para a maximização do rigor da representação) varia de caso para caso (Figura 142). Naturalmente, se a distribuição dos pontos de controlo for irregular, os erros serão tendencialmente maiores nas áreas com menores densidades de pontos.

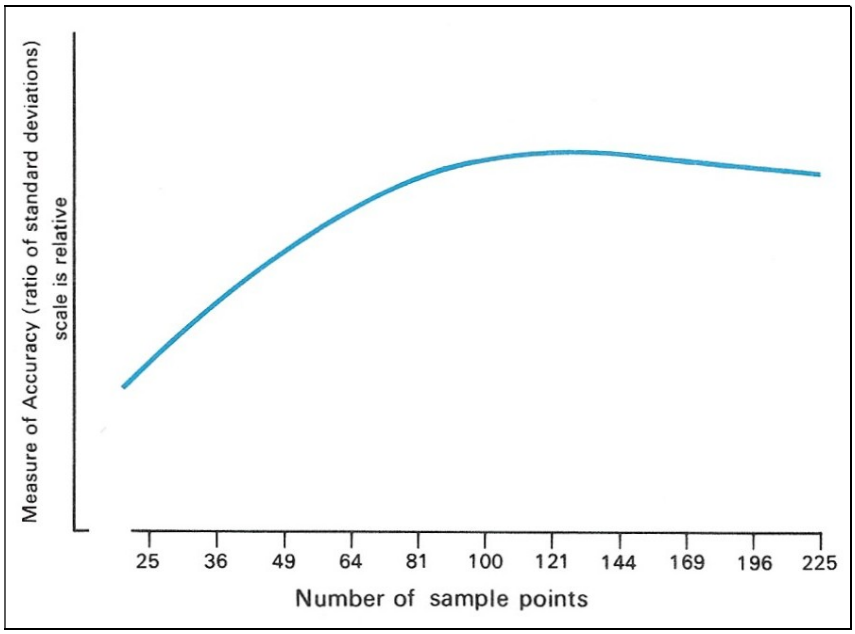


Figura 141 - Problemas no posicionamento dos pontos de controlo
(ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 511)

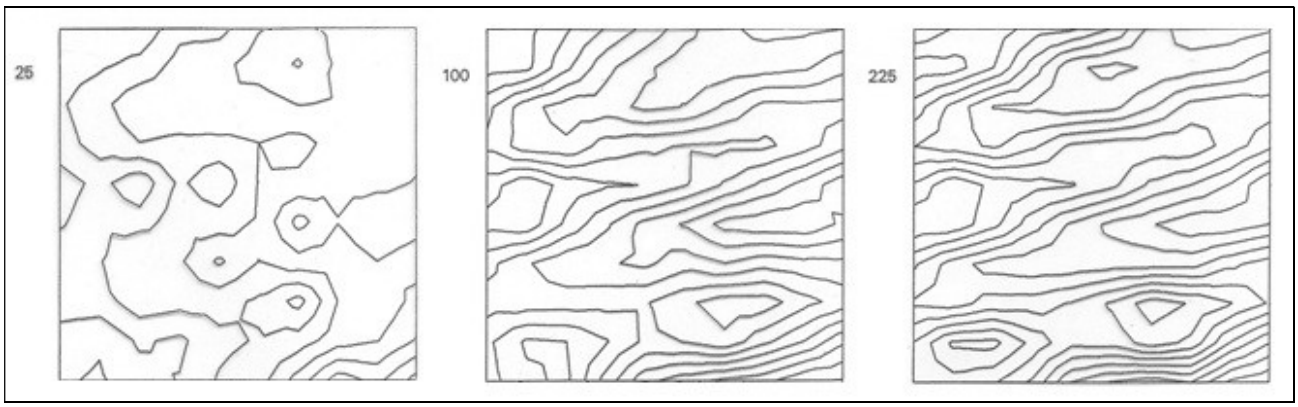


Figura 142 - O mesmo modelo de interpolação, cada vez com maior número de dados iniciais
(adaptado de ROBINSON, Arthur H. et al., 1987, p. 330)

- **Número e intervalo das isolinhas**: O número de isolinhas a traçar depende da decisão em relação ao intervalo de valores das isolinhas, devendo esta 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, definindo assim a equidistância das isolinhas, porque apenas neste 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, o que significa maior ou menor gradiente, respetivamente. Aliás, apenas excepcionalmente se devem utilizar intervalos irregulares, devendo, nesses casos, recorrer às variáveis visuais (cor ou forma das isolinhas, por exemplo), para alertar 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, pressupondo-se então que o gradiente de variação dos valores entre dois pontos de controlo é o mais simples, ou seja, é uma pendente linear (Figura 143). 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 (Figura 144).
- **Traçado das isolinhas**: normalmente, depois de realizada a interpolação linear e definidos os pontos a ligar pelas isolinhas, é essencial aceder a conhecimentos geográficos em relação ao fenómeno a cartografar para conseguir discernir o traçado adequado das isolinhas. Este é um processo complexo, principalmente para geógrafos iniciados, mas os mais experimentados conseguem resolver a maioria das situações. 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, determinando pontos fictícios (Figura 145), cujo valor normalmente elimina as dúvidas, embora neste método se tenha de supor a média como valor válido (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, pp. 512 e SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 310). 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 uma mesma cor, como nos mapas hipsométricos.

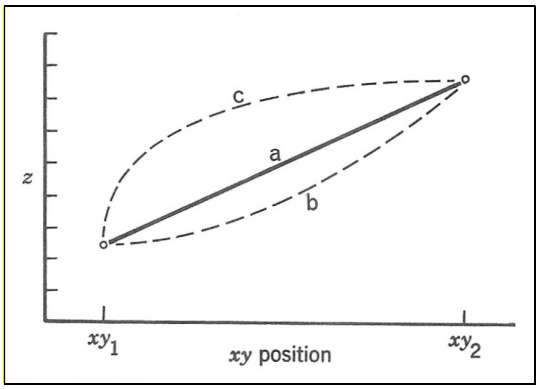


Figura 143 - Entre os inúmeros gradientes possíveis utiliza-se o mais simples (a) (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 511)

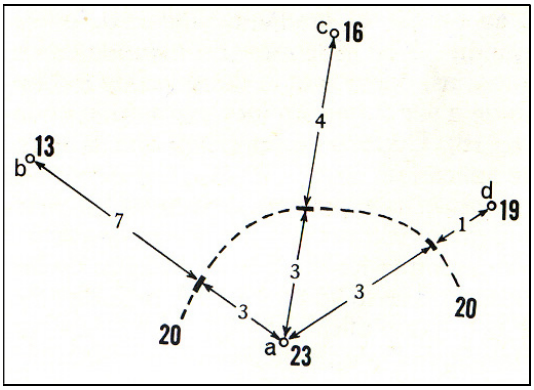


Figura 144 - Interpolação linear entre pontos de controlo (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 511)

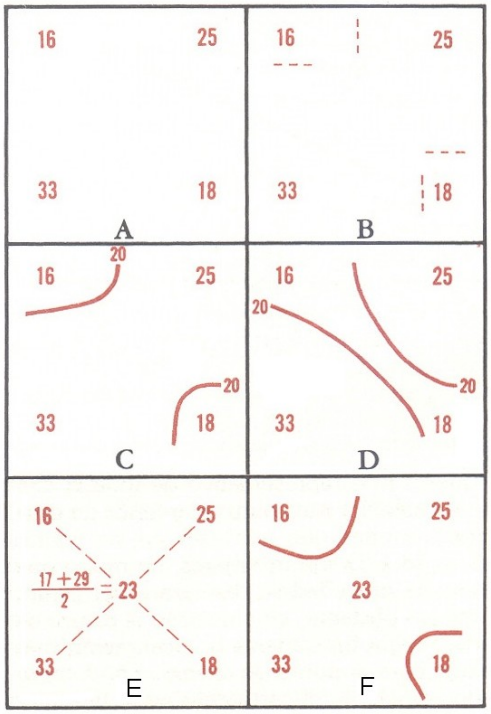


Figura 145 -Determinação de um ponto fictício pela média dos valores interpolados na intersecção de diagonais. (Adaptado de ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 512)

6. Mapas temáticos de implantação em áreas ou em mancha

Os mapas 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, predominantemente utilizada nos "mapas políticos" enquanto variável de separação, a orientação ou a textura. No segundo caso, a variável visual mais utilizada e adequada é o valor, podendo ser conjugada e reforçada com a saturação da cor ou cromatismo, pois embora seja possível construir gradações apenas com a saturação da cor os seus resultados têm menor eficácia visual.

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 densimétrico ou o mapa coropleto Figura 146), podendo este ser um mapa coropleto simples, como se denomina quando a informação é classificada em classes, ou um mapa coropleto sem classes.

A diferença essencial entre o mapa densimétrico e o mapa coropleto é que, no segundo, as manchas se adequam à base espacial, ou seja, aos lugares definidos pelos limites da área a que os valores se referem (subsecções, secções, freguesias, concelhos, distritos, regiões ou países), enquanto no primeiro se procura que as manchas correspondam a áreas que sejam homogéneas em relação às "reais" verificações dos valores, independentemente dos limites da área à qual estão associados os dados.

