

TIPOS E HISTÓRIA DA CARTOGRAFIA

Texto Original:

<http://www.emdiv.com.br/pt/mundo/tecnologia/714-tipos-e-historia-da-cartografia.html>

Tradução e ampliação:

Iran Carlos Stalliviere Corrêa, Curador do Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe. Departamento de Geodésia - Instituto de Geociências-UFRGS, Porto Alegre-Brasil. <http://www.ufrgs.br/museudetopografia/> - iran.correa@ufrgs.br

A manutenção da rota de um avião ou navio, a análise e definição de estratégias militares de ataque e defesa, a localização de jazidas e possíveis vias de acesso, ou a simples orientação rodoviária numa viagem de turismo, todas essas atividades exigem **mapas específicos** com diferentes objetivos e usuários. É este o campo da **cartografia**.

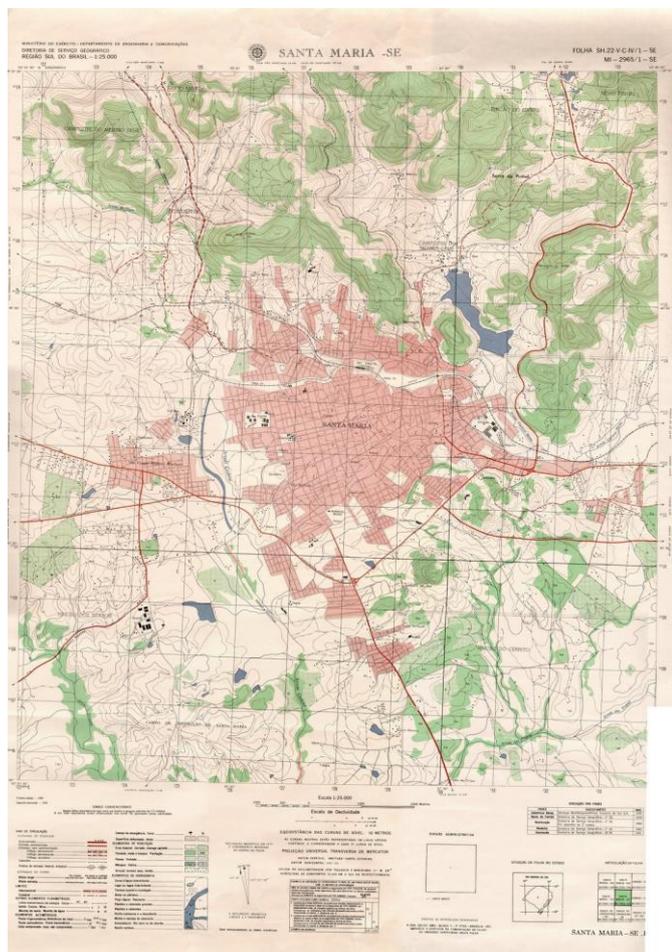
Dá-se o nome de **cartografia** à ciência de preparar cartas, mapas e planos para os mais variados fins, com diversos níveis de complexidade e informação, baseados em elementos científicos, técnicos e artísticos de extremo apuro, tendo por base os resultados da observação direta ou da análise de documentos. As ciências mais afins à **cartografia** são a **geografia** e a **geodésia**.

Entende-se por **mapa** a representação gráfica convencional, geralmente plana e em pequena escala, de áreas relativamente extensas, como acontece nos mapas murais e os atlas. Para tal, são utilizados diversos sistemas de projeção, estabelecidos matematicamente.

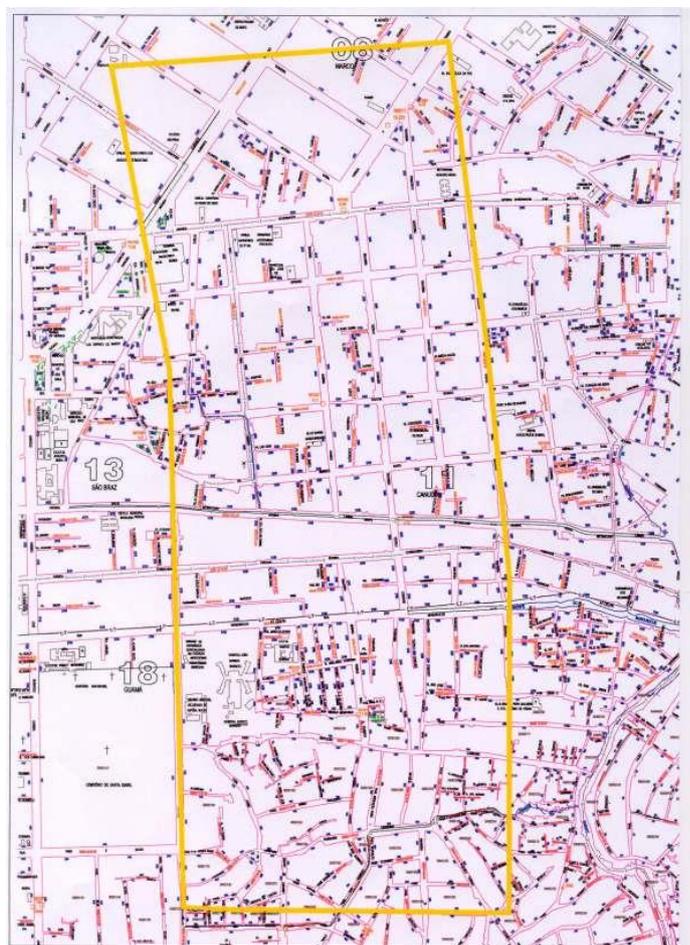


Mapa-Múndi

As **cartas** diferem dos mapas pela representação gráfica em grande escala, enquanto que os planos são cartas que representam áreas relativamente pequenas, o que permite desprezar a curvatura e adotar escala constante.



Carta Topográfica

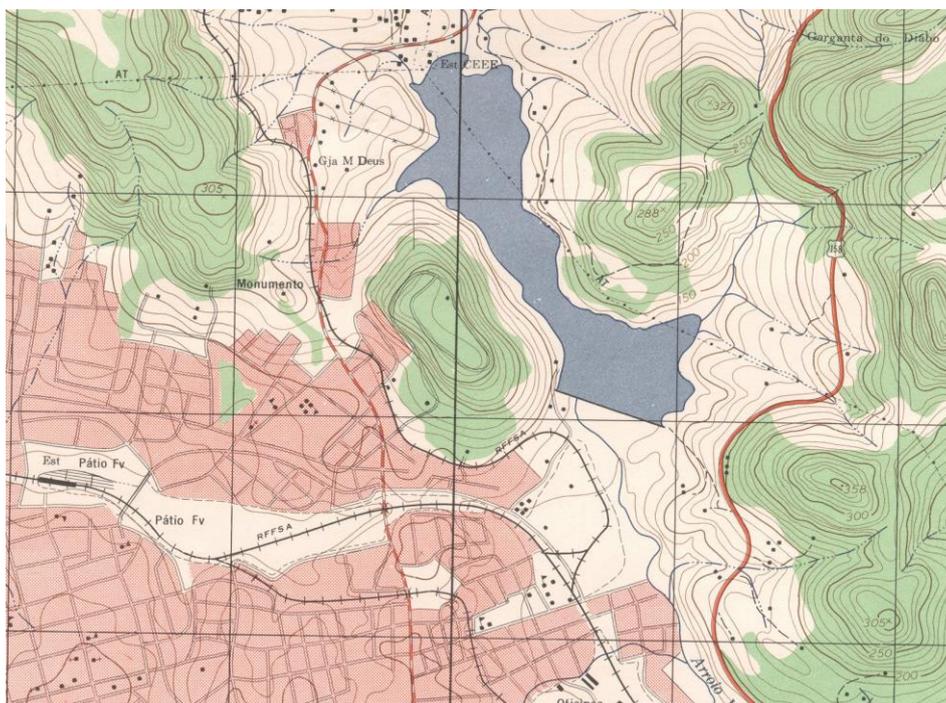


Planta Cadastral

Escala é a relação estabelecida entre a representação do fenômeno no mapa e sua verdadeira dimensão. A escala 1:1.000.000 significa que cada medida linear do espaço real está reduzida, no mapa, à milionésima parte (1km=1mm). O plano, que representa áreas menores, geralmente trabalha com a escala 1:500 ou 1:50.000. O principal problema da cartografia é a **projeção da superfície curva da Terra** sobre uma superfície plana, o que necessariamente provoca alterações nos ângulos e linhas definidos pelas coordenadas geográficas.

Divisões da cartografia - Três são as divisões básicas da cartografia: (1) **cartografia topográfica**, topo-cartografia ou cartografia original; (2) **cartografia geográfica** ou geo-cartografia; (3) **cartografia temática** ou cartografia aplicada.

