



Fundação

CECIERJ

Consórcio **cederj**

Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro

Cartografia

Volume 1

Andréa Teixeira Acioli Ferreira



**GOVERNO DO
Rio de Janeiro**

**SECRETARIA DE CIÊNCIA,
TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO SOCIAL**

**UNIVERSIDADE
ABERTA DO BRASIL**

**MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO**



Apoio:



FAPERJ
Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo
à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

Fundação Cecierj / Consórcio Cederj

www.cederj.edu.br

Presidente

Carlos Eduardo Bielschowsky

Vice-presidente

Marilvia Dansa de Alencar

Coordenação do Curso de Geografia

UERJ – Glaucio José Marafon

Material Didático

ELABORAÇÃO DE CONTEÚDO

Vinicius da Silva Seabra

Otávio Rocha Leão

COORDENAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL

Cristine Costa Barreto

SUPERVISÃO DE DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL

Flávia Busnardo

DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL E REVISÃO

Heitor Soares de Farias

Paulo Cesar Alves

AValiação DO MATERIAL DIDÁTICO

Thaís de Siervi

Departamento de Produção

COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO

Fábio Rapello Alencar

COORDENAÇÃO DE REVISÃO

Cristina Freixinho

REVISÃO TIPOGRÁFICA

Beatriz Fontes

Carolina Godoi

Elaine Bayma

Patrícia Sotello

Thelenayce Ribeiro

ASSISTENTE DE PRODUÇÃO

Ronaldo d'Aguilar Silva

DIRETOR DE ARTE

Alexandre d'Oliveira

PROGRAMAÇÃO VISUAL

Alessandra Nogueira

ILUSTRAÇÃO

Fernando Romeiro

CAPA

Fernando Romeiro

PRODUÇÃO GRÁFICA

Verônica Paranhos

Copyright © 2012, Fundação Cecierj / Consórcio Cederj

Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada, por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização, por escrito, da Fundação.

S328c

Seabra, Vinicius da Silva.

Cartografia. v.1. / Vinicius da Silva Seabra, Otavio Rocha Leão.
– Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2012.
196 p.; 19 x 26,5 cm.

ISBN: 978-85-7648-880-4

1. Representação cartográfica. 2. Comunicação cartográfica. 3.
Sistema de coordenação UTM. 4. Escala e orientação cartográfica. I.
Leão, Otavio Rocha. II. Título.

CDD: 910.7

Referências Bibliográficas e catalogação na fonte, de acordo com as normas da ABNT e AACR2.
Texto revisado segundo o novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.

Governo do Estado do Rio de Janeiro

Governador
Luiz Fernando de Souza Pezão

Secretário de Estado de Ciência, Tecnologia, Inovação e Desenvolvimento Social
Gabriell Carvalho Neves Franco dos Santos

Universidades Consorciadas

CEFET/RJ - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO
TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
Diretor-geral: Carlos Henrique Figueiredo Alves

FAETEC - FUNDAÇÃO DE APOIO À ESCOLA
TÉCNICA
Presidente: Alexandre Sérgio Alves Vieira

IFF - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE
Reitor: Jefferson Manhães de Azevedo

UENF - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO
Reitor: Luis César Passoni

UERJ - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO
RIO DE JANEIRO
Reitor: Ruy Garcia Marques

UFF - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
Reitor: Sidney Luiz de Matos Mello

UFRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO
Reitor: Roberto Leher

UFRRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DO RIO DE JANEIRO
Reitor: Ricardo Luiz Louro Berbara

UNIRIO - UNIVERSIDADE FEDERAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO
Reitor: Luiz Pedro San Gil Jutuca

Aula 1	– Representações cartográficas e Geografia: mapear é preciso! _____	7
	Vinicius da Silva Seabra e Otavio Rocha Leão	
Aula 2	– A comunicação cartográfica _____	31
	Vinicius da Silva Seabra e Otavio Rocha Leão	
Aula 3	– A verdadeira forma da Terra _____	61
	Vinicius da Silva Seabra e Otavio Rocha Leão	
Aula 4	– As projeções cartográficas _____	83
	Vinicius da Silva Seabra e Otavio Rocha Leão	
Aula 5	– Da batalha naval aos mapas dos piratas: aprendendo sobre os sistemas de coordenadas _____	109
	Vinicius da Silva Seabra e Otavio Rocha Leão	
Aula 6	– O sistema de coordenadas UTM _____	135
	Vinicius da Silva Seabra e Otavio Rocha Leão	
Aula 7	– Escala e orientação cartográfica _____	167
	Vinicius da Silva Seabra e Otavio Rocha Leão	
Referências	_____	193

Aula 1

Representações cartográficas e Geografia: mapear é preciso!

*Vinicius da Silva Seabra
Otavio Rocha Leão*

Meta da aula

Apresentar o Volume 1 da disciplina de Cartografia, discutindo os principais conceitos e o objeto de estudo desta ciência.

Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. identificar a importância das representações cartográficas para os estudos geográficos;
2. discutir os principais conceitos cartográficos, apresentando a evolução desta ciência ao longo da história e avaliando o potencial da Cartografia, como disciplina interdisciplinar.

INTRODUÇÃO

A Cartografia vem acompanhando a evolução do pensamento geográfico, desde suas origens mais remotas. Sua importância é vital para a Geografia e outras ciências, possuindo um elevado potencial interdisciplinar. Com o passar do tempo e com os avanços tecnológicos observado nos últimos dois séculos, a Cartografia passou a possibilitar a localização precisa dos fatos e fenômenos observados na superfície terrestre. Esse processo de refinamento tecnológico aumentou em muito a importância dessa disciplina, permitindo sua aplicação em diversas demandas das sociedades contemporâneas e ressaltado seu caráter interdisciplinar.

A Cartografia é uma representação da realidade e veremos ao longo desta aula que isso pode ser feito de diversas formas, atendendo a variados objetivos. Com um simples lápis e uma folha de papel, ou mesmo com uma máquina fotográfica, podemos tentar representar a realidade em escalas reduzidas, permitindo a localização de aspectos do espaço geográfico. A Cartografia permite uma representação proporcional dos aspectos observados na superfície terrestre, através de um conjunto de métodos e técnicas de mapeamento e projeção que garantem a localização correta de cada objeto cartografado.

Vamos então, inicialmente, refletir sobre a importância da Cartografia para a Geografia, discutindo alguns conceitos básicos desta disciplina. Vamos ainda avaliar o processo de evolução histórica da Cartografia, analisando as transformações ocorridas, desde suas origens até os dias atuais, quando assume definitivamente seu caráter interdisciplinar, atendendo a múltiplas demandas da sociedade.

Um olhar pela janela

O que pode existir em comum entre uma fotografia, uma pintura, um desenho e um mapa? Qual seria o elo entre estas diferentes formas de representação da realidade? Vamos pensar sobre isso, a partir de um exercício: observar o espaço geográfico!

Abra sua janela e aprecie o que os seus olhos podem ver. Veja o que existe em seu entorno. Observe a paisagem como um todo. Localize as casas, as árvores, as ruas, os prédios, os rios, os morros etc.



César Barizon

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1218431>

Ao primeiro olhar tudo parece estático, parado. Mas ao pensarmos com mais cuidado, descobrimos que lentamente as coisas podem mudar, como uma casa que poderia mudar de cor, uma árvore poderia morrer ou outra que poderia brotar.

Agora encontre uma folha de papel e seja você um artista. Faça uma pintura ou até mesmo um desenho da paisagem que você observa. Desenhe e pinte tudo da melhor forma possível. Use traços fortes e finos, cores, tons... use todo seu talento para representar aquele lugar.



Gabriel Bulla

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/490270>

Terminou? Muito bem, mas o exercício não para por aí. Vamos para a segunda etapa que é a de fotografar! Busque uma câmera fotográfica e registre em uma foto a mesma paisagem que você desenhou. Tudo bem? Fotografou? Então vamos lá...



Gabriel Bulla

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1083507>

Agora temos um desenho e uma fotografia, precisamos construir mais um elemento, o mapa. Imagine como seria tudo, a partir de um olhar de cima! Como você veria a paisagem, se estivesse acima dela, em um balão, em um helicóptero, ou em um avião. Comece a mapear.



Micah Burke

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1282512>

Agora vamos outra vez voltar a pensar o que há em comum entre o desenho, a fotografia e o mapa que você acabou de construir? Em todos os casos, o que fizemos foi representar a realidade de maneira gráfica, não é verdade? Os três produtos representam um mesmo lugar de maneiras diferenciadas em um dado momento no tempo. E o mais comum entre todos esses elementos é o fato de que toda aquela grande área registrada em pequenos pedaços de papel são representações gráficas e reduzidas da realidade!

Reduzir também significa generalizar e simplificar. Nos desenhos, nas fotografias e nos mapas, temos a realidade representada de forma reduzida, generalizada e simplificada, já que

seria muito difícil representar toda aquela superfície, em todos os seus detalhes e complexidades. Agora podemos responder o que há em comum entre estas representações. Os mapas, as fotografias e os desenhos das paisagens são representações gráficas e generalizadas da paisagem, registradas em um dado momento no tempo. Mas então o que diferencia um mapa de outras representações? Ora, os mapas são representações em visão vertical (olhar de cima) que guardam as relações matemáticas de redução (escala), projeção e localização, e ainda trazem outras importantes informações, tais como: orientação, legendas, topônimos etc.



Interessante, hein! Mas não vamos parar por aqui. Para melhor entender os mapas, vamos mergulhar um pouco mais no mundo da Cartografia. Vamos aprender as formas de representar a superfície terrestre, respeitando regras de generalização, proporção, orientação e localização espacial. E assim nos tornarmos também os melhores leitores de mapas.



Os desenhos esquemáticos das paisagens podem também ser chamados de croquis cartográficos, que se diferem dos mapas por serem construídos sem compromisso com a escala de representação, além de não respeitarem parâmetro algum de precisão. Os croquis (**Figura 1.1**), assim como as fotografias (**Figura 1.2**) são recursos muito utilizados por geógrafos, biólogos, geólogos e outros profissionais em trabalhos de investigação em campo, e os mesmos servem como um registro dos aspectos mais importantes, observados na área de estudos.

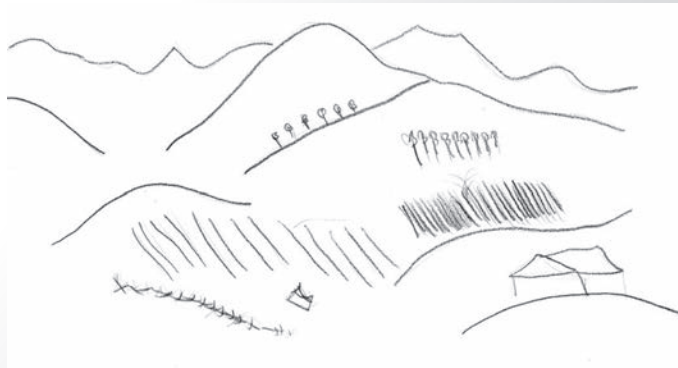


Figura 1.1: Desenho (croqui) da paisagem.



Figura 1.2: Fotografia da paisagem.

As representações cartográficas e o estudo da Geografia

A Geografia é uma ciência espacial. Sua preocupação fundamental é explicar, a partir de conceitos e metodologias, os processos e fenômenos que atuam sobre o espaço geográfico, organizando-o. Significa dizer que a Geografia tenta compreender a participação de diversos fatores, naturais ou sociais, no processo de modificação da paisagem terrestre. Sendo assim, podemos afirmar que o objeto de estudo em Geografia é o espaço geográfico e sua organização ao longo do tempo.

Vamos usar a sua própria cidade ou bairro como exemplo. Se você observar as coisas com maior atenção ao caminhar, vai perceber que existe uma explicação lógica para a localização de tudo. As casas, as principais avenidas, o centro comercial, as indústrias e outras construções têm a sua localização associada a uma lógica espacial. Se algo fugisse a essa lógica, alguma coisa pareceria não estar correta e isso nos causaria muita estranheza. Seria o mesmo que imaginar a construção de uma estrada que não liga duas cidades, que ligasse o “nada” a “lugar nenhum”. Ou imaginar que um rio pudesse subir uma montanha, ao invés de correr para o mar.



William Roy

Figura 1.3: Olhando a cidade do alto, como se estivéssemos dentro de um avião, podemos ter uma boa noção da organização do seu espaço geográfico, a disposição das ruas, praças etc.

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/938604>

O papel da Geografia é entender a organização do espaço geográfico. Qual é o papel da Cartografia? O que justifica termos de estudar Cartografia, para nos tornarmos geógrafos? A resposta é simples. Como seria possível entender a lógica espacial sem

sabermos onde e como estão localizadas todas as coisas? É muito difícil explicar a razão para a localização de uma estrada, sem sabermos por quais lugares ela passa.

Sem observarmos a estrada em um contexto espacial, fica difícil explicarmos qual seria de fato a sua função, a razão de sua existência e localização. Seria o mesmo que um médico prescrever um remédio, antes de saber quem é o seu paciente. Definir um tratamento para os pulmões, antes de radiografá-lo, ou engessar uma perna, antes de comprovar, através de um raio-X, se de fato ela está quebrada.

Por isso, a Cartografia é tão importante para a Geografia. A ciência cartográfica ocupa-se em encontrar a melhor maneira possível para representar graficamente o espaço geográfico. Os mapas, as cartas, as plantas, os croquis, as maquetes, as fotografias aéreas, as imagens de satélite e outras representações da superfície terrestre são objetos de estudo da Cartografia, que fornece um conjunto de ferramentas que são de fundamental importância, geógrafos.

Estudar Cartografia ajuda-nos a compreender melhor os processos, envolvidos na construção dos mapas e outras representações cartográficas, que são ferramentas muito importantes para a Geografia. Por isso, a Geografia é o tempo todo relacionada aos mapas e outras **representações cartográficas**. As capas de livros, os sites e os institutos ligados à Geografia sempre trazem como símbolos os mapas, o globo terrestre e as imagens de satélite. Culturalmente, os mapas estão estritamente ligados à Geografia.

Ao observarmos um mapa, vemos uma realidade representada, ou seja, ele se define como uma representação gráfica de um recorte espacial. Ao ler um mapa, devemos compreender os espaços cartografados, ao mesmo tempo em que devemos ser capazes de observar uma determinada porção da superfície terrestre e a representarmos, graficamente. Por isso, antes de tentarmos explicar a função de uma estrada em um determinado lugar, devemos nos debruçar sobre um mapa e observar quais são os espaços interligados por ela.

Representações cartográficas

São as áreas mapeadas com rigor cartográfico, ou seja, obedecendo a critérios de projeção e escala além de estarem inseridas em um sistema de coordenadas.

É importante ainda considerarmos que as representações cartográficas sempre ocorrerão de forma gráfica e generalizada. Isto porque a realidade nunca poderá ser representada em sua totalidade. Tentar representar a superfície terrestre em toda a sua complexidade deixaria os mapas excessivamente carregados de informações. Portanto, toda vez que construirmos um mapa, devemos escolher aqueles aspectos que são relevantes o suficiente para serem mapeados.

Construir mapas é um grande exercício de simplificação e generalização da realidade. Torna-se necessário projetar, reduzir, simbolizar e referenciar o espaço que estamos mapeando. O objetivo da Cartografia é justamente encontrar as melhores formas para a representação gráfica do espaço geográfico.



Atende ao Objetivo 1

1. Vamos agora começar a exercitar esses conteúdos iniciais da aula, escolhendo entre as opções a seguir, aquela que melhor define a Cartografia.

- a. () Cartografia é a ciência que busca explicar da melhor maneira possível os eventos, fenômenos e processos que atuam sobre a superfície terrestre, modificando-a.
- b. () Cartografia é a ciência da representação e do estudo da distribuição espacial dos fenômenos naturais e sociais, suas relações e transformações ao longo do tempo, por meio de representações cartográficas que reproduzem este ou aquele aspecto da realidade de forma gráfica e generalizada.
- c. () Cartografia é a disciplina do conhecimento que busca a representação da superfície terrestre em seu todo complexo, tentando representar todos aqueles elementos presentes na realidade.

Resposta Comentada

A Cartografia é a ciência voltada para a representação da superfície terrestre de forma gráfica e generalizada. Para construirmos os mapas ou outras representações, devemos simplificar a realidade para que então possamos alcançar os objetivos desejados pelo mapeamento. Sendo assim, podemos dizer que esta ciência disponibiliza uma série de importantes ferramentas para a Geografia, que se propõe a explicar da melhor maneira possível os eventos, fenômenos e processos que atuam sobre a superfície terrestre.

A História da Cartografia



Ole Jørgen Bratland & Gisele Jaquenod

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/120626>

A apreensão do espaço e a elaboração de estruturas abstratas para representá-lo sempre marcaram a vida do ser humano, desde o início de sua existência. O mapa já era usado pelo homem

das cavernas para expressar seus deslocamentos e registrar as informações quanto às possibilidades de caça, problemas de terreno, matas, rios etc. Eram representações sem preocupação de projeções, coordenadas ou legenda, mas que usavam símbolos **iconográficos**, sem legenda, que tinham por objetivo facilitar a sobrevivência destes povos.

Pesquisadores afirmam que o mapa mais antigo encontrado até os dias de hoje foi produzido pelos babilônios em uma placa de argila cozida, a cerca de 2500 a.C. Este mapa ficou conhecido como o mapa mesopotâmico de Ga-Sur, e sua representação está associada, provavelmente, ao vale do rio Eufrates. Além disso, é possível comprovar, a partir de registros históricos, que outras civilizações, como: astecas, chineses, esquimós, egípcios e gregos também deixaram, em rochas, em couro de animais e em outros materiais, a representação de seus domínios territoriais, registrados a partir de mapas e desenhos.

Dos tempos remotos aos dias atuais, importantes mudanças ocorreram nas técnicas de elaboração de representações da superfície terrestre, como também na motivação existente em construir tais representações. Praticamente, todos os grandes avanços da Cartografia estiveram associados a importantes eventos históricos, sendo possível afirmar que a evolução das técnicas de mapeamento está associada às demandas exigidas pela sociedade.

Diversos autores apontam os séculos XV e XVI como o período mais importante para Cartografia. A intensificação do comércio entre o Oriente e o Ocidente exigiu o desenvolvimento da navegação, que por sua vez motivou avanços na área cartográfica, sobretudo em ferramentas de orientação. A invenção da imprensa, neste mesmo período, possibilitou a fácil reprodução de mapas, barateando seu custo unitário e permitindo sua maior difusão. O fato de produzir mapas por impressão reduziu o erro dos copistas e mudou toda forma de reprodução. A Cartografia passa a ser um novo ofício e o mapa neste momento deixa de ser um registro, e torna-se uma mercadoria.

Iconografia

Pode ser considerada uma forma de linguagem visual, em que símbolos artísticos são utilizados para registrar alguma informação.

Além deste fato, a sistematização dos diferentes ramos de estudos, ou seja, a divisão do trabalho científico, no fim do século XVIII, faz com que surja outro tipo de Cartografia, a Cartografia temática. Surge neste momento a preocupação em representar graficamente o uso e cobertura do solo, nos mapas. Os mapas deixam de ser exclusivamente topográficos, sendo acrescidos de outras informações temáticas.

Em meados do século XX, a invenção do avião e, simultaneamente, o aperfeiçoamento das câmeras fotográficas revolucionaram os estudos cartográficos. Neste mesmo período, são feitas as primeiras fotografias aéreas, com o objetivo de geração de bases cartográficas e também de mapas temáticos, como as representações do uso e coberturas do solo. As primeiras fotografias aéreas foram geradas pelos irmãos Wright sobre o território italiano.

Ao longo de todo este período, as representações gráficas da superfície terrestre vão deixando de ser somente importantes instrumentos de navegação e passam a ganhar importância também como ferramentas na descrição de áreas. O maior impulso neste sentido dá-se com o avanço do imperialismo, no fim do século XIX, já que cada potência necessitaria de um inventário cartográfico preciso, para novas incursões exploratórias em suas colônias.

Por volta de 1930, no período entre guerras, foram tomadas as primeiras fotografias aéreas coloridas. Neste mesmo momento, foram desenvolvidos os primeiros filmes fotográficos, sensíveis à luz infravermelha, que tinham objetivo principal de identificar possíveis alvos camuflados, em territórios em conflito.

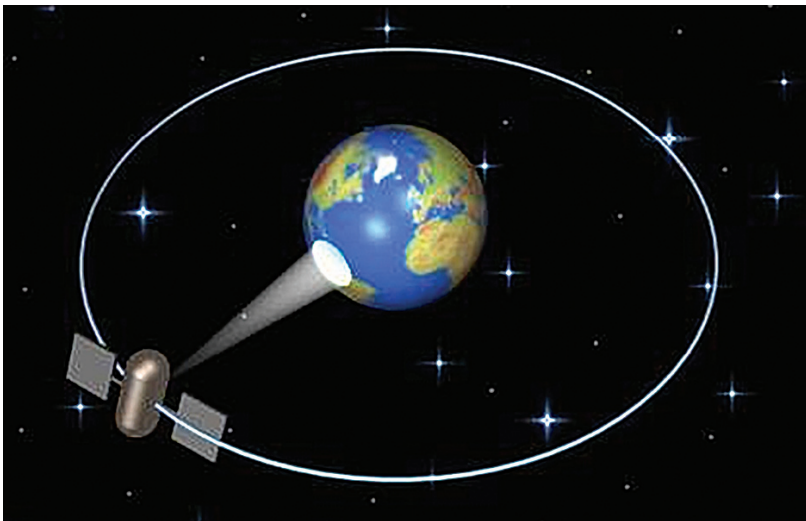


Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1275428>

As mais recentes inovações cartográficas estão correlacionadas aos grandes avanços, ocorridos no campo da informática e das geotecnologias. Dentre os avanços geotecnológicos, podemos destacar a aquisição de imagens da superfície terrestre por **sensoriamento remoto em base orbital**, a produção de modernos *softwares*, voltados para análise espacial, os avanços tecnológicos dos sistemas de posicionamento global (GPS) e a incorporação de avançadas técnicas de modelagem tridimensional do terreno.

Sensoriamento remoto em base orbital

É a técnica de obtenção de informação sobre a superfície terrestre, na maioria das vezes a partir de geração de imagens, com o uso de sensores, acoplados a satélites que estão em órbita do planeta Terra.



O Brasil já ingressou no seleto grupo de países detentores da tecnologia de sensoriamento remoto. Isso aconteceu graças ao programa CBERS, que nasceu de uma parceria inédita entre Brasil e China, no setor técnico-científico espacial. As imagens produzidas pelo satélite sino-brasileiro são usadas em importantes campos, como o controle do desmatamento e queimadas na Amazônia Legal, o monitoramento de recursos hídricos, áreas agrícolas, crescimento urbano, ocupação do solo, em educação e em inúmeras outras aplicações.



Atende ao Objetivo 2

2. Na Cartografia, é importante que você conheça alguns conceitos. Como já apresentamos muitos até o momento e você não pode esquecê-los, correlacione as colunas, procurando o significado correto dos conceitos que destacamos a seguir.

Correlacione as colunas:

- | | |
|---|--|
| 1. Croquis cartográficos | () Conjunto de ferramentas envolvidas com aquisição, estocagem, processamento e representação de dados ou informações espaciais. |
| 2. Mapas | () Representações gráficas da superfície terrestre, que conservam as relações matemáticas de redução, localização e de projeção no plano. |
| 3. Geotecnologias | () Técnica de obtenção de informação sobre a superfície terrestre com o uso de sensores acoplados à satélites que estão em órbita do planeta Terra. |
| 4. Sensoriamento remoto em base orbital | () Desenhos esquemáticos de paisagens da superfície terrestre, muito utilizados por geógrafos e outros profissionais em trabalhos de investigação em campo. |
| 5. Fotografias aéreas | () No século XIX, elas revolucionaram a Cartografia, sendo muito importantes para geração de bases cartográficas e na confecção de mapas temáticos. |

Resposta Comentada

Como vimos anteriormente, os croquis são desenhos esquemáticos de paisagens da superfície terrestre, muito utilizados por geógrafos e outros profissionais em trabalhos de investigação em campo. Sendo assim, essas representações diferem-se dos mapas, na medida em que os mesmos são definidos como representações gráficas da superfície terrestre, que conservam as relações matemáticas de redução, localização e de projeção no plano.

Também aprendemos que as geotecnologias são consideradas um conjunto de ferramentas, envolvidas com a aquisição, estocagem, processamento e representação de dados ou informações espaciais. Dentre estas ferramentas, podemos destacar o sensoriamento remoto em base orbital, que é considerada a técnica de obtenção de informação sobre a superfície terrestre com o uso de sensores acoplados a satélites que estão em órbita do planeta Terra.

Não podemos esquecer de mencionar ainda o grande papel das fotografias aéreas que, em meados do século XIX, revolucionaram a Cartografia, sendo muito importantes para geração de bases cartográficas e na confecção de mapas temáticos.

Cartografia e interdisciplinaridade

Como já vimos anteriormente, as representações cartográficas possuem grande relevância para os estudos em Geografia. Os mapas, croquis, maquetes e outras representações espaciais podem servir como importantes ferramentas para a leitura e interpretação do espaço geográfico, e por isso são instrumentos necessários para estudarmos uma série de fenômenos presentes na superfície terrestre.

Culturalmente, ao falarmos em mapas, pensamos rapidamente em Geografia. No entanto, os recursos cartográficos não são utilizados unicamente por esta ciência, mas também por um grande conjunto de outros ramos do conhecimento. Geólogos, biólogos, engenheiros, arquitetos, e outros profissionais também fazem uso dos mapas para realizar seus estudos e interpretações científicas.



Michał Łopatkiewicz

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/556330>

É importante também observarmos que os mapas são cada vez mais utilizados em nossa vida cotidiana. Eles nos ajudam a localizarmos lugares de interesse em centros urbanos, facilitam o deslocamento em estradas, ajudam-nos a caminhar por trilhas em parques naturais, ou a fazer turismo em uma cidade que não conhecemos. Podemos dizer que os mapas são tão importantes para os cientistas e outros profissionais, como também para todos os outros cidadãos comuns.

Desta maneira, a Cartografia apresenta um grande potencial, como uma disciplina integradora. A possibilidade de trabalharmos o conteúdo de várias disciplinas, utilizando representações gráficas da superfície terrestre, confere esse caráter integrador. Portanto, é comum verificarmos a presença de mapas em reuniões interdisciplinares, onde profissionais das mais diferentes áreas compartilham o uso dos mesmos mapas, cartas ou plantas.



Os mapas, as cartas e as plantas são diferentes formas cartográficas de se representar a realidade. As diferenças entre eles serão definidas na próxima aula.

A multiplicidade de usos dos mapas é muito importante para as atividades, voltadas ao ensino de Geografia. A cartografia pode facilitar a realização de **atividades interdisciplinares**, integrando diferentes disciplinas do Ensino Médio e Fundamental. Os recursos cartográficos podem ser utilizados por professores de Matemática, Português, História, Biologia, Língua Estrangeira, Física, Artes, além, é claro, do professor de Geografia.

Atividades interdisciplinares

A interdisciplinaridade é considerada uma ação coordenada onde há cooperação e diálogo entre diferentes disciplinas do conhecimento. Neste caso, podemos utilizar um objeto ou temática específica e discuti-la à luz de diferentes ramos científicos.



Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/829482>

A exemplo disso, temos a Cartografia Histórica, que é um ramo do conhecimento que trabalha aspectos e conceitos da Cartografia, Geografia, História e até mesmo Linguística, na medida em que faz usos de mapas antigos para explicar as mudanças ocorridas em diferentes espaços, ao longo do tempo. Estes estudos envolvem abordagens, voltadas para alterações de fronteiras e limites, para a descrição da paisagem relatada através dos mapas, elaborados por conquistadores e viajantes, as estratégias de defesa dos Estados ao longo da história, a evolução e crescimento das cidades, a cartografia dos indígenas etc.

Topônimos

São textos (anotações) dos lugares representados no mapa. Os nomes de cidades, vilas, povoados são exemplos de topônimos. Em Cartografia Histórica, é comum estudarmos as mudanças dos nomes dos lugares ao longo do tempo, já que estas alterações podem explicar eventos que foram iniciados no passado e que contribuíram para atual organização do espaço geográfico.



A Cartografia Histórica faz uso de **topônimos** e outras informações contidas em mapas antigos para explicar a mudança dos nomes dos lugares, mas também de todo o processo que desencadeou tais alterações, que na grande maioria das vezes implica em mudanças políticas, econômicas, estruturais, ou de significado dos lugares.



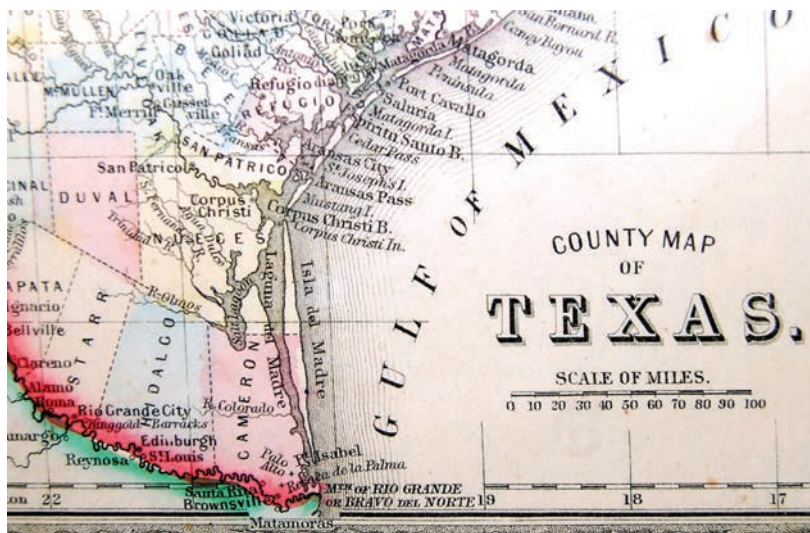
Benjamin Earwicker

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/625077>.

É muito importante não confundirmos História da Cartografia com Cartografia Histórica. A História da Cartografia ocupa-se em explicar a evolução desta ciência ao longo do tempo, contextualizando os avanços obtidos nas técnicas de mapeamento com

os momentos históricos da humanidade. A História da Cartografia estuda a evolução dos mapas desde as pinturas rupestres e mapas em argila cozida até os modernos mapeamentos, apoiados com imagens de sensoriamento remoto. Já a Cartografia Histórica estuda a mudança dos lugares, a partir de mapas antigos. Neste caso, os mapas servem como importantes documentos que contam, a partir de seus registros, a evolução do espaço geográfico ao longo do tempo.

Outros meios podem ser utilizados para trabalharmos a Cartografia como temática integradora e interdisciplinar. Atividades conjuntas com o professor de Matemática podem ser muito bem vindas, quando tratarmos de assuntos relacionados à escala cartográfica, projeções, ou coordenadas geográficas. A forma da Terra pode ser discutida de maneira interdisciplinar com o professor de Física, enquanto o professor de Artes pode discutir junto com os professores de História e Geografia, o significado do mapa, como uma forma de expressão artística, como os que foram pintados por Leonardo da Vinci, por exemplo.



Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/747363>

Ao longo desta primeira aula, pudemos perceber a importância da Cartografia para a Geografia e demais ciências, além é claro de compreendermos a evolução dos mapas ao longo do tempo e discutirmos o potencial da Cartografia, como disciplina interdisciplinar. Nas próximas aulas, apresentaremos a Cartografia como um meio de informação e comunicação, direcionando as discussões para as questões relacionadas à comunicação cartográfica. Esperamos contar com vocês neste novo desafio! Até breve.

Atividade Final

Atende aos Objetivos 1 e 2

Correlacione as disciplinas relacionadas com as suas potencialidades para interdisciplinaridade com a Cartografia.

1. História
 2. Artes
 3. Matemática
 4. Português
 5. Física
 6. Língua Estrangeira
- () Atividades voltadas para a compreensão de escala, projeções cartográficas e coordenadas geográficas.
 - () Estudo do significado dos topônimos nos mapas atuais e antigos.
 - () Compreensão da forma da Terra e dos fenômenos envolvidos com sua formação.
 - () Estudo de topônimos e legendas em mapas de diferentes países.
 - () Análise de mapas construídos por pintores famosos, como Leonardo da Vinci.
 - () Utilização de mapas antigos para compreensão da evolução histórica de uma cidade.

Resposta Comentada

Nesta aula, aprendemos que a Cartografia tem um grande potencial para proposição de atividades interdisciplinares. Neste sentido, verificamos que diversas áreas do conhecimento podem compartilhar discussões que são de interesse geográfico e cartográfico. Como exemplo, temos a Matemática, que pode contribuir para o exercício de atividades, voltadas para escala, cálculo de coordenadas e projeções, temos também a disciplina de Língua Portuguesa que pode nos ajudar a compreender o significado das mudanças dos topônimos e as disciplinas de Língua Estrangeira, que podem utilizar mapas de outros países para compreensão de topônimos em outros países e sua possível tradução para nossa língua.