Note-se que é possível com a mesma informação de partida construir outra opção cartográfica anteriormente abordada: o mapa de isopletas com símbolos em mancha a preencher o espaço entre as isolinhas, o qual, apesar de visualmente poder evocar o mapa densimétrico, tem um processo de elaboração completamente diferente, pois no mapa densimétrico definem-se as manchas, sendo as linhas simples delimitações de áreas homogéneas, enquanto no mapa de isopletas definem-se as isolinhas, variando a intensidade do fenómeno entre as mesmas, as quais nunca se encontram mutuamente, pois o valor do fenómeno se mantém constante ao longo de cada isolinha.

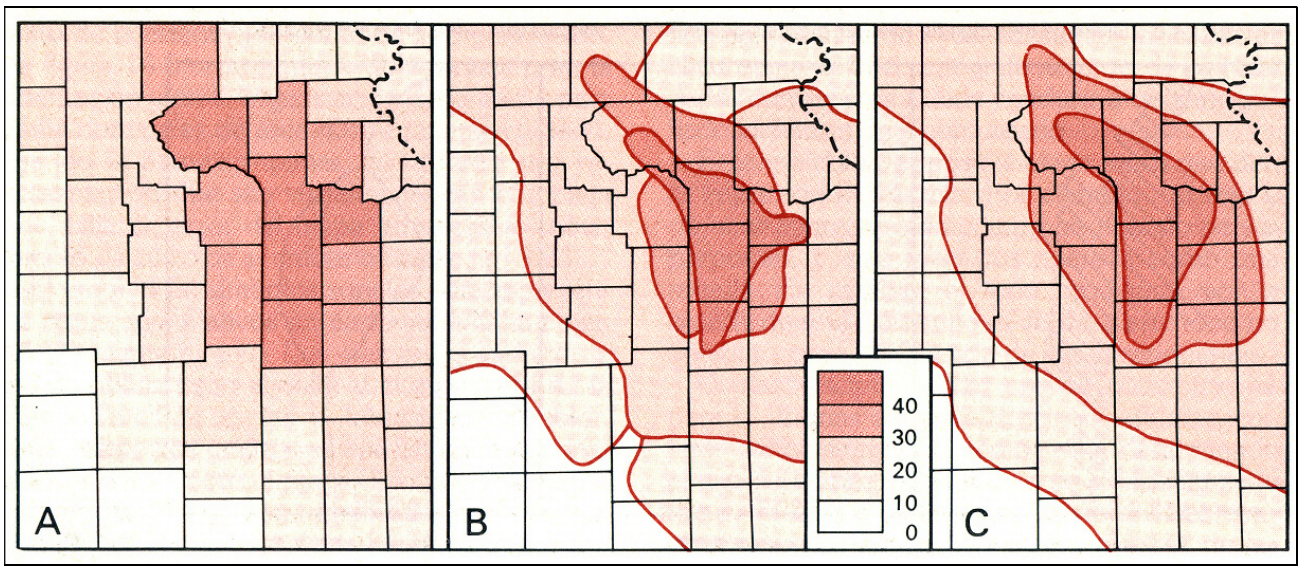


Figura 146 - Exemplos de mapa coropleto simples (A); mapa densimétrico (B); mapa de isopletas (C) (ROBINSON, Arthur H. et al., 1987, p. 342)

6.1. 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, quer 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 relacionadas (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 523).

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.

6.2. Mapas coropletos

Os mapas coropletos são os mapas temáticos para os quais se reservava a designação de "mapas estatísticos", podendo-se "creditar ao francês Charles Dupin a realização da primeira carta estatística moderna" (PALSKY, Gilles, 1996, p. 62) com a publicação, em 1826, da *Carte figurative de l'instruction populaire en France* (Figura 147), na qual, visando fazer corresponder a claridade às áreas com mais instrução e obscurecer as áreas que enviam menos crianças às escolas, Charles Dupin representou o número de habitantes necessários para encontrar uma pessoa instruída, assim contrapondo a França iluminada, esclarecida, à França obscurecida, ignorante.

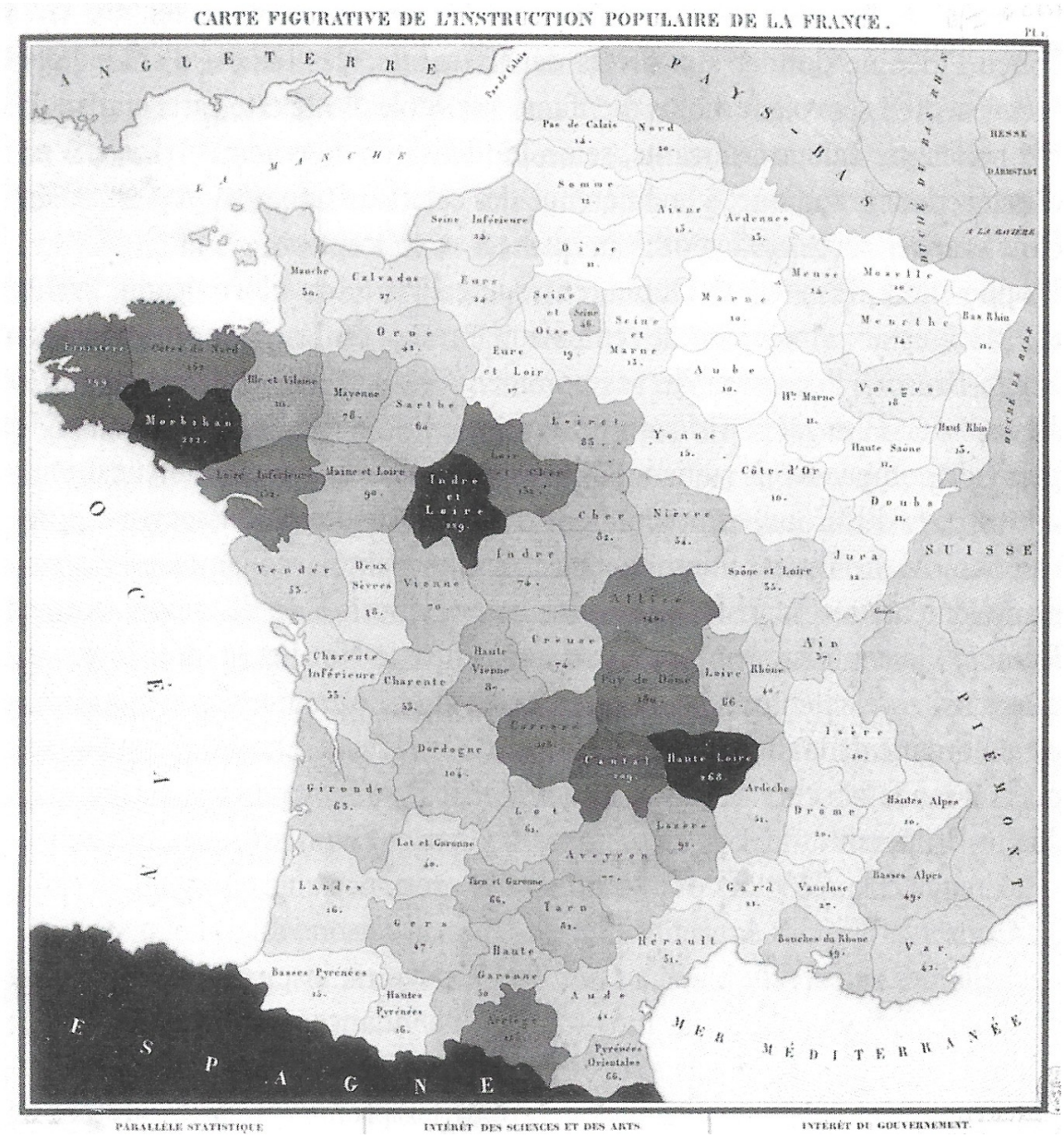


Figura 147 - *Carte figurative de l'instruction populaire en France* (Charles Dupin, 1826) (PALSKY, Gilles, 1996, p. 63)

Esta aparente inversão para conseguir o resultado pretendido também se verifica na *Carta da Povoação Concelhia de Portugal 1876*, que o silvicultor Bernardino Barros Gomes elaborou em 1876 (Figura 148), ao representar o número de hectares por habitante em vez do número de habitantes por hectare, sendo obrigado a atribuir as manchas mais escuras aos dados menores para que resultassem mais escurecidos os concelhos com maior densidade populacional.

Figura 148 - *Carta da Povoação Concelhia de Portugal 1876* (GOMES, Bernardino Barros, 1878)

Na verdade, no mapa coropleto a variável visual valor gráfico varia diretamente com a magnitude dos dados (do grego, *choros* / lugar e *plethos* / magnitude - ROBINSON, Arthur H. et al., 1987, p. 343), atribuindo-se as manchas mais escuras às classes dos dados numéricos mais elevados ou a cada dado se estivermos a elaborar um mapa coropleto sem classes.

A opção por 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 gráfico 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 com classes, visualmente mais simples. Os argumentos contra referem, precisamente, a complexidade da 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.

Eram sem classes os primeiros mapas coropletos, como é o caso do de Charles Dupin (Figura 146), no entanto, as dificuldades de controlo da gradação do valor visual das manchas, na produção manual, não o fizeram vingar, sendo a classificação de classes preferida pelos cartógrafos também porque se adequava melhor às limitações da visão humana para distinguir símbolos de implantação em área (ROBINSON, Arthur H. et al., 1995, p. 517).