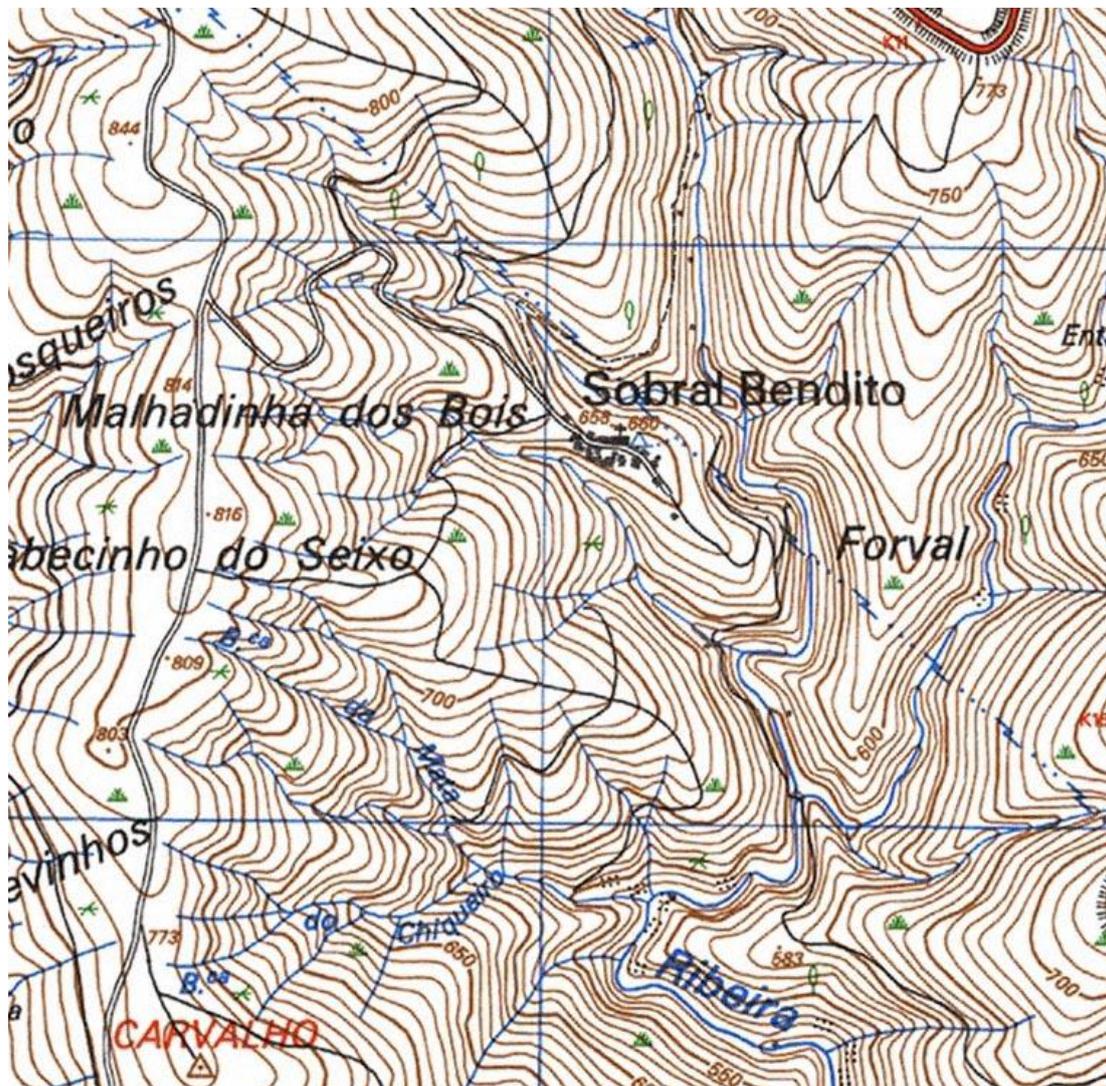
Cartografia topográfica - Vinculada à geodésia, a cartografia topográfica dedica-se à transformação direta das medidas e fotografias, obtidas pelos levantamentos de campo, em desenho manual ou pelos levantamentos fotográficos. É quase exclusivamente praticada em instituições governamentais que se dedicam à execução da carta de um país. Trabalho permanente, de contínuo aperfeiçoamento e pormenorização, passou a ser indispensável à tomada de decisões da administração pública e à defesa do território nacional. Com o emprego de escalas pequenas, produzem-se mapas detalhados, matematicamente corretos e que servem de base para outros menos detalhados.



Carta Topográfica

O uso de **imagens estereoscópicas** nos levantamentos aerofotogramétricos simplificou o desenho cartográfico, tornando-o de mais rápida execução e menos dependente do esforço individual. A aerofotogrametria constitui um método de medida e representação do terreno por meio da fotografia aérea, que é uma perspectiva cônica do terreno. As deformações ópticas desse tipo de foto são corrigidas no momento da fotografia ou em laboratório. Por si só, no entanto, a aerofotogrametria não reduziu os levantamentos de campo, e ainda necessita de apoio terrestre, **planimétrico** e **altimétrico**.

A **carta topográfica** é, em regra, constituída por numerosas folhas topográficas conexas. São muito utilizadas em atividades profissionais de alto nível ligadas à engenharia, à navegação, à estratégia e à logística militar etc.



Detalhes em uma Carta Topográfica

Cartografia geográfica - Quase exclusivamente praticada por empresas privadas, algumas de elevado padrão técnico, a cartografia geográfica opera em íntima conexão com a geografia, produzindo peças cartográficas para uso do público em geral, sobretudo estudantes. A **geo-cartografia** trabalha a partir da cartografia topográfica, reduzindo escalas, simplificando conteúdos nas minúcias topográficas e generalizando alguns dos aspectos do desenho.

Mapas murais ou em coleção (*atlas*), mapas avulsos, plantas de cidades, globos e cartas em relevo são alguns dos produtos comerciais oriundos da cartografia geográfica. O nome **atlas** deve-se ao fato de, em 1595, na folha de ante-rostro da coleção de mapas de Gerardus Mercator (*publicada por iniciativa de seu filho Rumold*), aparecer como ilustração de abertura o titã Atlas, condenado por Zeus a carregar o mundo sobre os ombros.



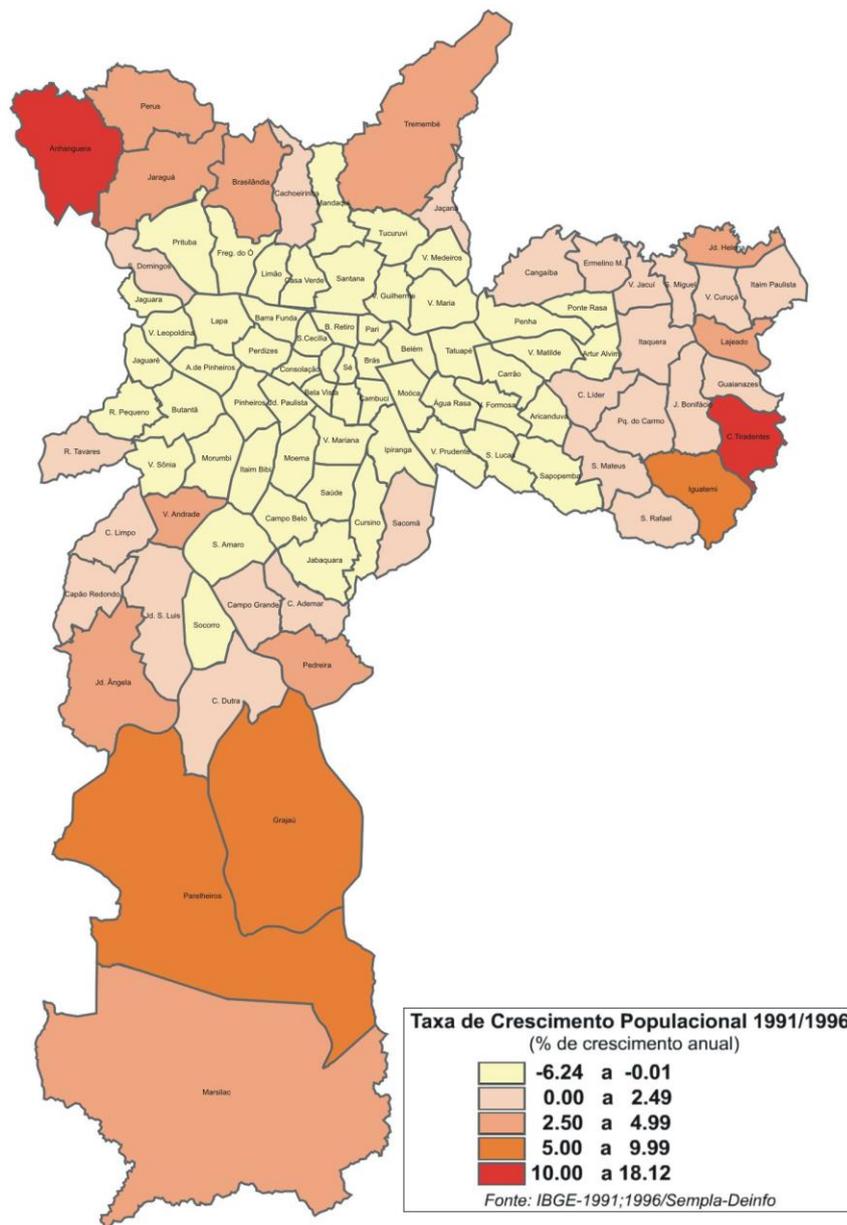
Planta da Cidade do Rio de Janeiro

Cartografia temática - A confecção de **cartogramas** é a área da cartografia temática. Cartogramas são mapas esquemáticos, com elevado nível de abstração, em que formas ou localizações reais são estilizadas com fins conceituais e informativos. Os elementos cartográficos, reunidos numa só folha, são representações gráficas de fenômenos espaciais e temporais, pelo que abordam numerosos assuntos quase sempre em mutação contínua, como as migrações, fluxos de veículos, desmatamento, reflorestamento etc.

O **mapa esquemático** que serve de base para o cartograma é extraído do mapa topográfico ou geográfico, sendo o tema do cartograma exposto mediante diversos recursos gráficos, como pontos e figuras, quando é chamado de **pictórico**. Nessa modalidade, o ponto como figura geométrica é adimensional, isto é, seu tamanho nada representa e só vale como material de leitura. Além de pontos, usam-se barras e faixas que indicam extensões lineares ou, pela espessura, a

importância do fenômeno. Outro tipo é o **cartograma de isocurvas**, em que as curvas ou linhas representam, pela posição, valores equivalentes em toda a sua extensão.

Outras espécies de **cartogramas**: os de superfície, bidimensionais, recomendados para indicar as variações de determinados fenômenos por meio do uso de áreas sombreadas ou coloridas; cartogramas de aparência tridimensional, também denominados blocos-diagramas, em que os fatos são expostos em perspectiva, exibindo-se o mapa esquemático.



Mapa Temático do crescimento Populacional de São Paulo

HISTÓRIA DA CARTOGRAFIA

Amostras de primitivos trabalhos **cartográficos** encontradas em pedras, papiros, metais e peles representam o meio ambiente e a situação das terras por meio de figuras e símbolos. Usaram-se, ainda, varas de bambu, madeira, tecido de algodão ou cânhamo, fibras de palmeira e conchas.

O **Museu Semítico** da Universidade de Harvard, em Cambridge, Estados Unidos, possui um mapa de origem ainda mais remota; gravado em pedra argilosa, foi achado na região mesopotâmica de Ga-Sur e parece datar de 2500 a 3000 a.C.