Além disso, podemos também compartilhar discussões com o professor de Física quando tivermos de abordar assuntos relacionados à forma da Terra, a História quando pretendermos, por exemplo, utilizar mapas antigos para compreender a evolução histórica de uma cidade, ou ainda aprendermos a História da Arte, quando analisarmos os mapas construídos por famosos e antigos pintores.

RESUMO

A Cartografia é a ciência voltada para a representação da superfície terrestre de forma gráfica e generalizada. Para construirmos os mapas ou outras representações, devemos simplificar a realidade, para que então possamos alcançar os objetivos desejados pelo mapeamento. Sendo assim, podemos dizer que esta ciência disponibiliza uma série de importantes ferramentas para a Geografia, que se ocupa em explicar da melhor maneira possível os eventos, fenômenos e processos que atuam sobre a superfície terrestre.

Dos tempos remotos aos dias atuais, torna-se claro que importantes mudanças ocorreram não só nas técnicas de elaboração de representações da superfície terrestre, como também na motivação existente em construir tais representações. Praticamente, todos os grandes avanços da Cartografia (desde as pinturas nas cavernas aos

dias atuais) estiveram associados à importantes eventos históricos, sendo possível afirmar que a evolução das técnicas de mapeamento estão associadas às demandas, exigidas pela sociedade.

A Cartografia ainda apresenta um grande potencial, como uma disciplina integradora. A possibilidade de trabalharmos o conteúdo de várias disciplinas, utilizando representações gráficas da superfície terrestre confere-lhe esse caráter integrador. Para as atividades, voltadas para o ensino de Geografia, esta multiplicidade de usos é muito bem-vinda. Sendo assim, é seguro afirmar que a Cartografia pode facilitar a realização de atividades interdisciplinares, integrando diferentes disciplinas do Ensino Médio e Fundamental.

Informação sobre a próxima aula

Em nosso próximo encontro, iremos discutir a importância dos mapas, como meio de informação e comunicação, a partir da apresentação dos modelos tradicionais e atuais de Comunicação Cartográfica. Iremos, dessa maneira, revelar os diferentes tipos de representações cartográficas. Vamos, ainda, abordar os diferentes tipos de mapas existentes, bem como a classificação dos mapas, quanto aos tipos de usuários.

Aula 2

A comunicação cartográfica

*Vinicius da Silva Seabra
Otavio Rocha Leão*

Meta da aula

Discutir a importância dos mapas como meio de informação e comunicação.

Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. analisar os modelos tradicionais e atuais de comunicação cartográfica, apresentando os diferentes tipos de representações cartográficas;
2. classificar os mapas, quanto aos tipos de usuários.

INTRODUÇÃO

Os atuais modelos de comunicação cartográfica, ao contrário dos tradicionais, destacam que a qualidade das representações cartográficas depende de uma aproximação maior com o usuário. A eficiência do uso dos mapas e cartas repousa na sua eficácia para transmissão da informação espacial. O ideal dessa transmissão é que o leitor entenda a totalidade da informação contida no mapa.

Podemos afirmar que as representações cartográficas mais comuns são os Globos Terrestres, os Mapas e as Cartas. O Globo Terrestre é uma forma de representação tridimensional sobre uma superfície esférica, em escala pequena, espacializando geralmente os aspectos físicos e/ou os limites políticos e administrativos do planeta Terra.

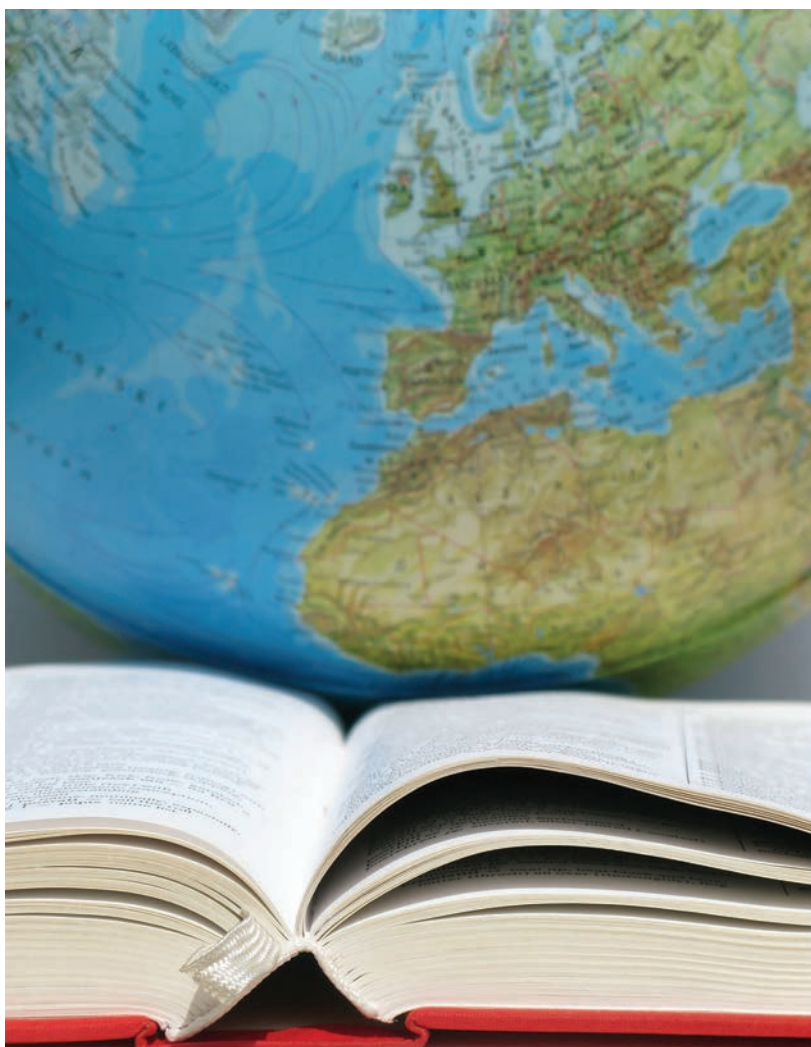
Nesta aula, iremos avaliar os modelos tradicionais e atuais de comunicação cartográfica a partir da análise dos diferentes tipos de representações existentes. Abordaremos também os diferentes tipos de mapas que atendem às demandas de diversos usuários, cada um com sua necessidade.

Preparado?

Para quem são os mapas?

Os mapas fazem parte da nossa vida cotidiana. Podem ser encontrados em jornais, revistas, páginas de internet, telejornais, estações de metrô, trens etc. Em qualquer uma dessas situações, os mapas são utilizados para cumprir uma única e importante função: transmitir de maneira clara e objetiva as informações que neles estão contidas.

Mas para quem são feitos os mapas? Quem será o receptor final destas informações?



Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1195993>

Você já parou para observar que, assim como os livros, existem diferentes tipos de mapas, para diferentes tipos de usuários? Assim como existem os livros infantis, também existem os mapas para crianças. Livros que são escritos para um público geral e os mapas gerais. Livros específicos para geógrafos e mapas especiais para pesquisadores em Geografia. Livros que servem como guias turísticos e mapas turísticos.

E o que existe de diferente em cada um destes tipos de livros e mapas? Muitas coisas!

A linguagem do mapa feito para as crianças é diferente da linguagem do mapa para o público adulto. Quando o objetivo é construir mapas para o público infantil, a leitura é simplificada através de símbolos **pictóricos**. As cores são escolhidas para estimular a leitura e os textos são curtos e simples. Bem diferente dos mapas para adultos, que podem fazer uso de artifícios que seriam complicados para a compreensão de uma criança.

Podemos dizer o mesmo de um mapa turístico, que pode ter seu texto em diferentes idiomas, simbologias específicas, com representações tridimensionais. Tudo isso para facilitar a leitura do usuário, que neste caso é o turista.



Nesta aula, apresentaremos os cuidados que devemos ter para transmitirmos de maneira clara e objetiva as informações contidas no mapa, pensando, é claro, em quem será o seu usuário final. Aprenderemos, portanto, o que existe por trás da comunicação cartográfica.

Sempre devemos nos dar conta de que os mapas, assim como os livros, são feitos para serem lidos e compreendidos, sejam usuários gerais ou específicos.

Pictóricos

Os símbolos pictóricos são construídos artisticamente para que sejam semelhantes aos objetos ou fenômenos que estão sendo representados. Geralmente, esta técnica também é utilizada para a construção de placas de trânsito, auxiliando o motorista na identificação de perigos que possam existir na via.



Colin Brough

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1209887>

Interpretar um mapa é um exercício genuinamente geográfico, uma vez que sua leitura resulta na compreensão da distribuição de elementos, feições, fenômenos e processos que ocorrem sobre a superfície terrestre. Vamos aprender mais sobre a comunicação cartográfica?

A comunicação cartográfica

Para alcançarmos os objetivos propostos por uma representação cartográfica, temos de garantir sua eficácia na transmissão da informação espacial. Como dissemos, o ideal é que o leitor compreenda a totalidade da informação contida nos mapas, cartas ou outras representações. Significa dizer, por exemplo, que um bom mapa é aquele que consegue transmitir com clareza para seu usuário as informações que nele estão representadas.

Muitas pessoas cometem o equívoco de achar que o “bom mapa” é aquele que apresenta o maior número de informações possíveis. Grave engano! Para construir um bom mapa, é necessário fazer as melhores escolhas. Sendo que é de fundamental importância a representação de maneira clara das informações que são necessárias para os usuários.

Vamos tomar como exemplo a construção do mapa cujo objetivo seja facilitar o deslocamento de um viajante por toda área de uma cidade. Para viabilizar o seu manuseio, o mapa deverá ser impresso em uma folha A4 (210 x 297 mm), representando a cidade em um tamanho muito menor do que ela é na realidade.

Depois de escolhermos o tamanho do mapa, vamos começar a construir as representações. Desenharemos todo o traçado viário (ruas, avenidas etc.), simbolizaremos algumas edificações (escolas, hospitais etc.), representaremos a hidrografia (rios, lagoas etc.). Vamos também inserir as informações gerais que são relevantes para a leitura do mapa, como: legenda, orientação, escala, dentre outras.

Então, ao concluirmos estas etapas, devemos parar e fazer para nós mesmos a seguinte pergunta:

Que outras informações são necessárias para que um viajante consiga se deslocar com facilidade por toda a cidade, através da leitura do mapa?

Nessa etapa da construção do mapa, é que devemos nos colocar no lugar do usuário. Não é o leitor do mapa que deve imaginar o que se passava pela cabeça do autor no momento em que ele escolheu todas as representações. O autor do mapa é que deve pensar no que pode passar pela cabeça do leitor, no momento em que ele estiver fazendo uso do mapa.

Quando realizamos este exercício de reflexão, buscamos uma aproximação com o usuário. Esta aproximação pode ser feita também de outras formas, como, por exemplo, a realização de entrevistas com os grupos de leitores e com aplicação de questionários. Agindo assim, estamos dando espaço para que os usuários opinem e discutam a construção do mapa.

Este processo de interação aproxima os usuários dos mapas daqueles que os constroem. Ambos aprendem com esta aproximação, já que o resultado final – o mapa – será elaborado a partir de um processo de negociação. O autor do mapa coloca as razões e limitações técnicas para cada tomada de decisão. Já o usuário do mapa solicita maior flexibilização para o atendimento de seus anseios.

Nem sempre a construção do mapa ocorreu desta forma. A cartografia tradicional, que predominou até a década de 1970, preocupava-se somente com a produção correta e precisa dos mapas, dando pouca ou nenhuma importância ao uso dos mesmos.



Figura 2.1: Modelo tradicional de comunicação cartográfica, evidenciando a observação do mundo real e sua representação cartográfica.

Estes modelos consideravam a criação do mapa e a sua própria interpretação como processos dissociados.

Podemos dizer que os modelos tradicionais de comunicação cartográfica analisam todo o processo de produção do mapa a partir de:

1. interpretação da realidade por parte do cartógrafo;
2. o mapa;
3. a interpretação do mapa por parte do usuário.

A aceitação destes modelos por grande parte dos cartógrafos gera problemas graves para a representação correta de fenômenos presentes na superfície terrestre. Muitas vezes, os mapas não atendem às necessidades do usuário, seja por incompatibilidades na observação seletiva da realidade ou por problemas decorrentes da materialização desta realidade (como uso incorreto dos símbolos). O excesso de informações, ou equívocos na forma de representá-las, também se configura em recorrentes erros no processo de comunicação cartográfica.

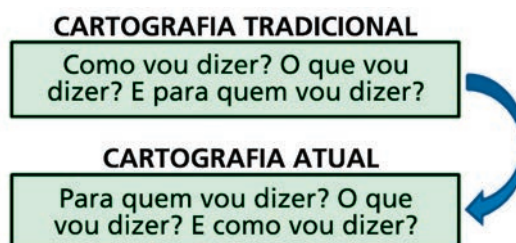


Figura 2.2: Diferença na proposta de construção de mapas entre a cartografia tradicional e a atual.

Atualmente, a cartografia propõe modelos de comunicação em que os objetivos do usuário, assim como seu conhecimento, sua experiência e suas habilidades são consideradas tão importantes quanto às técnicas cartográficas necessárias para construção do mapa. Nesta nova concepção, a elaboração do mapa não segue mais processos

lineares, verticais, como os modelos tradicionais previam. Atualmente, admite-se o estabelecimento de diálogo entre autor e usuários, “aproximando” a realidade observada por ambos, estabelecendo com isso um eficiente processo de comunicação cartográfica.

Antes de selecionarmos os fatores mais relevantes e passíveis de representação, e de escolhermos as técnicas e metodologias de mapeamento, devemos conhecer quem serão os usuários dos mapas, e entender suas necessidades e objetivos.

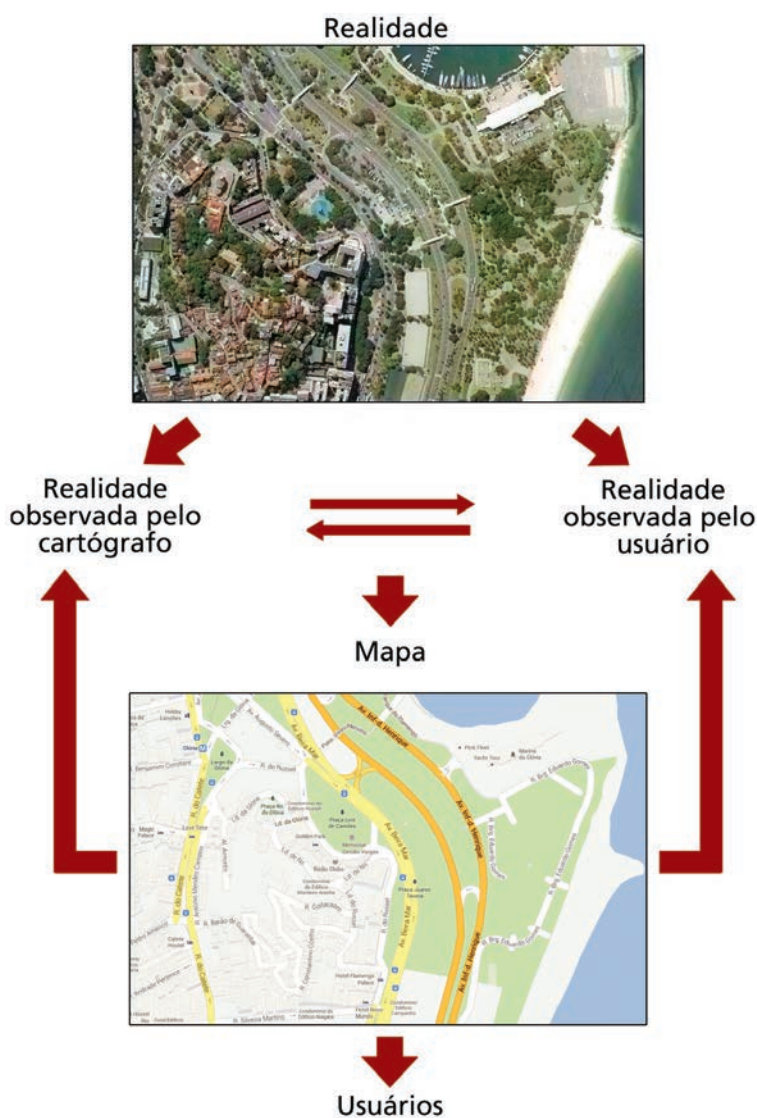


Figura 2.3: Modelo atual de comunicação cartográfica, que leva em consideração a realidade observada pelo cartógrafo e pelo usuário dos mapas.

As representações cartográficas

Chegou o momento em que temos de conceituar bem os principais tipos de representações cartográficas. Estamos o tempo todo falando de Mapas, Cartas e Plantas, mas ainda não definimos criteriosamente o que significa cada um deles. Na verdade, a primeira forma de representação que abordaremos nesta aula será o Globo Terrestre.

O Globo Terrestre é construído sobre uma superfície esférica, em escala pequena, espacializando geralmente os aspectos físicos e/ou os limites políticos e administrativos do planeta Terra com finalidade cultural e ilustrativa. Por usar a esfera como superfície de projeção, o Globo Terrestre configura-se como uma representação tridimensional da Terra, apresentando poucas distorções, se comparado às demais formas de representação.



Figura 2.4: Globo Terrestre.

As principais limitações do uso do Globo Terrestre são a dificuldade de manuseio e, principalmente, as restrições relacionadas à **escala cartográfica** de representação. A restrição de escala acontece porque as informações presentes nos Globos Terrestres precisam sofrer muita redução para serem exibidas, uma vez que eles possuem tamanhos limitados a alguns centímetros de raio.

Ao contrário dos Globos Terrestres, os Mapas são representações planas de toda superfície terrestre ou parte da superfície. Em razão disso, podem ser exibidos em papel, fazendo com que estes produtos possuam maior facilidade em sua utilização, ou seja, apresentando maior praticidade de manuseio.

Os mapas geralmente têm finalidades culturais, temáticas e ilustrativas, podendo representar diferentes recortes espaciais em pequenas e médias escalas. No entanto, os mapas mais comuns são aqueles que representam grandes áreas da superfície terrestre, em escalas cartográficas pequenas, que têm suas áreas limitadas por acidentes naturais (bacias, planaltos, chapadas etc.) ou limites político-administrativos (países, estados, municípios, distritos etc.).

Escala cartográfica

Representa o quanto cada elemento da realidade foi reduzido para ser representado no Globo, Mapa, Carta ou Planta. Portanto, as escalas são razões matemáticas de redução e por isso podem ser representadas a partir de frações.



Figura 2.5: Mapa político da América do Sul.

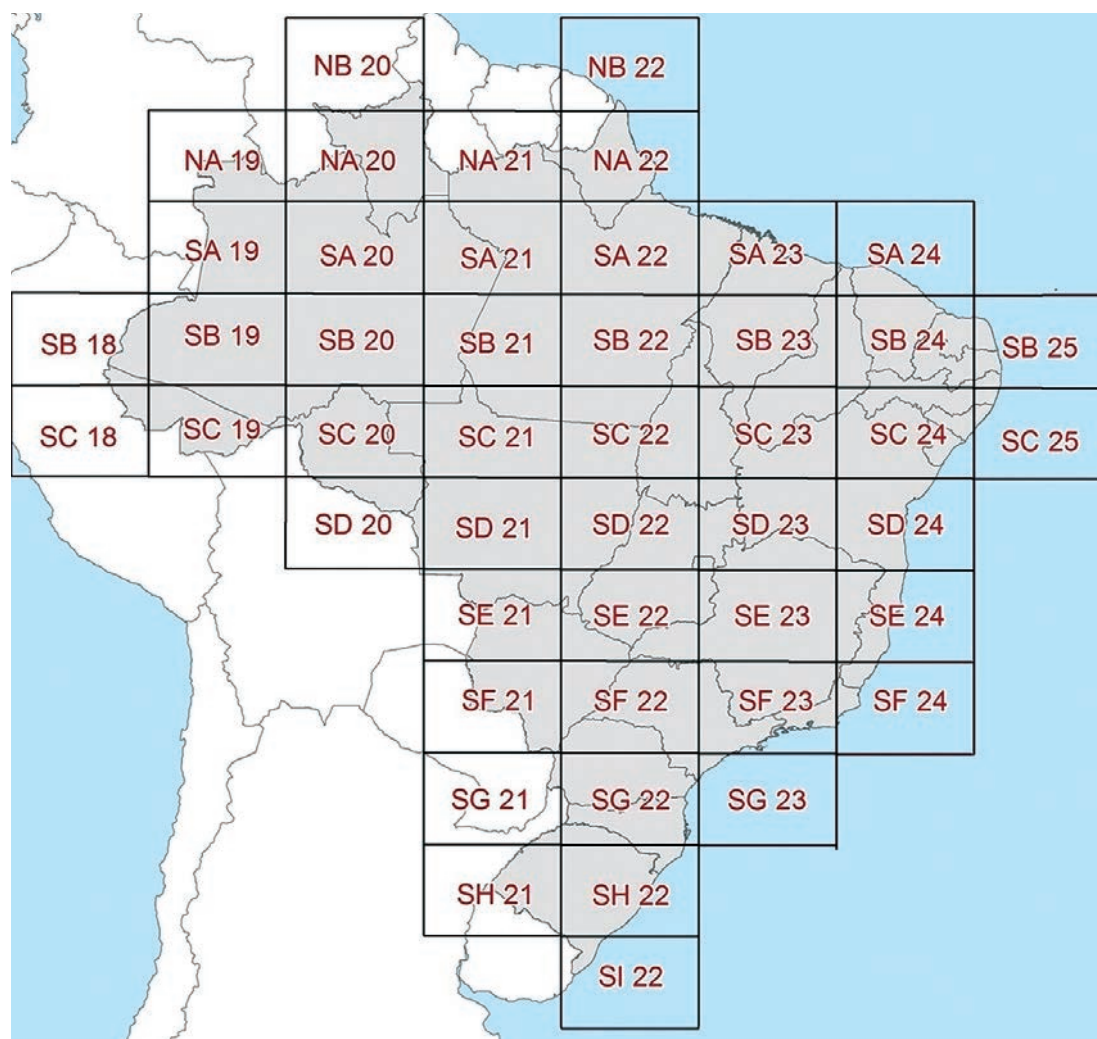


Figura 2.6: Brasil e a articulação das Cartas Internacionais ao milionésimo.

As Cartas diferenciam-se dos Mapas por serem utilizadas para fins específicos, na grande maioria das vezes. Têm como objetivo a representação de áreas, a partir da sistematização de folhas articuladas, geralmente em grandes e médias escalas. Os limites das Cartas são construídos convencionalmente e todos os demais elementos são padronizados e convencionados para todas as folhas presentes na articulação.

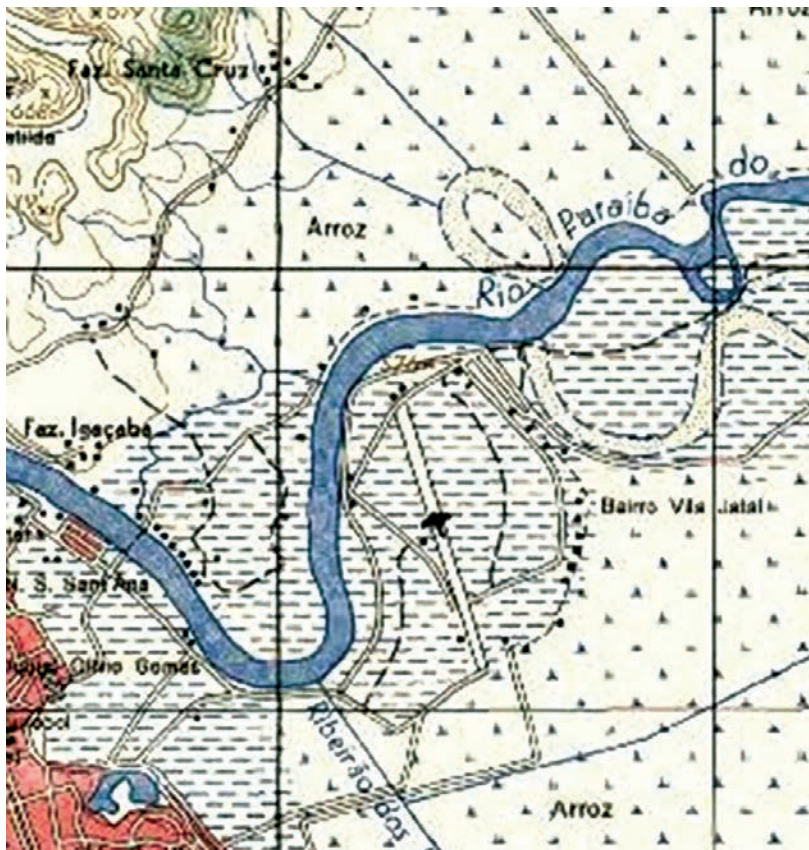
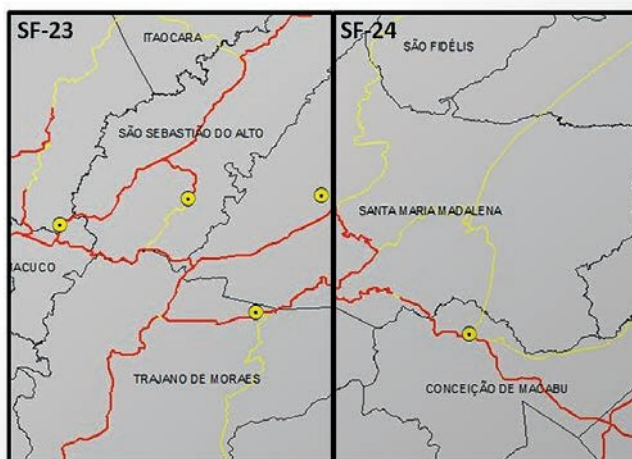


Figura 2.7: Trecho de Carta Topográfica.



Uma articulação de Cartas assemelha-se a um interessante “quebra-cabeças” onde cada folha é parte de uma área total mapeada e todos os temas representados em uma folha serão também representados de maneira contínua nas demais. Por exemplo, uma estrada que foi mapeada em uma folha qualquer, ao chegar aos limites de uma Carta, continuará sendo representada na Carta vizinha, com a mesma simbolização e padrões de representação.



Trechos de duas Folhas CIM
Articuladas

Obs: Apenas o sistema viário, as cidades e os limites dos municípios foram exibidos.

SE-22	SE-23	SE-24
SF-22	SF-23	SF-24
SG-22	SG-23	SG-24

As Cartas podem ainda ser classificadas de acordo com a escala de mapeamento. As Cartas Cadastrais, por exemplo, são aquelas que são detalhadas e precisas, com escalas grandes (ex.: 1:5.000) utilizadas por exemplo para cadastro municipal (mapeamento de ruas, lotes, praças etc.). As Cartas Topográficas são utilizadas para mapeamento em escalas médias (ex.: 1:50.000), e trazem informações de elementos da planimetria (ex.: hidrografia, estradas, limites políticos etc.) e altimetria (ex.: representação do relevo). Já as Cartas Geográficas representam grandes áreas da superfície terrestre em escalas pequenas (ex.: 1:1.000.000). Nestas Cartas, muitas vezes são utilizadas diferentes variações de cores para representação da altimetria.



Por exemplo, a escala 1:50.000 significa que a realidade foi reduzida 50.000 vezes ($1/50.000$). Já a escala 1:1.000.000 significa que a realidade foi reduzida 1.000.000 de vezes ($1/1.000.000$). Lembre-se de que quanto menor a escala cartográfica, maior será o fator de redução e menos detalhes poderão ser exibidos no mapa ($1/50.000 > 1/1.000.000$).

Para saber o tamanho real do que está representado no mapa basta usar a escala. Por exemplo, em um mapa com escala 1:50.000, basta multiplicar por 50.000 o que está representado no mapa, ou seja, 1 centímetro no mapa representa 500 metros na realidade.

Nas próximas aulas, discutiremos com maior profundidade os diferentes assuntos relacionados à escala cartográfica.

As Plantas, por sua vez, são casos particulares de representação, em que as superfícies cartografadas são espacialmente muito limitadas, ou seja, são representações de pequenos recortes do espaço geográfico. Este tipo de representação atende a grandes escalas (maiores que 1:1.000), ou seja, serve para os usuários que necessitam de informações em grandes níveis de detalhamento. Temos como exemplo os levantamentos cartográficos para o planejamento de rede de distribuição de água e esgoto, distribuição de dutos etc.



Atende ao Objetivo 1

1. Vamos agora começar a exercitar o que já foi visto. Leia com atenção e, com base no material que foi apresentado, responda às questões a seguir.

a. Dentre as alternativas a seguir, assinale aquela que melhor define os atuais modelos de comunicação cartográfica.

() Os atuais modelos de comunicação cartográfica descrevem o processo de construção do mapa, a partir de três etapas fundamentais: 1 – interpretação da realidade por parte do cartógrafo; 2 – o mapa; 3 – a interpretação do mapa por parte do usuário.

() A cartografia propõe atualmente modelos de comunicação cartográfica em que os objetivos do usuário, assim como seu conhecimento, sua experiência e suas habilidades são considerados tão importantes quanto às técnicas cartográficas necessárias para construção do mapa.

() Os melhores mapas são aqueles que conseguem representar o maior número de informações possíveis, atendendo a um diverso conjunto de usuários. Sendo assim, podemos dizer que os mapas eficientes são aqueles que servem aos mais distintos objetivos.

Resposta Comentada

Foi difícil encontrar a resposta correta? Vamos então tirar as dúvidas que você pode ter encontrado. Nesta aula, aprendemos que os modelos tradicionais de comunicação cartográfica descrevem o processo de construção do mapa, a partir de três etapas fundamentais: 1 – interpretação da realidade por parte do cartógrafo; 2 – o mapa; 3 – a interpretação do mapa por parte do usuário.

Já os modelos atuais de comunicação cartográfica consideram que os objetivos do usuário, assim como seu conhecimento, sua experiência e suas habilidades são considerados tão importantes quanto às técnicas cartográficas necessárias para construção do mapa.

É importante também considerarmos que o bom mapa não é aquele carregado de um número excessivo de informações. Na verdade, um bom mapa é aquele que consegue transmitir com clareza para seu usuário a totalidade das informações que nele estão representadas.

b. Assinale as alternativas que descrevem corretamente os diferentes tipos de representações cartográficas.

() O Globo Terrestre é uma forma de representação tridimensional sobre uma superfície esférica, em escala pequena, espacializando geralmente os aspectos físicos e/ou os limites políticos e administrativos do planeta Terra.

() Os Mapas são representações planas de toda superfície terrestre ou de parte desta superfície. Os mapas mais comuns são aqueles que representam grandes áreas da superfície terrestre, em escalas cartográficas pequenas, que têm suas áreas limitadas por acidentes naturais ou limites político-administrativos.

() As Cartas são geralmente utilizadas para fins específicos, tendo como objetivo a representação de áreas a partir da sistematização de folhas articuladas, que normalmente estão em grandes e médias escalas.

c. Complete as lacunas no quadro a seguir tendo como base as informações passadas nessa aula.

Tipo de representação	Característica	Finalidade
	Construído sobre uma superfície esférica, em escala pequena, espacializando os aspectos físicos e/ou os limites políticos e administrativos do planeta Terra.	Cultural, ilustrativa e didática
	Representam diferentes recortes espaciais em pequenas e médias escalas. Os mapas mais comuns são aqueles que representam grandes áreas da superfície terrestre, em escalas cartográficas pequenas, que têm suas áreas limitadas por acidentes naturais ou limites político-administrativos.	Culturais, temáticas, ilustrativas e didáticas.
	Representação de áreas a partir da sistematização de folhas articuladas, geralmente em grandes e médias escalas.	Finalidades específicas

Resposta Comentada

Terminou? Vamos ver os resultados.

Como vimos anteriormente, existem diferentes tipos de representações cartográficas, tais como: o Globo Terrestre, os Mapas e as Cartas. O Globo Terrestre é construído sobre uma superfície esférica, em escala pequena, espacializando geralmente os aspectos físicos e/ou os limites políticos e administrativos do planeta Terra, com finalidade cultural e ilustrativa. Por usar a esfera como superfície de projeção, o Globo Terrestre configura-se numa representação tridimensional da Terra, apresentando poucas distorções, se comparado às demais formas de representação.

Os mapas geralmente têm finalidades culturais, temáticas e ilustrativas, podendo representar diferentes recortes espaciais em pequenas e médias escalas. No entanto, os Mapas mais comuns são aqueles que representam grandes áreas da superfície terrestre, em escalas cartográficas pequenas, que têm suas áreas limitadas por acidentes naturais ou limites político-administrativos.

Já as Cartas diferenciam-se dos Mapas por serem utilizadas na grande maioria das vezes para fins específicos, tendo como objetivo a representação de áreas, a partir da sistematização de folhas articuladas, geralmente em grandes e médias escalas.