O mapa coropleto sem classes voltou a ganhar adeptos depois de introduzida a sua automatização por Waldo Tobler, em 1973, no entanto, os estudos e debate em torno das vantagens e desvantagens de ambas as opções continua inconclusivo e a classificação em classes tem mantido predominância porque permite a análise da informação e promove a generalização necessária à compreensão dos fenómenos, particularmente quando envolve grandes conjuntos de dados (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 279).

Questões metodológicas

A classificação da informação em classes implica a tomada de decisões em relação ao número de classes e à definição dos intervalos de classe. São as seguintes as regras básicas na classificação de classes: cobrir o conjunto dos valores da variável; cada valor pertencer a uma, e só a uma, classe; não existir classes vazias, sem conter unidades espaciais; não 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 do tipo de fenómeno) e evitando-se a utilização de símbolos matemáticos, como os parênteses rectos.

- **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 (DIAS, M.

Helena, 1991, p. 60). No entanto, é pequeno o interesse cartográfico destas abordagens, visto o número de classes resultante ser, normalmente, demasiado elevado. Assim, como princípio geral, 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 de 7 níveis de gradações diferentes ou, como refere Jacques Bertin, "na perceção seletiva, é prudente não ultrapassar 6 a 7 níveis de valor gráfico, negro e branco incluídos" (BERTIN, Jacques, 1967, p. 73).

Assim, sabendo-se um número demasiado baixo tornar o mapa grosseiro e um número excessivamente alto levar a mapas demasiado complexos, o número de classes de um mapa deve situar-se, segundo M. Helena DIAS (2007, p. 124), entre o mínimo de 4 e o máximo de 7, ou, seguindo ROBINSON, Arthur H. et al. (1995, p. 517), entre o mínimo de 5 e o máximo de 8. Naturalmente, o número de classes adequado depende dos objetivos do mapa e dos utilizadores a que se destina, sabendo-se que "os mais experientes talvez possam ler mapas com 7 e mais classes" (DIAS, M. Helena, 1991, p. 62). Além disso, se o objetivo da elaboração do mapa for a investigação pode considerar-se a utilização de um número de classes mais elevado, aconselhando-se, no entanto, que não se ultrapasse as 10 classes.

- **Intervalos de classe**: existem variados métodos de classificação da informação em classes, cada um com vantagens e desvantagens 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.

  Naturalmente, existem diversos métodos de classificação da informação em classes (Figura 149) e é possível aplicar métodos intuitivos ou arbitrários, baseados na experiência do cartógrafo ou métodos exógenos, com base em referenciais externos aos dados a cartografar (M. Helena DIAS, 2007, pp. 125-126), no entanto, acompanhando Terry A. Slocum et al. (2023, pp. 85-94), salientamos os métodos mais utilizados, genericamente denominados de estatísticos, com o acrescento de um método gráfico: intervalos de igual amplitude, quantis, média e desvio-padrão, quebras naturais (natural breaks), otimizado e o recente método quebras cabeça/cauda.

  A experimentação permite comparar os resultados dos diferentes métodos de classificação em classes (Figura 150). Os intervalos de igual amplitude (ou intervalos constantes) são definidos em função da

amplitude da variável e pertence ao grupo dos métodos matemáticos, que inclui também os intervalos em progressão (aritmética ou geométrica). O método dos quantis (quartis, quintis, decis, etc.) é a divisão das classes de forma a integrar igual número de elementos em cada classe. Utilizando a média e desvio-padrão como método (centrado ou não na média), definem-se classes de igual amplitude, exceptuando, por vezes, as classes extremas. A classificação otimizada pretende assegurar a formação de classes homogéneas, minimizando erros de classificação medidos objetivamente a partir dos desvios absolutos em relação às medianas das classes, sendo os cálculos assegurados por algoritmos e estando entre os mais conhecidos os de George Jenks e Fred Caspall, desenvolvido em 1971, e o de Walter Fisher e George Jenks, de 1977 (Terry A. SLOCUM et al., 2023, pp. 89-90).

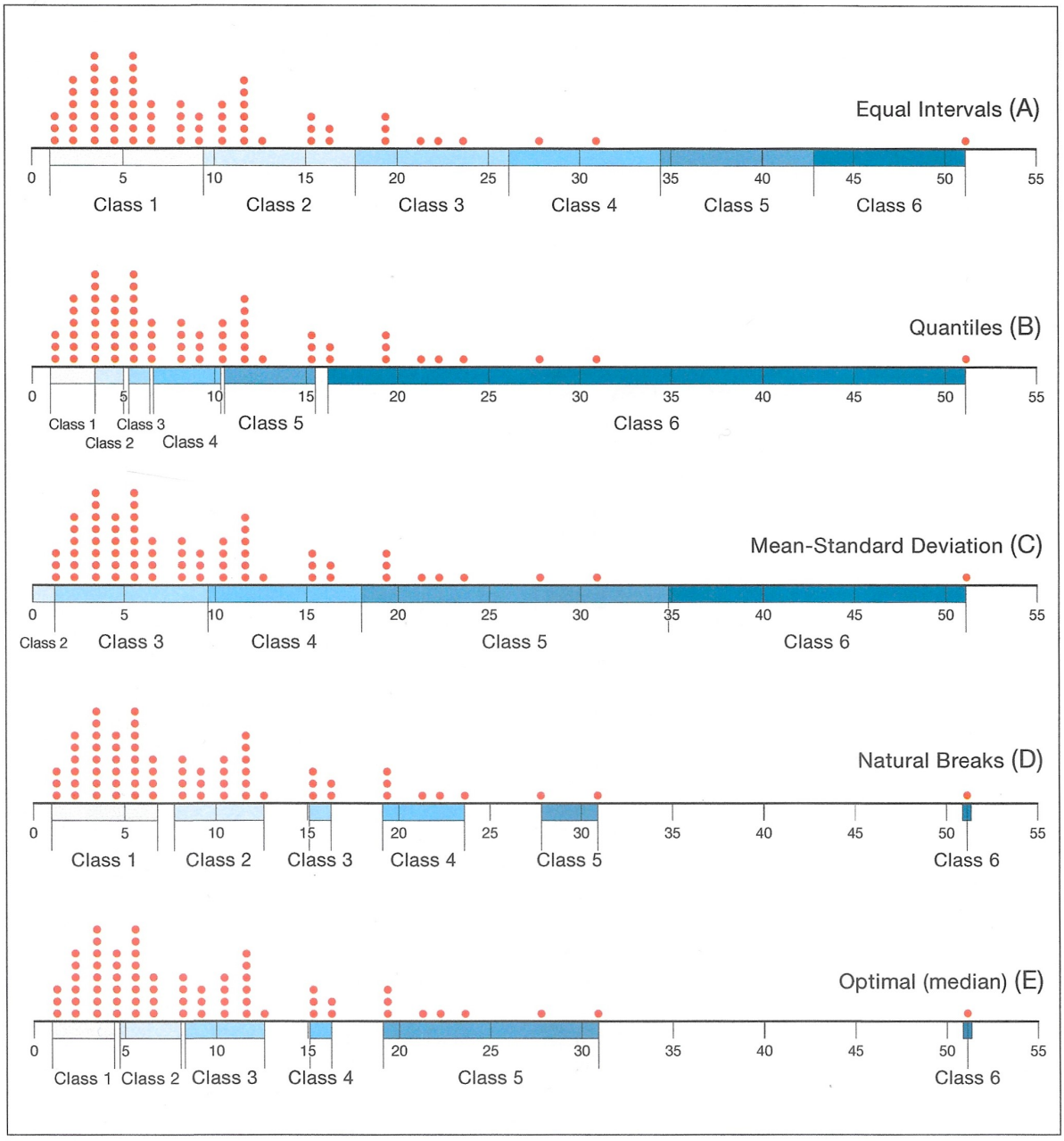


Figura 149 - Métodos de classificação em classes (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 85)