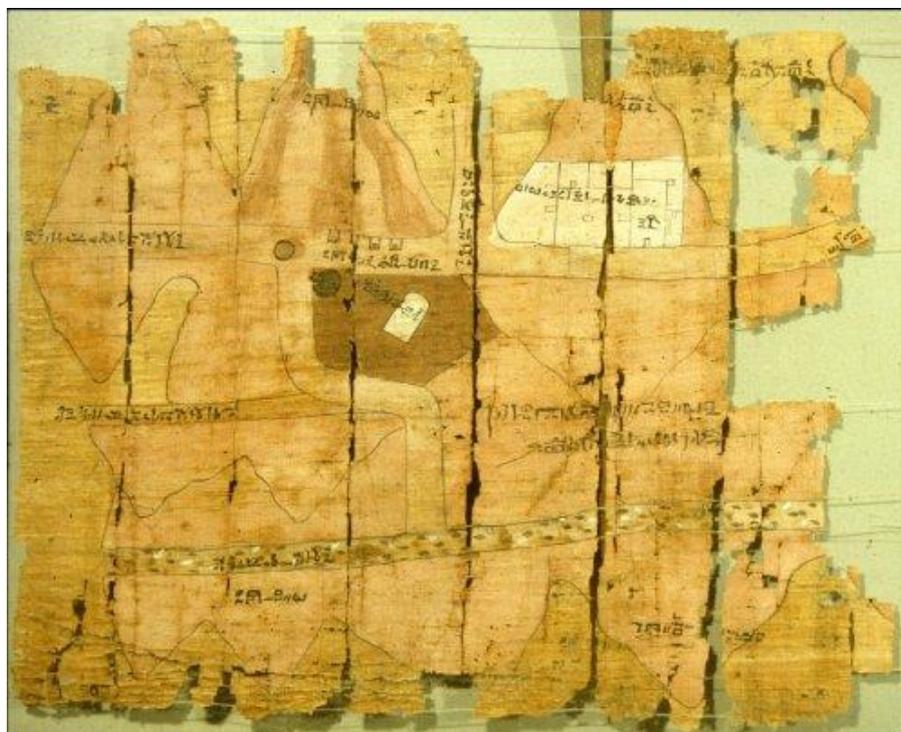
Mapa Mesopotâmico de Ga-Sur

Outro trabalho de cartografia muito antigo (2000 a.C.), desenhado em rocha, foi localizado numa região do norte da Itália, habitada outrora por um povo denominado camunos (*camuni*) pelos romanos.



Inscrições no Norte da Itália – Camunos

O Museu de Turim, na Itália, conserva a planta, desenhada em papiro, de uma mina de ouro da Núbia, na África, que data da época de Ramsés II do Egito (1304-1237 a.C.).



Mapa das Minas de Ouro da Núbia

Coube aos gregos os primeiros fundamentos da **geografia** e das normas **cartográficas**, e ainda hoje os alicerces do sistema



Mapa Múndi elaborado por Eratóstenes de Cirena

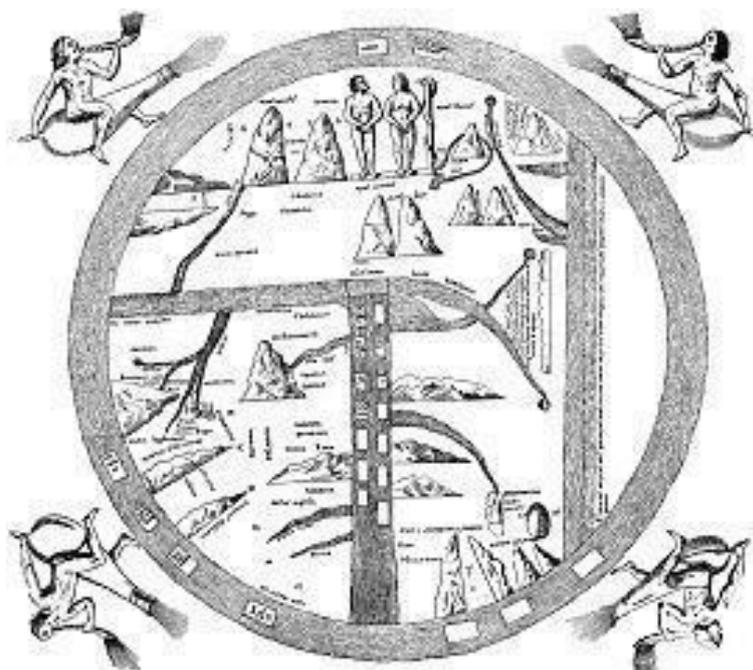
O grande nome da antiguidade, todavia, é **Ptolomeu**, que viveu no século II de nossa era. Astrônomo, geógrafo e cartógrafo, ele lançou as bases da geografia matemática e da cartografia no clássico tratado intitulado **Guia da geografia** (*Geographiké hyphegesis*), obra que só em 1405, com a tradução para o latim, chegou ao conhecimento dos eruditos europeus.

A era clássica romana não deixou mapas, embora haja registros literários de mapas elaborados em Roma. **Varrão** (*Marcus Terentius Varro*) menciona mapas no poema *Chorographia* e **Agripa** determinou a confecção de um mapa do mundo então conhecido. Das obras cartográficas romanas só se conhece a célebre **Tábua de Peutinger**, cópia, feita em 1265, de um original romano que sofreu sucessivos acréscimos até o século IX. Descoberta em 1494 pelo poeta Conradus Pickel (*ou Celtis*), que a legou a Konrad Peutinger, essa tábua somente veio a ser publicada em 1598. Encontra-se, desde 1738, na Biblioteca Pública de Viena. Trata-se de uma carta das estradas do Império Romano, com as cidades e as distâncias que as separam, e representa o mundo até a costa índica.



Parte das Tábuas de Peutinger

Idade Média - Entre as autoridades e autores medievais persistiram concepções gregas como a de estar a Terra pousada sobre um disco metálico. Ao mesmo tempo, as invasões dos bárbaros provocaram a estagnação da produção cartográfica e esta ficou sob exclusivo domínio de copistas eclesiásticos, que valorizaram o aspecto artístico em detrimento da exatidão. O disco metálico sobre o qual se considerava estar a Terra levou à elaboração de mapas circulares, orientados para leste ou sul, e com os continentes representados de forma esquemática. As separações entre as terras lembravam a letra **T**, donde serem conhecidos como "**mapas T-O**", "**mapas de roda**" ou "**mapas circulares**".



Mapas do tipo T-O

No primeiro período da Idade Média, destaca-se o mapa T-O de santo Isidoro de Sevilha. Dentre as centenas de mapas T-O incluídos nos 600 mapas-múndi medievais que se conservaram, avultam o mapa retangular de **Cosmas Indikopleustes**, do século VI, e as numerosas cópias dos mapas de **São Beato**, das quais a de **São Severo**, do ano 1030 e de forma oval, é a mais conhecida.

Na mesma época, a **cartografia árabe** experimentava marcante progresso. No ano de 827, o califa al-Mamum ordenou a tradução da Geografia de Ptolomeu para o árabe. Bagdá, Damasco e Córdoba, os centros culturais de então, reuniram geógrafos e cartógrafos estimulados pelo intenso comércio a se expandir do Mediterrâneo até a China. Foram autores de mapas **Ibn Hawkal**, **Abu Isak Istakhri** e **Maomé al-Idrisi**. Ibn Hula construiu um globo terrestre. O rei Rogério II, da Sicília, foi grande incentivador desse movimento, e a ele al-Idrisi dedicou sua compilação geográfica, que possuía um mapa-múndi dividido em setenta folhas.



Mapa Múndi de al-Idrisi

As cruzadas e o comércio marítimo, em especial o italiano, impulsionaram a confecção de cartas náuticas, mapas marítimos desenhados sobre pergaminho. ImproPRIAMENTE chamados de **portulanos**, tinham como característica principal o desenho da rosa-dos-ventos que ocupava todo o espaço do mar: resultava daí um conjunto de retas entrecruzadas que facilitava a fixação da rota por parte do navegador.

Destacam-se também nessa época as Tábuas Toledanas, de Toledo, Espanha, completadas em 1252 por ordem de Alfonso X (1221-

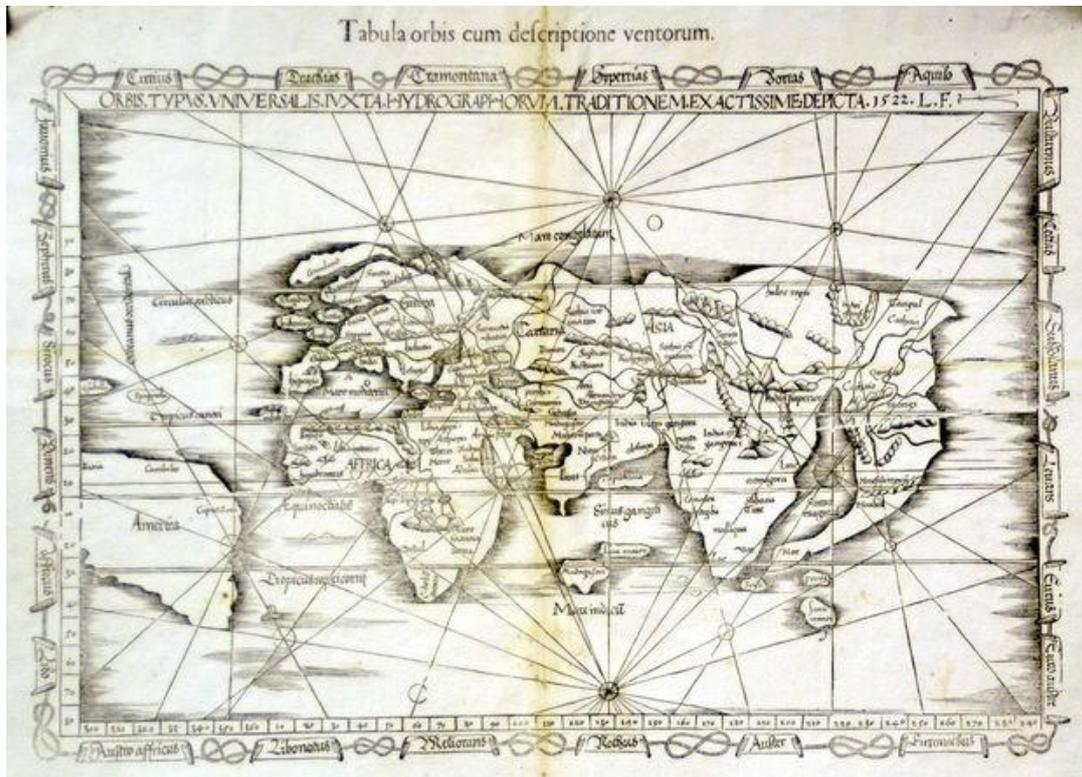
1284), rei de Castela, razão por que também são conhecidas como Tábuas Alfonsinas.