Classificação dos Mapas e Cartas, quanto aos tipos de usuários

Como vimos nos itens anteriores, as representações cartográficas podem ser classificadas, segundo sua tipologia, como: Mapas, Cartas ou Plantas. No entanto, estas tipologias ainda podem ser diferenciadas, segundo o tipo de usuário para o qual foram elaboradas, ou seja, podem se distinguir de acordo com as características das informações que veiculam. Em razão dos objetivos a que se destinam, os Mapas e as Cartas podem ser:

1. Mapas Gerais;
2. Mapas ou Cartas Especiais;
3. Cartas ou Mapas Temáticos;
4. Mapas ou Cartas Imagem.

Os Mapas Gerais são elaborados para atender a grandes grupos de usuários, não possuindo com isso finalidades específicas. Estes tipos de mapas são muito utilizados para o público em geral, que nem sempre domina todas as habilidades necessárias para compreensão de informações cartográficas de maior complexidade. Por isso, a linguagem utilizada nas legendas e textos deve ser clara e o volume de informações contidas nos Mapas Gerais deve ser cuidadosamente generalizado.

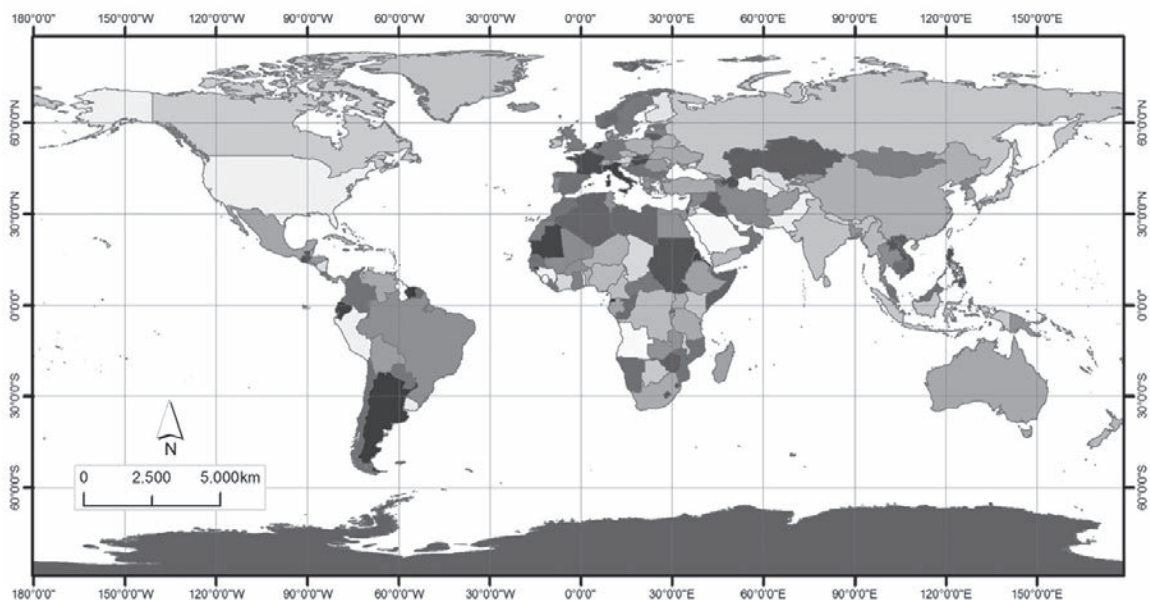


Figura 2.8: Exemplo de Mapa Geral, representando toda a superfície terrestre em um plano.

Os Mapas ou Cartas Especiais são construídos para utilização de usuários que possuam objetivos específicos, apresentando riqueza de detalhes nas informações e considerável nível de precisão em suas representações. As Cartas Náuticas e Aeronáuticas podem ser consideradas exemplos deste tipo de representações.

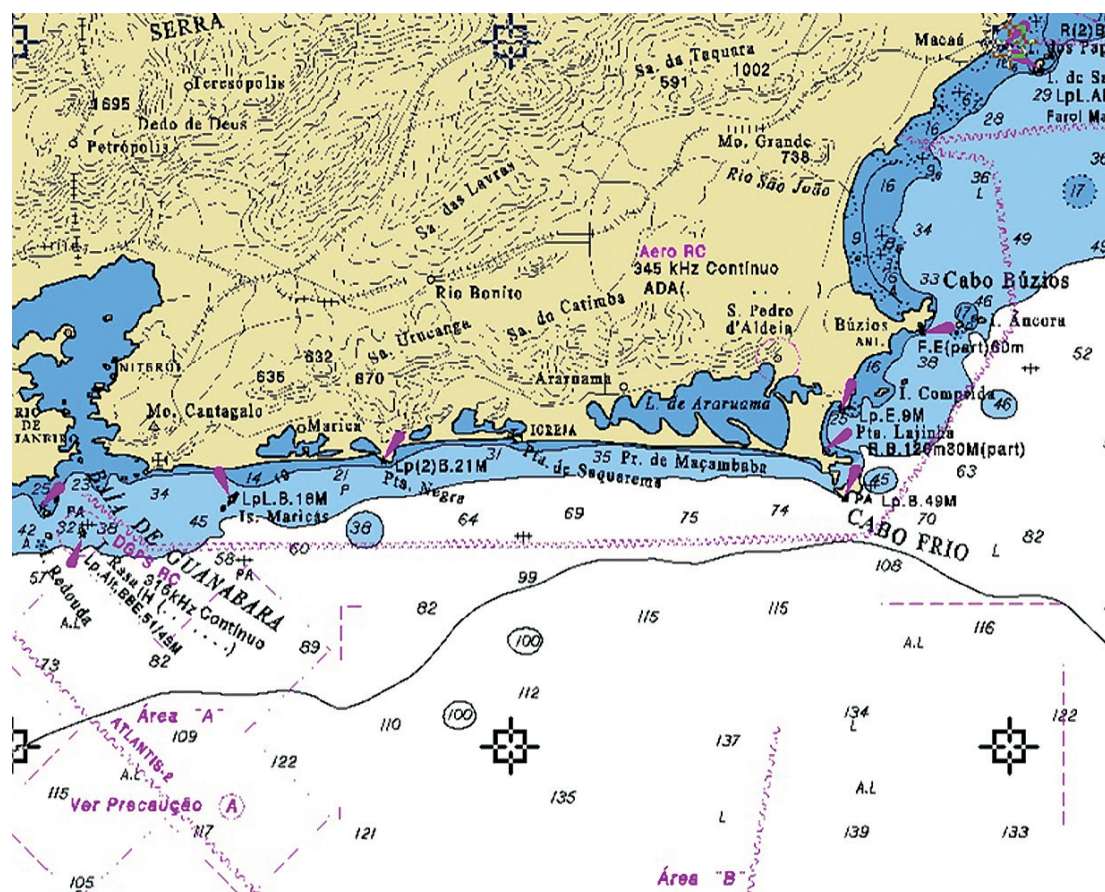


Figura 2.9: Carta Náutica.

As Cartas ou Mapas Temáticos representam fenômenos, processos, objetos ou feições presentes na superfície terrestre de forma qualitativa e/ou quantitativa. Os mapas geomorfológicos, mapas de uso e cobertura do solo, mapas geológicos e mapas de clima, por exemplo, são considerados Mapas Temáticos.

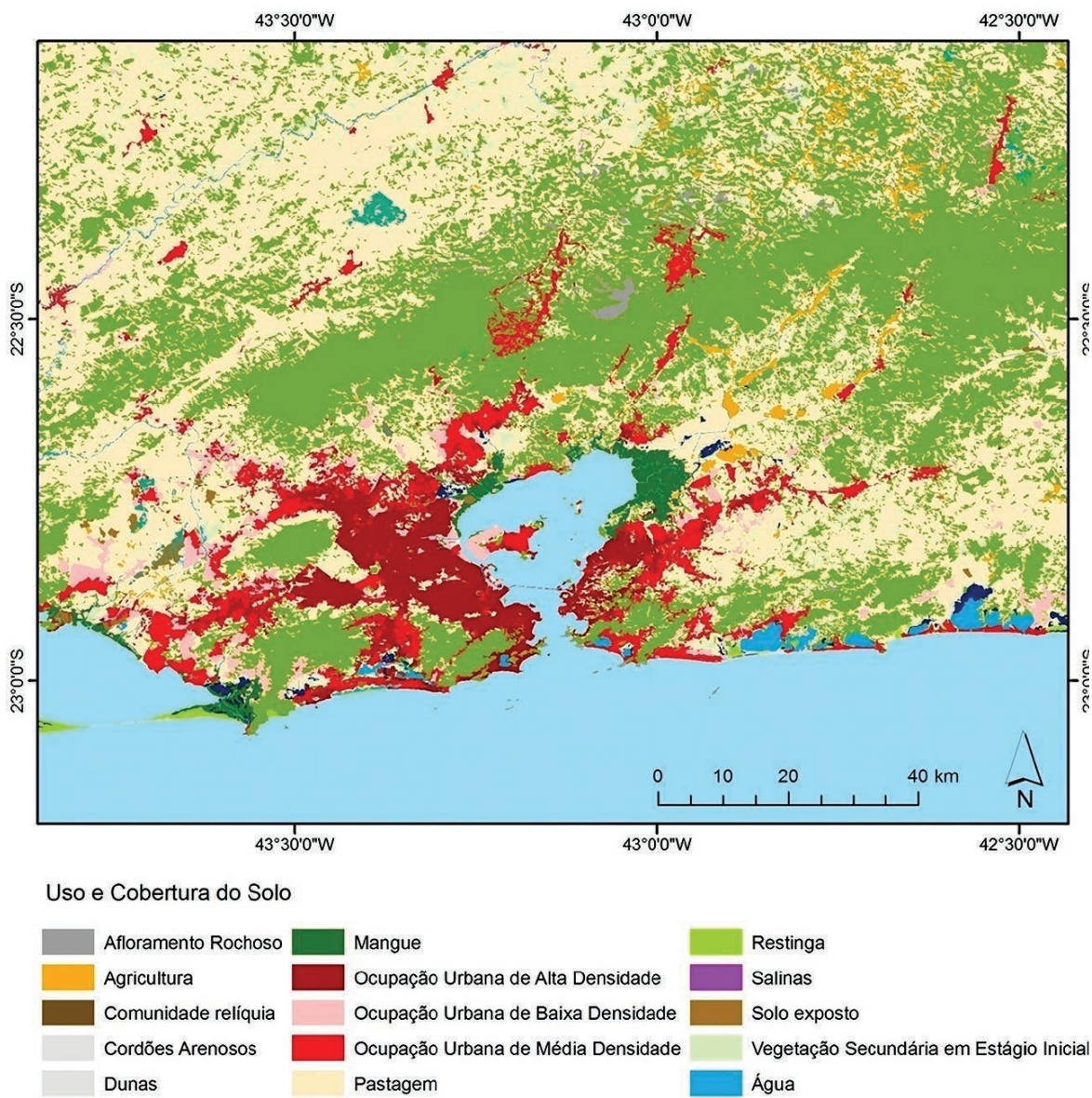


Figura 2.10: Mapa Temático.

Os Mapas ou Cartas Imagem utilizam imagens de satélite como base para representação de outras informações cartográficas. Estas representações podem atender a objetivos diversos, mas na grande maioria das vezes servem para correlacionar informações contidas em mapas ou cartas com informações existentes na imagem, facilitando a identificação de processos, objetos ou fenômenos espaciais.

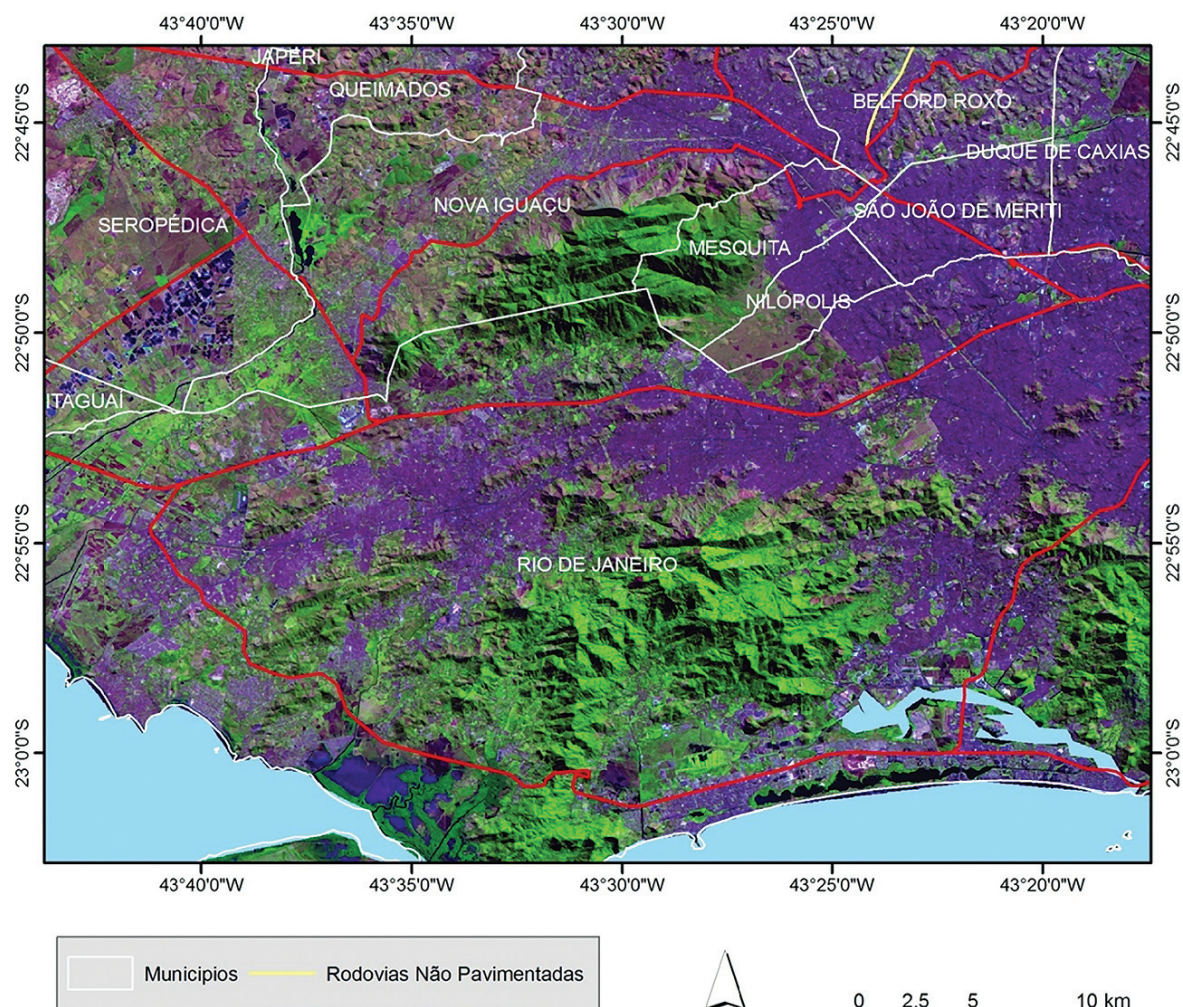


Figura 2.11: Carta Imagem.



Atende aos Objetivos 1 e 2

2. Assinale V para as alternativas verdadeiras e F para as alternativas Falsas.

- a. () Os Mapas Gerais são elaborados para atender a grupos de usuários cientistas, atendendo-os de maneira geral.
- b. () As Cartas Náuticas e Aeronáuticas podem ser consideradas exemplos de Cartas Especiais, que atendem a finalidades específicas.
- c. () As Cartas ou Mapas Temáticos representam uma séries de fenômenos, processos e objetos na superfície terrestre, como também fazem os Mapas Gerais, sempre de forma qualitativa.
- d. () As Cartas ou Mapas imagem podem atender a objetivos diversos, mas na grande maioria das vezes servem para correlacionar informações contidas em mapas ou cartas com informações existentes na imagem.

Resposta Comentada

Os Mapas Gerais são elaborados para atender a grandes grupos de usuários, não possuindo com isso finalidades específicas. Estes tipos de mapas são muito utilizados para o público em geral, que nem sempre domina todas as habilidades necessárias para compreensão de informações cartográficas de maior complexidade.

Por outro lado, os Mapas ou Cartas Especiais são construídos para utilização de usuários que possuam objetivos específicos, apresentando riqueza de detalhes nas informações e considerável nível de precisão em suas representações. As Cartas Náuticas e Aeronáuticas podem ser consideradas exemplos deste tipo de representações.

Já as Cartas ou Mapas Temáticos representam fenômenos, processos, objetos ou feições presentes na superfície terrestre de forma qualitativa e/ou quantitativa. Os mapas geomorfológicos, mapas de uso e cobertura do solo, mapas geológicos e mapas de clima, por exemplo, são considerados mapas temáticos.

Os Mapas ou Cartas Imagem utilizam imagens de satélite como base para representação de outras informações cartográficas e assim podem atender a objetivos diversos, como, por exemplo, correlacionar informações contidas em mapas ou cartas com informações existentes na imagem, facilitando a identificação de processos, objetos ou fenômenos espaciais.

CONCLUSÃO

Nesta aula, podemos concluir que existem diferentes formas de se representar cartograficamente a realidade observada. Vimos que ao longo do tempo a comunicação cartográfica passou a valorizar aspectos relacionados à percepção dos usuários dos mapas e não apenas o rigor da observação do cartógrafo. Podemos também afirmar as diferenças nas características e finalidades das principais formas de representação cartográfica: o Globo Terrestre, os Mapas e as Cartas.

Atividade Final

Atende aos Objetivos 1 e 2

Observe atentamente as representações cartográficas, que foram apresentadas na aula de hoje (Figuras A, B, C, D) e observe as diferenças entre suas características e finalidades. Depois complete o quadro a seguir.

Figura A

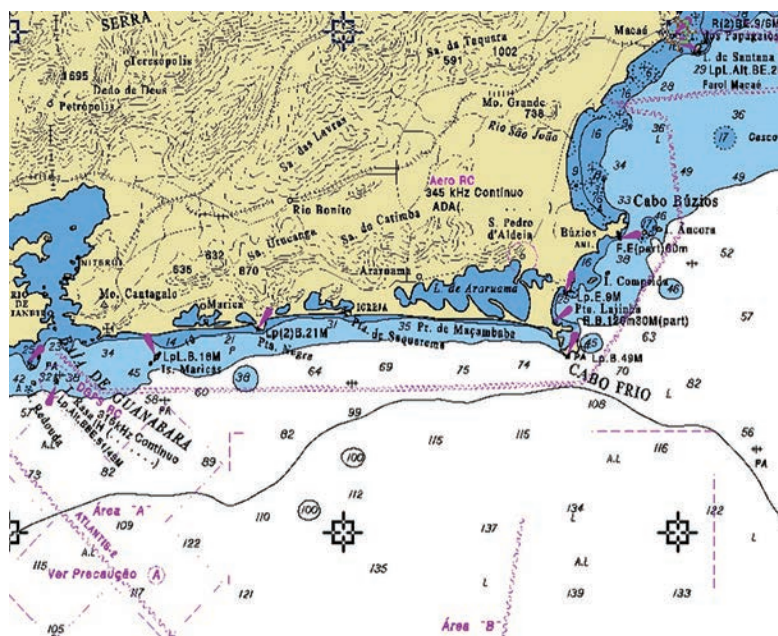


Figura B

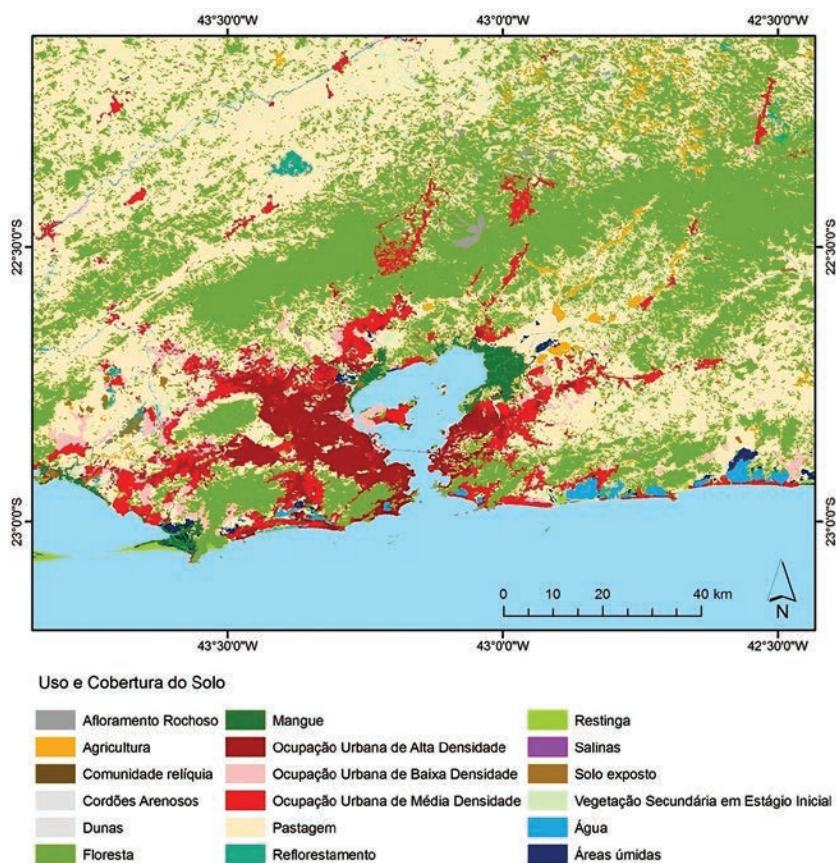


Figura C

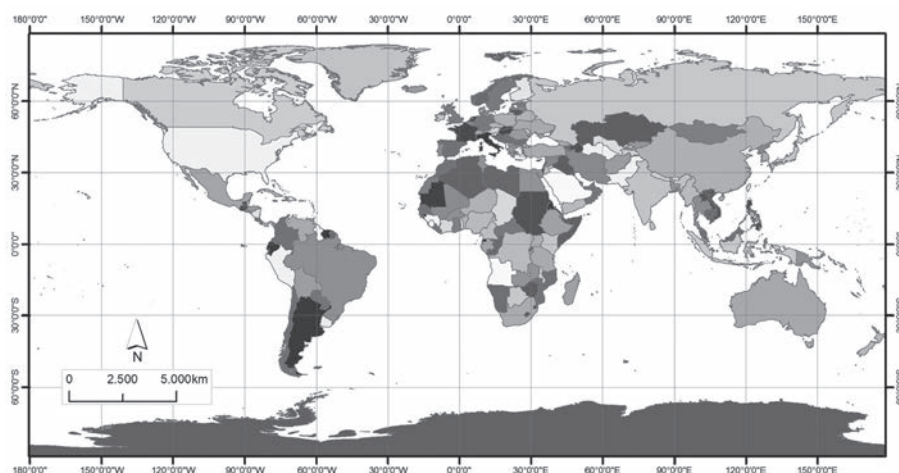
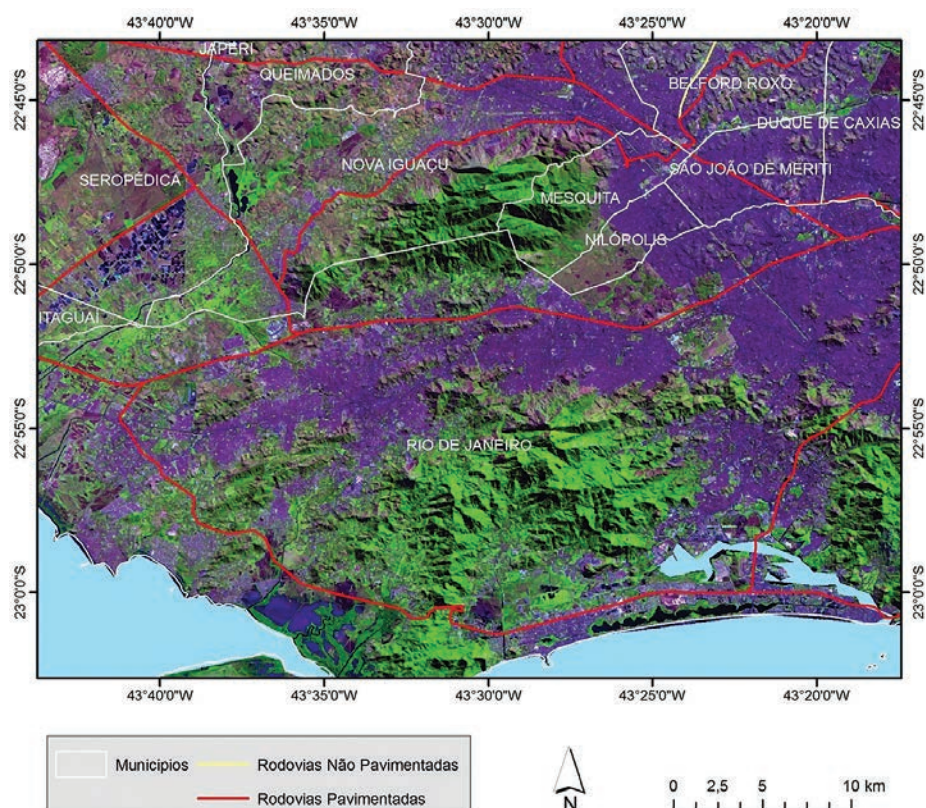


Figura D



Terminou de observar as figuras? Então, agora complete o quadro, indicando qual a figura e o tipo de representação cartográfica correspondem às características e finalidades apresentadas.

Figura	Representação cartográfica	Características	Finalidade
		Utilizados por usuários específicos. Apresentam riqueza de detalhes nas informações e considerável nível de precisão em suas representações.	Representar cartograficamente o relevo submarino junto à costa.
		Representam fenômenos, processos, objetos ou feições presentes na superfície terrestre de forma qualitativa e/ou quantitativa.	Representar cartograficamente o mapeamento de uso e cobertura do solo de parte do estado do Rio de Janeiro.
		São elaborados para atender a grandes grupos de usuários, não possuindo finalidades específicas. A linguagem utilizada nas legendas deve ser clara.	Representar cartograficamente a totalidade da superfície terrestre em um único mapa.
		Utilizam imagens de satélite como base para representação de outras informações cartográficas.	Representar cartograficamente uma imagem de satélite.

Resposta Comentada

O primeiro espaço é a **Figura A**. No exemplo, está uma carta náutica, considerada uma **Carta Especial**, já que atende a um número específico de usuários. No segundo espaço, está a **Figura B**, temos um **Mapa Temático** de uso e cobertura do solo, que representa um aspecto qualitativo da superfície terrestre.

O terceiro é a **Figura C**. No exemplo, temos um mapa do mundo, que pode ser considerado um **Mapa Geral** que tem por objetivo atender a um grande número de usuários, não possuindo um objetivo específico. A quarta é a **Figura D**, nós temos uma **Carta Imagem**, que tem por característica o uso de imagens de satélite, como base para a representação de dados temáticos.

RESUMO

Os mapas são representações planas de toda superfície terrestre ou de parte desta superfície. Os mapas mais comuns são aqueles que representam grandes áreas da superfície terrestre, em escalas cartográficas pequenas, que têm suas áreas limitadas por acidentes naturais ou limites político-administrativos. Já as cartas são geralmente utilizadas para fins específicos, tendo como objetivo a representação de áreas, a partir da sistematização de folhas articuladas, que normalmente estão em grandes e médias escalas.

Em razão dos objetivos a que se destinam, os mapas e as cartas podem ser:

1. Mapas Gerais;
2. Mapas ou Cartas Especiais;
3. Cartas ou Mapas Temáticos;
4. Mapas ou Cartas Imagem.

Os Mapas Gerais são elaborados para atender a grandes grupos de usuários, não possuindo com isso finalidades específicas. Já os Mapas ou Cartas Especiais são construídos para utilização de usuários que possuam objetivos específicos, apresentando riqueza de detalhes nas informações e considerável nível de precisão em suas representações.

Por outro lado, as Cartas ou Mapas Temáticos representam fenômenos, processos, objetos ou feições presentes na superfície terrestre de forma qualitativa e/ou quantitativa. E, por fim, os Mapas ou Cartas Imagem utilizam imagens de satélite como base para representação de outras informações cartográficas e assim podem atender a objetivos diversos, como, por exemplo, correlacionar informações contidas em mapas ou cartas com informações existentes na imagem, facilitando a identificação de processos, objetos ou fenômenos espaciais.

Informação sobre a próxima aula

Na próxima aula, iremos apresentar alguns conceitos fundamentais da cartografia, como: superfície topográfica, geoide e elipsoide. Vamos também conversar sobre a evolução dos conceitos relativos à forma da Terra. Será dada especial atenção ao conceito de geoide e as principais características do Sistema Geodésico Brasileiro, responsável pela cartografia oficial em todo o território nacional.

Aula 3

A verdadeira forma da Terra

*Vinicius da Silva Seabra
Otavio Rocha Leão*

Meta da aula

Apresentar os conceitos de superfície topográfica, geoide e elipsoide.

Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. descrever a evolução dos conceitos relativos à forma da Terra;
2. aplicar o conceito de geoide e as principais características do Sistema Geodésico Brasileiro.

INTRODUÇÃO

Antes de seguirmos, aprendendo técnicas e conceitos relacionados à representação do planeta Terra, devemos compreender um pouco melhor alguns aspectos relacionados à verdadeira forma do nosso planeta. Podemos considerar a abordagem de assuntos relacionados a esse tema como uma temática-chave para a compreensão da Cartografia, tendo sido muito discutidos ao longo de centenas (e até milhares) de anos.

A preocupação em explicarmos a forma da Terra vem antes mesmo do nascimento de Cristo, já que importantes filósofos e matemáticos, tais como: Pitágoras (580 a.C.), Aristóteles (384 a.C.), Eratóstenes (22 a.C.), dedicaram muito tempo de suas vidas, tentando compreender e explicar a verdadeira forma do nosso planeta.



Figura 3.1: Eratóstenes.

Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Erat%C3%B3stenes>.

Mas o que pode existir de tão especial na forma da Terra que a torna alvo de tantos estudos e discussões? Hoje em dia, com toda a tecnologia que dispomos, ficou mais simples fazermos afirmações

precisas sobre a forma exata do nosso planeta. No entanto, estes estudos realizados no passado não possuíam à sua disposição as mesmas tecnologias que dispomos hoje, o que suscitou uma série de dúvidas e discussões sobre o assunto.

Plana, redonda ou esférica? Qual será a verdadeira forma da Terra? Vamos responder a todas estas perguntas nas páginas a seguir!

Considerações sobre a forma da Terra

Na Antiguidade, entender a verdadeira forma da Terra significava compreender o funcionamento de muitos fenômenos terrestres e até mesmo a existência da vida. Por isso, pensar sobre a forma da Terra foi uma preocupação nascida em um período em que questionar e refletir sobre a existência e funcionamento das coisas era algo muito relevante para sociedade.

Foi em função disto que desde a Grécia antiga, alguns pensadores buscavam elementos que comprovassem as teorias, baseadas na hipótese de que a Terra possuía uma forma esférica, que muitos já acreditavam ser verdadeiras. Sendo assim, alguns destes pensadores dedicavam boa parte do seu tempo buscando formas de calcular a sua circunferência.

Um passo importante para encontrarmos as respostas para estas questões foi dado por Pitágoras, que em 528 a.C. classificou a forma do nosso planeta como esférica. E foi a partir daí que sucessivas teorias foram desenvolvidas até alcançarmos o conceito que é hoje bem aceito no meio científico internacional.

Solstício

O solstício representa o momento em que o Sol atinge a maior declinação em latitude em relação à linha do Equador, ou seja, é o momento em que a Terra está mais “inclinada” em relação ao Sol.

A comprovação de que a Terra realmente possuía uma superfície esférica veio somente por volta do ano 200 a.C., com um experimento realizado por Eratóstenes. Este grande pensador Grego descobriu que no dia do **solstício** de verão, para o hemisfério Norte, justamente ao meio-dia, na cidade de Siena (nas proximidades do rio Nilo), os raios do Sol iluminavam todo o fundo

de um poço vertical. No entanto, no mesmo dia em Alexandria, que estava localizada mais ao norte, ele verificou que os raios solares estavam inclinados, não iluminando diretamente o fundo do poço, como ocorrera em Siena.