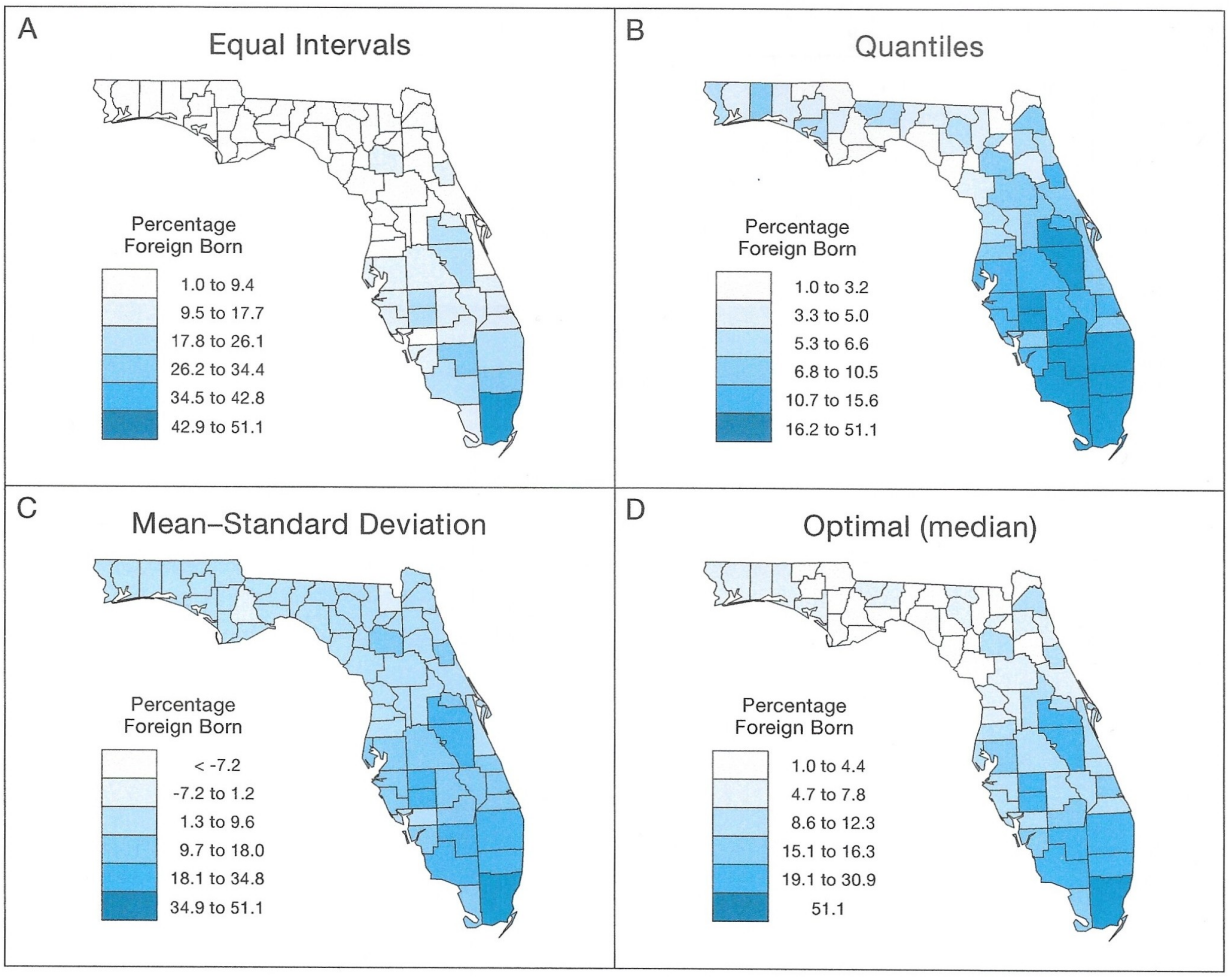
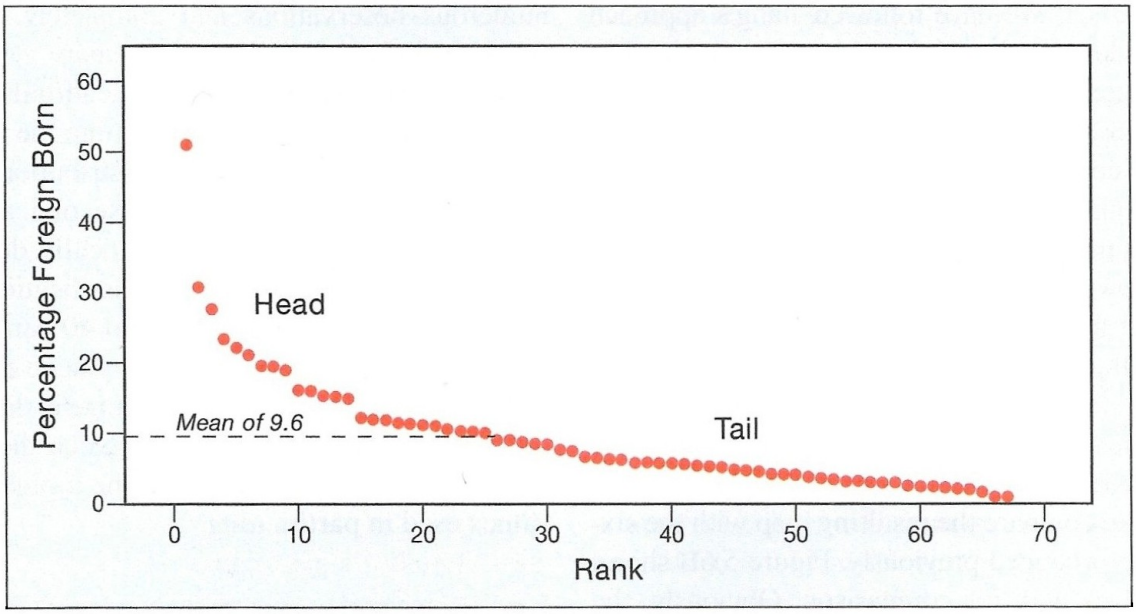


Figura 150 - Resultados dos diferentes métodos de classificação em classes
(Adaptado de SLOCUM, Terry A.et al., 2023, pp. 86)

O novo método, com inusitado nome de quebras cabeça/cauda (head/tail breaks), foi desenvolvido por Bin Jiang (2013) para conjuntos de dados em que os valores mais elevados (a cabeça) são em pequeno número e os valores mais baixos perfazem a esmagadora maioria (uma longa cauda), sendo que os dados com estas características constituem o tipo de informação mais frequente a classificar. Trata-se de um método simples que, tendo como referência a média, divide o conjunto dos dados em duas partes, cauda e cabeça, aplicando a mesma metodologia, sucessivamente, ao conjunto de dados que ficaram na parte acima da média de cada parte, até restar isolado o valor mais elevado (Figura 151 e 152). O método agradou a Terry A. Slocum et al. que aparentemente o encaram como alternativa ao método das quebras naturais (natural breaks), como se pode supor por terem deixado de o ilustrar.

No entanto, as quebras naturais, o método gráfico em que se utiliza o diagrama de dispersão, é o mais utilizado na classificação de dados para a elaboração de mapas coropletos e o melhor avaliado (Figura 153), pois minimiza as diferenças entre os valores da mesma classe e maximiza as diferenças entre as classes (SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 89). Apesar de Terry A. Slocum et al. referirem que a classificação otimizada pretende atingir o mesmo objetivo e a sua aplicação não é subjetiva, deve

contrapor-se que se o método das quebras naturais for aplicado como “maximum breaks”, perspetiva que referiam em edições anteriores, não haverá lugar à subjetividade do cartógrafo, sendo, portanto, tão pertinente quanto a classificação otimizada.



Steps in Classification for the Head/Tail Method Using the Foreign-Born Data

Step	Number of Counties	Number in Head	Percent in Head	Number in Tail	Mean
1	67	25	37	42	9.6
2	25	9	36	16	17.5
3	9	3	33	6	26.2
4	3	1	33	2	36.6

Figura 151 - Método quebras cabeça/cauda (head/tail breaks)
(Adaptado de SLOCUM, Terry A., 2023, p. 93)

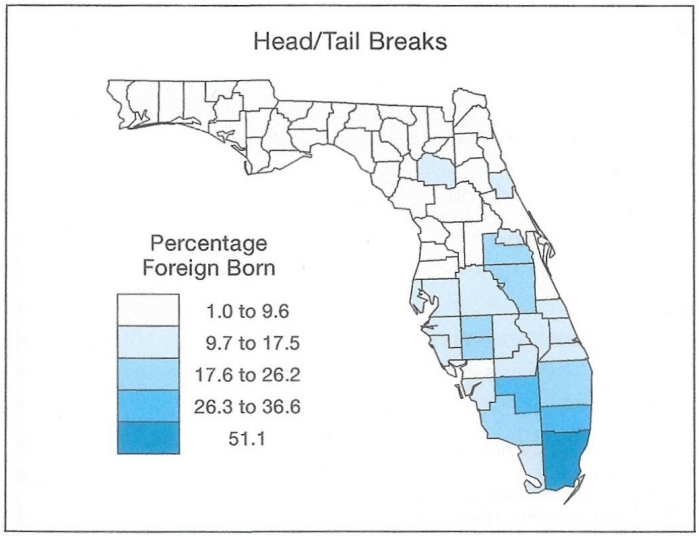


Figura 152 - Aplicação do método quebras cabeça/cauda (head/tail breaks)
(Adaptado de SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 93)

	Equal Intervals	Quantiles	Mean SD	Optimal	Head/Tail Breaks	Natural Breaks
Distribuição dos dados	P	P	G	VG	VG	VG
Facilidade de compreensão do conceito	VG	VG	VG	G	VG	VG
Facilidade de cálculo	VG	VG	VG	VG	VG	VG
Facilidade de compreensão da legenda	VG	P	G	P	G	P
Valores da legenda pertencem aos dados da classe	P	VG	P	VG	P	VG
Aceitável para dados ordinais	U	A	U	U	U	U
Auxilia na seleção do número de classes	P	P	P	VG	VG	G

P = Poor G = Good VG = Very Good
A = Acceptable U = Unacceptable

Figura 153 - Competências dos métodos de classificação de dados
(Adaptado de SLOCUM, Terry A. et al., 2023, p. 94 e 2009, p. 74)

Na verdade, da análise das características dos vários métodos de classificação conclui-se que não existe um que seja o melhor. Digamos que o método da otimização, frequentemente apontado como o melhor método, porque se destaca em relação ao agrupamento de valores semelhantes, mas também o método das quebras naturais e, para determinados tipos de dados, o método das quebras cabeça/cauda podem constituir boas opções. todos se adequando muito bem à real distribuição dos dados e cujos cálculos são fáceis de efetuar. No entanto, antes de selecionar o método de classificação, importa considerar o propósito do mapa e o nível de conhecimento dos possíveis utilizadores.