Nesse período de grande efervescência científica e cultural, são fundadas **escolas de cartografia** em Gênova, Veneza e Ancona, na Itália, bem como em Palma de Maiorca, no arquipélago das Baleares, Espanha, que logo assumiram o papel de principais fornecedores de mapas marítimos. Exemplo significativo da produção desses centros cartográficos é o **Atlas Catalão**, de 1375, organizado por ordem de Carlos V o Sábio, rei da França. Monumento artístico, tem oito folhas e o mapa, de 390cm x 69cm, é de autoria de **Jaime de Maiorca** (*Jafuda Creques*). Em conformidade com o sistema corporativo vigente à época, a cartografia, em sua produção e comércio, ficou associada a diversas famílias, que conservavam entre si certos segredos de ordem técnica.



Atlas Catalão

O ciclo das grandes navegações exigiu maior exatidão e ampliação das informações cartográficas. Ainda no século XV, em Sagres, Portugal, o **infante D. Henrique** - entre outros especialistas - reuniu geógrafos, astrônomos e cartógrafos de diferentes países, e no século seguinte Portugal já contava com grandes cartógrafos como **Lopo Homem**, **André Homem**, **Diogo Ribeiro**, **Gaspar Viegas**, **Bartolomeu Velho** e **Fernão Vaz Dourado**. Em 1508, em Sevilha, na Espanha, a Casa de la Contratación de las Índias instalou um órgão fiscalizador da produção e comércio de mapas para a navegação. O mapa-múndi **Orbis typus universalis tabula** (1512), do veneziano Jerônimo Marini, é o primeiro em que se registra o nome Brasil.



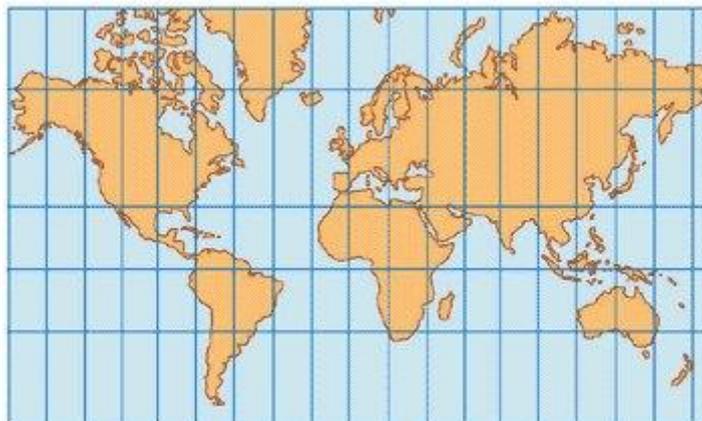
*Mapa-múndi **Orbis typus universalis tabula** (1512)*

Já na segunda metade do século XVI apareceram os primeiros mapas impressos em xilografia ou que empregavam gravações em chapas de cobre. O século XVII assistiu ao apogeu da cartografia nos Países Baixos, especialmente nas cidades de **Antuérpia** e **Amsterdã**. Esse progresso deve-se a cartógrafos como **Abraham Ortelius**, **Jodocus Hondius** e, sobretudo, a **Gerardus Mercator**, forma latinizada de Gerhard Kremer (*mercador*). Deve-se a **Ortelius** o **Theatrum orbis terrarum** (1570), com 53 folhas cartográficas e setenta mapas gravados em cobre, o primeiro atlas nos moldes dos atuais.



Theatrum orbis terrarum (1570)

Mercator criou a projeção que leva seu nome, própria para mapas náuticos, segundo a qual os meridianos são os ângulos retos aos paralelos de latitude.



Mapa mundi na Projeção de Mercator

Ainda nos Países Baixos, a família Blaeu reuniu alguns dos maiores nomes da época, como **Guilielmus Caesius** ou **Guilielmus Jansonius Blaeu**, **Jan Blaeu** e **Cornelis Blaeu**. Ao declínio da cartografia holandesa, acelerado pelo incêndio nas instalações da família Blaeu, seguiu-se a ascensão da cartografia francesa, em que sobressaem **Guillaume Delisle** e **Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville**.

No século XVIII ganha corpo o critério da exatidão como regra cartográfica e nesse aspecto se destaca o francês **César-François Cassini**, devido a sua carta da França, na escala 1:86.400, com 184 folhas. Pouco depois, Napoleão Bonaparte mandou preparar o mapa manuscrito de toda Europa, na escala 1:100.000, com 254 folhas.

Viajantes, cientistas e descobridores como **James Cook**, que fez a carta da Nova Zelândia e a da costa ocidental da Austrália, e **Alexander von Humboldt**, cuja obra Kosmos teve extrema importância para a geocartografia, foram grandes pioneiros nos levantamentos de campo.

Nessa mesma época, ocorreram dois outros acontecimentos de grande significado para a ciência: **a medição do arco do meridiano terrestre**, iniciativa da Academia de Ciências de Paris, com o fim de dirimir as questões suscitadas por **Cassini** e **Isaac Newton** quanto à forma da Terra. Newton estava certo: a Terra tinha a forma de um elipsóide de revolução, cujo eixo menor coincidia com o eixo de rotação. Convencionou-se adotá-lo, como forma matemática correspondente a um geóide médio, que serve de referência para o cálculo das operações geodésicas. Ao longo do tempo, vários elipsóides

de revolução foram calculados, sendo o de **Hayford**, em 1909, o mais adotado.

Processos de reprodução - Até o final do século XIX, a reprodução de mapas dependia da gravação, em uma só cor, em chapa de cobre ou em chapas de madeira. Usava-se, também, a litografia, com os desenhos executados em pranchas de pedra, mais tarde substituídas pelo zinco e alumínio. Para representar o relevo nas cartas topográficas adotava-se o sistema de **hachuras de Lehmann**, baseado no meio-tom.



Mapa Chinês com hachuras

A evolução da cartografia prosseguiu com uma série de invenções e aperfeiçoamentos, como a fotografia (e suas derivações, como a *fotometalografia* e a *aerofotogrametria*), a heliogravura, a tricromia e a policromia nos processos de impressão, o sistema offset de impressão, o processo fotomecânico de Wenschow para a impressão de sombras em relevo, e o desenho automático do conteúdo pelo estereoplanógrafo de Zeiss. Simplificou-se o letreiramento pela impressão tipográfica (*método conhecido como carimbagem*) e pela confecção mecânica (*normógrafo*), chegando-se à prensa Van der Cook, ao fotonimógrafo e outros recursos cada vez mais sofisticados, como o radar, o sonar, sensores remotos, computadores e satélites artificiais, que tornaram a coleta de dados e a reprodução cada vez mais acurada.

Os mapas eram desenhados em **nanquim** sobre papel, cujos negativos, por processo fotomecânico (*photomechanical transfer*), geravam cópias positivas mediante um processador de transferência por difusão, sendo em seguida transportados para as pranchas de impressão, em zinco. Antes de vidro, pesados e frágeis, o suporte dos negativos passou a ser de material plástico diverso, à base de resinas vinílicas, com várias denominações comerciais, como **astralon** ou **vinilite**.

Na atualidade, o original também pode derivar de levantamentos aerofotogramétricos, cujos dados, com o auxílio de instrumento óptico de precisão, é passado para a folha plástica transparente. Para esse trabalho, utiliza-se um material plástico chamado **scribe** (*carrinho*), dotado de uma camada de verniz opaco. Para cada cor (*em impressão, as cores primárias são o magenta, o amarelo e o ciano, mais o preto, que combinadas reproduzem toda a variedade de cores*), é preciso um negativo próprio.

CONVENÇÕES E PROJEÇÕES

Para interpretar os mapas, é preciso conhecer suas **convenções**, que se baseiam em cores e se dividem em cinco grandes grupos. Assim, temos: (1) **azul** (*hidrografia ou acidentes aquáticos*); (2) **preto** ou **vermelho** (*acidentes artificiais, como rodovias*); (3) **castanho** (*hipsografia, altimetria ou formas de relevo*); (4) **verde** (*vegetação e plantação*); (5) **roxo** (*convenções especiais, como nas cartas aeronáuticas*) etc. Além disso, empregam-se também numerosos sinais e símbolos empregados. Visto que os mapas recebem título, inscrições e legenda, o próprio tamanho da letra já é em si uma convenção que possibilita ao leitor determinar a importância relativa do fenômeno observado.

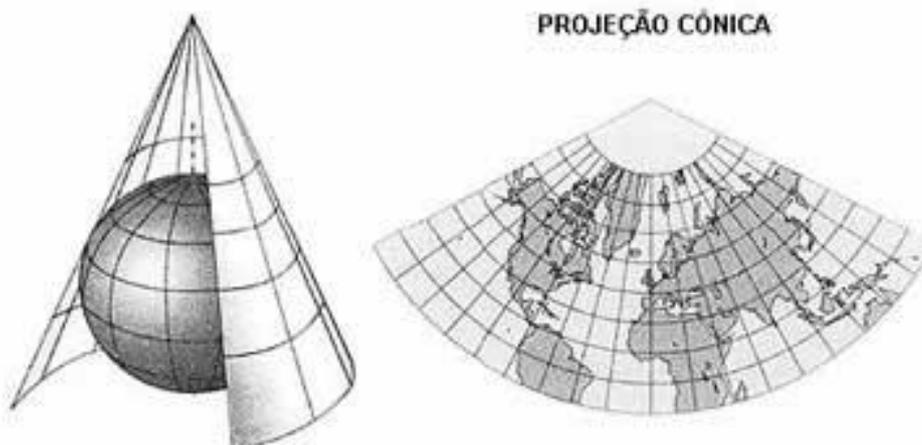
As **projeções cartográficas** são representações gráficas da passagem do elipsóide para a superfície plana do mapa em que a rede de coordenadas geográficas curvilíneas (*meridianos e paralelos*) serve de base geométrica para os mapas. Dependendo das escalas, a **projeção das coordenadas geográficas** apresenta variações quanto à forma e medida da rede. Nos mapas em escala média ou grande, que representam áreas menores, as deformações são pequenas. Inversamente, nos mapas em pequenas escalas, que abrangem grandes áreas, as deformações são bem maiores. Visto que sempre ocorre deformação, o primeiro problema com que se defronta o

cartógrafo é a determinação do sistema que melhor corresponda à realidade que se pretende representar.