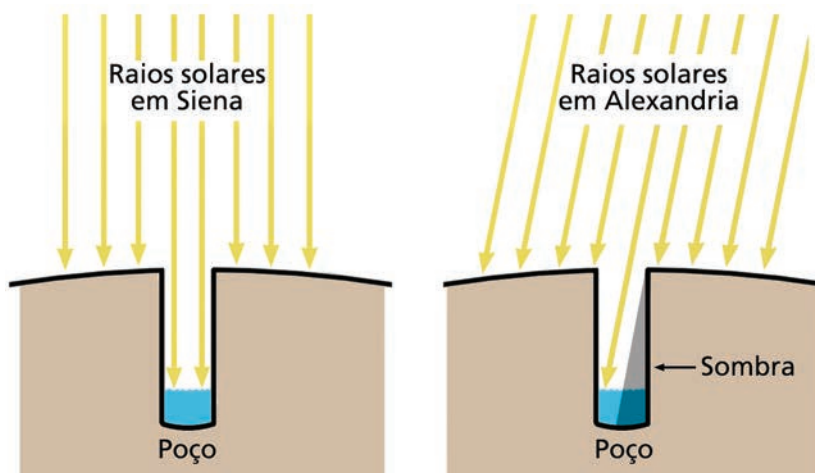
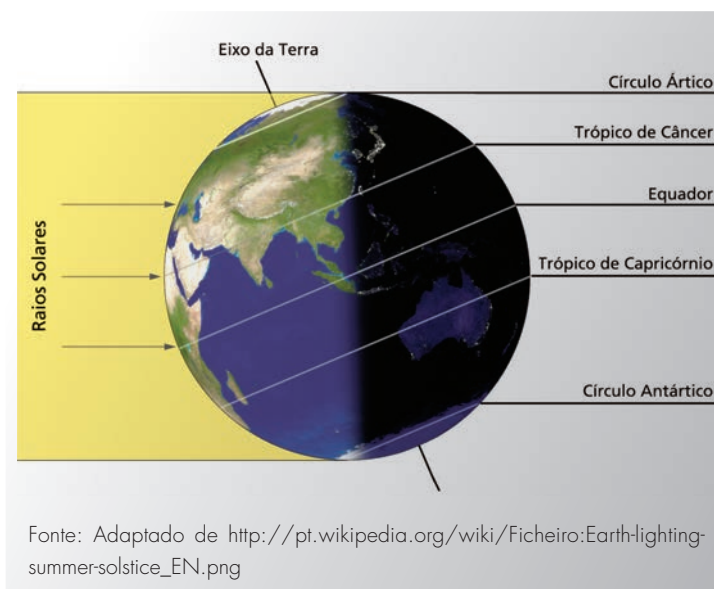


Figura 3.2: Observações feitas por Eratóstenes nos poços de Siena e Alexandria.



O planeta Terra possui uma inclinação de aproximadamente $23^{\circ} 27'$, em relação ao seu próprio eixo de rotação. Esta inclinação faz com que ocorra uma distribuição desigual dos raios solares entre os hemisférios Norte e Sul do planeta, o que inclusive faz com que enquanto no hemisfério Norte é verão, no Sul estamos no inverno e vice-versa. Os solstícios ocorrem entre os dias 21 e 22 de dezembro, sendo verão no hemisfério Sul e inverno no hemisfério Norte, e ainda entre 21 e 22 de junho, resultando em inverno no hemisfério Sul e verão no hemisfério Norte.



Estas informações fizeram Eratóstenes realizar um importante experimento. Este pensador grego colocou uma estaca vertical em Siena e outra em Alexandria, e observou que ao meio-dia de 21 de junho, enquanto a estaca colocada em Siena não apresentava sombra, a de Alexandria apresentava sombra no terreno. Com esta experiência, ele ainda verificou que em Alexandria a sombra da estaca projetada no terreno comprovava que os raios solares estavam inclinados cerca de $7^{\circ}12'$ em relação à superfície do terreno.

Tendo estas informações em mão, Eratóstenes estimou a distância entre as duas cidades em 5.000 estádios, que equivalem a aproximadamente 925 km, e foi possível aplicar o cálculo para descobrir a circunferência da Terra, pois:

- se a distância entre as duas cidades é de 5.000 estádios (925 km);
- e se entre elas a diferença de inclinação entre os raios solares é de $7^{\circ}12'$, então:

$$7^{\circ}12' - 5.000 \text{ estádios}$$

$$360^{\circ} - x, \text{ sendo } x = 250.000 \text{ estádios ou } 46.250 \text{ km.}$$

As dificuldades encontradas para fazer corretamente as medidas de distância (a distância real entre as duas cidades é de cerca de 4.500 estádios) e de localização entre as duas cidades (Siena não estava no mesmo meridiano que Alexandria) fizeram com que Erastóstenes cometesse pequenos erros, já que a circunferência real da Terra é de 41.761.478,94 metros.

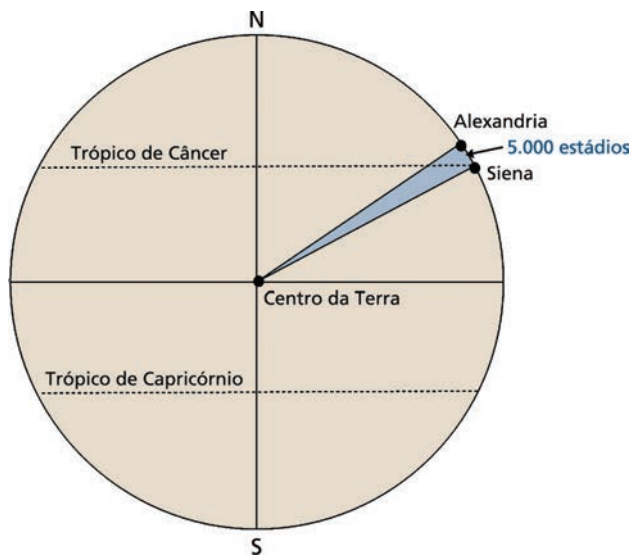


Figura 3.3: Modelo utilizado por Eratóstenes para o cálculo da circunferência da Terra.

Uma das atividades possíveis e interessantes para serem trabalhadas em sala de aula é a simulação do experimento de Eratóstenes. Para melhor explicar sua constatação, podemos adaptar seu experimento para a América do Sul. Podemos separar um globo terrestre e nele fixar dois bastões. Colocaremos o primeiro na linha do Equador (bastão 1) e o segundo colocaremos próximo ao trópico de Capricórnio (bastão 2).

Em seguida, iluminaremos o globo terrestre com uma lanterna, apontando-a para a linha do equador, simulando então a iluminação solar no período do **equinócio**. Nesta situação, perceberemos que o bastão fixado na Linha do Equador não formará sombra, enquanto o outro bastão, próximo ao trópico de Capricórnio formará um sombreamento sobre o globo (**Figura 3.4**).

Equinócio

No equinócio, ao contrário do solstício, temos o momento em que o Sol atinge a menor declinação em latitude em relação à linha do Equador, ou seja, é o momento em que a Terra está menos “inclinada” em relação ao Sol.

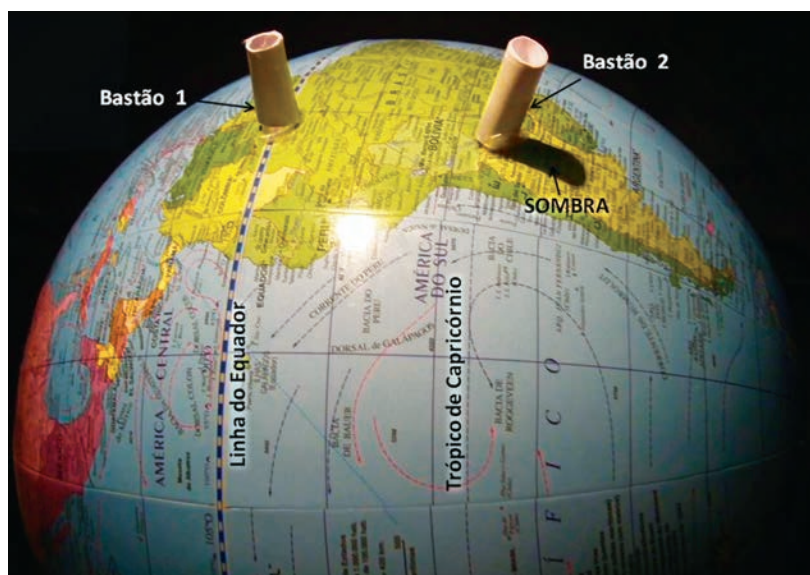


Figura 3.4: Experimento de Eratóstenes.



Os equinócios ocorrem nos dias 20 ou 21 de março, marcando o outono no hemisfério Sul e primavera no hemisfério Norte, e ainda nos dias 22 ou 23 de setembro, iniciando a primavera no hemisfério Sul e o outono no hemisfério Norte.



Fonte: Wikipédia <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Equin%C3%B3cioPT.jpg>.

Todos os levantamentos feitos na Grécia antiga foram importantíssimos para o desenrolar dos estudos que ocorreram a seguir. No entanto, a Idade Média marcou um período de imenso retrocesso para a Cartografia. Neste período, imaginava-se que a Terra tinha a forma de um disco plano, com abismos e monstros marinhos ao seu final.

Mas as grandes navegações fizeram com que as reflexões e questões apontadas pelos gregos voltassem a ser consideradas, e a esfericidade terrestre voltou a ser pauta importante nas discussões científicas. A percepção de que os barcos vão sumindo lentamente ao afastar-se no horizonte, a projeção da sombra da Terra na Lua, durante os eclipses, e outros eventos importantes estimularam ainda mais estas discussões.

E foi no século XVII que o inglês Newton e o holandês Huygens afirmaram que a Terra não era uma esfera perfeita, já que possuía um sutil achatamento nos polos. Estes cientistas descobriram que esse achatamento ocorre devido à combinação da força da gravidade e ao movimento de rotação da Terra (**força centrífuga**). Desde então, passou-se a considerar a Terra não mais uma esfera perfeita, assumindo desde então que a figura geométrica mais semelhante ao nosso planeta seria o elipsoide.

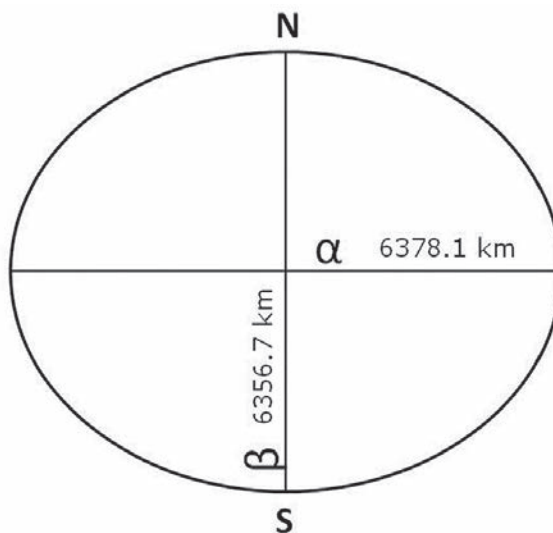


Figura 3.5: Figura de um elipsoide, com raio maior no sentido leste-oeste em relação ao raio norte-sul.

Força centrífuga

A força centrífuga atua nos corpos em rotação e seu efeito é o afastamento destes corpos em relação ao centro de rotação. É esta força a responsável, por exemplo, em fazer com que as roupas em uma lavadora sejam empurradas para os cantos do seu tambor, enquanto a máquina executa seu movimento circular.

Se estivéssemos observando a Terra da Lua ou de qualquer outro ponto do espaço, dificilmente conseguiríamos perceber o seu achatamento. Isto acontece porque a diferença entre o semieixo maior (α) e o seu semieixo menor (β) é de pouco mais que 21 km, ou seja, um valor muito pequeno, se comparado às dimensões do nosso planeta.

É importante destacarmos que o diâmetro equatorial da Terra é de 12.756 km e o seu eixo de rotação é de 12.714 km, já que os semieixos representam apenas a metade de seus valores.

Mas foi no século XIX que um matemático alemão, chamado Carl Friedrich Gauss, introduziu a figura do geoide como a verdadeira forma da Terra, ou seja, a partir de então a Terra não seria definida como uma esfera e nem mesmo como um elipsoide, e sim como um geoide.

O geoide é uma superfície irregular, definida pelo prolongamento da superfície do nível médio dos mares sobre os continentes. O estudo do geoide e suas características é destinado à uma área específica da Cartografia, chamada de geodésia.

O conceito de geoide e o Sistema Geodésico Brasileiro serão apresentados e discutidos mais profundamente na próxima parte desta aula. Vamos agora exercitar o que você já aprendeu sobre a forma da Terra.



Atende ao Objetivo 1

1. Podemos considerar que historicamente a Terra já foi considerada plana, esférica e elíptica. Comente estas diferentes concepções, associando-as com os seus respectivos momentos históricos.

Resposta Comentada

Na Grécia antiga, o homem já se preocupava em descrever a verdadeira forma da Terra e a principal motivação para esta compreensão estava relacionada com a necessidade de entendimento de mundo, que era uma busca incessante dos filósofos antigos. Porém, a comprovação de que a Terra realmente possuía uma superfície esférica veio somente por volta do ano 200 a.C., com um experimento realizado por Eratóstenes.

Este pensador grego colocou uma estaca vertical ao terreno em Siena e outra em Alexandria, e acabou observando que ao meio-dia de 21 de junho, enquanto a estaca colocada em Siena não apresentava sombra, a de Alexandria apresentava sombra no terreno. A experiência de Eratóstenes além de comprovar a esfericidade da Terra, também tornou possível o cálculo de circunferência terrestre.

A Idade Média marcou um período de imenso retrocesso para a Cartografia. Neste período, imaginava-se que a Terra tinha a forma de um disco plano, com abismos e monstros marinhos ao seu final. A libertação deste retrocesso veio com as grandes navegações, onde as reflexões e questões apontadas pelos gregos voltaram a ser consideradas, e a esfericidade terrestre voltou a ser pauta importante nas discussões científicas.

Outro momento marcante foi o século XVII, onde o inglês Newton e o holandês Huygens afirmaram que a Terra não era um esfera perfeita, já que possuía um sutil achatamento nos polos. Destas considerações surge a concepção de que a Terra na verdade seria um elipsoide.

Por fim, no século XIX, o matemático alemão, chamado Carl Friedrich Gauss, introduziu o geoide como a verdadeira forma da Terra, ou seja, a partir de então a Terra não seria definida como uma esfera e nem mesmo como um elipsoide, e sim como um geoide.

O conceito de geoide e o Sistema Geodésico Brasileiro

A superfície terrestre sofre constantemente alterações de ordem natural ou por ação do homem. Movimentos tectônicos, vulcanismos, processos erosivos, aterramentos etc. são exemplos que fenômenos ou processos que recorrentemente modificam a superfície do nosso planeta. Sendo assim, podemos considerar esta superfície como irregular, dinâmica, visível e material. A partir de agora, vamos chamar esta superfície de superfície topográfica.

Devido à sua dinâmica e irregularidade, a superfície topográfica não pode ser utilizada como referência para as representações cartográficas. Na verdade, a superfície topográfica deve ser representada a partir de uma outra referência. Para esclarecer um pouco mais esta necessidade, vamos tomar o seguinte exemplo.

Suponhamos que seja necessário medirmos a altitude de uma montanha ou de um grande edifício. Qual seria a origem, ou seja, o marco zero desta medição? Qual seria a nossa referência para o início das medições de altitude?

Para tal, foi confeccionado o conceito de geoide, definido pelo prolongamento da superfície do nível médio dos mares sobre os continentes. É por esta razão que a medida de altitude é sempre referenciada pelo termo “acima do nível médio dos mares”. Quando dizemos que o pico Everest tem 8.848,43 m de altitude, afirmamos que ele está a 8.848,43 m acima do nível médio dos mares.

Porém, o nível médio dos mares é influenciado pela ação da força gravitacional e da força centrífuga (gerada pela rotação) da Terra. E esta questão é fundamental para a compreensão do geoide. Pois os diferentes materiais que compõem a superfície terrestre possuem diferentes densidades, fazendo com que a força gravitacional atue com maior ou menor intensidade nas mais diferentes localidades.

O geoide é definido pela ação gravitacional e, se a gravidade atua com diferentes intensidades em áreas distintas, significa dizer

que o geoide possui uma superfície muito irregular. E ainda é importante considerar que, para a definição correta do geoide são necessárias medições gravimétricas a partir de estações e a realização de cálculos, e estudos de alta precisão.

As medições de altimetria estão vinculadas ao geoide, que é definido pelo prolongamento do nível médio e inalterado dos mares. Mas o referencial de planimetria, ou seja, o que define a origem e orientação do sistema de coordenadas não pode fazer uso do geoide para suas representações, uma vez que o mesmo apresentasse de forma irregular.

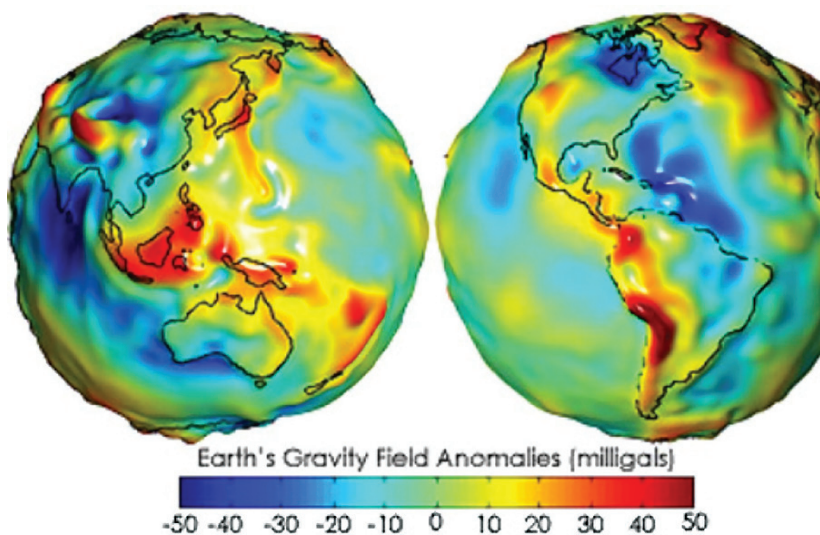


Figura 3.6: Representação esquemática do geoide.

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Geoids_sm.jpg.

Sendo assim, para os cálculos planimétricos a Cartografia buscou outra figura geométrica para representação do nosso planeta. Esta figura deveria ser regular e ter uma forma bem parecida com o geoide. Adotou-se então o **elipsoide**, que é, portanto, a superfície de referência utilizada nos cálculos planimétricos. Desta maneira, é correto afirmar que o elipsoide é o modelo matemático (geométrico) adotado para substituir o geoide, na elaboração das representações cartográficas.

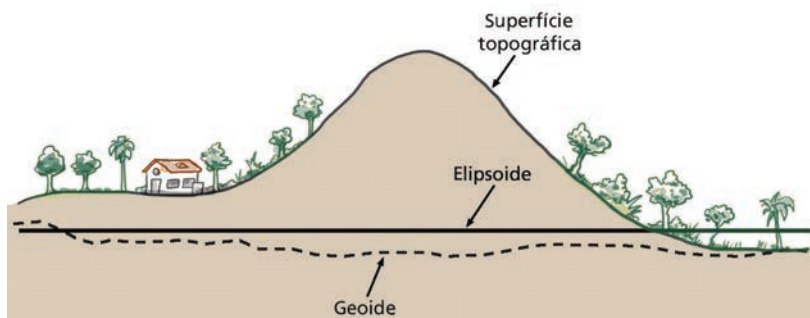


Figura 3.7: As diferenças entre superfície topográfica, geoide e elipsoide.



É importante termos bastante atenção com os conceitos de superfície topográfica, geoide e elipsoide. A superfície topográfica é a superfície que vemos e sobre a qual habitamos e desenvolvemos nossas atividades. O geoide é definido pelo prolongamento do nível médio e inalterado dos mares. É o referencial para as nossas medições altimétricas. É importante ainda destacar que o geoide é considerado a forma real do planeta Terra. Já o elipsoide é a figura geométrica adotada para substituir o geoide nas medições planimétricas. Esta figura é matematicamente elaborada, criada pelo homem para viabilizar a representação do nosso planeta. Quando mencionamos o termo «planimetria», estamos nos referindo à representação de elementos da realidade terrestre em um plano, sem considerarmos as variações que ocorrem por conta do relevo. Já a altimetria fundamenta-se na representação das formas do relevo. Estes assuntos serão abordados com maior profundidade na Aula 8 desta disciplina.

Como já afirmamos aqui, a superfície do geoide é irregular e não coincide com a superfície do elipsoide. Em praticamente todo planeta, existirão diferenças, ainda que mínimas, entre estas duas superfícies. As diferenças são usualmente chamadas de ondulações geoidais, alturas geoidais ou separações geoidais. Seu valor máximo chega a aproximadamente 100 m acima ou abaixo dos elipsoides de referência.

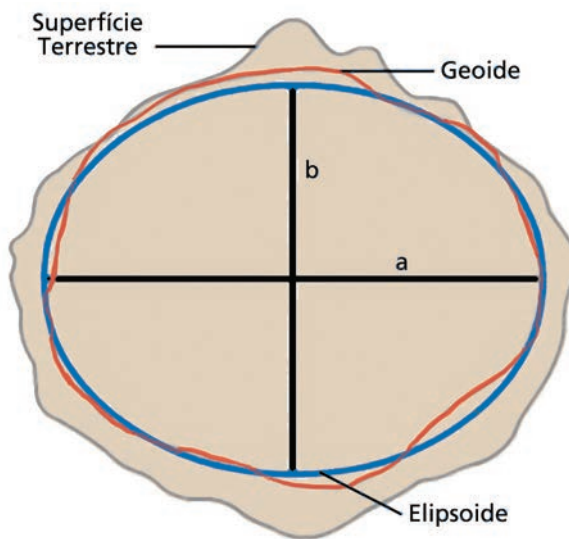


Figura 3.8: Relação entre a superfície topográfica, geoide e elipsoide.

No Brasil, as ondulações ou alturas geoidais, em relação ao nosso elipsoide de referência oficial, giram em torno de 35 m acima e abaixo do geoide. O conhecimento disto é muito importante, uma vez que grande parte dos instrumentos de medição da Cartografia, como, por exemplo, os **GNSS (Sistemas Globais de Navegação por Satélite)**, fazem uso do elipsoide para suas medições no terreno.

GNSS (Sistemas Globais de Navegação por Satélite)

São compostos por antenas de controle, satélites e aparelhos receptores, e têm a finalidade de possibilitar a localização ou navegação na superfície terrestre, a partir do uso de sistemas de coordenadas. O principal exemplo destes sistemas é o Sistema de Posicionamento Global (GPS), que nada mais é do que o sistema de navegação GNSS americano.

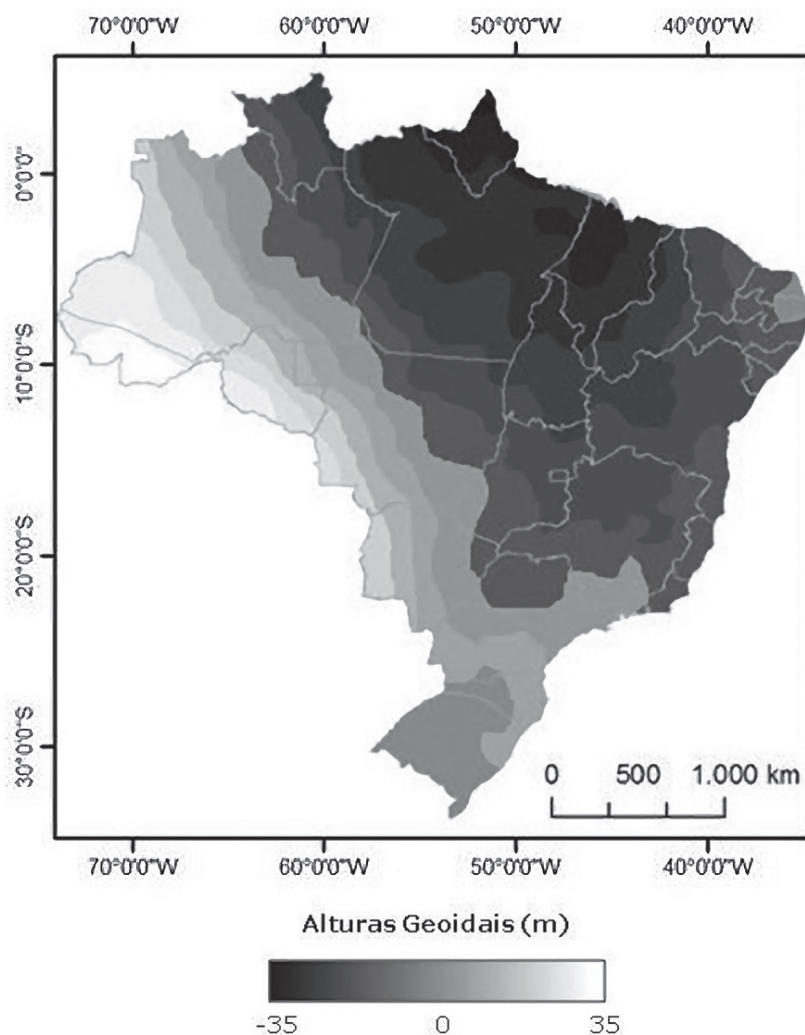


Figura 3.9: Alturas geoidais no Brasil.

Fonte: Mapa dos autores. Dados Extraídos do IBGE.

Significa dizer que a altitude real de um ponto não pode ser medida somente a partir do uso do GPS, pois o mesmo fornecerá somente a altitude de um ponto em relação ao elipsoide. Ou seja, a altitude real de um ponto será sempre a diferença entre a altitude elipsoidal (obtida através do GPS) e a ondulação (ou altura) geoidal.

Desta forma, temos:

$H = h - N$, onde:

H = altitude real

h = altitude elipsoidal

N = ondulação geoidal

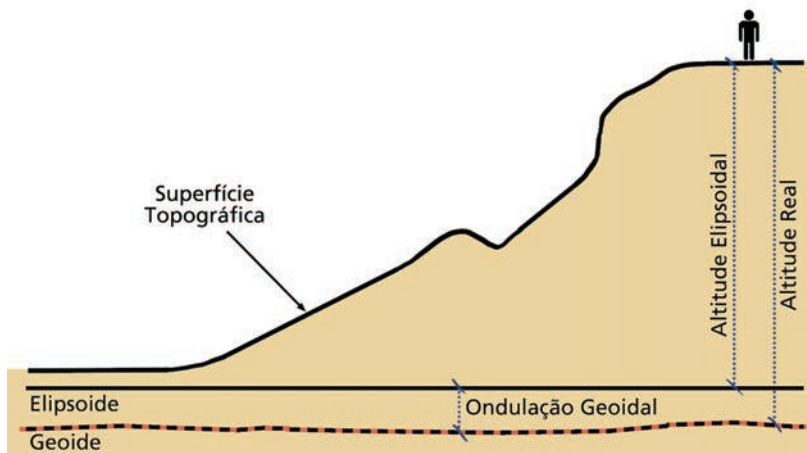


Figura 3.10: Distinção entre altitude real, altitude elipsoidal e ondulação geoidal.

Diferentes institutos científicos e cartográficos do mundo, e instituições afins, realizam muitos estudos para a determinação do melhor elipsoide para representação dos territórios de seus países. Estes estudos definem o sistema geodésico de referência, composto por uma rede de pontos de altimetria, **gravimetria** e planimetria.

O Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) tem como referencial de altimetria o marco zero do Marégrafo de Imbituba, localizado no estado de Santa Catarina. Este ponto é chamado também de *Datum Vertical* (origem das altitudes). O referencial planimétrico oficial brasileiro é dado pelo Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), que foi adotado depois de ter sido amplamente discutido no meio cartográfico latino americano.

Gravimetria

É a medida do campo gravitacional e por isso é de grande interesse nos estudos relacionados à geodésia. Estas medições servem, por exemplo, para compreender as mudanças do geóide ao longo do tempo.



O SIRGAS 2000 adota os parâmetros do ITRS (Sistema Internacional de Referência Terrestre), adotando como elipsoide de referência o GRS-80 (Sistema Geodésico de Referência de 1980). Este elipsoide adota como raio equatorial da Terra o valor de 6.378.137 m e um raio polar de 6.356.752,3141 m.

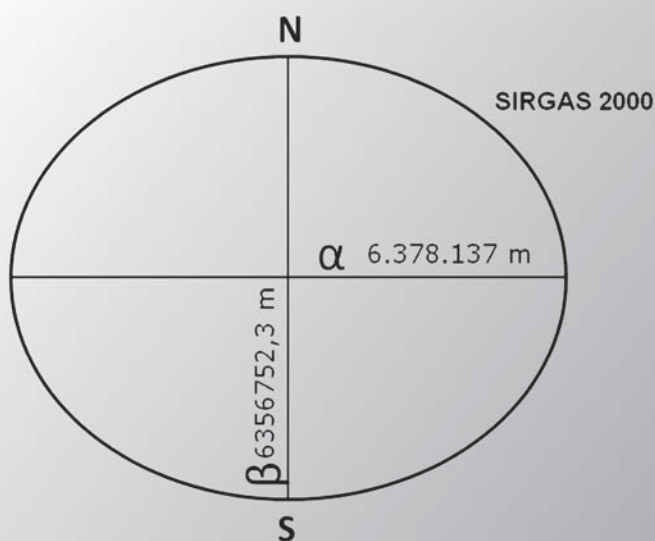


Figura 3.11: Elipsoide de referência, adotado pelo SIRGAS 2000.



Atende ao Objetivo 2

1. Leia atentamente a questão e responda ao que se pede:

João sobe até o ponto mais alto de uma montanha, portando um receptor GPS, e lá faz a medição do valor altimétrico (elipsoidal), fornecido pelo equipamento. Considerando que o

aparelho esteja corretamente calibrado e desprezando os erros inerentes ao mesmo, calcule a altitude real, baseando-se nas seguintes informações:

- a) A altitude medida pelo GPS foi de 900 m.
- b) A ondulação Geoidal é de - 20 m (vinte metros negativos).

Resposta Comentada

Como discutido anteriormente, os receptores GPS informam a altitude de um ponto em relação ao elipsoide. Sendo assim, a altitude real de um ponto será sempre a diferença entre a altitude elipsoidal (obtida através do GPS) e a ondulação (ou altura) geoidal.

Desta forma, temos:

$H = h - N$, onde: H = altitude real

h = altitude elipsoidal

N = ondulação geoidal

João mediu a altitude elipsoidal de 900 m, em um ponto onde a ondulação geoidal foi de - 20m. Sendo assim:

$H = ?$

$h = 900 \text{ m}$

$N = - 20 \text{ m}$ $H = 900 - (- 20) = 920 \text{ m}$

A altitude real do ponto é de 920 m.

CONCLUSÃO

Os estudos relacionados à determinação da forma da Terra, suas medidas e definições são muito importantes para as geociências, sendo por isso alvo de dedicação exclusiva de uma área específica da Cartografia, conhecida como Geodésia. Tal importância deve-

se à necessidade de sabermos corretamente a forma daquilo que estamos representando (neste caso, a superfície do nosso planeta), conhecendo as dificuldades de sua representação e as metodologias, utilizadas para a resolução ou mitigação destes obstáculos.

Atividade Final

Atende aos Objetivos 1 e 2

Observe as figuras a seguir:



Identifique as diferentes concepções da forma da Terra, baseando-se nas figuras deste exercício, explicando ainda a importância de cada uma delas para a representação do nosso planeta.

Resposta Comentada

A figura da esquerda é a representação da Terra, a partir de uma esfera. Nesta representação, o raio equatorial e o raio polar são iguais, ou seja, nesta situação a Terra não é achatada nos polos. A segunda representação é o elipsoide, que serve na Cartografia como o referencial para todos os cálculos planimétricos terrestres. Nesta situação, o eixo polar é ligeiramente menor que o eixo equatorial, fazendo com que a Terra seja levemente achatada nos polos. A figura da direita representa o geoide, que é a forma real do nosso planeta. O geoide é uma superfície irregular e por isso substituído pelo elipsoide para as representações planimétricas. No entanto, o geoide é o nosso referencial altimétrico, sendo a origem (marco zero) de todas as nossas medidas de altitude.

RESUMO

A determinação da forma da Terra é de fundamental importância para os estudos relacionados à representação da superfície do nosso planeta. As tentativas de calcular sua dimensão e circunferência remontam à Grécia antiga, e seguem sendo alvo de estudos e pesquisas até os dias de hoje.

O planeta Terra, que já foi concebido como esférico, plano e elipsoidal, hoje tem a sua forma definida pelo geoide. O geoide pode ser definido pelo prolongamento do nível médio e inalterado dos mares, e é considerado ainda a origem das medidas altimétricas, ou seja, todas as medidas de altitude da superfície topográfica são calculadas, tendo o geoide como referência.

No entanto, o referencial de planimetria, ou seja, o que define a origem e orientação do sistema de coordenadas, não pode fazer uso do geoide como representação da forma da Terra, uma vez que o mesmo apresenta-se de forma irregular. Por isso, para os cálculos

planimétricos, a Cartografia adotou o elipsoide, que é, portanto, a superfície de referência utilizada nos cálculos planimétricos.

Em praticamente todo planeta, existirão diferenças, ainda que mínimas, entre a superfície do geoide e a superfície do elipsoide. As diferenças são usualmente chamadas de ondulações geoidais, alturas geoidais ou separações geoidais. Seu valor máximo chega a aproximadamente 100 m acima ou abaixo dos elipsoides de referência.

Diferentes institutos científicos e cartográficos do mundo e instituições afins realizam muitos estudos para a determinação do melhor elipsoide para representação dos territórios de seus países. Estes estudos definem o Sistema Geodésico de Referência, composto por uma rede de pontos de altimetria, gravimetria e planimetria.

O Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) tem como referencial de altimetria o marco zero do marégrafo de Imbituba, localizado no estado de Santa Catarina. Este ponto é chamado também de *Datum* Vertical (origem das altitudes). O referencial planimétrico oficial brasileiro é dado pelo Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), que foi adotado depois de ter sido amplamente discutido no meio cartográfico latino-americano.

Informação sobre a próxima aula

Na próxima aula, discutiremos outras questões relacionadas à forma da Terra e a representação cartográfica. Apresentaremos os principais sistemas projetivos, apontando suas vantagens e limitações.

Aula 4

As projeções cartográficas

*Vinicius da Silva Seabra
Otavio Rocha Leão*

Meta da aula

Discutir a construção e o uso das projeções cartográficas, apresentando as vantagens e limitações em suas aplicações.

Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. reconhecer a importância da adoção dos sistemas projetivos nas representações cartográficas;
2. comparar os diferentes tipos de projeção;
3. diferenciar os principais sistemas projetivos adotados para a representação do planeta Terra.

INTRODUÇÃO

Muitos são os problemas encontrados para que possamos construir representações da superfície do planeta Terra, não é verdade? Com certeza, teríamos menos problemas se o nosso planeta fosse plano, como acreditavam algumas pessoas que viviam na Idade Média.

Esta aula tem como assunto as projeções cartográficas que foram criadas para resolver um outro problema, relacionado à forma da Terra, que é a representação de superfícies curvas (como a superfície do nosso planeta) em superfícies planas (mapas).

Mercator (1550), Berhmann (1910), Goode (1916), Miler (1942), Robinson (1961) e Peters (1973) são apenas alguns exemplos de cartógrafos que dedicaram boa parte de suas vidas a propor projeções que solucionassem os problemas de representação do nosso planeta e deram início a uma série de discussões que nos serão apresentadas nesta aula.

Portanto, vamos em frente!

Projeções cartográficas

Uma das grandes dificuldades encontradas para a representação cartográfica está relacionada à forma da Terra. Por possuir uma superfície esférica, irregular e tridimensional, e sendo um mapa uma representação plana, não há possibilidade de se mapear a superfície do planeta sem provocar deformações em suas representações.

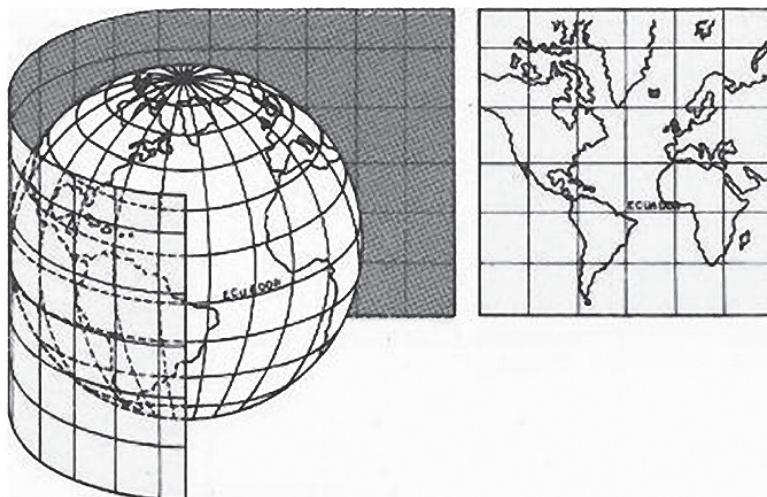


Figura 4.1: Processo de projeção representando superfícies curvas em superfícies planas.

Para compreender melhor esta dificuldade, faça a seguinte experiência em casa. Tente “esticar” a casca de meia laranja, ou metade de uma bola de futebol de borracha, sobre uma superfície plana, que pode ser uma mesa. Você irá perceber que é impossível tornar plana essa “meia” laranja (ou meia bola), sem que ocorram deformações, sem amassar ou rasgar a casca neste processo. O mesmo ocorre com o planeta Terra. Como seria possível representar o nosso elipsoide de revolução em um mapa (plano), sem provocar deformações ou distorções?

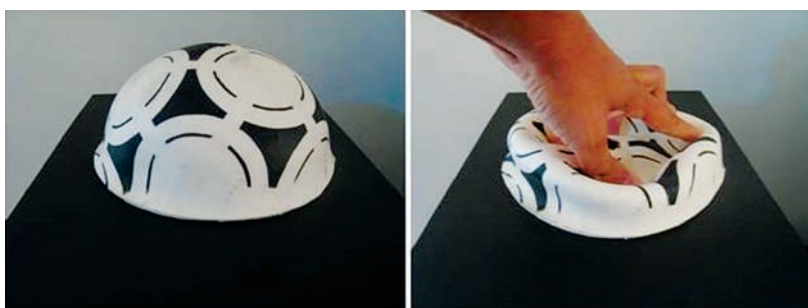


Figura 4.2: Deformações ao tentarmos tornar plana a metade da bola de futebol.

A única forma de representarmos o planeta Terra sem provocarmos deformações na forma, ângulos, dimensões e demais aspectos da superfície mapeada, é por meio de globos. O Globo Terrestre é um instrumento cartográfico que faz uso de uma esfera como superfície de representação. No entanto, como já vimos em aulas anteriores, a representação a partir de globos apresenta dificuldades de manuseio e de realização de medições. Além disso, os globos permitem a representação da superfície terrestre apenas em escalas muito reduzidas.



Na tentativa de solucionar essas questões, foram feitas algumas adaptações que buscam aproximar a realidade da superfície terrestre a uma forma passível de ser geometricamente transformada em uma superfície plana e facilmente manuseável, ou seja, em um mapa. A solução é adotar superfícies de projeção para transportar as informações contidas da superfície terrestre para o mapa, da maneira mais fiel possível.

No entanto, a adoção das projeções não resolve totalmente o problema, uma vez que todas as representações de superfícies curvas em um plano envolvem "extensões" ou "contrações" que resultam em distorções ou "rasgos". Por isso, podemos dizer que um sistema de projeção irá conservar uma propriedade ou aspecto da superfície mapeada (ex.: formas, distâncias, ângulos) e abrir mão de outras. A construção de um sistema de projeção será escolhida de maneira que a representação venha a possuir propriedades que satisfaçam as finalidades impostas pela sua utilização.

As projeções podem ser classificadas, principalmente, segundo:

1. o tipo de superfície de projeção;
2. a posição da superfície de projeção;
3. as deformações;
4. a localização do ponto de vista;
5. a situação da superfície de projeção.

Vamos explicar cada uma delas.

Tipo de superfície de projeção

Quanto ao tipo de superfície de projeção, podemos classificar as projeções como planas, cônicas, cilíndricas e polissuperficiais.

– As projeções planas fazem uso do próprio plano como superfície de projeção. Este tipo de superfície pode assumir três posições básicas em relação à posição da superfície de projeção: polar, equatorial e oblíqua.

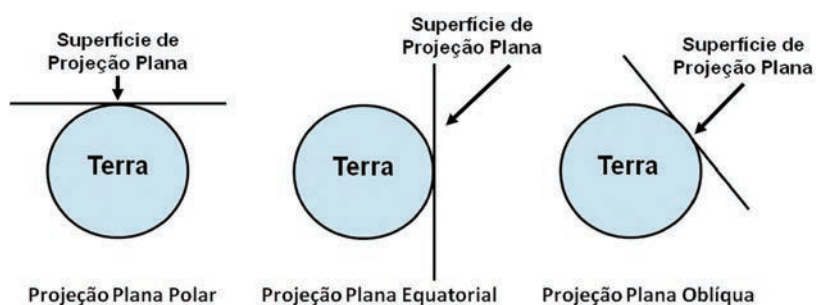


Figura 4.3: Exemplos de projeções planas: polar, equatorial e oblíqua.

– As projeções cônicas fazem uso de cones para a projeção da informação contida na superfície terrestre. Neste tipo de projeção, podemos ter o cone representado de três maneiras: normal, oblíqua e transversa.

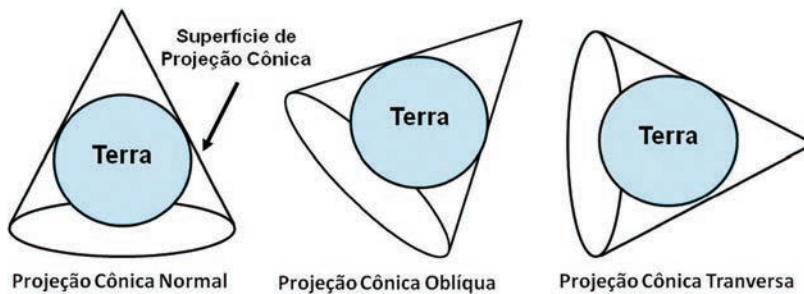


Figura 4.4: Exemplo de projeções cônicas: normal, oblíqua e transversa.

– As projeções cilíndricas, como o próprio nome diz, fazem uso de cilindros como superfície de projeção. Este tipo de superfície pode assumir três posições básicas em relação à posição da superfície de projeção: direta, transversa e oblíqua.

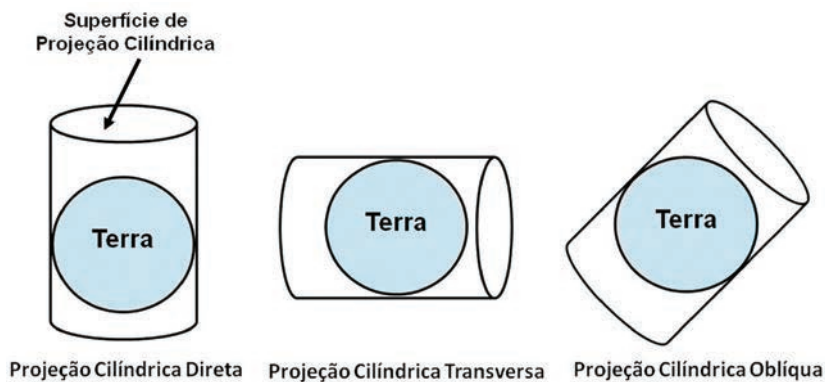


Figura 4.5: Exemplos de projeções cilíndricas: direta, transversa e oblíqua.

– As projeções polissuperficiais são caracterizadas pelo emprego de mais do que uma superfície de projeção (do mesmo tipo) para aumentar o contato com a superfície de referência e, portanto, diminuir as deformações. Temos como exemplo as projeções policônicas, que fazem uso de um conjunto de cones para posterior representação no plano; e a projeção poliédrica, que faz uso de vários planos de projeção que, reunidos, formam um poliedro.

Quanto à posição da superfície de projeção

De acordo com as deformações apresentadas, as projeções podem ser classificadas em equivalentes, conformes, equidistantes, azimutais e afiláticas.

– A projeção equivalente, que na terminologia inglesa é denominada de “de área igual”, tem a propriedade de não deformar as áreas, conservando uma relação constante com as suas correspondentes na superfície da Terra. O termo em português já denuncia, pela mera apresentação do vocábulo, a equivalência de proporção das áreas cartográficas. Significa que, seja qual for a porção representada em um mapa, ela conserva a mesma relação com a área de todo o mapa.



Figura 4.6: América do Sul em uma projeção cilíndrica equivalente.

– A projeção conforme é aquela que não deforma os ângulos e, em decorrência dessa propriedade, igualmente não deforma a forma de pequenas áreas.

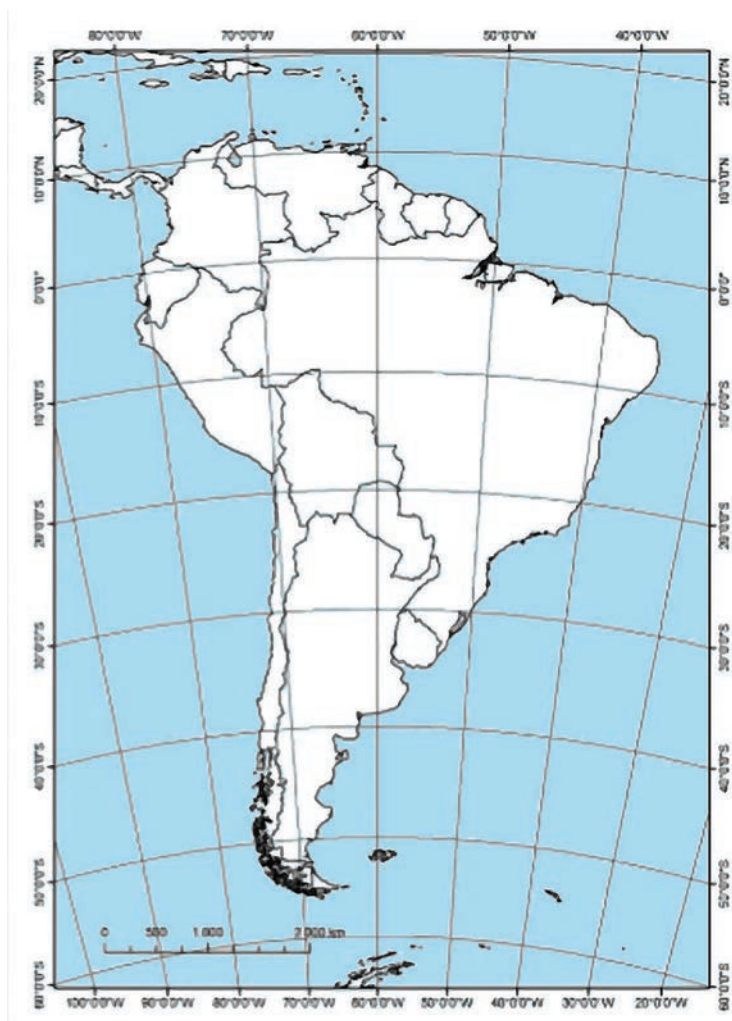


Figura 4.7: América do Sul em uma projeção cônica conforme.

– A projeção equidistante é a que não apresenta deformações lineares, isto é, os comprimentos são representados em escala uniforme. Não preserva a forma dos continentes nem suas dimensões, porém mantém as mesmas distâncias, o que justifica o seu nome.

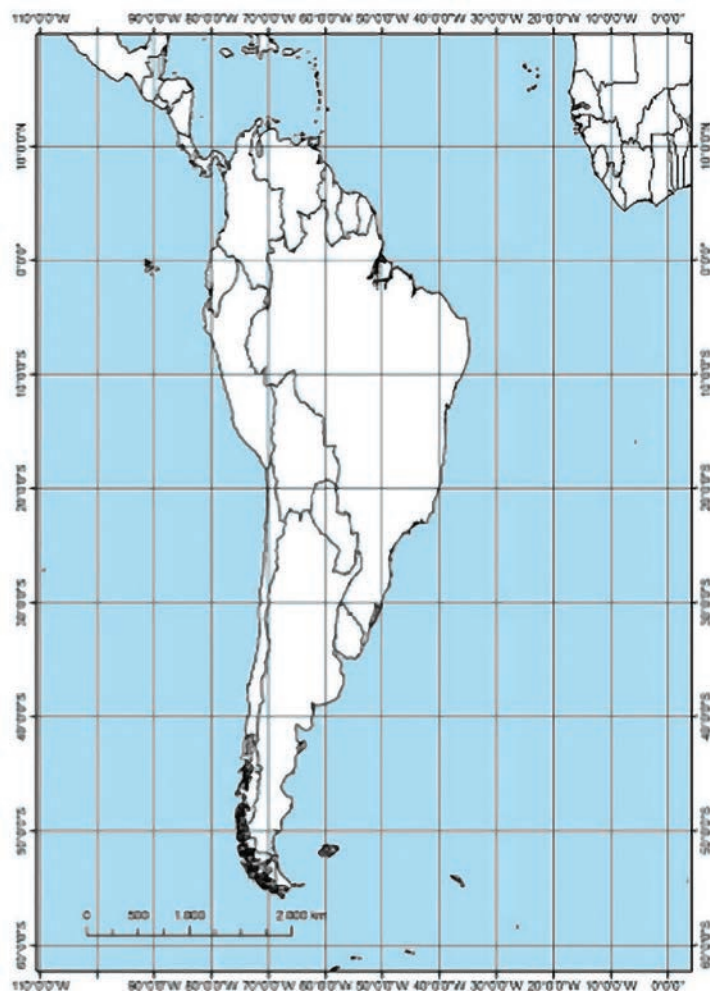


Figura 4.8: América do Sul em uma projeção cilíndrica equidistante.

– A projeção azimutal ou zenital é uma projeção que resolve apenas um problema, que nem a projeção equivalente, nem a conforme é capaz de solucionar: os azimutes ou as direções da superfície da Terra. Ela se destina invariavelmente a mapas especiais, construídos para fins náuticos ou aeronáuticos.

– A projeção afilática, igualmente conhecida como arbitrária, não possui nenhuma das propriedades dos quatro tipos, isto é,

equivalência, conformidade, equidistância e azimutes conservados. Na projeção afilática, as áreas, os ângulos e os comprimentos não são conservados. Estas projeções geram mapas para fins ilustrativos ou para aplicações específicas.

Localização do ponto de vista

Quanto à localização dos pontos de vista, as projeções podem ser classificadas como gnômicas ou centrais, estereográficas e ortográficas.

- As projeções gnômicas são construídas como se o ponto de vista estivesse situado no centro do elipsoide.

- Na projeção estereográfica, o ponto de vista está localizado na extremidade diametralmente oposta à superfície de projeção.

- Na projeção ortográfica, o ponto de vista está fora do elipsoide, distante da superfície de projeção.



Figura 4.9: Projeções segundo o ponto de vista: gnômicas ou centrais, estereográficas e ortográficas.

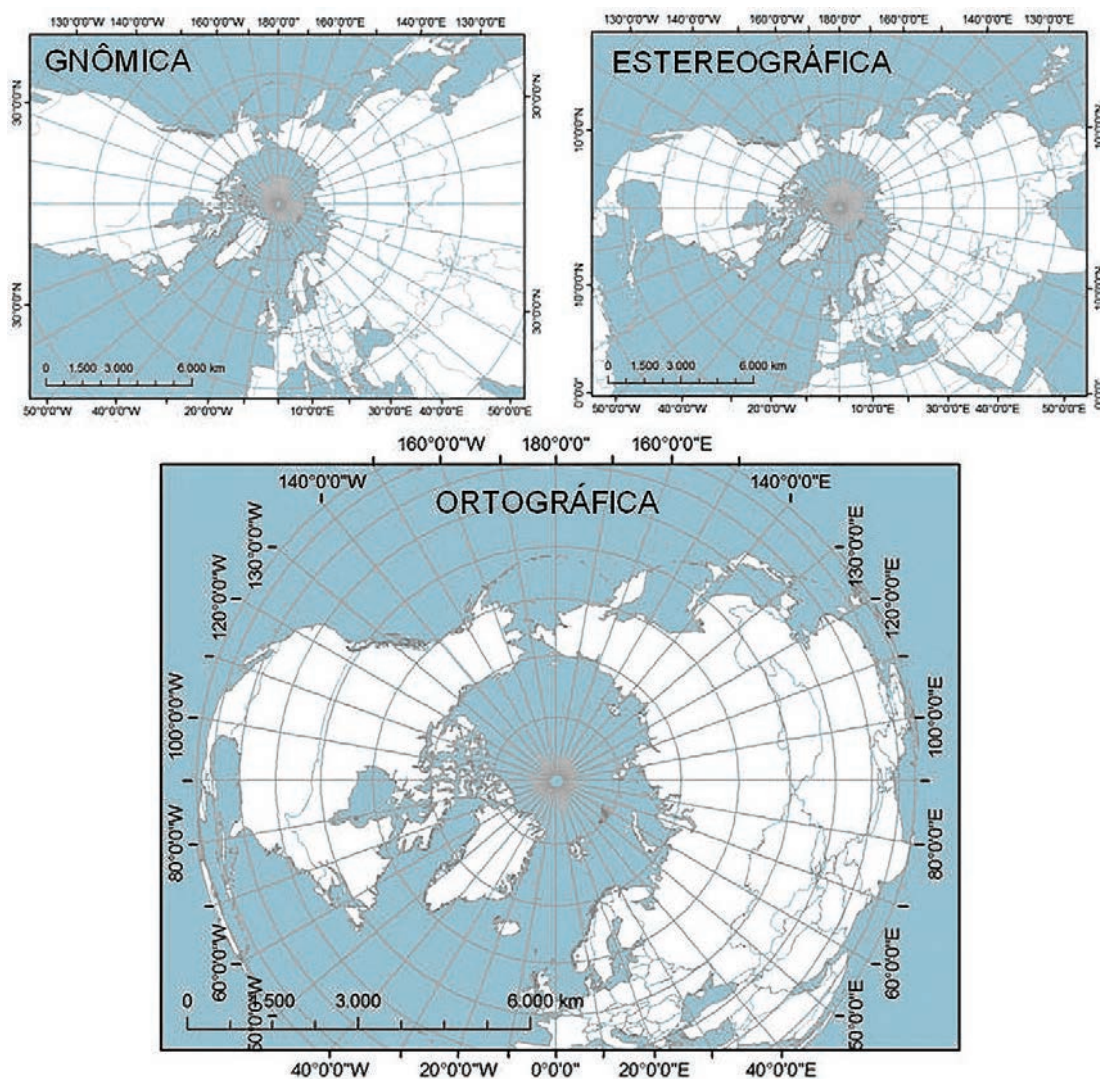


Figura 4.10: Representação do polo Norte em projeções de diferentes pontos de vista.

É importante destacar que as projeções ainda podem se diferenciar de acordo com a situação da superfície de projeção, podendo ser classificadas como: tangentes, quando a superfície de projeção tangencia o elipsoide, e secantes, quando a superfície de projeção corta o elipsoide em dois pontos.

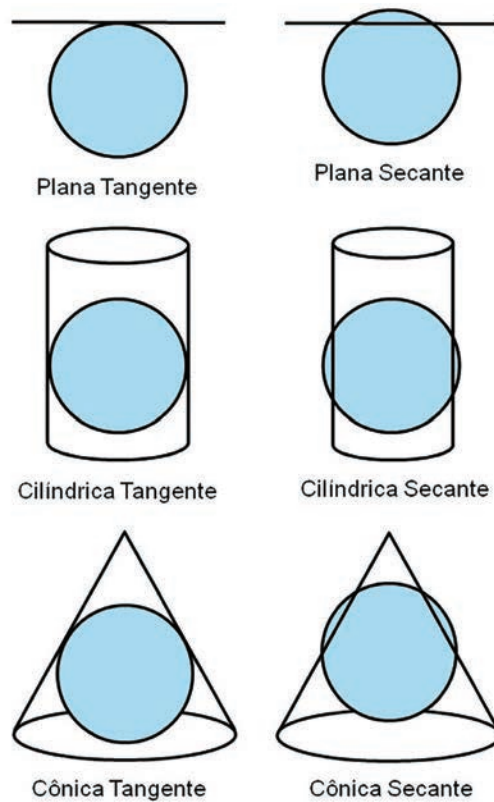


Figura 4.11: Projeções quanto à situação da superfície de projeção: tangente ou secante.



Como pudemos perceber, existe uma grande variedade de possibilidades de construirmos projeções e, com isso, de termos mapas com diferentes deformações. É importante sempre lembrarmos que não existe a projeção perfeita, e sim projeções que vão ser aplicadas para uma situação e outras projeções que serão melhores para outras aplicações.



Multimídia

Vale a pena navegarmos na internet e fazermos uma breve observação de mapas em diferentes sistemas projetivos. Em http://www.mundodosmapas.com/projecoes#!__projecoes, podemos visualizar mapas dos polos Norte e Sul, da América do Sul e do mundo em diferentes projeções. Vale a pena conferir!

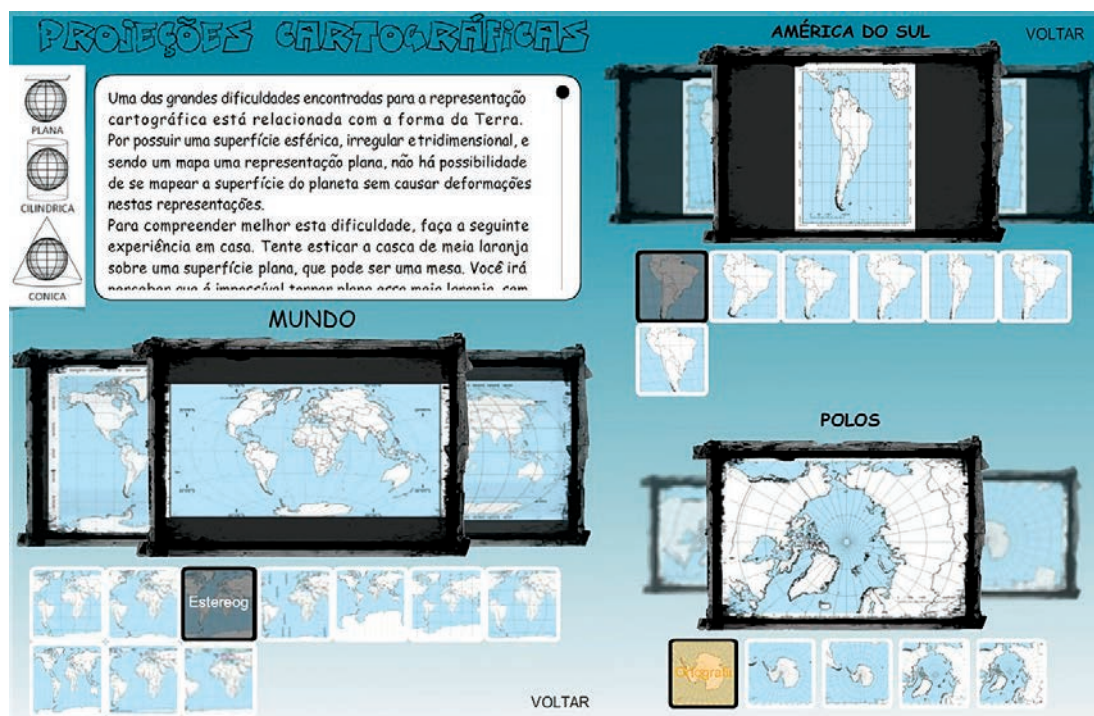


Figura 4.12: Mundo dos mapas.

Fonte: http://www.mundodosmapas.com/projecoes#!__projecoes



Atende aos Objetivos 1 e 2

1. Suponhamos que você trabalhe em uma agência ambiental e tenha de calcular a área (em superfície plana) de um desmatamento ocorrido recentemente. O ideal para este cálculo de área seria a utilização de um mapa em que tipo de projeção (conforme, equivalente, equidistante, azimutal, afilática)? Justifique sua resposta com base no que foi visto até agora.

Resposta Comentada

Para a solução do cálculo de um desmatamento, o ideal é utilizar um mapa em que haja a conservação das áreas. Assim, a melhor opção é um mapa em projeção equivalente, uma vez que estas projeções têm a propriedade de não deformar as áreas, conservando uma relação constante com as suas correspondentes na superfície da Terra.



As principais projeções cartográficas

Como vimos no início da aula, a adoção das projeções cartográficas minimizam um grande problema que é o de representarmos uma superfície curva (como a superfície do nosso planeta) em uma superfície plana (mapa). Para isso, existe um grande conjunto de projeções, com distintas propriedades, para atender a diferentes objetivos.

No entanto, é de grande relevância apresentarmos algumas destas importantes projeções, destacando suas principais propriedades e características, apontando ainda os principais propósitos e objetivos que motivaram seu desenvolvimento.

Mercator

A obra de Gerardus Mercator é considerada como um marco importante no processo de representação da Terra e teve grande serventia para os Grandes Descobrimentos. Mesmo após a sua morte, suas construções foram publicadas, uma vez que seu filho Rumold Mercator concluiu a sua obra, publicando mais mapas até 1595, um ano depois da morte de seu pai.

A projeção de **Mercator** foi criada no início do século XVI e foi por muitos anos utilizada em todas as cartas náuticas construídas neste período, sendo até hoje apresentada em muitos atlas geográficos. Trata-se de uma projeção conforme cilíndrica que permitia o traçado de rotas de maneira surpreendentemente eficiente para a época e por isso foi adotada para a navegação.

Porém, como já era de se esperar, a projeção de Mercator apresenta sérias distorções. Nessa projeção, os países mais afastados da linha do Equador e, portanto, mais próximos dos polos, ficam maiores do que são na realidade. Bons exemplos que evidenciam isso são a Groenlândia e a Antártida, que na projeção de Mercator aparecem bem maiores do que realmente são.



Figura 4.13: Gerardus Mercator.

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Gerardus_Mercator.jpg

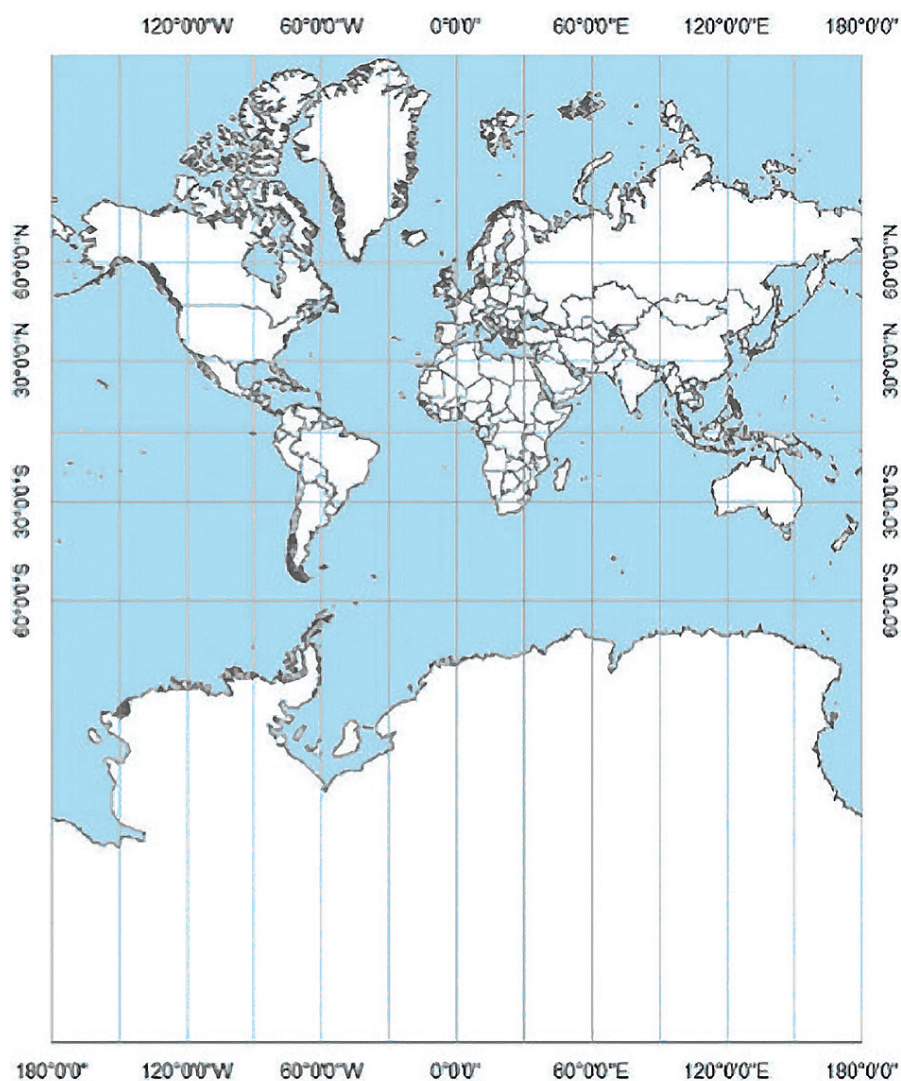


Figura 4.14: Mundo na projeção de Mercator.

A projeção de Miller trata-se de uma projeção afilática e foi apresentada em 1942. Nessa projeção, a forma esférica da Terra é projetada em um cilindro, tratando-se, portanto, de uma projeção cilíndrica. As distorções dessa projeção são menores nas áreas próximas da linha do Equador e aumentam em direção aos polos.