Um exemplo da importância de escolher o método de classificação considerando o propósito ou objetivo que se pretende atingir é explicitado pela comparação dos resultados da utilização dos métodos das quebras naturais e da média e desvio-padrão na classificação dos mesmos dados, da qual se conclui a possibilidade da complementaridade, com o primeiro a evidenciar a perspetiva evolutiva e o segundo a ilustrar a estrutura da distribuição em cada momento (Figura154).

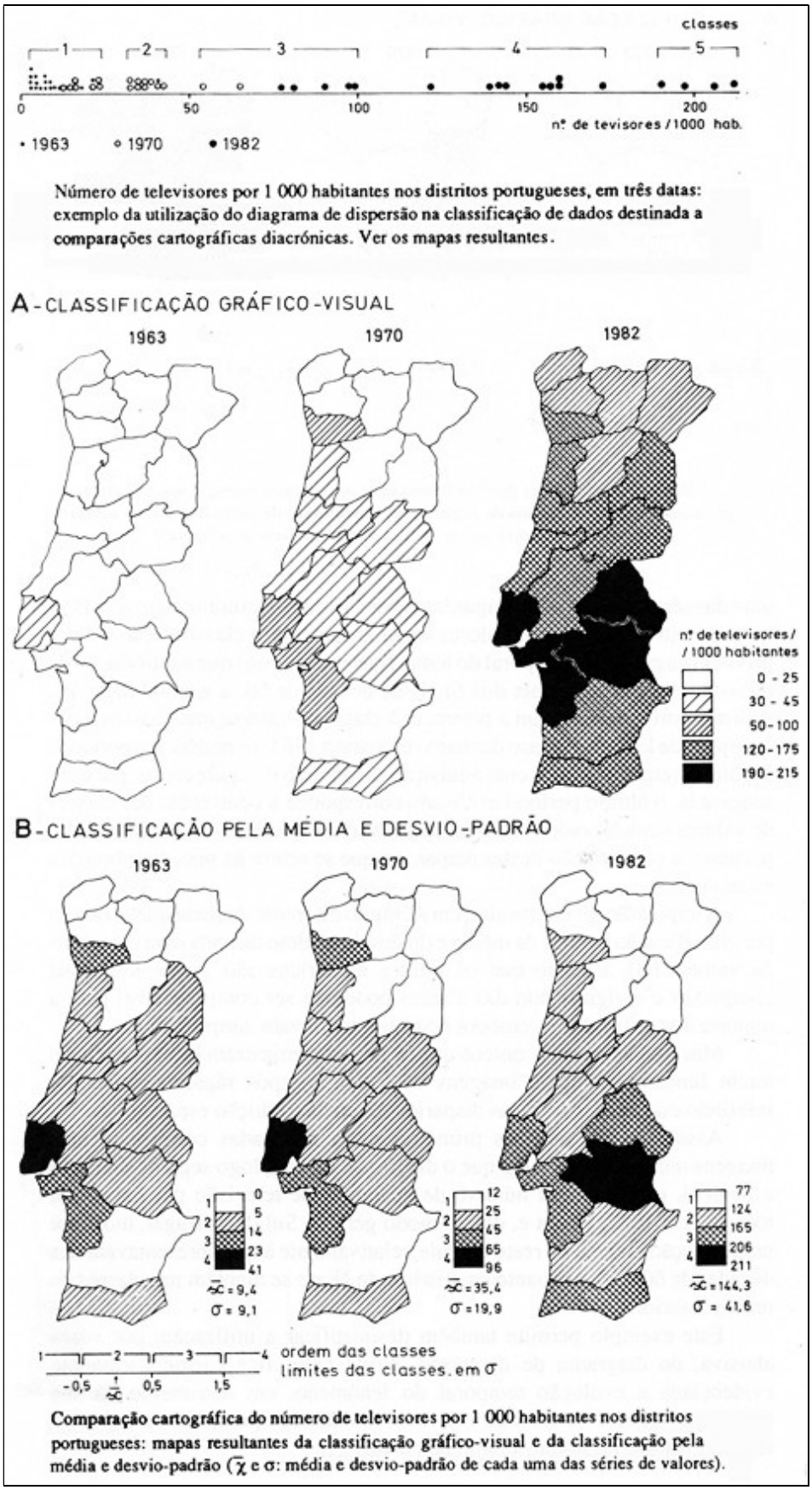


Figura 154 - Comparação da aplicação das quebras naturais e da média e desvio-padrão (adaptado de DIAS, M. Helena, 1991, pp. 69-70)

- **Representação cartográfica**

Tratados os dados, definidas as classes (número e limites), é chegada a fase da simbolização, a qual depende das características dos dados e das classes definidas, daí decorrendo a opção entre os diferentes tipos de sequências de valor, genericamente classificadas como unipolares ou bipolares e monocromáticas ou policromáticas, 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.

As opções de variáveis a utilizar foram analisadas na abordagem à cor (ponto 4.2.4. A cor: dimensões, sistemas de notação e utilização em Cartografia), devendo acrescentar-se que quer as sequências unipolares quer as bipolares podem ser efetuadas sem cor, apenas com a variação da variável visual valor pela gradação da negrura das tramas. No caso das sequências bipolares, representando valores positivos e negativos, as tramas mais escuras são atribuídas às duas classes extremas, diminuindo a negrura para a parte central da sequência, ou seja, para o zero ou a classe que o contém. A destrinça da parte positiva da parte negativa é efetivada pela diferença da constituição das tramas, sendo normalmente as classes positivas constituídas por tramas de traços e as classes negativas por tramas de pontos. Naturalmente, também se utiliza a cor nas sequências bipolares, "sendo usual observar-se que as cores frias e quentes transcrevem, respetivamente, classes de valores negativos e positivos" (M. Helena DIAS, 1991, p. 78), utilizando-se geralmente a gradação do azul para os valores negativos e do vermelho para os valores positivos.

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 e a variedade das suas dimensões.

BIBLIOGRAFIA

1. Bibliografia relativa aos conteúdos programáticos

1.1. Bibliografia principal

BERTIN, Jaques (1973, 2ª ed.; 1967, 1ª ed.), *Sémiologie graphique*, *Les diagrammes, les réseaux, les cartes,* Paris, Gauthier.-V. Mouton, 431 pp..

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

DENT, Borden D. (1999, 5ª edição), *Cartography Thematic Mapa Design*, USA, WCB/McGraw-Hill, 417 pp..

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

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

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

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

ROBINSON, Arthur H., MORRISON, Joel L., MUEHRCKE, Phillip C., KIMERLING, A. Jon & GUPTILL, Stephen C. (1995, 6ª ed.), *Elements of Cartography*, New York, John wiley ans Sons, Inc. Omega, 674 pp..

SLOCUM, Terry A., McMASTER, Robert B., KESSLER, Fritz C., & HOWARD, Hugh H. (2023, 4ª ed.), *Thematic Cartography and Geovisualization*, CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC, 584 pp..

SLOCUM, Terry A., McMASTER, Robert B., KESSLER, Fritz C., & HOWARD, Hugh H. (2009, 3ª ed.), *Thematic Cartography and Geovisualization*, New Jersey, Upper Saddle River, Pearson Prentice Hall Series in Geographic Information Science, 561 pp..

1.2. Bibliografia complementar

ALEGRIA, M. Fernanda (2011), "A História da Cartografia no Centro de Estudos Geográficos de Lisboa, 2000-2010", Lisboa, Finisterra, Vol. XLVI, 92, CEG, pp. 85-97.

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, 2º Vol. pp. 159-176.

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

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), "Aspectos da Evolução da Cartografia Portuguesa (séc. XV a XIX)", in DIAS, Mª Helena (Coord., 1995), *Os Mapas em Portugal. Da Tradição aos Novos Rumos da Cartografia*, Lisboa, Cosmos, pp. 27-84.

ALMEIDA, F. Moitinho e CARVALHOSA, A. Barros (1974), "Breve história dos Serviços Geológicos em Portugal", 5ª Reunião Científica da Comissão Internacional da História das Ciências Geológicas, pp. 239-265.

ANDRÉ, A. (1980), *L' Éxpression Graphique: Cartes et Diagrammes*, Paris, Masson, 223 pp..

ANSON, R. W. & ORMELING, F. J. (Editors, 1996), *Basic Cartography for students and technicians*, Vol. 3, Manchester, Butterworth-Heinemann on behalf of the International Cartographic Association, 128 pp..

ANSON, R. W. & ORMELING, F. J. (Editors, 2002, 1ª ed. 1988), *Basic Cartography for students and technicians*, Vol. 2, Manchester, Butterworth-Heinemann on behalf of the International Cartographic Association, 176 pp..

ANTHAMATTEN, Peter (2021), *How to Make Maps. An introduction to Theory and Practice of Cartography*, Routledge, Taylor & Francis Group, 276 pp..

BALHANA, Altiva Pilatti (1986), "Apresentação", in "A Neográfica e o Tratamento Gráfico da Informação", Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná.