As projeções podem ser: (1) **eqüidistantes**, em que as distâncias são verdadeiras em determinadas direções; (2) **eqüiangulares** ou **conformes**, exatas na representação de superfícies: permitem medições de ângulos e a determinação de rumos; e (3) **eqüiáreas** ou **equivalentes**, por proporcionarem maior exatidão quanto às áreas. As projeções medianas ou **afiláticas** procuram representar as três dimensões de maneira diferente, a fim de alcançar a maior semelhança possível na configuração dos continentes e dos oceanos.

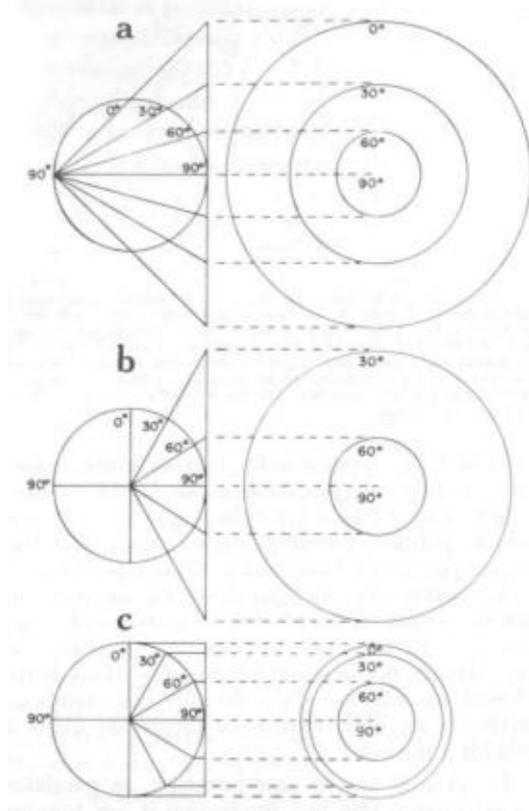
Projeções geométricas - Quando se leva em consideração a técnica de transformação das coordenadas curvilíneas em planos, têm-se as coordenadas geométricas, em que se imagina a rede de meridianos e paralelos projetada sobre uma superfície que envolve ou tangencia o globo terrestre. Nesse caso, preferem-se as figuras geométricas que se adéqüem à confecção de mapas: o plano, o cone, o cilindro, o cubo e o poliedro.

Na **projeção cônica**, os paralelos são circulares e os meridianos radiais, imaginando-se que o cone, que envolve o globo terrestre, o tangencia em um determinado paralelo, ficando seu vértice no prolongamento do eixo da Terra. Desta forma, os meridianos aparecem nos mapas como linhas retas e os paralelos como circunferências concêntricas.



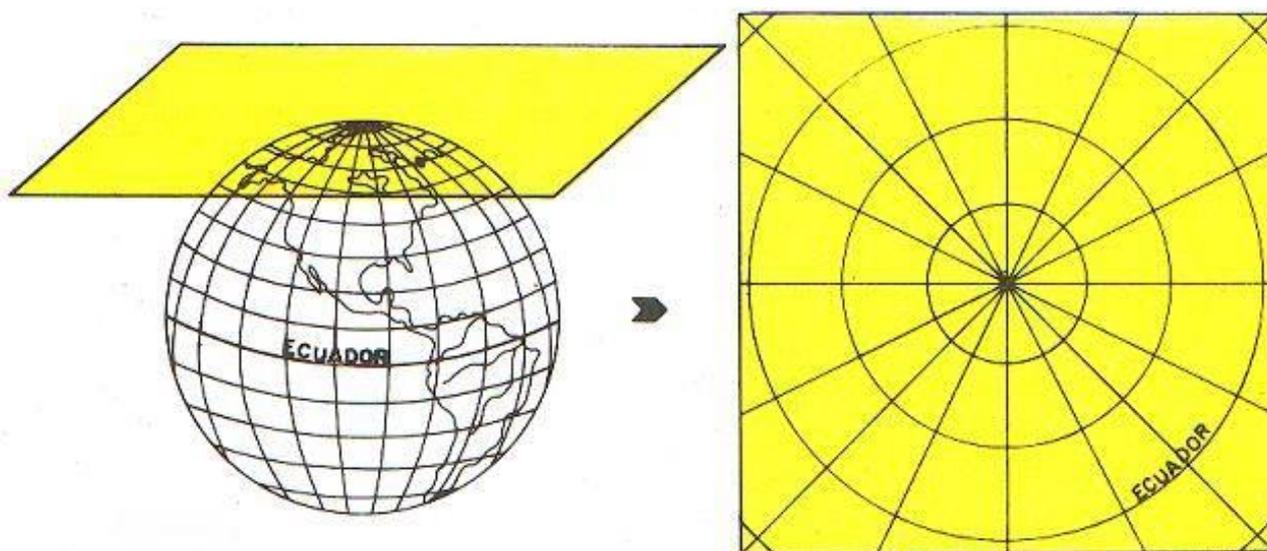
Nas **projeções cilíndricas**, os paralelos são dispostos horizontalmente e os meridianos se apresentam verticais e igualmente espaçados. A projeção azimutal é aquela em que o cone se abre até se transformar num plano, coincidindo seu vértice com o ponto de tangência. As **projeções azimutais** variam conforme a posição do centro da projeção em relação ao centro da esfera terrestre: (1) **central**, quando os dois centros se confundem; (2) **estereográfica**, quando o centro de projeção se localiza em posição diametralmente

oposta ao ponto de tangência; e (3) **ortográfica**, quando se imagina o centro da projeção localizado no infinito.



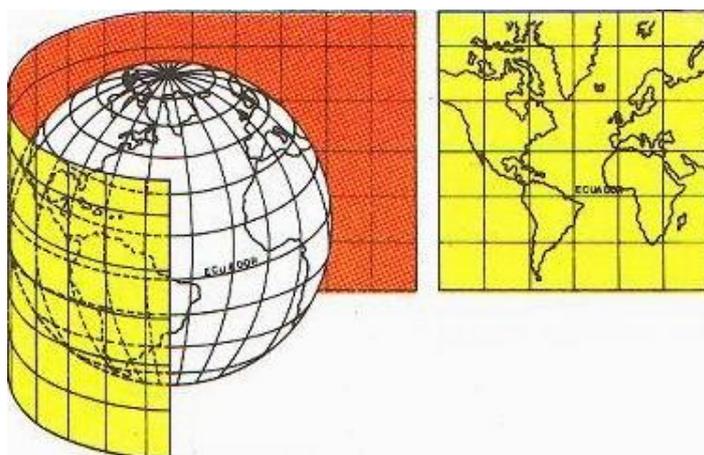
Projeção Azimutal Estereográfica, Central e Ortográfica

Esses três tipos de projeções azimutais podem diferenciar-se de acordo com a posição do ponto de tangência: (1) **polar**, quando tangencia um dos pólos; (2) **equatorial**, quando o ponto se situa no equador; (3) **meridiano ou horizontal**, quando tangencia um ponto qualquer da superfície do globo terrestre, exceto o equador e os pólos.



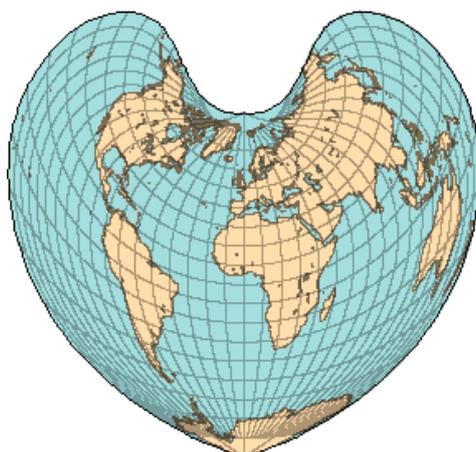
Projeção Azimutal Polar

A **projeção cilíndrica** é um caso extremo de projeção cônica no sentido contrário ao da hipótese de um plano. Em se alongando o cone de maneira tal que seu vértice fique no infinito, chega-se a uma posição em que o cone se transforma em um cilindro e tangencia o globo terrestre no equador. Na projeção cilíndrica dita genuína, obtém-se uma rede de coordenadas em que os meridianos aparecem como retas paralelas, cortadas pelos paralelos em ângulo reto. A forte distorção nas altas latitudes vizinhas às regiões polares faz com que esse tipo de projeção seja pouco empregado.



Projeção Cilíndrica

A fim de evitar excessivas deformações e, ao mesmo tempo, obter maior exatidão, introduziram-se mudanças como a projeção azimutal eqüidistante, em que todas as distâncias que partem do centro são conservadas em escala, embora o ponto antipódico se transforme em circunferência marginal do mapa. A **projeção cônica de Bonne** conserva a grandeza dos paralelos e, portanto, a área dos trapézios. São raros os mapas feitos na projeção cúbica, pois as coordenadas são projetadas sobre suas seis faces, donde a descontinuidade dos meridianos e paralelos, cuja rede se vê cortada e prejudica, assim, a clareza.



Projeção cônica de Bonne

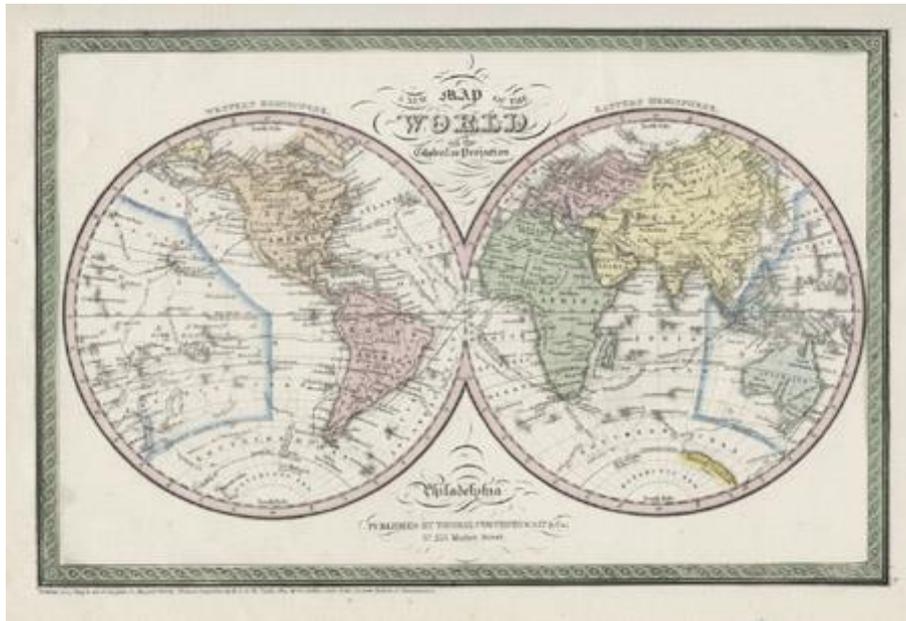
A **projeção poliédrica** é a projeção central feita sobre trapézios esféricos, os quais correspondem a um poliedro que, por hipótese, envolve o globo terrestre. Assim, quando cada trapézio - incluído numa folha topográfica - não ultrapassa um grau de latitude e de longitude, deixam de existir deformações perceptíveis, tornando possível obter medidas em todos os sentidos, dentro dos limites de cada folha topográfica.