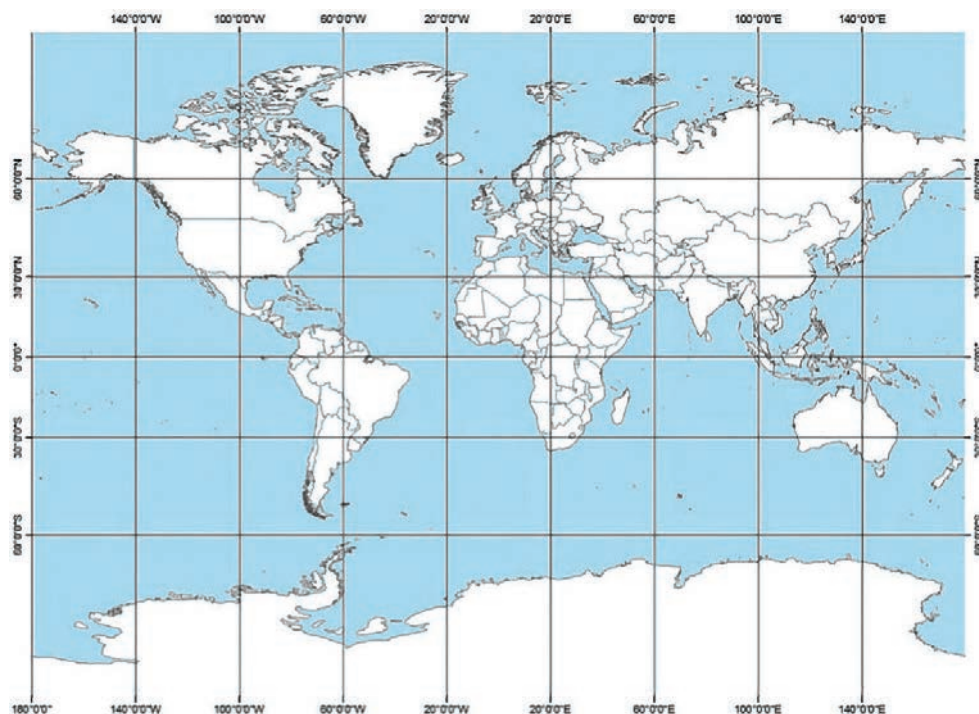


Figura 4.15: Mundo na projeção cilíndrica de Miler.

A projeção de Berhmann foi apresentada ao mundo em 1910 e caracteriza-se por ser uma projeção equivalente especial, que não possui uma superfície de projeção específica, mas que possui características semelhantes às de uma projeção cilíndrica. Nota-se que, nesta projeção, as áreas polares são demasiadamente reduzidas.

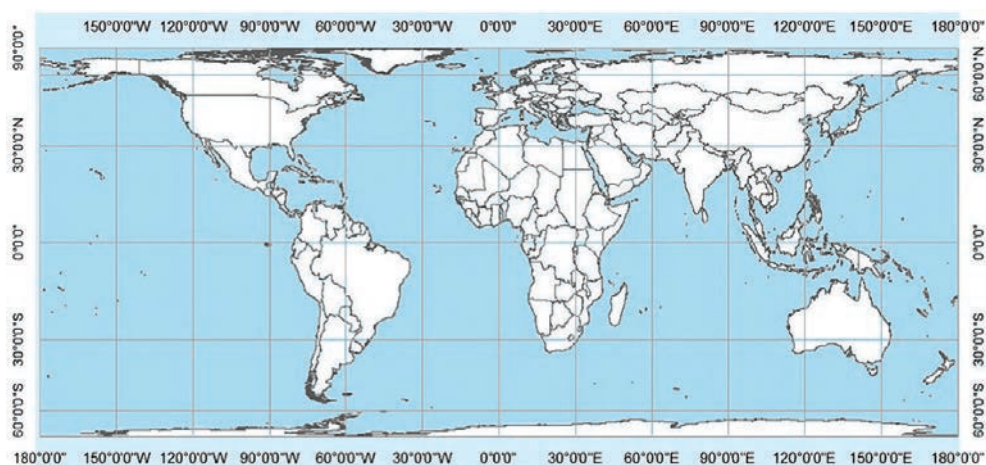


Figura 4.16: Mundo na projeção de Berhmann.

A projeção desenvolvida por J. Paul Goode, em 1916, trata-se de uma projeção descontínua, pois tenta eliminar várias áreas oceânicas. Goode coloca os meridianos centrais da projeção correspondendo aos meridianos quase centrais dos continentes, para conseguir maior exatidão na representação.

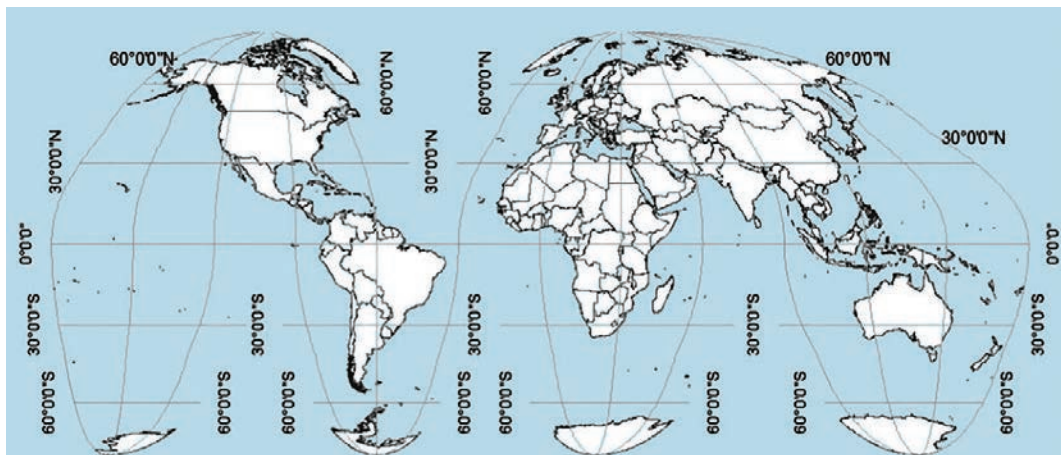


Figura 4.17: Mundo na projeção de Goode.

A projeção de Robinson é uma projeção não conforme e não equivalente, desenvolvida por Arthur H. Robinson, em 1961. Nesta projeção, os meridianos são colocados em linhas curvas, em forma de elipses que se aproximam quanto mais se afastam da linha do Equador. É a projeção mais usada nos atlas atuais.

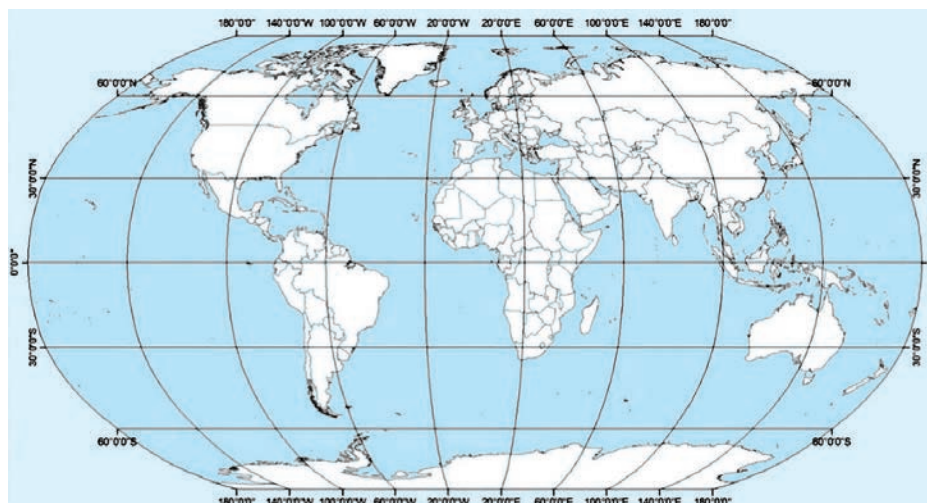


Figura 4.18: Mundo na projeção de Robinson.

Nos mapas elaborados com esta projeção, a Antártida é bem distorcida e as massas de terra mais ao norte também sofrem distorções. Porém, esta projeção é considerada uma das que mais bem representa o tamanho e a forma dos países e continentes.

A projeção cartográfica de Peters é cilíndrica e equivalente. Suas retas são perpendiculares aos paralelos, e os meridianos têm intervalos menores, o que resulta em uma reprodução fiel das áreas dos continentes, resultando em uma maior deformação do formato destes. Esta projeção surgiu em 1973 e suscitou fortes debates entre os cartógrafos, devido às implicações políticas de suas características.

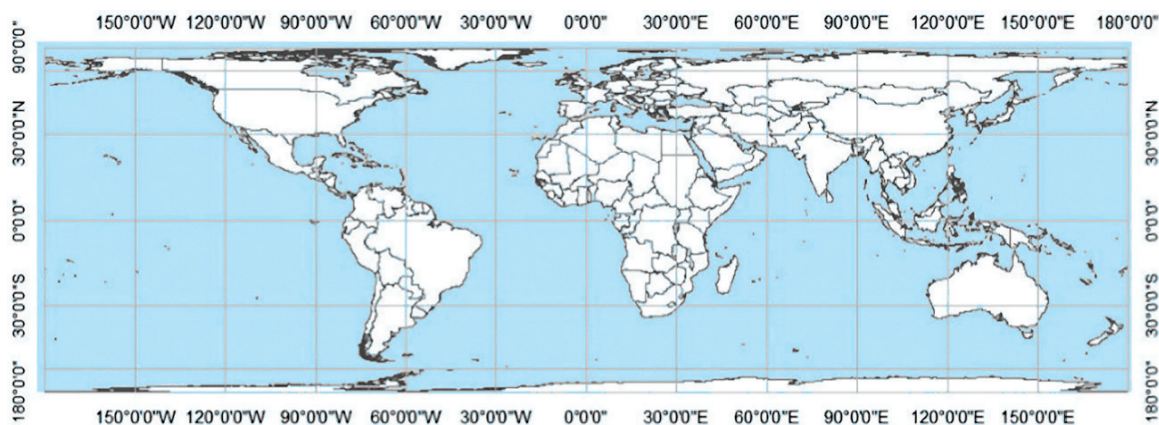


Figura 4.19: Projeção equivalente cilíndrica. As áreas dos países são conservadas.

Nesta projeção, os países situados em altas latitudes (próximo aos polos) são relegados a um segundo plano, ao contrário da projeção de Mercator. A maior diferença da projeção de Peters para a representação de Mercator é a redução do tamanho do continente europeu e o aumento considerável do continente africano.

Existem ainda três projeções que merecem a nossa especial atenção, são elas: a projeção cônica conforme de Lambert, a projeção cilíndrica equatorial de Mercator (conforme) e a projeção policônica (polissuperficial). Isto porque é comum encontrarmos o Brasil representado a partir destas três projeções em atlas e outras representações.

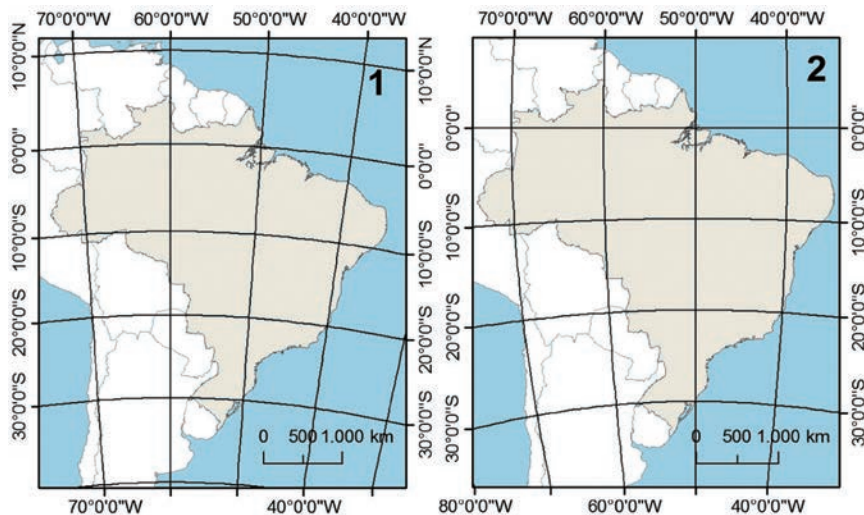


Figura 4.20: Brasil na projeção cônica conforme de Lambert (1) e na projeção policônica (2).



Atende aos Objetivos 2 e 3

2. Baseando-se nos mapas do mundo apresentados nesta aula, diferencie os objetivos das projeções de Mercator e Peters (equivalente cilíndrica) e aponte as principais deformações encontradas.

Resposta Comentada

A projeção conforme de Mercator foi criada no século XVI e teve como finalidade auxiliar as Grandes Navegações, possibilitando a criação de mapas que permitissem o traçado correto de rotas e trajetos. No entanto, é possível notar as grandes deformações criadas por este sistema projetivo, observando o exagero que os territórios próximos aos polos assumem nesta representação. Por isso, podemos verificar que a Groelândia e a Antártida têm as suas áreas superestimadas nesta projeção.

Na projeção de Peters, ocorre justamente o inverso. Esta projeção prioriza a manutenção das áreas, dando ao leitor uma ideia mais próxima do real, quando o assunto é a dimensão dos países. No entanto, podemos perceber que as áreas próximas aos polos, como no caso da Groelândia e da Antártida, têm as suas formas exageradamente deformadas (esticadas).

CONCLUSÃO

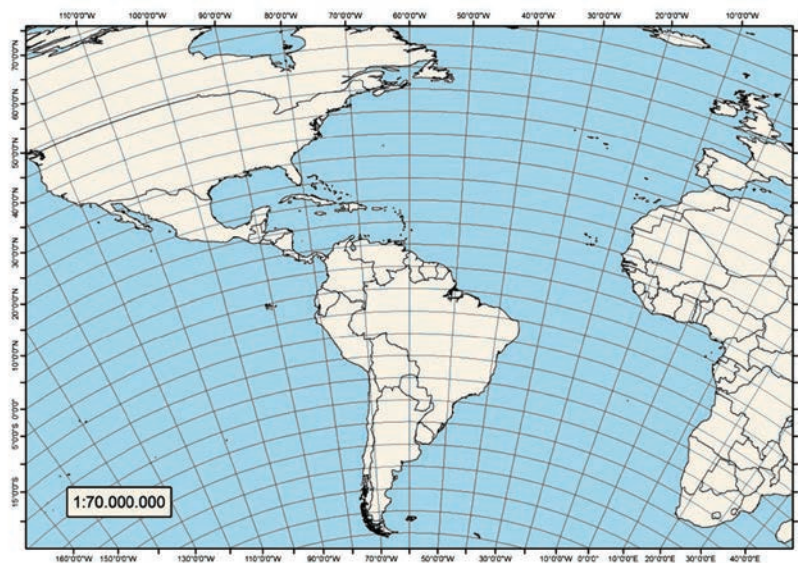
O reconhecimento das projeções cartográficas é uma etapa importante para a leitura e interpretação de mapas, já que é de fundamental importância entender que todas as representações cartográficas apresentarão deformações, decorrentes da adoção de sistemas projetivos. Sempre que observarmos um mapa, devemos lembrar que este passou por processos que alteraram a forma, as áreas, as distâncias ou outros aspectos de todos os países ou outros recortes espaciais representados. Devemos sempre lembrar que a adoção de uma projeção é um processo de escolha, que vai privilegiar algumas informações em detrimento de outras.

Atividade Final

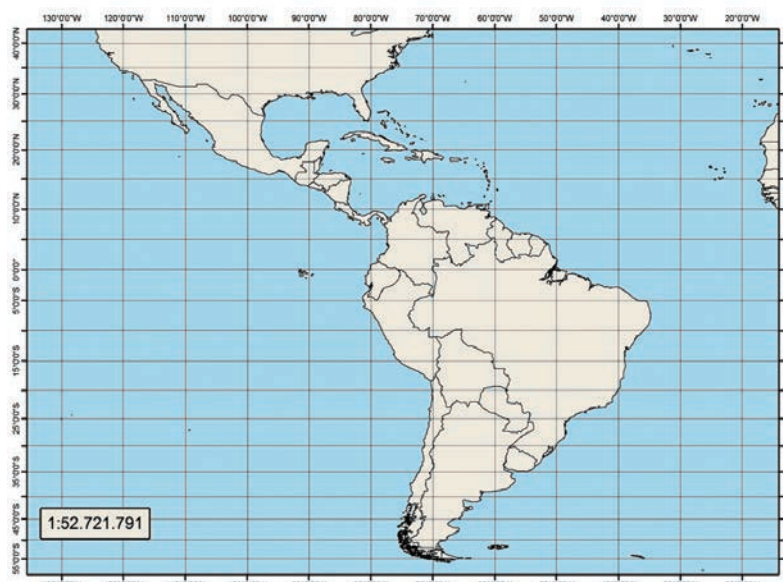
Atende aos Objetivos 1, 2 e 3

1. Observe os mapas a seguir e depois complete as lacunas, indicando se a afirmação refere-se ao Mapa 1 ou ao Mapa 2:

Mapa 1



Mapa 2



Em relação à projeção dos mapas, podemos afirmar que:

- a) () O mapa é representado a partir de uma projeção cônica.
- b) () O mapa é representado a partir de uma projeção cilíndrica.
- c) () O mapa que não prioriza a correta representação das áreas, ampliando a superfície dos países, localizados ao norte. Trata-se de uma projeção equidistante.
- d) () O mapa apresenta deformações que aumentam à medida que nos afastamos da linha do Equador. Trata-se de uma projeção equivalente.

2. Se você precisasse realizar um trabalho que dependesse da comparação das áreas dos países da América do Sul, qual dos mapas exibidos neste exercício você escolheria: Mapa 1 ou Mapa 2? Justifique.

Resposta Comentada

1. Uma excelente forma de compreendermos os diferentes tipos de deformações decorrentes do processo de projeção é observar o comportamento das quadrículas (grades de coordenadas) de um mapa. No Mapa 1, por exemplo, as quadrículas aumentam de tamanho no sentido sul-norte, tendo os meridianos inclinados em relação aos paralelos, que se apresentam de maneira "curva". Sendo assim, podemos considerar que se trata de uma projeção cônica, que certamente não prioriza a correta representação das áreas.

No Mapa 2, temos as quadrículas formadas por paralelos e meridianos, representados por linhas retas, paralelas. É possível percebermos que as deformações aumentam à medida que nos afastamos da linha do Equador, o que a caracteriza como uma projeção cilíndrica.

Portanto, as respostas corretas seriam: a) (1), b) (2), c) (1) e d) (2).

2. A projeção equivalente, que na terminologia inglesa é denominada de "de área igual", tem a propriedade de não deformar as áreas, conservando uma relação constante com as suas correspondentes, na superfície da Terra. O termo em português já denuncia, pela mera apresentação do vocábulo, a equivalência de proporção das áreas cartográficas. Portanto, o mapa mais indicado para comparação de áreas é o Mapa 2.

RESUMO

Uma das grandes dificuldades encontradas para a representação cartográfica está relacionada com a forma da Terra. Por possuir uma superfície esférica, irregular e tridimensional, e sendo um mapa uma representação plana, não há possibilidade de se mapear a superfície do planeta sem causar deformações em suas representações. Para a resolução deste problema, são adotadas as projeções cartográficas.

No entanto, a utilização das projeções não resolve todo o problema, uma vez que todas as representações de superfícies curvas em um plano envolvem "extensões" ou "contrações" que resultam em distorções ou "rasgos". Por isso, podemos dizer que um sistema de projeção irá conservar uma propriedade ou um aspecto da superfície mapeada (ex.: formas, distâncias, ângulos) e abrir mão de outras. A construção de um sistema de projeção será escolhida de maneira que a representação venha a possuir propriedades que satisfaçam as finalidades impostas pela sua utilização.

As projeções podem ser classificadas, principalmente, segundo:

1. o tipo de superfície de projeção (planas, cônicas, cilíndricas, polissuperficiais);
2. a posição da superfície de projeção (normais, oblíquas, transversas, polares, equatoriais etc.);
3. as deformações apresentadas (conformes, equivalentes, equidistantes, azimutais e afiláticas);
4. a localização do ponto de vista (gnômica, estereográfica, ortográfica);
5. a situação da superfície de projeção (secantes ou tangentes).

É importante sabermos que um mapa, ao ser construído, passou por processos que alteraram a forma, as áreas, as distâncias ou outros aspectos de todos os países ou outros recortes espaciais nele representados. Devemos sempre lembrar que a adoção de uma projeção é um processo de escolha que vai privilegiar algumas informações em detrimento de outras.

Informação sobre a próxima aula

Na próxima aula, aprenderemos sobre os diferentes sistemas de coordenadas, discutindo sua importância para a navegação e a localização na superfície terrestre.

Aula 5

Da batalha
naval aos mapas
dos piratas:
aprendendo sobre
os sistemas de
coordenadas

*Vinicius da Silva Seabra
Otavio Rocha Leão*

Meta da aula

Apresentar os sistemas de coordenadas geográficas e sua importância para a orientação na superfície terrestre.

Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. aplicar os conceitos relacionados ao sistema de coordenadas geográficas;
2. calcular os fusos horários.

INTRODUÇÃO

Piratas, aventureiros, viajantes e muitos outros importantes personagens da vida real ou de contos infantis fazem uso dos sistemas de coordenadas para esconder seus tesouros, para encontrar cidades perdidas, ou simplesmente para se deslocar entre um local e outro.

Esta é a principal importância destes sistemas de coordenadas: possibilitar a localização de objetos e tornar possível o deslocamento preciso entre diferentes pontos da superfície terrestre. Por isso, os mapas ou cartas necessitam obrigatoriamente de estarem ajustados a um sistema de coordenadas predefinido, representado a partir de grades de coordenadas. Se uma representação cartográfica não vem acompanhada de uma grade de coordenadas, ela não poderá ser chamada de mapa! Podemos chamar uma representação cartográfica sem coordenada de **cartograma**, de croqui, ou desenho esquemático... mas nunca de mapa!

Os cartogramas preocupam-se mais com as informações que serão objeto da distribuição espacial no interior do mapa, dando pouca ou nenhuma atenção a outros importantes elementos cartográficos. Devemos tomar cuidado, pois muitas pessoas usam os cartogramas como sinônimos de mapas, o que é um grave engano.

Cartograma

É um tipo de representação que pouco se preocupa com os limites exatos, bem como com a localização precisa do que é representado.

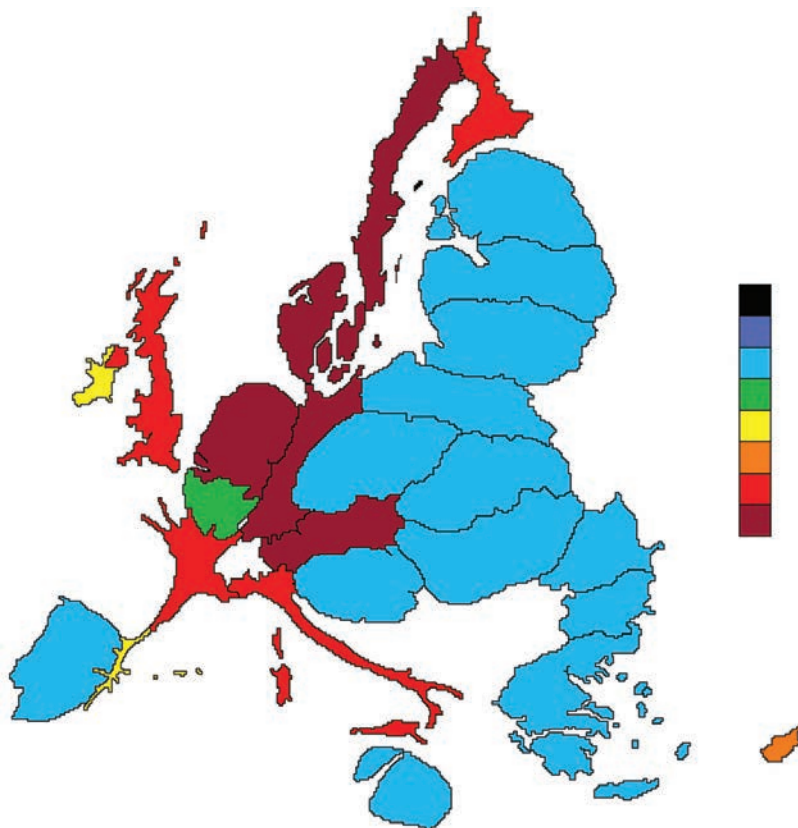


Figura 5.1: Cartograma da União Europeia, representando o gasto com euros de diferentes países.

Fonte: Wikipédia. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:EU_net_budget_2007-2013_per_capita_cartogram.png

Os sistemas de coordenadas geográficas

A localização, sítio e posição são importantes conceitos para a Cartografia e, portanto, configuram-se em importantes temas para a Geografia. Dentro da Geografia, o sítio diz respeito às características físicas de um espaço ocupado por uma cidade, por uma zona industrial, por uma zona agroindustrial e outros. Quando dizemos, por exemplo, que Petrópolis é uma cidade que ocupa vales e encostas montanhosas, estamos descrevendo o seu sítio.

A posição diz respeito a como uma cidade está localizada em relação a outras cidades, em escala regional, ou como um parque

industrial está localizado em relação a outros parques industriais em uma escala regional, ou seja, mais abrangente. Quando dizemos que São José dos Campos tem uma posição privilegiada por estar localizada entre as duas maiores metrópoles brasileiras, estamos analisando sua localização em relação ao Rio de Janeiro e São Paulo, e descrevendo assim a sua posição.



Figura 5.2: Localização de São José dos Campos.

Já a localização é dada a partir de coordenadas geográficas. Podemos dizer que a localização de uma cidade, vila, indústria etc. é dada a partir de pares de coordenadas, ou seja, por medidas de latitudes (φ) e longitudes (λ). Ou seja, quando dizemos que a cidade do Rio de Janeiro está a $22^{\circ}54'17.43''S$ de latitude e $43^{\circ}12'31.68''O$ de longitude, estamos informando a sua localização, a partir de coordenadas geográficas.

Sendo assim, é fácil perceber que o uso de coordenadas geográficas é imprescindível para a correta localização de uma série

de elementos presentes na superfície terrestre e, desta maneira, torna-se também imprescindível para qualquer pesquisa em Geografia.

Além da localização, as coordenadas geográficas também são muito importantes para outra prática muito relevante para toda a humanidade, que é a **navegação**. É partir do uso das coordenadas geográficas que podemos nos deslocar de um lugar para outro. É através da leitura destas coordenadas que navios, aviões e outros meios de transporte podem se deslocar com enorme precisão de um local para outro na superfície terrestre.

Navegação

É a prática de executar uma viagem ou deslocamento de um ponto de partida até outro ponto de destino. A navegação pode ser aérea, marítima, ou terrestre, dependendo do meio utilizado para a realização do deslocamento ou viagem.

Mas então, como funciona o sistema de coordenadas geográficas? A localização de qualquer elemento presente na superfície terrestre pode ser dada a partir de um ponto, que pode ser definido a partir do cruzamento de duas linhas. Sendo assim, se criarmos uma rede imaginária de linhas para todo o planeta Terra, podemos criar um sistema capaz de localizar qualquer ponto na superfície terrestre.

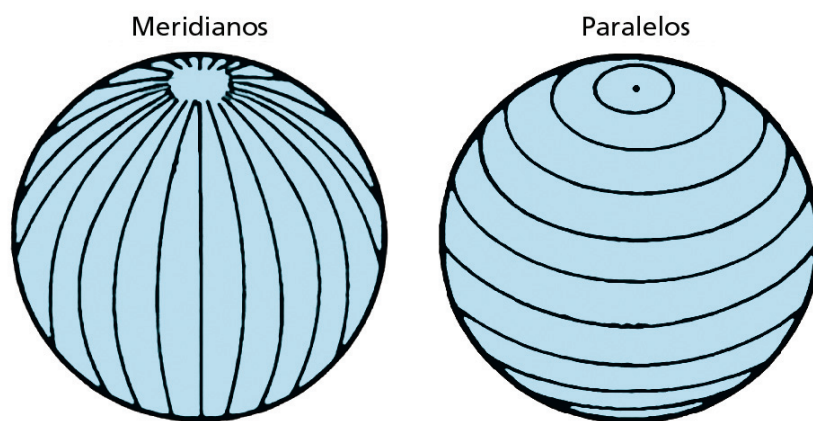


Figura 5.3: Meridianos e paralelos que formam uma rede imaginária de linhas que cobrem todo o planeta Terra.

Foi justamente a criação desta rede de linhas imaginárias horizontais e verticais que possibilitou o desenvolvimento do sistema de coordenadas geográficas. As linhas verticais desta rede são os meridianos, que vão de um polo a outro e servem para medir a

longitude (direção leste-oeste). Já as linhas horizontais chamam-se paralelos, pois são paralelas à linha do Equador e servem para medir a latitude (direção norte-sul).

As medidas de longitude e latitude são angulares, ou seja, representadas por ângulos. Por isso, as coordenadas são apresentadas em graus, dentro de um sistema sexagesimal, ou seja, neste sistema de medida 1 grau (1°) corresponde a 60 minutos ($60'$), enquanto um minuto equivale a 60 segundos ($60''$).

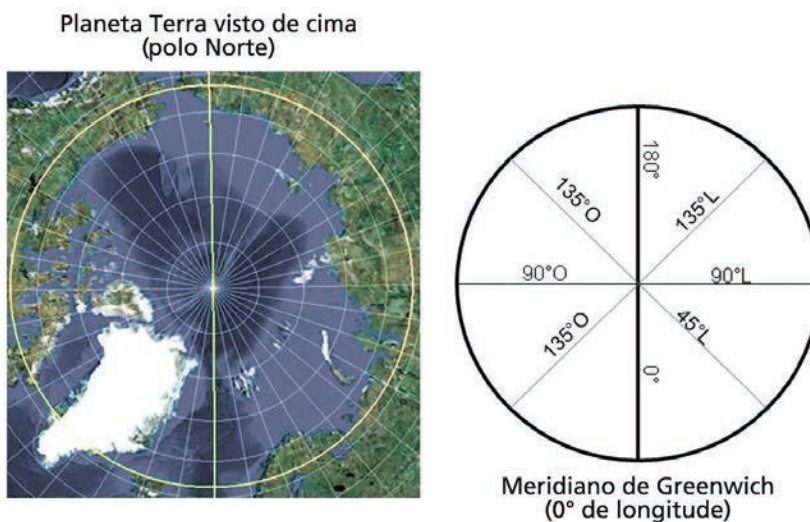


Figura 5.4: Origem dos meridianos.

A longitude de um ponto é representada pelo ângulo formado pelo meridiano, interceptado por este ponto e o meridiano de Greenwich, que é o meridiano de origem (0°). Se dissermos, por exemplo, que uma escola tem 45° de longitude oeste, significa dizer que esta escola está localizada sobre o meridiano que forma um ângulo de 45° com o meridiano de Greenwich. A longitude é representada pela letra grega *lambda* (λ).

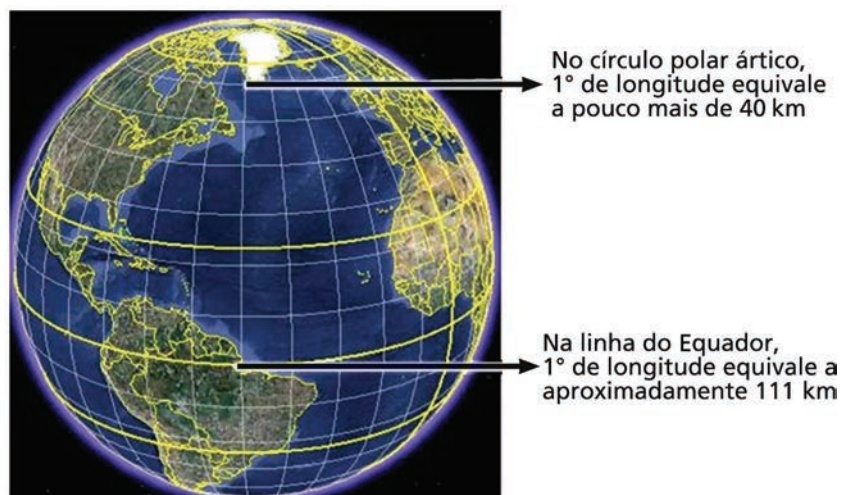
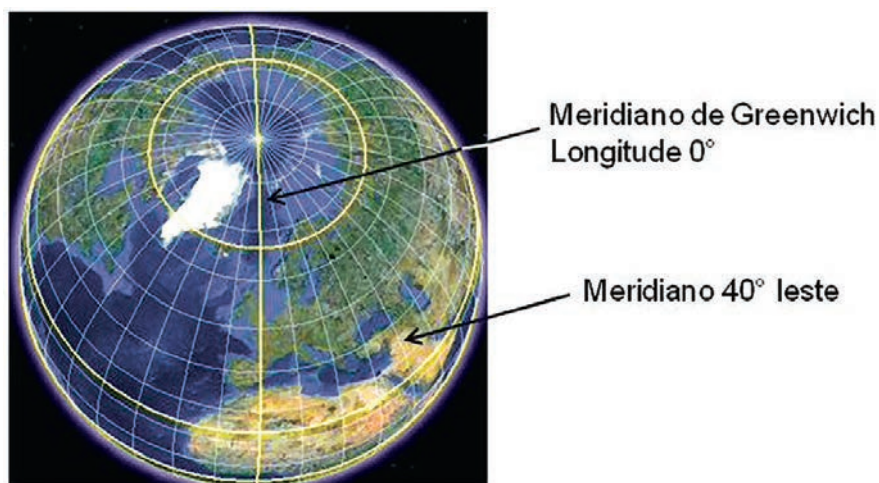


Figura 5.5: Medidas de um grau (1°) de longitude no equador e no Ártico.

É muito importante levarmos em consideração que um grau (1°) de longitude não representa a mesma distância em quilômetros em todos os pontos da Terra. Na linha do Equador, por exemplo, um grau (1°) de longitude equivale a aproximadamente 111 km. Nos círculos polares, esta distância chega a aproximadamente 44 km.