BARATA, D. Santos (1987), *Lições de topografia*, Imp. Universitária, 60, Lisboa, Ed. Estampa, 185 pp..

BATEIRA, Carlos (2012, editor), *Cartography. A Tool for Spatial Analysis*, IntechOpen.

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

BERNARDO, Luís M. (2010), *Histórias da luz e das cores*. Porto, Universidade do Porto, vol. III, 511 pp..

BERTIN, Jacques (1999), "Préface de la 3e edition de la Sémiologia Graphique", edição fac-símile da edição de 1973 de *Sémiologia Graphique*, Les ré-impressions des Éditions de L'École des Hautes Études en Sciences Sociales, Reimpression sur les Presses de l'A.N.R.T..

BERTIN, Jacques (1986), *A Neográfica e o Tratamento Gráfico da Informação*, Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná (tradução de Cecília Maria Westphalen).

BERTIN, Jaques (1983, ©1973), *Semiology of Graphics. Diagrams, Networks, Maps,* Wisconsin, The University of Wisconsin Press, 415 pp..

BERTIN, Jaques (1983), "Préface", in BONIN, S. *Initiation à la graphique*, Paris, Epi, pp. 7-9.

BERTIN, Jacques (1970), "La graphique", *Communications*, 15, pp. 169-185.

BERTIN Jacques (1965), "Les conventions de forme dans le systeme graphique de signes", Etudes Rurales 16, Janvier-mars, pp. 92-103 - https://www.persee.fr/doc/rural_0014-2182_1965_num_16_1_1172

BERTIN Jacques (1957), *Elements d'une grammaire du langage graphique*, Paris, Ecole Estienne.

BERTIN Jacques (1954), *Graphiques et cartes*, Paris, Laboratoire de cartographie.

BERTIN, Jaques (1952), «Recherche graphique», in Chombart de Lauwe P.-H. *et al.*, *Paris et l'agglomération parisienne*, tome 1, *L'espace social dans une grande cité*, Paris, PUF, 1952, p. 12-37.

BLACK, Jeremy (2004), *Regards sur le monde, une histoire des cartes*, Boulogne, Octopus/Hachette, 175 pp..

BLIN, Éric & BORD, Jean-Paul (2016), *Initiation Géo-graphique ou Comment Visualiser son Information*. Paris: SEDES

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

BONIN, Sèrge (1981), "L'enseignement de la cartographie", *Norois*, 109, pp. 31-44.

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..

BRANDÃO, Tiago (2015), "Origens da Comissão Nacional do Ambiente na emergência da política ambiental em Portugal", *Ler História*, pp. 129-167 - https://doi.org/10.4000/lerhistoria.1754

BRITO, Raquel Soeiro (2005, Coord.), *Atlas de Portugal*, Lisboa, Instituto Geográfico Português.

BRUNET, Roger (1987), *La carte, mode d'emploi*, Paris, Fayard/Reclus, 269 pp..

BRUNET Roger (1968), "Compte rendu: Bertin (Jacques), Semiologie graphique, Paris, Mouton et Gauthier-Villars, 1967, 431 p., ill.", Revue Geographique de l'Est VIII, 398-399 - https://www.persee.fr/doc/rgest_0035-3213_1968_num_8_3_2030_t1_0398_0000_3

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.

CABEZAS GELABERT, Lino & LÓPEZ VILCHEZ, Inmaculada (coords., 2015), *Dibujo y territorio. Cartografía, topografía, convenciones gráficas e imagen digital*. Madrid, Cátedra.

CAMPBELL, J. (1991), *Map Use and Analysis*, Dubuque, W. C. Brown, 418 pp..

CAMPOS, Vítor & FERRÃO, João (2015), *O Ordenamento do Território em Portugal: uma perspetiva genealógica*. Lisboa, ICS, Working Papers.

CASACA, João et al. (2000, 2ª edição), *Topografia Geral*, Lisboa, Lidel, 306 pp..

CASTIGLIONE, Luiz Henrique (2021), "Evolução Gistórica da Geoinformação", In MENEZES, Paulo; FERNANDES, Manoel & CRUZ, Carla (2021, Orgs.), Cartografias do Ontem, Hoje e Amanhã. Curitiba, Appris editora, pp. 8-40.

CASTRO, José Flávio Morais (2012), *História da Cartografia e Cartografia Sistemática*, Belo Horizonte, Editora PUCMINAS, 102 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.

CHEIZE, Robert & ROUSSEAU, Jean-Pierre (1996), *Le Monde en Cartes*,Paris, Armand Colin, 166 pp..

CHRISTOPHE S., ZANIN C., ROUSSAFFA H. (2011), "Colours Harmony in Cartography", Paris, Conference Paper. Conference: 25th International Cartographic Conference (ICC2011), 2011 July, 2-8, Paris - https://www.researchgate.net/publication/236330793_Colours_harmony_in_cartography

CORTEZ, J. J. de Mendonça (1884), *Noticia relativa á Cartographia e ao novo systema de relevagem das cartas geographicas*, Lisboa, Typ. Lallemant frères.

COSTA, B. C. Cincinnato da e CASTRO, D. Luiz de (1900, coords.), *Portugal au point de vue agricole*, Lisboa, Imprensa Nacional.

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 Mª Helena DIAS (coord.), *Os Mapas em Portugal, da tradição aos novos rumos da Cartografia*, Lisboa, Ed. Cosmos, pp. 161-181.

DAVEAU, Suzanne. & GALEGO, Júlia (1995), "Difusão e ensino da Cartografia em Portugal", pp. 85-123, in DIAS, Maria Helena (1995), *Os Mapas em Portugal, da tradição aos novos rumos*. Lisboa, Edições Cosmos.

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, Maria 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*, 5ª série, nº 24, pp. 49-80.

DIAS, Maria Helena (1996), "As Mapotecas Portuguesas e a Divulgação do Património Cartográfico Nacional. Algumas reflexões", Lisboa, *Cartografia e Cadastro*, 5, IPCC, pp. 43-50.

DIAS, Maria Helena (Coord., 1995), *Os Mapas em Portugal. Da Tradição aos Novos Rumos da Cartografia*, Lisboa, Cosmos, 344 pp..

DIAS, Maria Helena (1995), “As vicissitudes das séries topográficas e temáticas: um retrato da cartografia portuguesa contemporânea”, Lisboa, *Finisterra*, XXX, 59-60, pp. 57-76.

DIAS, Maria Helena (1993), *Programa de Expressão Gráfica*, Lisboa, CEG, Linha de Acção de Geografia Regional e Histórica, nº 11, 71 pp..

DIAS, Maria Helena (1992), "Constrangimentos da Cartografia Temática Portuguesa", Lisboa, Revista do Inst, Geog. e Cadastral, 11, pp. 33-36.

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

DIAS, Maria 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,

DIAS, Maria Helena (1991), “Carto-grafias ou a reflexão sobre o impacto dos computadores na concepção cartográfica”, Lisboa, CEG, *Finisterra*, XXVI, 52, pp. 405-408.

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

DIAS, Maria Helena (1988), “Tratamento estatístico e gráfico em Geografia: ou o mau tratamento de materiais em livros pseudocientíficos”, Lisboa, CEG, *Finisterra*, XXIII, 45, pp. 140-147.

DIAS, Maria Helena (1986), “A necessidade de um Atlas de Portugal”, Lisboa, CEG, *Finisterra*, XXI, 41, pp. 131-139.

DIAS, Maria Helena (1984), “Um novo Atlas de Portugal. O Atlas do Ambiente”, Lisboa, *Finisterra*, XIX, 37, pp. 88-92.

DIAS, Maria Helena (1979), “A expressão gráfica nos manuais de Geografia do Ensino Secundário. A utilização das matrizes gráficas”, Lisboa, *Finisterra*, XIV, 28, pp. 303-314.

DIAS, Maria 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, nº 3, 89 pp..

DIAS, Maria Helena, BOTELHO, Henrique Ferreira (Coord., 1998), *Quatro Séculos de Imagens da Cartografia Portuguesa*, Lisboa, União Geográfica Internacional, Conferência Regional 98.

DICKINSON, G. C. (1981, 2ª 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, Addinson Wesley Longman Ltd, 184 pp..

EHRENSVÄRD, Ulla (1987), “Color in Cartography: a Historical Survey”, in *Art and Cartography*, Ed. David Woodward, Chicago e Londres, University Chicago Press, pp. 123-146.

FERNANDES, Mário Gonçalves (2025), “L'oeuvre de Jacques Bertin et la formation des géographes au Portugal et à la FLUP”, Le Laboratoire de Graphique de Jacques Bertin, Journée d’étude

"Traductions et réception internationale de l'oeuvre de Jacques Bertin", Paris, centre de colloques du Campus Condorcet à l'EHESS de 28 novembre 2022, (https://laboratoire-graphique.fr/) (no prelo).