Projeções convencionais - Empregadas na preparação de mapas que abrangem grandes áreas, as projeções convencionais são comuns nos planisférios e nos mapas-múndi. Utilizam, para a construção da rede de coordenadas, grandezas geodésicas aplicadas conforme as regras do desenho sistemático.

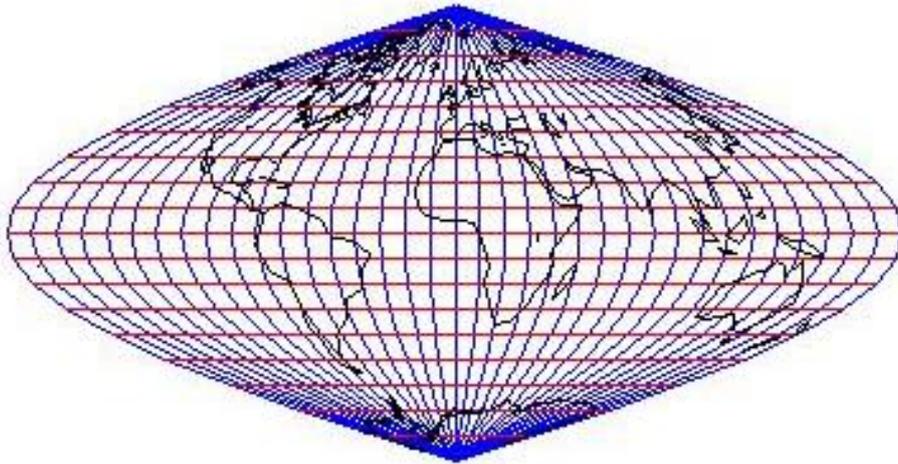
São diversos os tipos de **projeções convencionais**: (1) **trapezoidal**, criada por Cláudio Ptolomeu no século II, em que os meridianos aparecem como retas que convergem para os pólos, enquanto que os paralelos são retas paralelas ao equador; (2) **globular**, criada por Giovan Battista Nicolosi em 1660, que representa os hemisférios, por ser de forma circular; (3) **pseudocilíndrica**, de Sanson (1650), usada na construção de planisférios ou na representação de grandes áreas; (4) **mista elíptica**, de Max Eckert (1908); (5) **mista**, de O. Winkel (1913), muito usada em atlas; (6) **descontínua**, de John Paul Goode (1916), que representa um planisfério cortado ao longo de determinados meridianos, com o objetivo de deformar o mínimo possível as massas continentais oceânicas; (7) **oblíqua nórdica**, de John Bartholomew (1949).



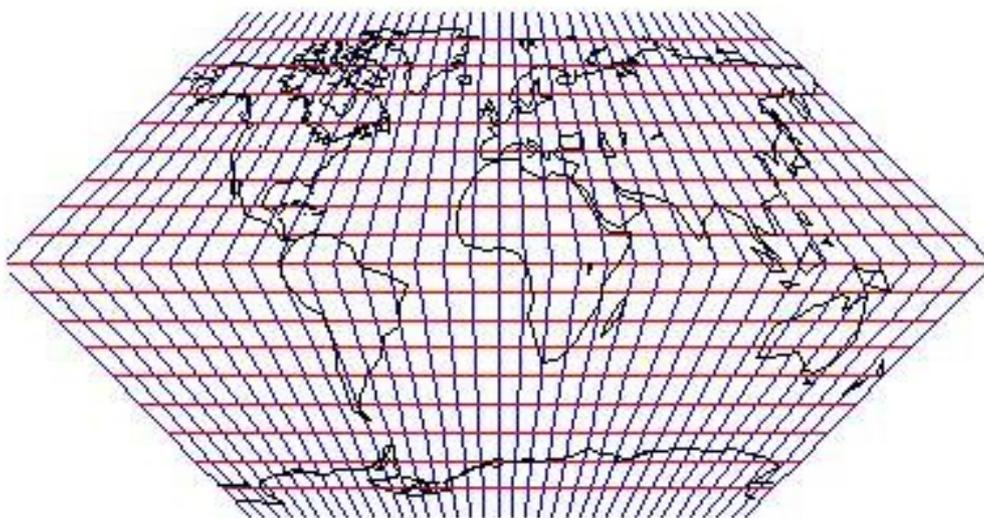
Projeção Trapezoidal de Ptolomeu



Projeção Globular



Projeção de Sanson*

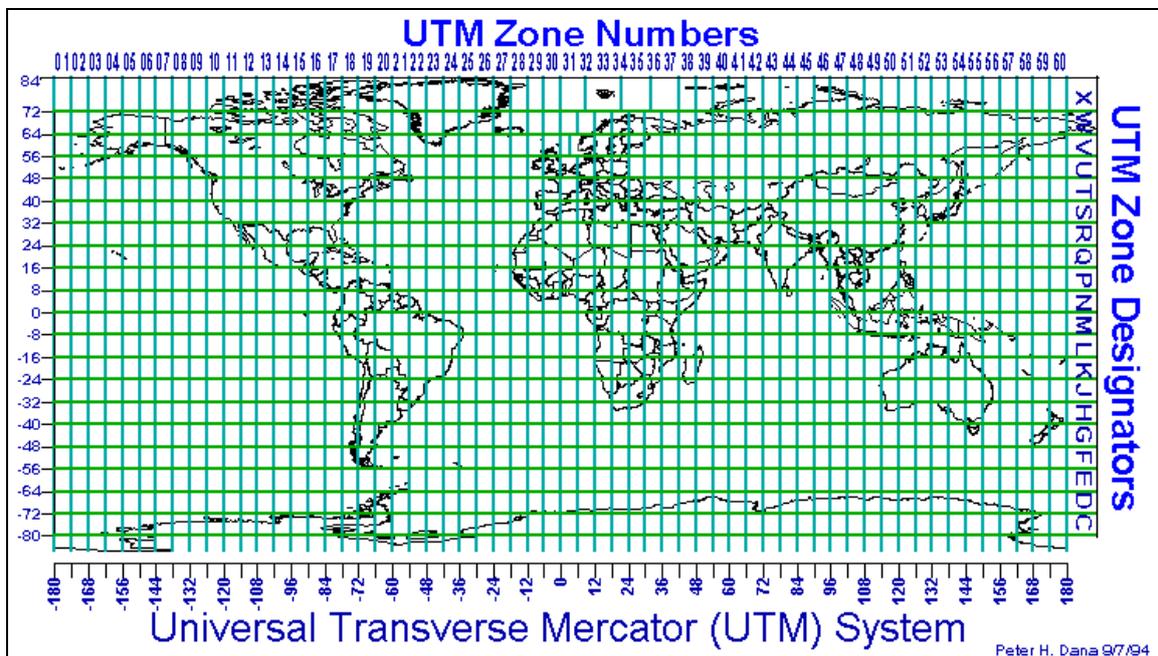


Projeção de Eckert



Projeção descontinua de Goode

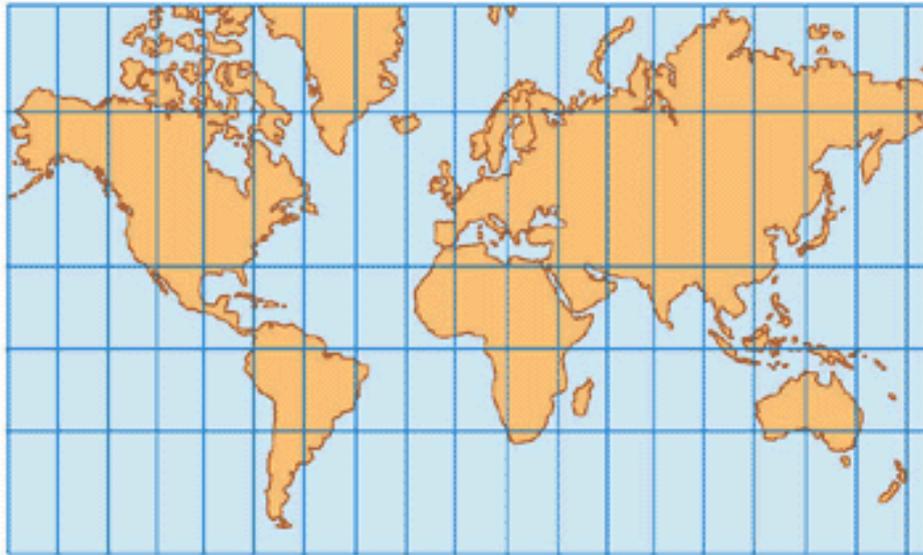
A **projeção transversal**, criada por Cassini em 1682 e modificada por Gauss-Krüger em 1900, é ainda utilizada em muitos países. Ao separar a superfície terrestre em faixas, ao longo de meridianos escolhidos, e com largura máxima de três graus de longitude, a carta topográfica nela baseada não contém praticamente nenhuma deformação perceptível, podendo ser mensurável em suas distâncias, rumos e áreas.