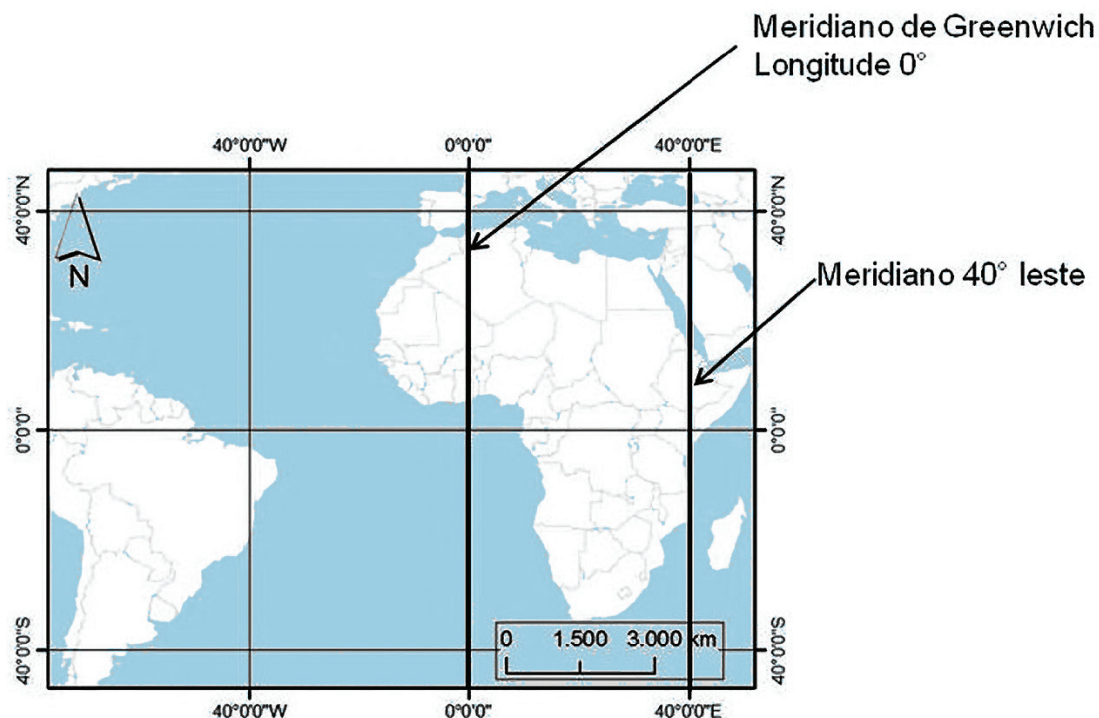


Figura 5.6: Meridiano de Greenwich e meridiano de 40°L.



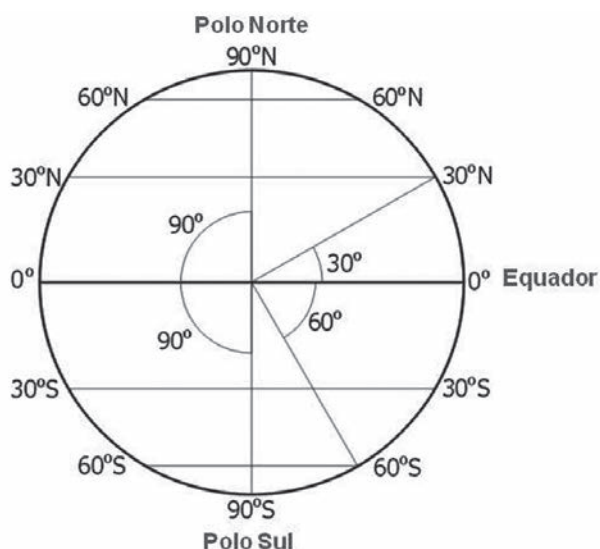
Em 1884, como resultado de um acordo internacional, adotou-se como primeiro meridiano, ou meridiano origem, o que atravessava o Observatório Real Britânico, em Greenwich, Londres – Inglaterra. Por isso, ele é também conhecido como meridiano de Greenwich. Este meridiano divide a Terra em dois hemisférios, o ocidental e o oriental.



Figura 5.7: Cidade de Greenwich, Inglaterra.

Fonte: wikipédia. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:2005-06-27_-_United_Kingdom_-_England_-_London_-_Greenwich.jpg

A latitude é representada pelo ângulo formado entre o plano do equador e a normal superfície de referência. Ou seja, cria-se um plano que parte o planeta Terra ao meio, dividindo o globo em dois hemisférios: o Norte (HN) e o Sul (HS). Em seguida, é traçada uma série de outros planos horizontais, que, quando “cortam” o globo terrestre, formam os pequenos círculos, paralelos ao do Equador. Estes círculos, chamados paralelos, vão diminuindo a partir do equador (que é o círculo máximo) até os polos, devido à curvatura da Terra.



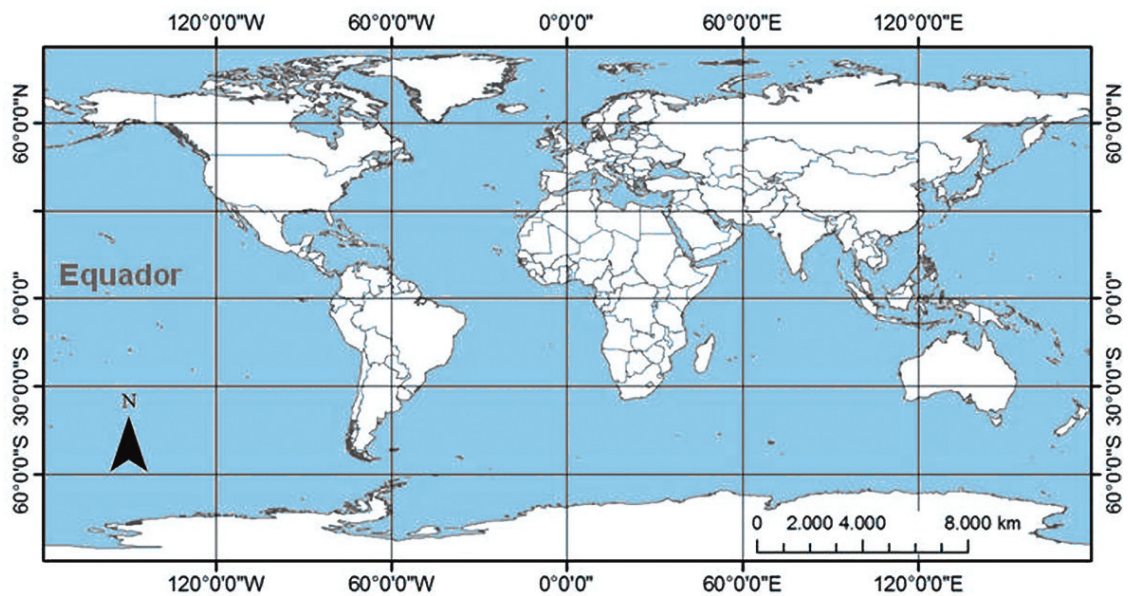
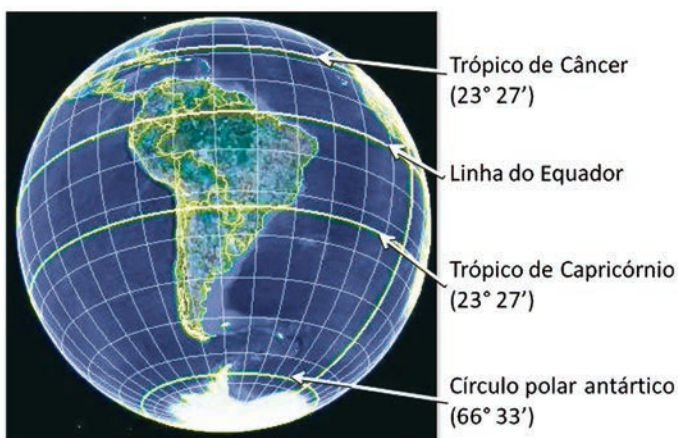


Figura 5.8: Origem das latitudes e mapas com latitudes.

Para obtermos a posição de qualquer ponto na direção norte-sul, são dados valores a estes círculos. Por se destacar nitidamente, a linha do Equador recebe valor zero, ou seja, possui latitude igual a 0° , sendo, portanto, considerada a origem da contagem destas coordenadas (latitude). Cada círculo ou paralelo vai recebendo um valor em graus, que cresce para norte ou sul, a partir do equador até os polos. Essa variação de valores é medida em graus de latitude e vai de 0° a 90° N (no hemisfério Norte), e igualmente de 0° a 90° S (no hemisfério Sul).



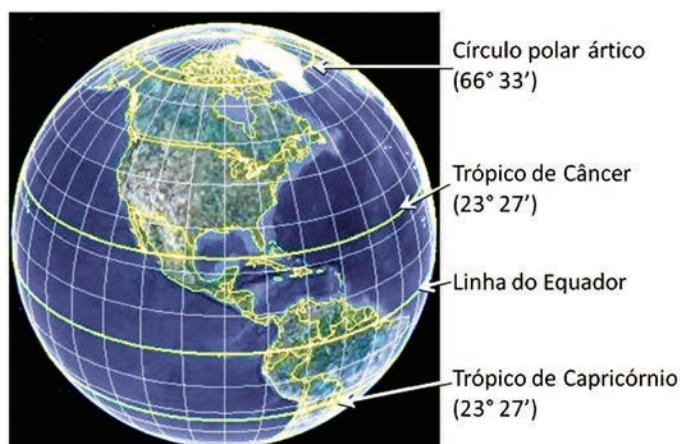
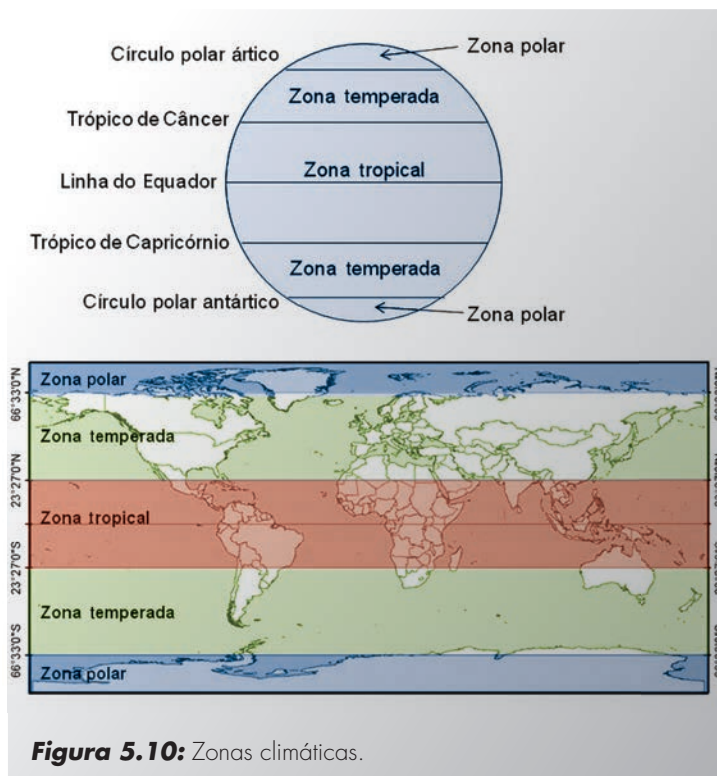


Figura 5.9: Paralelos importantes: linha do Equador, trópicos de Câncer e Capricórnio, e círculos polares ártico e antártico.

Podemos considerar como importantes paralelos o círculo polar ártico, o círculo polar antártico, o trópico de Câncer, o trópico de Capricórnio e a linha do equador. Tal importância justifica-se na classificação das zonas climáticas da Terra, que são definidas a partir destes paralelos.



Como resultado do aquecimento maior que ocorre na região equatorial e do menor aquecimento na região dos polos, a superfície terrestre foi dividida em zonas climáticas ou zonas térmicas. A zona tropical ou intertropical está localizada entre o trópico de Câncer e o trópico de Capricórnio. Já as zonas temperadas localizam-se entre os trópicos e os círculos polares. E por último, as zonas polares, que estão localizadas em latitudes acima dos círculos polares.



Sendo assim, podemos afirmar que o sistema de coordenadas geográficas configura-se como uma importante ferramenta, não só para geógrafos e cartógrafos, mas para todos aqueles que precisam definir com precisão a localização de pontos na superfície terrestre, além, é claro, daqueles que precisam realizar deslocamentos precisos entre diferentes pontos da superfície do nosso planeta.

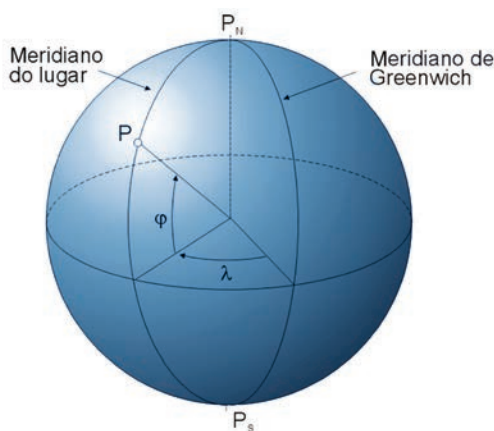
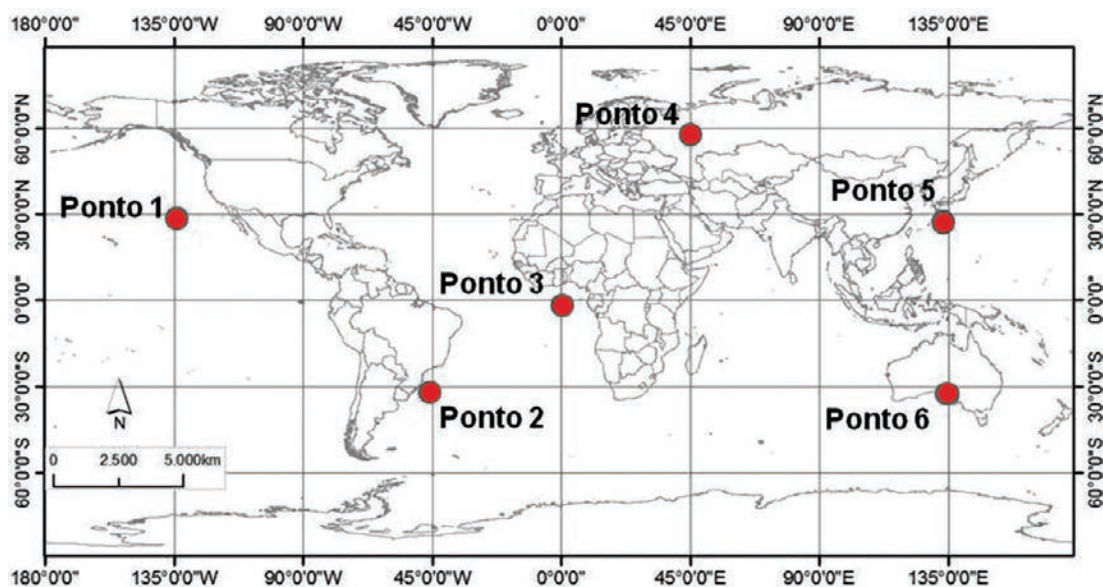


Figura 5.11: Latitude e longitude. P_N – Polo Norte; P_S – Polo Sul; φ – Latitude; λ – Longitude; P – Ponto qualquer. Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Coordenadas_geograficas_esfera.png



Atende ao Objetivo 1

1. Baseando-se no mapa a seguir, responda quais são a latitude e a longitude dos pontos.



Ponto 1: φ: _____ λ: _____

Ponto 2: φ: _____ λ: _____

Ponto 3: φ: _____ λ: _____

Ponto 4: φ: _____ λ: _____

Ponto 5: φ: _____ λ: _____

Ponto 6: φ: _____ λ: _____

Resposta Comentada

A latitude (φ) de um ponto representa a localização do mesmo em relação à linha do Equador, que tem o valor de latitude 0. Quanto mais próximo dos polos, maior o valor de latitude. Significa dizer que os valores de latitude se modificam no sentido norte-sul e tem como valor máximo 90°. A longitude de um ponto representa a localização do mesmo em relação ao meridiano de Greenwich, que tem o valor de longitude 0. Quanto mais distante do meridiano de Greenwich, maiores serão os valores de longitude, que podem variar até 180° para leste e para oeste.

Sendo assim, as coordenadas dos pontos são:

Ponto 1:	φ : 30°N	λ : 135°W
Ponto 2:	φ : 30°S	λ : 45°W
Ponto 3:	φ : 0°	λ : 0°
Ponto 4:	φ : 60°N	λ : 45°E
Ponto 5:	φ : 30°N	λ : 135°E
Ponto 6:	φ : 30°S	λ : 135°E

Fusos horários

Os fusos horários podem ser definidos como zonas delimitadas por dois meridianos consecutivos da superfície terrestre, cuja hora legal de toda superfície, contida dentro destes meridianos, é a mesma, por convenção. Significa dizer que todas as cidades e demais localidades pertencentes a um mesmo fuso terão a mesma hora legal.

A delimitação destes fusos partiu de um cálculo bem simples. Considerando que a esfera terrestre tem 360° e o movimento de rotação da Terra tem duração de 24 horas, temos:

$360^\circ \div 24h = 15^\circ/h$, ou seja, cada um dos 24 fusos horários terá 15° de amplitude.

A Terra possui 360° e o dia é composto por 24 horas. Então, se dividirmos 360° por 24, totalizamos 15°, o que corresponde a 60 minutos, ou seja, 1 hora.

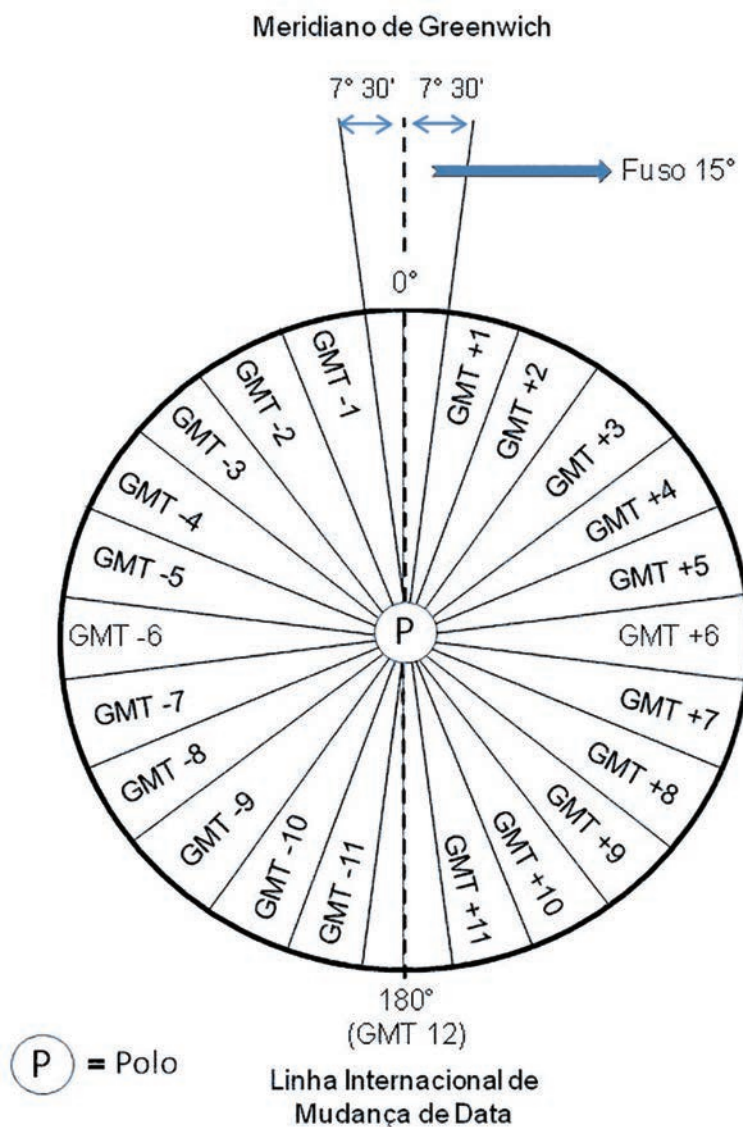


Figura 5.12: Fusos horários no mundo.

Antes da implantação dos fusos, existiam diversos contratempos e problemas. Por isso, em 1884, foi realizada nos Estados Unidos uma conferência de astrônomos, na qual foi discutida a padronização dos horários em todos os pontos do planeta. O meridiano de Greenwich foi escolhido o meridiano principal, servindo como ponto inicial ou referencial para a implantação dos fusos.

Como cada um dos fusos possui uma amplitude de 15° e como o meridiano de Greenwich é a origem do sistema, teremos o primeiro fuso horário entre o meridiano de $7^\circ30'$ a leste de Greenwich e o meridiano de $7^\circ30'$ a oeste de Greenwich.

A sigla GMT, do inglês Greenwich Mean Time (Tempo Médio de Greenwich), refere-se à base para cálculo internacional de horário. Quando temos a GMT +1, significa dizer que estamos uma hora adiantados em relação ao horário de Greenwich. Quando estamos em GMT - 3, significa que estamos a três horas atrasados em relação ao horário de Greenwich.

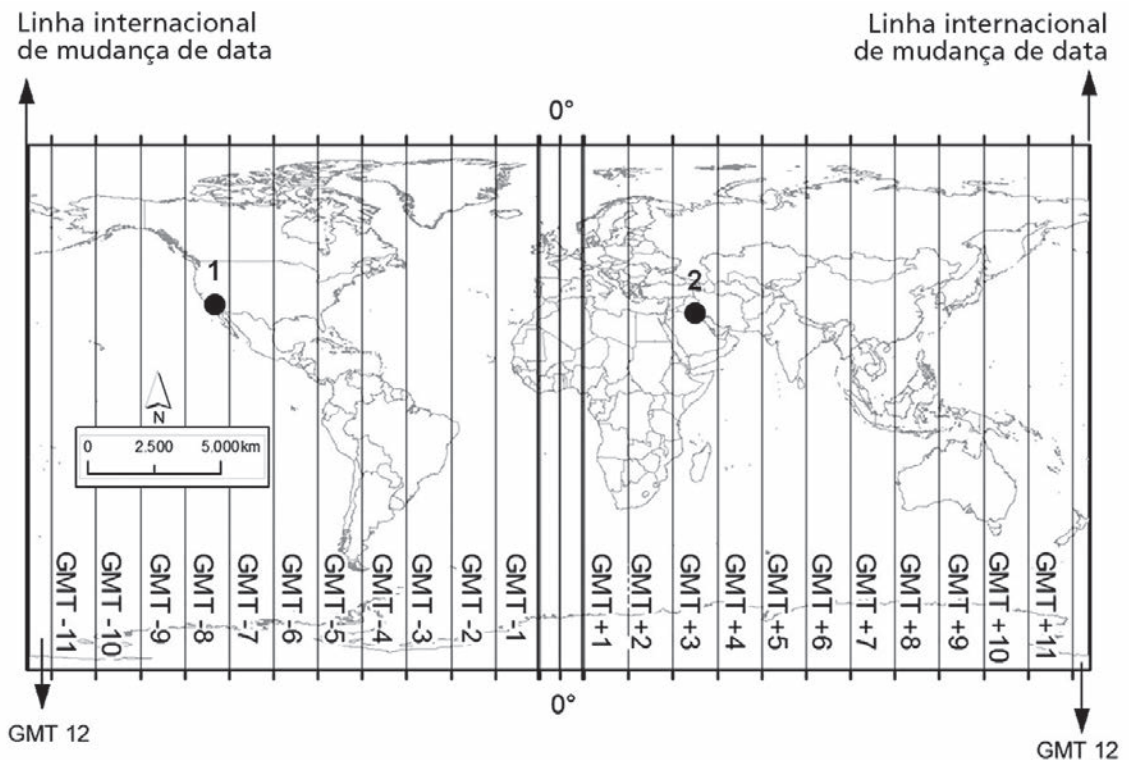


Figura 5.13: Fusos horários no mundo. (1) Los Angeles. (2) Bagdá.

A partir do meridiano de Greenwich, a cada fuso adianta-se uma hora no sentido leste e atrasa-se uma hora no sentido oeste. Por exemplo: quando em Los Angeles, nos EUA, for 14 horas, em Bagdá, no Iraque (cidade localizada a onze fusos de diferença), será 1 hora.

É importante destacar que nem sempre estas linhas imaginárias que representam os fusos coincidem de fato com os horários dos países. Na maioria das vezes, são construídas adaptações para tentar evitar alguns problemas. A própria Linha Internacional de Mudança de Data não coincide, em todos os pontos, exatamente com o meridiano de 180° .

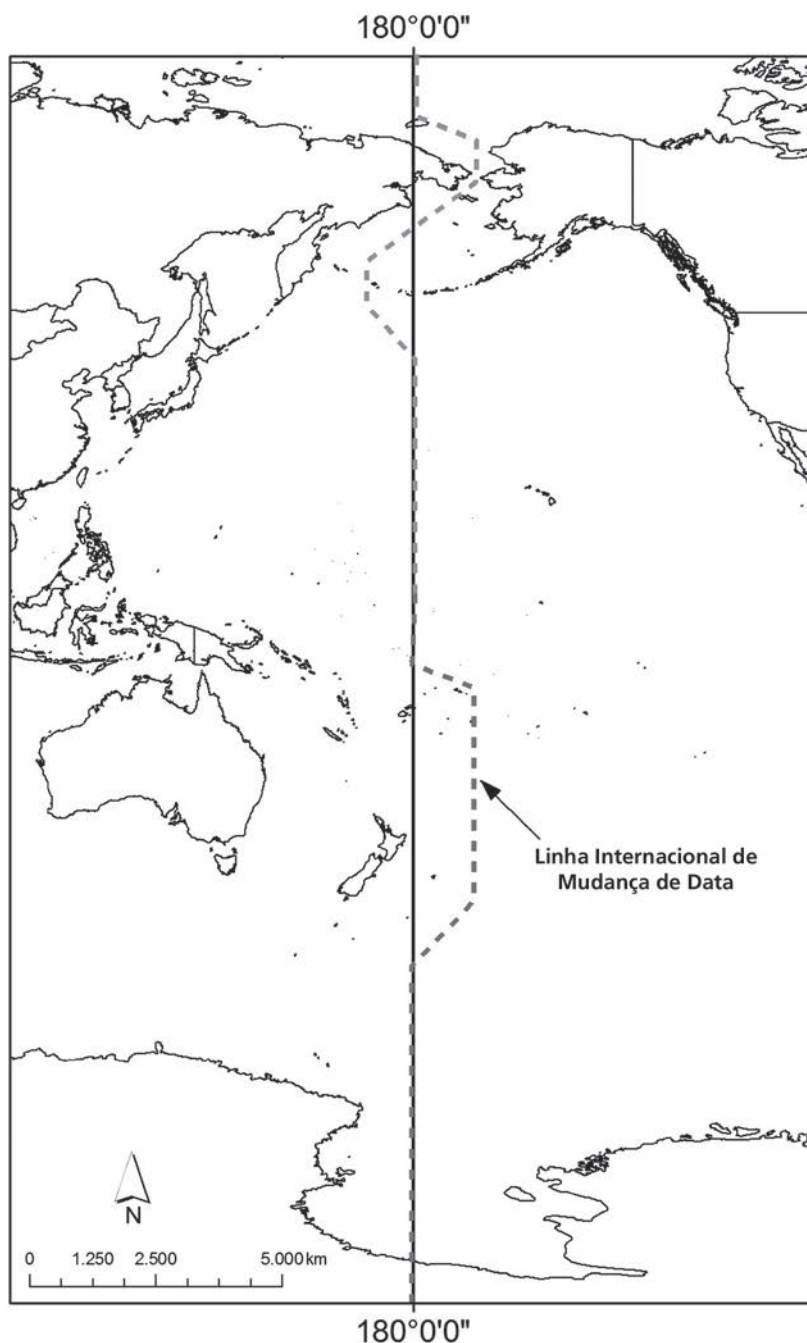


Figura 5.14: Linha Internacional de Mudança de Data.



A Linha Internacional de Mudança de Data é uma linha imaginária que, por convenção, é representada pelo meridiano oposto ao meridiano de Greenwich e que atravessa o oceano Pacífico do polo Norte ao polo Sul, em que: a leste desta linha é um dia a menos do que a oeste dela. Sendo assim, quando nas localidades situadas a oeste da linha internacional de data (ex.: Sibéria), for dia 15, nas localidades situadas a leste da linha internacional de data (ex.: Alasca), será dia 14.

No Brasil, também foram muitas as adaptações. Os limites dos fusos horários foram ajustados aos limites políticos e administrativos dos estados brasileiros, a fim de fazer com que todas as localidades de um mesmo estado estejam sob a mesma hora oficial.

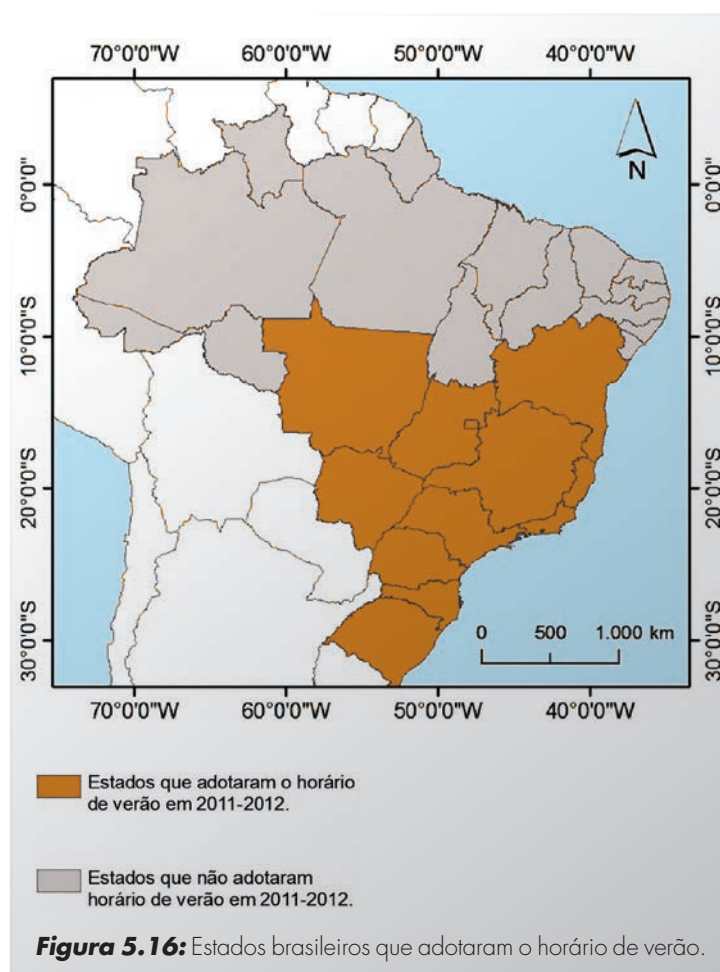


Figura 5.15: Fusos horários no Brasil.

Em nosso país, até 2008, existiam quatro fusos oficiais. Porém, no dia 24 de junho de 2008, o Brasil passou a ter apenas três fusos, regulamentados segundo a Lei nº 11.662, de 24 de abril de 2008. Desse modo, o país possui um fuso em uma região das ilhas oceânicas, onde se encontra, por exemplo, o arquipélago de Fernando de Noronha, e mais dois fusos na parte continental.



Quando falamos em fusos horários e calculamos a diferença de horários entre uma região e outra, devemos sempre estar atentos ao horário de verão. O horário de verão é a alteração do horário de uma região, designado apenas durante uma época do ano, adiantando-se em geral uma hora no fuso horário oficial local. O procedimento é adotado costumeiramente durante o verão, quando os dias são mais longos, e tem como objetivo um maior aproveitamento da luz do dia. Desta maneira, há uma possível redução do consumo de energia. Esta medida tem resultados nas localidades afastadas da linha do Equador, uma vez que nas regiões próximas quase não há variações de duração entre os dias e as noites, fazendo com que a adoção do horário de verão tenha pouco ou até mesmo nenhum proveito nestes lugares.



Atende ao Objetivo 2

2. Considerando que em Londres (GMT 0) são 15:00 e desconsiderando ainda qualquer ajuste causado por horários de verão, que horas teremos em:

Rio de Janeiro (GMT -3): _____ Manaus (GMT -4) : _____

Buenos Aires (GMT -3): _____ Nova York (GMT -5) : _____

Tóquio (GMT +9): _____ Lisboa (GMT 0) : _____

Pequim (GMT +8) : _____ Lima (GMT -5): _____

Resposta Comentada

Em Londres, estamos dentro do fuso com horário de Greenwich, onde o GMT (Tempo Médio de Greenwich) é igual a 0. Sendo assim, se em Londres são 15 horas, teremos:

Rio de Janeiro: horário de Londres (GMT 0) + GMT do Rio de Janeiro (- 3h)
 $= 15h + (- 3h) = 12h$. Resposta: no Rio de Janeiro, serão 12h.