FERNANDES, Mário Gonçalves (2024, Coord.), *ATAS. X Simpósio Luso-Brasileiro de Cartografia Histórica*, Porto, FLUP, DOI: https://doi.org/10.21747/978-989-9193-39-0/ata; URL: https://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/20597.SLBCH%202024.pdf

FERNANDES, Mário Gonçalves (2021, Org.), *A Cartografia como meio de conhecimento: cidades, viticultura e turismo*, Porto, FLUP, DOI: https://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/18367.pdf; URL: https://ler.letras.up.pt/site/default.aspx?qry=id022id1745&sum=sim

FERNANDES, Mário Gonçalves (2017), "Ilustração e Cartografia nos manuais escolares de Geografia, do Ensino Básico e Secundário, em Portugal (séculos XIX e XX)", in SEBASTIÁ ALCARAZ, Rafael e TONDE MONLLOR, Emilia M. (Coords e Eds), *Atas do VII Congreso Ibérico de Didáctica de la Geografía*. Alicante: CEE Limencop S.L., pp. 736-752 - ISBN digital: 978-84-608-3836-4; https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/54151?locale=en.

FERNANDES, Mário Gonçalves (2008), *Cartografia. Programa, conteúdos e métodos de ensino*, Porto, FLUP, Relatório de concurso para Professor Associado (policopiado), http://ler.letras.up.pt/site/default.aspx?qry=id07id1231&sum=sim

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 Gonçalves (2002), *Urbanismo e morfologia urbana no Norte de Portugal (Viana do Castelo, Póvoa de Varzim, Guimarães, Vila Real, Chaves e Bragança), 1852-1926*, Porto, FLUP, tese de doutoramento (policopiado).

FERNANDES, Mário Gonçalves (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);

FERNANDES, Mário Gonçalves, MARQUES, Helder & OLIVEIRA, Nuno (2016), "A Carta da População de Portugal (1929): um contributo para a história da Cartografia Temática em Portugal", *Atas do VI Simpósio Luso-Brasileiro de Cartografia Histórica*, Porto, FLUP, pp. 241-250; https://drive.google.com/drive/folders/0BwsJ4eeTvlPXcEVYSU9YM0FhWjA);

FERNANDES, Mário Gonçalves & MARQUES, Helder (2013), "Dois momentos de consolidação da geografia em Portugal e a conceção e representação cartográfica da "montanha"", in FERNANDES, Mário Gonçalves, *A Cartografia como meio de conhecimento: cidades, viticultura e turismo*, Porto, FLUP, pp. 241-250;

FERNANDES, Mário Gonçalves, MARQUES, Helder & MARTINS, Luís (2001), "A revisão da Lei Eleitoral Portuguesa: delimitação territorial de círculos uninominais de candidatura. Uma perspectiva geográfica",

Quatrièmes Journées d'études Nord du Portugal–Aquitaine (CENPA), Articulations des Territoires dans la Péninsule Ibérique, Bordeaux, Col. de la Maison des Pays Ibériques, pp. 237-244 e 467-469.

FERREIRA, Conceição Coelho & SIMÕES, Natércia N. (1987), *Tratamento estatístico e gráfico em geografia*. Lisboa: Gradiva. Publicações Lda.

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, 1ª edição e 1958, 2ª edição), *Atlas de Portugal*, Coimbra, Gráfica de Coimbra e Lito-Coimbra.

GOMES, Bernardino de Barros (1878), *Cartas Elementares de Portugal para uso das escolas, Approvadas para as escolas primárias pela Junta Consultiva de Instrucção Publica, e duas d'ellas duas vezes premiadas na exposição de Philadelphia de 1876*. Lisboa, Lallemant Frères Typ..

GOMES, Eduardo (2016), "Creating a Dot Density Map: Resident Population in Mainland Portugal", *The Cartographic Journal*, The British Carthographic Society, pp. 1-6.

HARLEY, J. Brian (1995, 1ª edição 1988), "Cartes, saboir 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.

HESSLER, John (2015), *Map. Exploring the world*, New York, Phaidon Press Limited, 352 pp..

EXÉRCITO, Instituto Geográfico do, (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, Collection Synthèse, nº 97, 96 pp..

LIBAULT, André (1975), Geocartografia, São Paulo, Companhia Editora Nacional, Editora da Universidade de São Paulo

MacEACHREN, Alan M. (1995), *How Maps Work. Representation, Visualization, and Design*, New York, The Guilford Press.

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, António e REDWEIK, Paula (2010), "Recuperação radio-geométrica e catalogação digital de coberturas aéreas antigas da zona de Lisboa", Boletim do IGeoE, nº 72, pp. 6-16.

MARQUES, Helder & FERNANDES, Mário G. (2011), "Cartografar para compreender: a viticultura portuguesa, da difusão do filoxera à estruturação das adegas cooperativas da Junta Nacional do Vinho", Belo Horizonte, UFMG, *Arquivos do Museu de História Natural e Jardim Botânico,* Vol. XX, Tomo I, pp. 185-227.

MARQUES, Miguel da Silva (2001), *Cartografia Antiga, Tabela de equivalências de medidas*, Lisboa, Ministério da Cultura, Bilioteca Nacional.

MARQUES, Teres Sá, SANTOS, Helder, SARAIVA, Miguel (2024). "Urbanisation and Territorial Change in Portugal", in Lois-González, R.C., Rio Fernandes, J.A. (eds) *Urban Change in the Iberian Peninsula*. The Urban Book Series. Springer, Cham., pp. 37-54 - https://doi.org/10.1007/978-3-031-59679-7_3

MATOS, João Luís (2001, 2ª edição), *Fundamentos de Informação Geográfica*, Lisboa, Lidel, 326 pp..

MELYNSKA-GULIJ, Beata e ZUCHOWSKI, Tadeusz (2018), *European Topography in Eighteenth-Century Manuscript Maps*, Poznan.

MENEZES, Paulo e FERNANDES, Manoel (2013), *Roteiro de Cartografia*, São Paulo, Oficina de Textos, 287 pp..

MENEZES, Paulo; FERNANDES, Manoel & CRUZ, Carla (2021, Orgs.), *Cartografias do Ontem, Hoje e Amanhã*. Curitiba, Appris editora, 529 pp..

MERLIN, Pierre (1982), *La topografía*, Barcelona, Oikos-tau, 149 pp..

METZ, Christian (1971), "Réflexions sur la "Sémiologie graphique" de Jacques Bertin", *Annales*, pp. 741-767 - https://www.persee.fr/doc/ahess_0395-2649_1971_num_26_3_422441

MONMONIER, Mark (1996, 1ª ed. 1991), *How to Lie whith Maps*, The University of Chicago Press.

MONKHOUSE, F. J. e WILKINSON, H. R. (1966, 1ª ed. 1963), *Mapas y Diagramas*, *Técnicas de elaboración y trazado,* Barcelona, Oikos-Tau, 533 pp..

MOCNIK, Franz-Benjamin (2022) "Why we can read maps", *Cartography and Geographic Information Science*, 50:1, 1-19, DOI: 10.1080/15230406.2022.2127911

MOREIRA, Luís Miguel Alves (2012), *Cartografia, Geografia e Poder: o processo de construção da imagem cartográfica de Portugal, na segunda metade do século XVIII*. Guimarães, Universidade do Minho, Instituto de Ciências Sociais, Tese de Doutoramento (policopiado).

NAVIA OSORIO, José Ramon M. (2000), *A construção do território, Mapa histórico do Noroeste da Península Ibérica*, Madrid, Lunwerg editores, 456 pp..

PALSKY, Gilles (2017). *¡La Semiología gráfica de Jacques Bertin cumple cincuenta años!* VisionsCarto. https://visionscarto.net/semiologia-grafica-bertin

PALSKY, Gilles (2015), "Jacques Bertin", https://hypergeo.eu/jacques-bertin/

PALSKY, Gilles (2012), "Map Design vs Sémiologie Graphique. Réflexions sur deux courants de la cartographie théorique", Paris, CFC, N°212, pp. 7-12.

PALSKY, Gilles (2008), "Connections and exchanges in European thematic cartography. The case of 19th century choropleth maps", *Belgeo*, 3-4 | 2008, 413-426. *Belgeo* [En ligne], 3-4 | 2008, mis en ligne le 22 mai 2013: http://belgeo.revues.org/11893

PALSKY Gilles (2003a), *L'Esprit des Cartes. Approches historiques, sémiologiques et sociologiques en cartographie*, mémoire de synthèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches, Universidad de París XII-Val de Marne, 219 pp..

PALSKY Gilles (2003b), "Eléments pour une histoire de la sémiologie graphique avant Jacques Bertin", *Bulletin de l'Assotiayion de Géographes Françaises*, 80-2, pp. 183-194, https://www.persee.fr/doc/bagf_0004-5322_2003_num_80_2_2326

PALSKY, Gilles (1999), "Borges, Carrol et la carte au 1/1", *Cybergeo: European Journal of Geography* [En ligne], Cartographie, Imagerie, SIG, document 106, mis en ligne le 30 septembre 1999, consulté le 28 février 2025. URL: http://journals.openedition.org/cybergeo/5233

PALSKY, Gilles (1998), "Aux sources de la sémiologie graphique", Colloque de l'Assotiation des Cartographes Géographes, CFC, nº 156, pp. 32-43.

PALSKY, Gilles (1996), *Des Chiffres et des Cartes, La cartographie quantitative au XIX siecle*, Paris, CTHS, 331 pp..

PALSKY, Gilles (1984), "Des représentations topographiques aux représentations thématiques. Recherches historiques sur la communication cartographique", Paris, *Bulletin de l'Association de géographes français*, N°505-506, 61e année, Novembre-décembre,. pp. 389-398.