Projeção Transversa

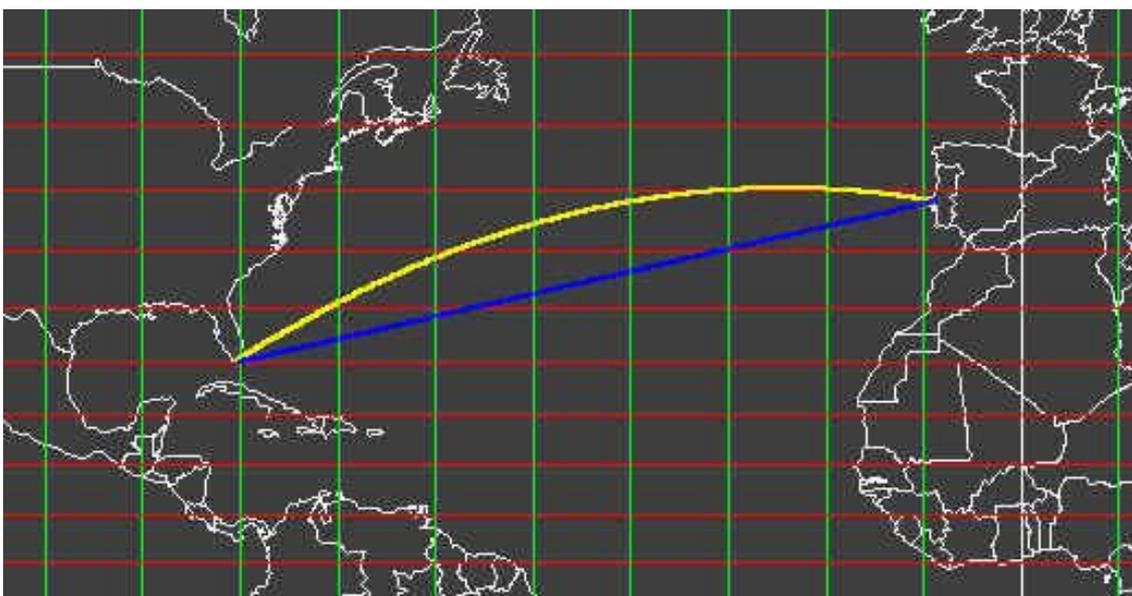
Usada desde o século XVI, a projeção de Mercator, também chamada carta marítima, é de ampla utilidade, pois permite traçar, em linha reta, a rota a seguir durante a travessia dos oceanos. É uma projeção cilíndrica modificada, em que os meridianos são retas

paralelas entre si, que cortam perpendicularmente o equador e todos os paralelos.



Projeção Mercator

Uma linha oblíqua corta os meridianos sempre sob o mesmo ângulo, o que permite a manutenção do rumo. A isso se dá o nome de **loxodromia**, curva espiralada que não é o caminho mais curto entre dois pontos situados à superfície da Terra, porém o mais simples para a navegação. No que se refere aos planisférios, essa não é a projeção mais aconselhável, face às deformações que apresenta pois, à proporção que se afasta do equador e aumentam as latitudes, mais exageradas se vão tornando as deformações, que atingem o máximo nas regiões polares.



Em azul a Loxodrômica e em amarelo a Ortodrômica

ESCALAS

A **escala cartográfica** é a relação matemática entre as distâncias traçadas em um mapa e as existentes na natureza. O mapa é a representação geométrica, sobre um plano, de uma porção de superfície terrestre. Uma vez fornecidos os dados necessários pela **geodésia** (*distâncias, direções e relevo*), tais valores são reproduzidos em mapa por meio de desenho, o qual mantém a relação constante e rigorosa entre as distâncias traçadas no mapa e as extensões correspondentes na natureza. Para isso, usam-se escalas.

A indicação da **escala de um mapa** é direta quando feita junto à legenda, por expressão **numérica** ou **gráfica**, e indireta, quando essa mesma relação é estabelecida por elementos de grandeza conhecida. As escalas podem ser: (1) **numéricas**; (2) **gráficas**; (3) de **declividades**; e (4) de **cores**.

Escala numérica - Expressa por fração (1/2.000) ou por razão (1:2.000), a escala numérica significa, de acordo com o exemplo, que a unidade de comprimento, no numerador, ou no primeiro membro, vale duas mil vezes essa mesma unidade no terreno. Para tanto, é preciso conhecer o valor em metros, correspondente a um centímetro ou um milímetro da régua graduada aplicada sobre o mapa. Basta cortar as duas ou três últimas casas do denominador dentro da razão. Exemplo: 1/2.000 indica que um milímetro da régua corresponde a dois metros no terreno.

As **escalas numéricas** podem representar relações típicas pela simples variação dos valores expressos: a indicação 10/1 ou 10:1 é uma escala de maior proporção, indicando que a medida sobre o desenho ou fotografia é dez vezes o tamanho do objeto. Já a indicação 1/1 ou 1:1 é a escala natural, em que a medida do desenho é igual à do objeto representado "em tamanho natural". Por fim, a indicação 1/10 ou 1:10 é a uma escala de menor proporção, do tipo usado na confecção de mapas.

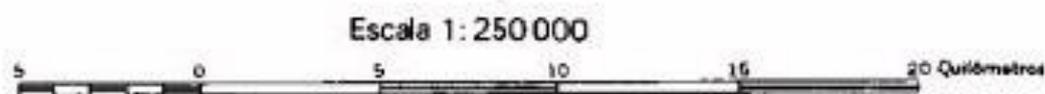
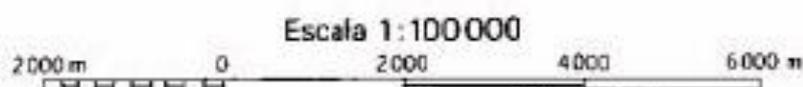
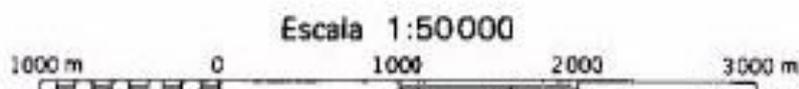
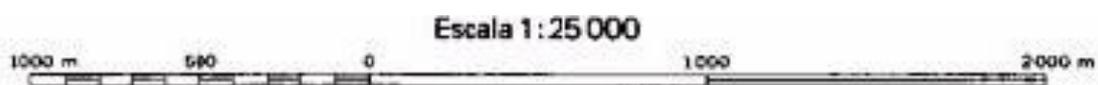
Não é costume utilizar uma escala numérica de superfície para a avaliação de áreas em mapas. Mas, se for usada, deve-se saber que a escala de superfície de um mapa é a escala linear ao quadrado. Exemplo: 1:5.000 linear é $1:5.000^2$ de superfície, isto é, um quadrado no mapa representa 25 milhões de quadrados idênticos no terreno.

A **escala numérica para altitudes** seria a escala linear do mapa. Mas, como o relevo (*a terceira dimensão*) é imensurável no mapa, por ser apenas figurado por meios gráficos, o processo torna-se inaplicável.

Assim, em plantas e cartas topográficas encontra-se por vezes, junto à legenda expressa em números, a indicação da equidistância das curvas de nível, o que permite avaliar facilmente altitudes e declives.

Escala gráfica - As escalas gráficas exprimem com desenho a relação mapa-natureza e, com freqüência, são empregadas junto com a escala numérica. Sua vantagem decorre da fácil e imediata leitura, o que permite a determinação da distância por comparação ao longo da escala desenhada, obtendo-se o resultado rapidamente, sem necessidade de cálculo. Vantagem adicional da escala gráfica é o fato de acompanhar as eventuais reduções ou ampliações do mapa, conservando a razão da escala, o que não ocorre com a escala numérica.

A **escala gráfica simples** é uma reta dividida em unidades na razão da escala. Gradua-se a reta, a partir do ponto zero, com uma unidade básica maior para a esquerda, e para a direita marca-se a mesma unidade básica maior tantas vezes quantas forem suficientes. A unidade da esquerda chama-se talão ou extensão e acha-se subdividida em unidades menores.



Escala numérica e gráfica

Nas **escalas gráficas**, o resultado depende do cuidado e prática da operação de leitura e, esta, da finura da graduação. Nas cartas topográficas, especialmente as elaboradas pelas forças armadas,

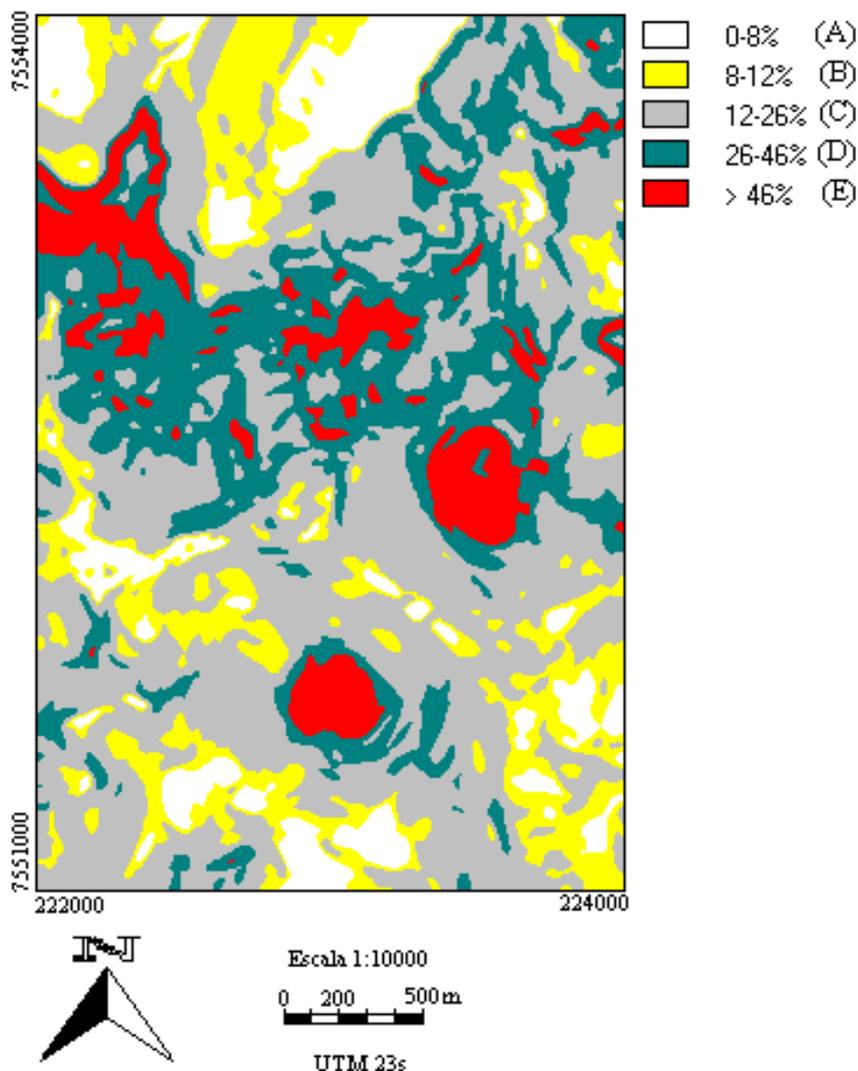
encontra-se uma escala gráfica pertencente à classe das escalas de conversão ou binárias. É a escala de passos que, de um lado da reta, tem uma graduação métrica e, do outro, uma graduação em unidades de passos. A posição oposta das duas graduações ao longo da meta permite avaliar o número de metros para determinado número de passos e vice-versa. A distância conhecida é tomada numa tira de papel ou no compasso de ponta-seca e lê-se o valor correspondente em unidades da escala oposta ao longo do tronco e do talão, da mesma maneira como se procede com a escala gráfica simples.