PALSKY Gilles & ROBIC, M.-C. (2000), "Aux sources de la sémiologie graphique". *Cybergeo*, Dossiers, Colloque «30 ans de sémiologie graphique». En ligne, URL (consulté le 29/04/2021) : https://journals.openedition.org/cybergeo/554

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 cartografía*, Barcelona, Vicens Vives, 132 pp..

POPELKA, Stanislav et al (2012), "Advanced Map Optimalization Based on Eye-Tracking", in *Cartography. A Tool for Spatial Analysis*, ed. by BATEIRA, Carlos, IntechOpen, pp. 99-118.

KENT, Alexander J. & SPECHT, Doug (2023), *The Routledge Handbook of Geospatial Thecnologies and Society*, New York, 655 pp..

KENT, Alexander J. & VUJAKOVICE, Peter (2020), *The Routledge Handbook of Mapping and Cartography*, New York.

KROGT, Peter van der (2015), "The Origin of the Word 'Cartography', *e-Perimetron*, Vol. 10, Nº. 3, pp. 124-142.

FIELD, Kenneth (2018), *Cartography*, ESRI Press

KRAAK, Menno-Jan & ORMELING, Ferjan (2003, 1ª ed. 1996), *Cartography. Visualization of Geospatial Data*, Essex, Prentice Hall, Pearson Education, 205 pp.

RAISZ, Erwin (1969, ©1938), *Cartografia Geral*, Rio de Janeiro, Editora Científica, 413 pp..

KOYLU, Caglar, TIAN, Geng & WINDSOR, Mary (2021), "FlowMapper.org: A web-based framework for designing origin-destination flow maps", *Journal of Maps*, https://arxiv.org/abs/2110.03662

RIBEIRO, Orlando (1987), *Introdução ao estudo da Geografia Regional*. Lisboa, Ed. João Sá da Costa.

RIBEIRO, Orlando (1949), *Problemas da Universidade*, Lisboa, Liv. Sá da Costa Ed..

RIMBERT, Sylvie (1975), "Sémiologie Graphique par Jacques Bertin", Paris, *Annales de géographie*, Tomo 84, nº 462, pp. 241-242.

RIMBERT, Sylvie (1968), *Leçons de Cartographie Thématic*, Paris, S.E.D.E.S., 139 pp..

ROBINSON, A. H. (1952) *The Look of Maps: An Examination of Cartographic Design*, Madison, Wis., University of Wisconsin Press.

ROBINSON, Arthur H., SALE, Randall D., MORRISON, Joel L., MUEHRCKE, Phillip C. (1987, ©1984), *Elementos de Cartografía*, Barcelona, Ediciones Omega, (Iª edição 1953, New York), 543 pp..

ROBINSON, Arthur H., SALE, Randall D., MORRISON, Joel L. (1978, 4ª ed.), *Elements of Cartography*, New York, John wiley ans Sons, Inc. Omega, 448 pp..

ROBINSON, A. H. e SALE, Randall D. (1969, 3ª ed.), *Elements of Cartography*, New York, John wiley ans Sons, Inc. Omega, 415 pp..

ROTH, Rob (2024), "Finding Meaning in Interactive Maps: Towards a Semantics & Syntactics for Map User Experience Design", University of Wisconsin Cartography Lab., International Cartography Association (ICA), https://www.youtube.com/watch?v=8dQO95sj_aY&ab_channel=cartoassociation

SANTOS, José António (1985), *Regionalização, Processo Histórico*, Lisboa, Livros Horizonte.

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)

SIMÃO, José A. (1995), *Breves notas sobre as origens e antecedentes do Instituto Português de Cartografia e Cadastro*, Lisboa, MPAT, 29 pp..

SLOCUM, Terry A., McMASTER, Robert B., KESSLER, Fritz C., & HOWARD, Hugh H. (2005, 2ª ed.), *Thematic Cartography and Geographic Visualization*, New Jersey, Prentice Hall Series in Geographic Information Science, 518 pp..

SLOCUM, Terry A. (1999, 1ª edição), *Thematic Cartography and Visualization*, New Jersey, Prentice Hall Series in Geographic Information Science, 293 pp..

STEINBERG, Jean (1997), «L'apport de la sémiologie graphique de Jacques Bertin à la cartographie pour l'aménagement et l'urbanisme», *Cybergeo: European Journal of Geography* [Online], Topics, document 146, Online since 17 November 2000, connection on 07 March 2025. URL : http://journals.openedition.org/cybergeo/497 ; DOI : https://doi.org/10.4000/cybergeo.497

STEINBERG, Jean (1996), *Cartographie pratique pour la Geographie et l'amenagement*, 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, Imprensa Nacional-Casa da Moeda, edição fac-similada, pp. I-XI.

Vários (1999), *Revisão da Lei Eleitoral para a Assembleia da República, Estudos de Delimitação de Círculos Uninominais de Candidatura*, Porto, Presidência do Conselho de Ministros e Ministério da Ciência e Tecnologia (colaboração de CEG-UL, DAO/DET-UA, GEDES-UP e ISEGI-UNL).

WALLIS, Helen M. e ROBINSON, A. H. (Editores, 1987), *Cartographical Innovations, An Intemacional Handboock of Mapping Terms to 1900*, Londres, Londres, Map Collector Pub. e ICA. 353 pp..

WOODWARD, David (1987), *Art and Cartography*, Chicago e Londres, Ed. David Woodward, University Chicago Press.

ZANIN, C.; TRÉMÉLO, M. (2003), Savoir faire une carte. Aide à la conception et à la réalisation d'une carte thématique univariée. Belin, 197 p..

2. Bibliografia de âmbito pedagógico

ALBUQUERQUE, Maria Adailza Martins (2024), "A ciência geográfica e o ensino de geografia: trajetórias, mudanças, contextos e desafios contemporâneos no Brasil", in TELES, Glauciana Alves, SOBRINHO, José Falcão & CLAUDINO, Sérgio (2024, Orgs.), *Educação Geográfica e Formação de Professores no Brasil e Portugal: Trajetórias e Atualidades*, Sobral CE Sertão, Editora Ser Tão Cult, pp. 13-35.

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..

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti & BELHOT, Renato Vairo (2010), "Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais", *Gest. Prod*., São Carlos, Vol. 17, nº. 2, pp. 421-431.

FOUREZ, Gérard (Dir.) et al (2002), *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*, Bruxelles, De Boeck Université, 283 pp..

FRY, Heather, KETTERIDGE, Steve & MARSHALL, Stephanie (2009), "Understanding student learning", in FRY, Heather, KETTERIDGE, Steve & MARSHALL, Stephanie (Eds., 2009), *A Handbook for Teaching and Learning in Higher Education. Enhancing Academic Practice*, London, Taylor & Francis ed., 525 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..

GUERRA, Miguel Ángel Santos (2003), *Uma seta no alvo. A avaliação como aprendizagem*, Lisboa, ASA Editores.

LEITE, Miriam Soares (2004). C*ontribuições de Basil Bernstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar.* Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 132 pp..

LOURO, Ana (2024) "Estratégias e recursos de aprendizagem aplicados na prática de ensino supervisionada em geografia: exemplos no contexto português entre 2016 e 2022", in TELES, Glauciana Alves, SOBRINHO, José Falcão & CLAUDINO, Sérgio (2024, Orgs.), *Educação Geográfica e Formação de Professores no Brasil e Portugal: Trajetórias e Atualidades*, Sobral CE Sertão, Editora Ser Tão Cult, pp. 105-124.

MELYNSKA-GULIJ, Beata (2020), "Educating tomorrow's cartographers", in KENT, Alexander J. & VUJAKOVICE, Peter (2020), *The Routledge Handbook of Mapping and Cartography*, New York, pp. 561-568.

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..

SERRA, Paula & GALVÃO, Cecília (2015), "Evolução do currículo de ciências em portugal: será Bloom incontornável?", *Revista Interacções*, Vol. 11, nº 39, número especial – XV Encontro Nacional de Educação em Ciências, pp. 255-271, https://doi.org/10.25755/int.8736

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.

SILVER, Harvey F., STRONG, Richard W. & PERINI, Matthew J. (2010), *Inteligências Múltiplas e Estilos de Aprendizagem*, Porto, Porto Editora, 112 pp..

TAVARES, António Henrique (1979), *A motivação na escola activa*, Lisboa, Didáctica Editora, 122 pp..

TELES, Glauciana Alves, SOBRINHO, José Falcão & CLAUDINO, Sérgio (2024, Orgs.), *Educação Geográfica e Formação de Professores no Brasil e Portugal: Trajetórias e Atualidades*, Sobral CE Sertão, Editora Ser Tão Cult, 229 pp.

3. Relatórios similares

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

DIAS, Maria 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..

MADUREIRA, Helena (2024), *Cidades e Sustentabilidade Ambiental. Relatório da Unidade Curricular*, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, policopiado, 80 pp..

MARQUES, Helder Trigo Gomes (2004), *Geografia e Desruralização, Relatório pedagógico/científico*, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, policopiado, 81 pp..

MARQUES, Teresa Sá (2023a), *Relatório da Unidade Curricular de Planeamento, Prospetiva e Gestão Urbana*, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, policopiado, 107 pp..

MARQUES, Teresa Sá (2023b), *Sumário da Lição. Da Teoria de Mudança do PNPOT às Abordagens Transformadoras dos PROT*, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, policopiado, 36 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..