Outro tipo de **escala gráfica** é o da composta ou de deformações. A projeção cartográfica empregada na construção da rede de coordenadas geográficas (*meridianos e paralelos*) no plano provoca deformações lineares nos mapas geográficos. A escala composta é apresentada num conjunto em que são indicadas com exatidão as escalas de latitudes escolhidas, a primeira relativa ao equador. A ligação dos valores iguais das graduações das escalas forma uma série de curvas que permitem determinar graficamente o valor de distâncias em qualquer latitude.

Nos atlas escolares empregam-se figuras geométricas, como o quadrado da área conhecida, desenhada, na escala linear, num canto do mapa. É costume incluir nos mapas de origem europeia o desenho esquemático do próprio país, na escala do mapa, o que permite obter imediata idéia da grandeza de outras terras mediante simples comparação visual.

Escala de declividades - Dá-se o nome de **escala de declividades** àquela que permite medir inclinações das vertentes e rampas das vias quando o relevo é representado por curvas de nível, hachuras ou esbatidos. Tal escala, que envolve a terceira dimensão, é elaborada com retas graduadas de maneira progressiva e em que os espaços marcados contam sempre a partir da origem. Lê-se o valor mais próximo da escala entre curvas consecutivas e, se for necessário obter valores mais precisos, interpolam-se as diferenças por estimativa. A graduação das escalas de declividades pode ser percentual ou angular. Uma dada escala só serve para determinada escala linear e determinada equidistância de curvas de nível.

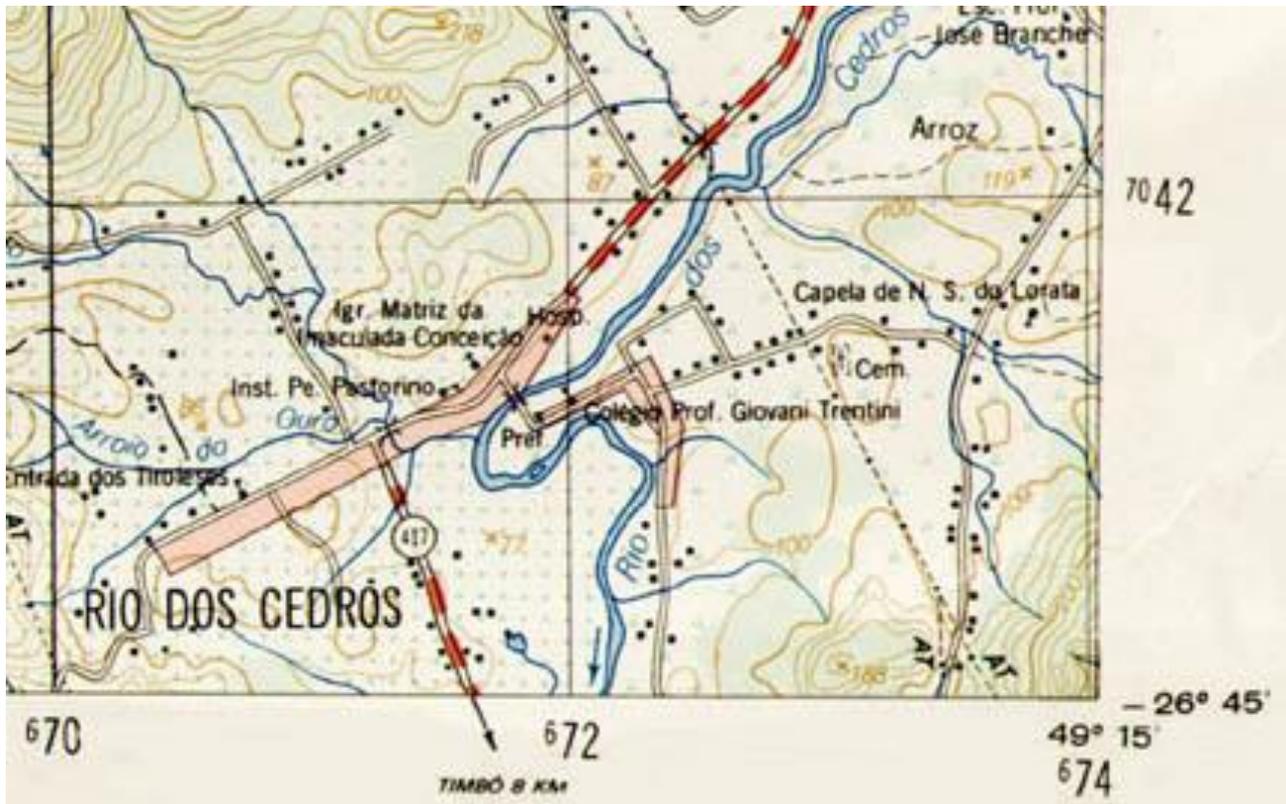
Escalas de cores - Usadas para a representação do relevo nos mapas, empregam-se escalas de cores que, conforme certas regras, indicam as zonas de altitude e depressão. Em geral colocadas junto às legendas, essas escalas designam com cores diferentes a altitude dos planos horizontais ou as curvas que limitam tais zonas.



Representação de escala numérica, gráfica e de cores

Cálculo da escala - Quando, por qualquer motivo, desapareceu a legenda e, assim, não se conhece a escala, o próprio conteúdo do mapa conta com elementos de grandezas conhecidas que permitem, indiretamente, determinar a escala, seja numérica ou gráfica. A rede de **coordenadas geográficas** é um destes, pois sua malha fornece a base para o cálculo ou a construção da escala, sabendo-se que um grau de latitude, ao longo de qualquer meridiano, equivale a 111km. Medindo-se com a régua o espaço entre dois paralelos, pode-se determinar a relação entre a grandeza do grau e sua medida sobre o mapa.

Nas **folhas topográficas** das cartas oficiais, é costume apresentar, além da rede de coordenadas geográficas, um sistema de quadriculagem quilométrica que se estende de maneira contínua sobre as folhas, indicando a grandeza linear de um quilômetro, o que é um recurso empregado para a avaliação de distâncias e áreas sobre as cartas.



Carta Topográfica com quadriculagem de 2 em 2 km

Já nas **cartas náuticas**, construídas pela projeção de Mercator, nota-se, em toda a moldura, uma graduação em unidades de arco, que serve principalmente para a determinação da posição dos navios: em latitude, pelas duas graduações laterais e, em longitude, pela graduação das margens inferior e superior. Isso se torna possível porque as graduações laterais, que se referem à latitude, não são igualmente espaçadas em suas unidades, visto que se alongam no sentido do equador para os pólos. Sabendo-se que as grandezas angulares das escalas laterais representam valores lineares constantes, é possível avaliarem-se distâncias nesses **mapas náuticos**.

Para isso, marca-se, sobre a divisão sexagesimal lateral, a extensão tomada no mapa entre os dois pontos em questão, de maneira a fazer coincidir o ponto médio dessa medida com o ponto da média das latitudes dos dois lugares. Os extremos dessa extensão indicarão, sobre a graduação, à distância procurada em medida de arco, que por meio dos coeficientes conhecidos pode ser transformada em medida linear métrica ou de outro sistema. Indiretamente, portanto, avaliam-se as distâncias lineares em mapas de projeção eqüiangular ou conforme, mediante a graduação lateral.

CARTOGRAFIA E COMUNICAÇÃO

Seria redundante afirmar que o **mapa** é uma **imagem**, se esta não tivesse passado a ser tão valorizada como modo de expressão ao longo de todo o século XX. Com a adoção de convenções simbólicas como cores, traços, emblemas, números etc., o mapa deve ser suficiente como tal, isto é, como representação portátil e eficaz de uma dada realidade, capaz, assim, de servir de base para a evocação, o raciocínio ou o projeto de qualquer espécie, dos mais amenos, como uma viagem turística, até os mais dramáticos, como a invasão de um país.

Essas qualidades colocam o **mapa**, a **carta** e todos os outros meios da cartografia no domínio das estruturas lingüísticas, uma vez que também são meios de comunicação, isto é, configuram uma linguagem. Seja como suporte à verificação pessoal ou como meio de expressão dessa pesquisa e das conclusões a que leva, permite sempre um diálogo entre autor e leitor ou autor e público, que para isso mobiliza estruturas sociais e psicológicas. Do correto emprego destas depende a resposta dos consulentes: de um lado, há o sistema de relações e interesses que congrega **autor-cartógrafo-editor-impressor-divulgador-público** e, de outro, os meios pelos quais se unem, com tais objetivos várias, técnicas de desenho, recursos de pensamento e recursos gráficos, assim como noções de psicologia aplicada à percepção visual e indispensáveis à comunicação da mensagem cartográfica.

Ainda que resultante da intenção de visualizar as informações, o **mapa** requer grande atenção do interessado em sua leitura bidimensional, menos comum que a linear, e de menor rapidez. Assim, para ser aceito e adotado, deve oferecer ao usuário uma forma de expressão que lhe permita economia do esforço mental em relação a outros meios de informação, e ainda atrativos que lhe atinjam tanto os mecanismos da consciência como do inconsciente.

É necessário, portanto, dosar a duração ideal do interesse do usuário e explorar o melhor possível, componentes prioritários como a representação do relevo, a hierarquia das cores, a legenda facilmente memorizável. A feliz combinação desses elementos foi qualidade apreciável nos trabalhos cartográficos desde suas origens, motivo pelo qual muitos mapas se tornaram, modernamente, requintados objetos de decoração, emoldurados e postos em lugares de destaque. Os aperfeiçoamentos tecnológicos não diminuíram, antes acrescentaram, a atração estética dos mapas. Ficaram famosos, na segunda metade do século XX, tanto pela precisão científica como pela beleza e bom gosto

gráfico-editorial, os mapas da **National Geographic Society**, dos Estados Unidos.



Mapa do Brasil publicado pelo National Geographic Society