Manaus: horário de Londres (GMT 0) + GMT de Manaus (- 4h)
 $= 15h + (- 4h) = 11h$. Resposta: em Manaus, serão 11h.

Buenos Aires: horário de Londres (GMT 0) + GMT de Buenos Aires (- 3h)
 $= 15h + (- 3h) = 12h$. Resposta: Em Buenos Aires serão 12h.

Nova York: horário de Londres (GMT 0) + GMT de Nova York (- 5h)
 $= 15h + (- 5h) = 10h$. Resposta: em Nova York, serão 10h.

Tóquio: horário de Londres (GMT 0) + GMT de Tóquio (+ 9h)
 $= 15h + 9h = 24h$. Resposta: em Tóquio, serão 24h ou 0:00 do dia seguinte.

Lisboa: em Lisboa teremos o mesmo horário que em Londres. Resposta: em Lisboa serão 15h.

Pequim: horário de Londres (GMT 0) + GMT de Pequim (+ 8h)
 $= 15h + 8h = 23h$. Resposta: em Pequim, serão 23h.

Lima: horário de Londres (GMT 0) + GMT de Lima (- 5h)
 $= 15h + (- 5h) = 10h$. Resposta: em Lima, serão 10h.

CONCLUSÃO

Os sistemas de coordenadas são importantes instrumentos, voltados para a localização e a navegação na superfície terrestre.

Suas aplicações vão além dos interesses geográficos e cartográficos, sendo utilizados também por uma série de profissionais, pesquisadores, militares e até mesmo pessoas comuns (ex.: aventureiros, pescadores etc.).

Para a Geografia, os sistemas de coordenadas têm uma importância ainda maior, já que para a nossa ciência, a localização de objetos, processos e fenômenos pode ser o ponto de partida para uma análise mais profunda, e, desta maneira, os sistemas de coordenadas assumem uma importância fundamental.

Os fusos horários possuem a função de sistematizar os horários mundiais, tendo com isso uma grande importância política e estratégica. Seu conhecimento é importante para a compreensão das diferenças de horários, nos mais diversos países do mundo, tendo assim uma grande relevância para a Geografia.

Atividade Final

Atende aos Objetivos 1 e 2

Resolva o seguinte problema:

Um avião decolou do aeroporto da cidade A, que tem 45° oeste de longitude, às 7 horas, com destino à cidade B, que tem 120° oeste de longitude. O voo tem duração de oito horas. Que horas serão na cidade B, quando o avião pousar?

Resposta Comentada

As duas cidades estão localizadas a oeste de Greenwich e com isso estão com horários atrasados em relação ao horário GMT. Sabendo que cada fuso horário tem amplitude de 15° e que o primeiro fuso tem seu limite entre $7^\circ 30'$ de longitude leste e $7^\circ 30'$ de longitude oeste, temos:

$$45^\circ \text{O} \div 15 = 3;$$

$$\text{O fuso 3 está entre } 45^\circ - 7^\circ 30' = 37^\circ 30' \text{ O e } 45^\circ + 7^\circ 30' = 52^\circ 30' \text{ O}$$

Então o GMT do ponto é -3h.

$$120^\circ \text{O} \div 15 = 8;$$

$$\text{O fuso 8 está entre } 120^\circ - 7^\circ 30' = 112^\circ 30' \text{ O e } 120^\circ + 7^\circ 30' = 127^\circ 30' \text{ O}$$

Então o GMT do ponto é -8h

Logo:

$(\text{GMT} - 8) - (\text{GMT} - 3) = -5$ horas. A diferença entre as duas cidades é de menos 5 horas.

Ou seja, na hora da decolagem, eram 7 horas na cidade A, sendo que no mesmo momento eram 2 horas na cidade B.

Se a duração da viagem é de 8 horas, no momento da chegada à cidade B serão 10 horas.

RESUMO

A localização de qualquer elemento presente na superfície terrestre pode ser dada a partir de um ponto, que pode ser definido a partir do cruzamento de duas linhas. Por isso, foi criado o sistema de coordenadas geográficas, que é definido a partir de uma rede geográfica de linhas imaginárias. As linhas verticais desta rede são os meridianos, que vão de um polo a outro, e servem para medir a longitude (direção leste-oeste). Já as linhas horizontais chamam-se paralelos, pois são paralelas à linha do equador, e servem para medir a latitude (direção norte-sul).

A latitude (φ) de um ponto representa a localização do mesmo em relação à linha do equador, que tem o valor de latitude 0. Quanto

mais próximo dos polos, maior o valor de latitude. Significa dizer que os valores de latitude modificam-se no sentido norte-sul.

A longitude de um ponto representa a localização do mesmo em relação ao meridiano de Greenwich, que tem o valor de longitude 0. Quanto mais distante do meridiano de Greenwich, no sentido leste-oeste, maiores serão os valores de longitude.

Os fusos horários podem ser definidos como zonas delimitadas por dois meridianos consecutivos da superfície terrestre, cuja hora legal de toda superfície contida dentro destes meridianos, por convenção, é a mesma. Significa dizer que todas as cidades e demais localidades, pertencentes a um mesmo fuso, terão a mesma hora legal.

A partir então do meridiano de Greenwich, no sentido leste, a cada fuso adianta-se uma hora, e no sentido oeste, atrasa-se uma hora. Por exemplo: quando em Los Angeles, nos EUA, for 14 horas, em Bagdá, no Iraque (cidade localizada a onze fusos de diferença), será 1 hora.

Informação sobre a próxima aula

Na próxima aula, vamos apresentar o sistema de coordenadas UTM, além de discutir o seu uso para a orientação na superfície terrestre.

Aula 6

O sistema de coordenadas UTM

*Vinicius da Silva Seabra
Otavio Rocha Leão*

Metas da aula

Apresentar o sistema de coordenadas UTM e discutir sua importância para a orientação na superfície terrestre.

Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. identificar a localização de pontos da superfície terrestre, utilizando o sistema de coordenadas UTM;
2. descrever a articulação das folhas das Cartas Internacionais ao Milionésimo.

INTRODUÇÃO

Nas aulas anteriores, pudemos aprender que os sistemas de projeção cartográficas e os sistemas de coordenadas geográficas foram desenvolvidos para viabilizar a representação e localização de elementos presentes na superfície terrestre.

Aprendemos também que os sistemas de coordenadas geográficas, através do uso de paralelos e meridianos, fazem uso de medidas angulares (graus, minutos e segundos) para definição precisa da posição de qualquer objeto existente no espaço geográfico. Os meridianos são arcos que saem de um polo a outro, dividindo a Terra em fusos. Os paralelos cruzam a Terra horizontalmente, dividindo-a em diferentes faixas.

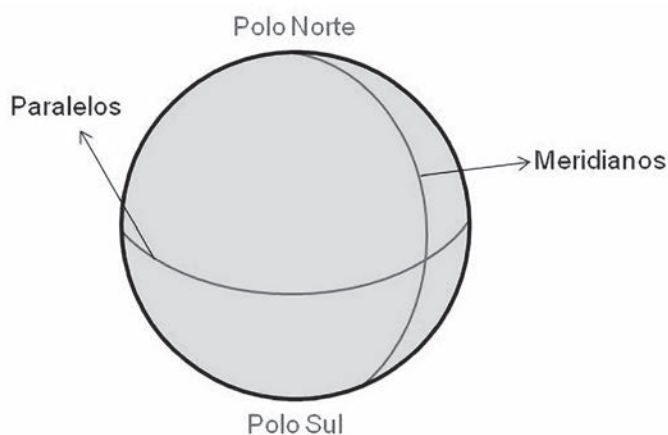


Figura 6.1: Paralelos e meridianos.

No entanto, a utilização de sistemas de coordenadas angulares em mapeamentos de detalhe (ex.: mapa de um bairro, de uma localidade etc.) traz algumas dificuldades para obtenção de informações específicas como, por exemplo, o cálculo de áreas e medições de distâncias.

Por este motivo, outros sistemas de coordenadas foram desenvolvidos e hoje se configuram em importantes ferramentas para a localização e orientação geográfica. Dentre estes sistemas, temos o

UTM, que se configura em um dos mais importantes e usuais sistemas de coordenadas planas do mundo. Vamos aprender um pouco mais sobre o sistema UTM?

O Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM)

A utilização de sistemas de coordenadas angulares cria certas dificuldades para algumas importantes operações cartográficas, principalmente quando estamos trabalhando em pequenas áreas, com considerável nível de detalhe. Grande parte destas dificuldades está associada ao uso das coordenadas angulares que tornam mais difíceis e indiretas a obtenção de algumas informações, tais como: medidas de distâncias entre dois ou mais pontos, cálculos de áreas, interpolação de coordenadas etc.



No mapa, as coordenadas são representadas graficamente a partir de linhas que formam uma grade de coordenadas e que permitem a localização precisa de qualquer objeto representado. Porém, as coordenadas podem ser diretamente lidas somente nos pontos em que temos o cruzamento destas linhas, ou seja, nos nós desta grade de coordenadas. Nas demais situações, ou seja, sempre que um ponto de interesse não estiver posicionado sobre um nó da grade de coordenadas (o que ocorre na maioria das vezes) teremos de fazer uso de interpolações para determinar a sua localização.

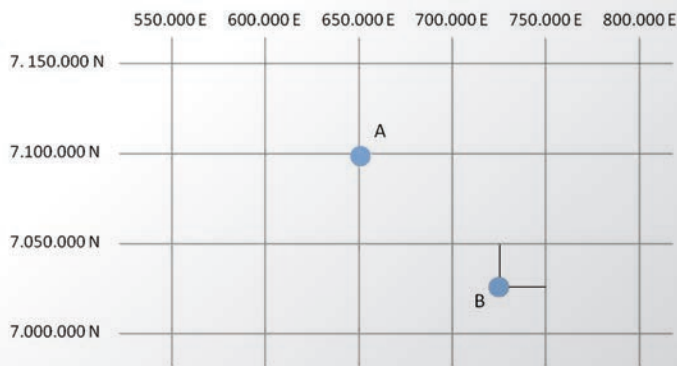


Figura 6.2: Grade de coordenadas e pontos de interesse. Podemos verificar que no ponto A (650.000 E e 7050.000 N) podemos realizar de forma direta a medida das coordenadas e no ponto B teríamos de executar uma operação de interpolação para encontrarmos as coordenadas do ponto.

As operações de interpolação serão abordadas com maior riqueza de detalhes nas próximas aulas, quando trabalharmos com operações de medidas sobre Cartas Topográficas.

Para minimizar estas dificuldades, a Cartografia buscou a construção de sistemas que fossem capazes de permitir a localização precisa na superfície terrestre e que tornasse possível também a medição simples e direta de distâncias, que facilitasse o cálculo de áreas e viabilizasse também a interpolação de valores de coordenadas. Para isso, foram desenvolvidos sistemas (de projeção e de coordenadas) específicos, que pudessem representar o espaço terrestre de forma plana, **cartesiana**. Estes sistemas substituíram o uso de graus, minutos e segundos por valores métricos (quilômetros, metros etc.), para a localização dos elementos presentes na superfície terrestre. Ou seja, a partir daí as coordenadas de um ponto poderiam ser representadas por metros ou quilômetros, facilitando o cálculo de distâncias, áreas etc.

Plano Cartesiano

Criado por René Descartes, foi desenvolvido no intuito de permitir a localização de pontos no espaço, a partir da delimitação de dois eixos perpendiculares, sendo o horizontal, chamado de eixo das abscissas (x) e o vertical, de eixo das ordenadas (Y).

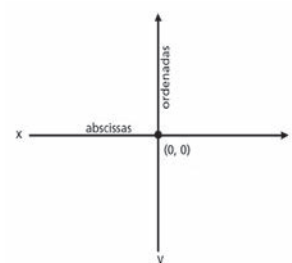


Figura 6.3: Plano cartesiano.

Por muitos anos, estes sistemas foram estudados e sua evolução culminou em um dos sistemas mais utilizados em todo mundo, que é o Sistema Universal Transversal de Mercator, mais conhecido como sistema UTM. Este sistema surgiu em 1947, para determinar as coordenadas retangulares nas cartas militares de todo o mundo. Foi proposto em 1951 pela UGGI (União Geodésica e Geofísica Internacional) como um sistema universal e foi adotado em 1955 pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército e pelo IBGE para o mapeamento sistemático do país.



É importante sempre ressaltarmos que o sistema UTM possui uma importante restrição em relação à área a ser mapeada, podendo representar, no melhor dos casos, áreas que não ultrapassem a distância de 6° de longitude.

Esta condição existe porque as projeções planas estão limitadas à esfericidade da superfície do nosso planeta, ou seja, não é possível representarmos toda a Terra, a partir de coordenadas planas, mas é possível representar áreas menores, em que as distorções podem ser consideradas mínimas, aceitáveis a partir destes sistemas.

Bem, vamos então conhecer um pouco melhor o sistema UTM!

O sistema UTM, além de adotar coordenadas métricas planas, faz uso de uma projeção do tipo cilíndrica, transversal e secante ao globo terrestre para a construção de sessenta fusos de seis graus (6°) de longitude cada.

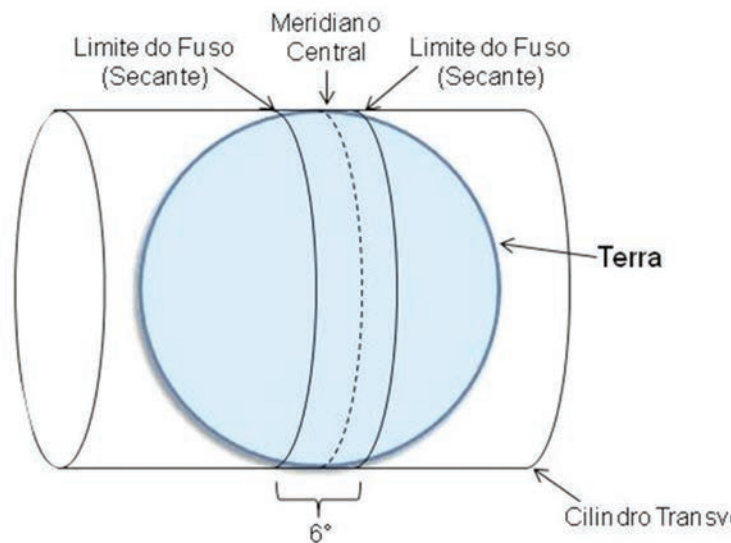


Figura 6.4: Projeção UTM.

Cada um destes sessenta fusos é delimitado por duas linhas secantes e dividido por um meridiano central. Ao longo do meridiano central, é onde encontramos as maiores deformações, resultantes da aplicação deste sistema projetivo, e ao longo das linhas secantes, podemos afirmar que a deformação é igual a zero.

Podemos então dizer que para cada um dos fusos UTM, a deformação resultante da projeção aumenta dos seus limites em direção ao meridiano central, sendo importante ainda destacar que estas deformações são consideradas desprezíveis para a absoluta maioria dos estudos geográficos.

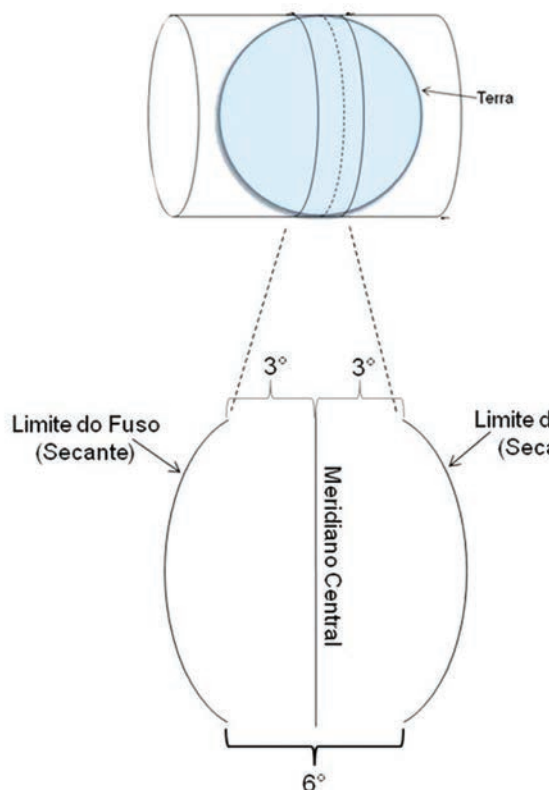


Figura 6.5: Exemplo de fuso UTM.

Desta maneira, o sistema UTM é composto por sessenta fusos, tendo cada um deles a amplitude de 6° de longitude. Estes fusos originam-se em 80° Sul, indo até 84° Norte, e começam no antimeridiano de Greenwich, indo no sentido oeste-leste, percorrendo todo o globo até chegar a sua origem.

Cada um dos fusos funciona como um sistema próprio, como se cada um destes sessenta fusos diferentes fossem convertidos em um sistema plano independente. Por isso, não poderemos adotar o sistema UTM para mapeamento de áreas que ultrapassem os limites de um fuso, ou que estejam compreendidas em mais de um fuso UTM.

Quando temos interesse em mapear em UTM, uma área que ultrapassa os limites de um fuso, ou ainda, a área que está compreendida em vários fusos, devemos articular o mapeamento em diferentes folhas ou cartas, como ocorre com as Cartas Topográficas, que veremos mais adiante.

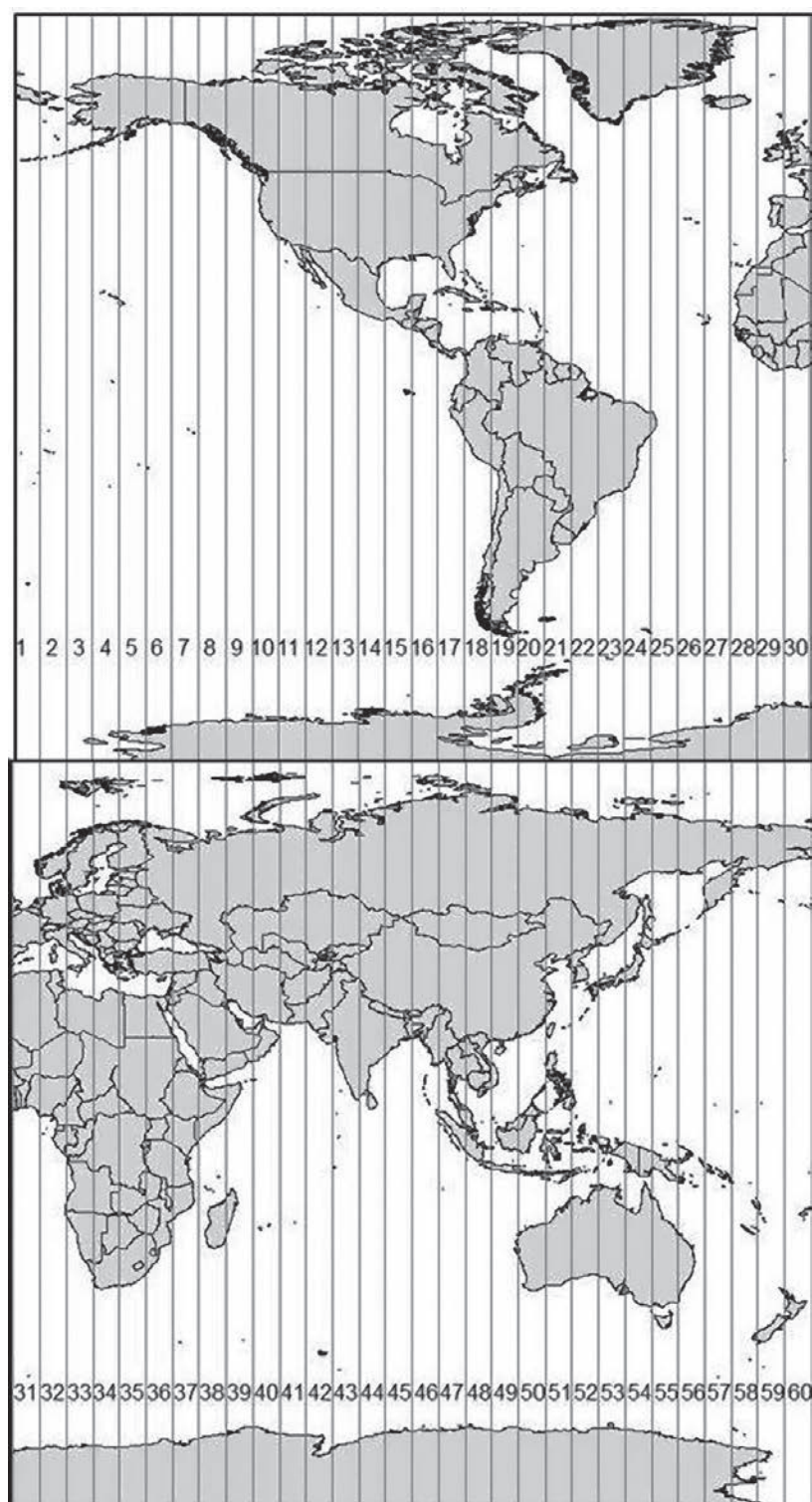


Figura 6.6: Fusos UTM no globo terrestre.

A origem das coordenadas do sistema plano de cada fuso UTM é representada pela linha do equador e pelo meridiano central. Ou seja, as coordenadas Norte-Sul, ou simplesmente as coordenadas N, têm como origem a linha do equador e as coordenadas Leste-Oeste, ou simplesmente coordenadas E, têm como origem o meridiano central (MC).

No sistema UTM, as coordenadas serão apresentadas em metros. Porém, em algumas situações, estas coordenadas também poderão ser apresentadas em quilômetros. Sendo assim, as grades de coordenadas poderão nos auxiliar diretamente para cálculos de distâncias e outras mensurações.

Os valores de coordenadas na origem são de 500.000 mE (Leste-Oeste) e 10.000.000 mN (Norte-Sul). Sendo assim, quando nos posicionamos exatamente sobre o meridiano central de um fuso, nossa coordenada Leste-Oeste corresponde a 500.000 mE. Quando estamos sobre a linha do equador, nossa coordenada Norte-Sul equivale a 10.000.000 mN.

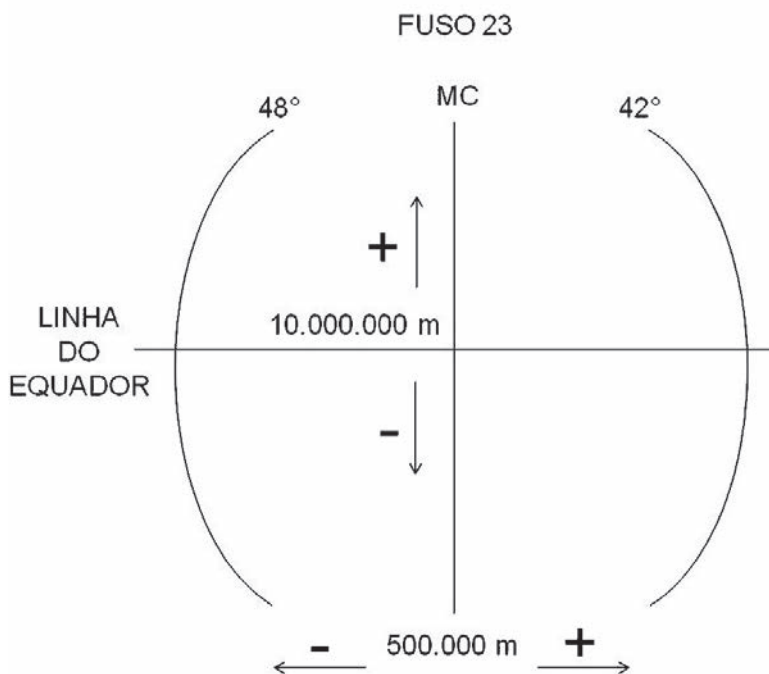


Figura 6.7: Sistema UTM. Fuso 23.

Sendo assim, a origem das coordenadas UTM para todos os fusos não são (0,0), e sim (500.000 mE, 10.000.000 mN). Quando nos distanciamos do meridiano central para leste, a coordenada Leste-Oeste aumenta de acordo com o valor deste distanciamento, em metros. Quando nos deslocamos do meridiano central para oeste, a coordenada Leste-Oeste diminui de acordo com o valor deste distanciamento, em metros. Vamos observar, na prática, como isso funciona!

Vamos imaginar que precisamos descobrir a distância em linha reta entre as cidades de Poço Fundo e Pequeri, ambas pertencentes ao estado de Minas Gerais. As cidades estão localizadas no mesmo paralelo, ou seja, possuem a mesma coordenada N (norte-sul). A coordenada E (Leste-Oeste) da cidade de Poço Fundo é 400.000 mE (está à esquerda do meridiano central), enquanto a coordenada E da cidade de Pequeri é 700.000 mE (está à direita do meridiano central). Se medirmos no mapa, descobrimos que a distância entre as duas cidades é de 300.000 m ou 300 km.

Mas é possível descobrirmos a distância entre as duas cidades sem medirmos no mapa, já que ambas têm a mesma coordenada N. Para isso, basta eu subtrair a coordenada E de uma cidade pela coordenada E da outra ($700.000 \text{ m} - 400.000 \text{ m} = 300.000 \text{ m}$ ou 300 km). Observe na figura a seguir.

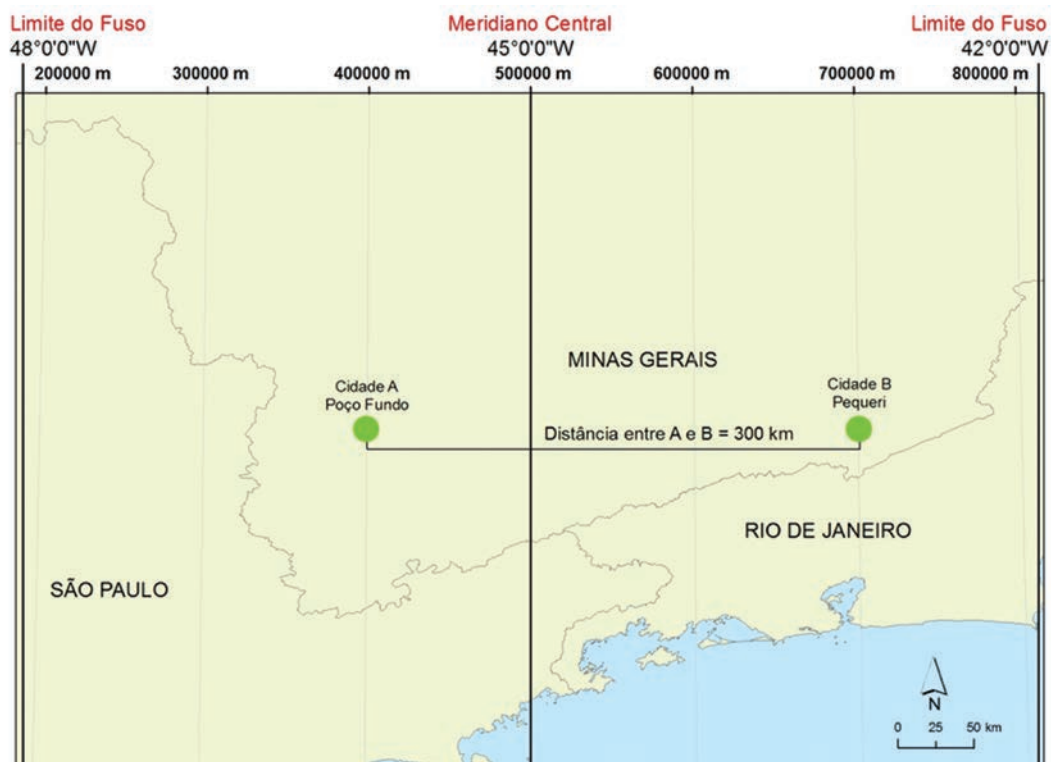


Figura 6.8: Deslocamento Leste-Oeste no fuso UTM.

Para a coordenada Norte-Sul, a situação é bem parecida. Quando nos distanciamos da linha do equador em direção norte, a coordenada Norte-Sul aumenta de acordo com a distância percorrida, em metros. Quando nos distanciamos da linha do equador em direção sul, a coordenada Norte-Sul diminui de acordo com a distância percorrida, também em metros.

Os valores de 500.000 mE e 10.000.000 mN foram adotados para evitar que o sistema UTM trabalhasse com coordenadas negativas. É importante também ressaltar que, quando usamos o sistema de coordenadas UTM, nosso território nacional quase sempre terá as coordenadas Norte-Sul com valores inferiores a 10.000.000 mN, salvo em algumas áreas do nosso país que estão situadas acima da linha do equador.



Figura 6.9: Sistema UTM.

É preciso ter atenção para outra importante observação. Quando aplicamos as coordenadas UTM é incorreto usarmos os termos latitude e longitude. Estes termos só podem ser aplicados quando utilizamos as coordenadas geográficas, ou seja, servem apenas para coordenadas angulares.

Não podemos esquecer que o uso do sistema UTM é indicado somente para a representação de áreas que estiverem completamente inseridas dentro de um único fuso. Se uma área qualquer estiver inserida em dois ou mais fusos, recomenda-se a utilização de outros sistemas de coordenadas, ou a articulação do mapeamento em duas ou mais folhas.

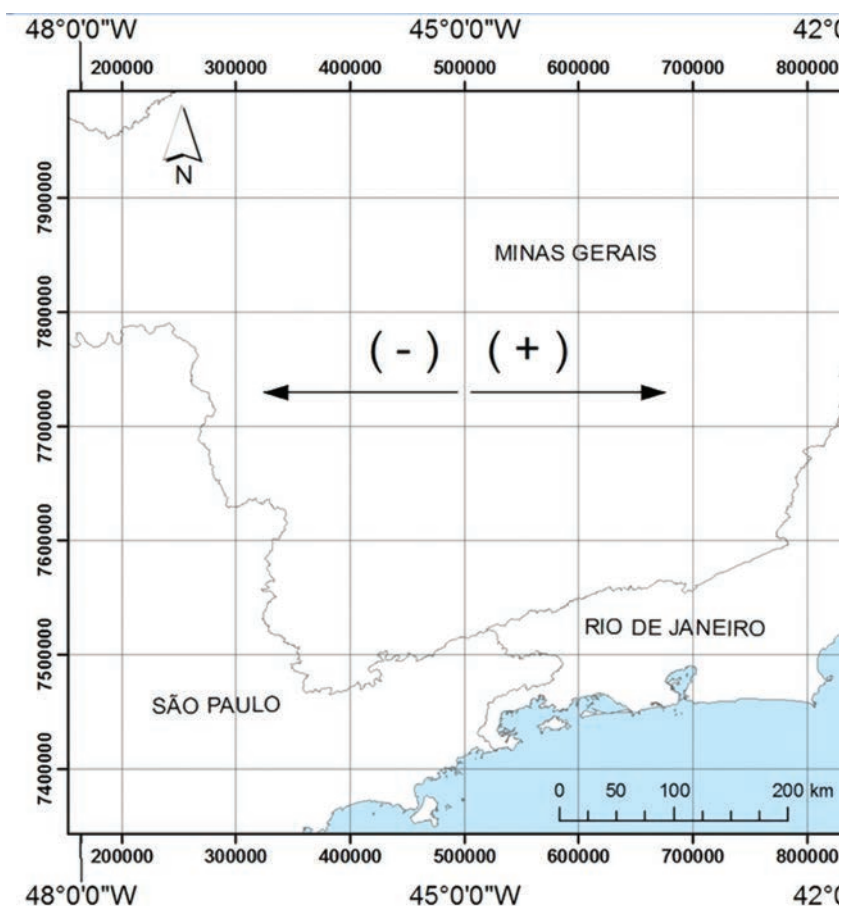


Figura 6.10: Carta sobre o Fuso 23, Brasil. É importante destacarmos que todas as coordenadas N neste mapa apresentam valores abaixo de 10.000.000 m, já que toda região encontra-se no hemisfério Sul. O MC deste fuso é o meridiano de 45°. A leste do MC temos coordenadas acima de 500.000 m e a oeste, valores inferiores a 500.000 m.

Sempre que utilizamos o sistema UTM para informarmos as coordenadas de um ponto qualquer, devemos mencionar obrigatoriamente o fuso em que o ponto está inserido. Sem a informação do fuso, um ponto qualquer de coordenada UTM poderá estar localizado em 60 lugares diferentes da superfície terrestre, já que cada coordenada UTM repete-se 60 vezes, uma para cada fuso. Portanto, se alguém te convidar para visitar um lugar cujas as coordenadas UTM correspondem a 683.638 mE e 7.466.036 mN

e não te disser em que fuso está neste ponto, você pode visitar um lugar bem legal ou cair em uma furada. Esta coordenada pode corresponder à cidade do Rio de Janeiro, se o fuso for o 23 (F23), ou ao vulcão Zapaleri, na Bolívia, se o fuso for o 19 (F19), ou ainda, pode estar localizando lindas ilhas do mar de coral da Austrália, no fuso 56 (F56).



Zapaleri é um vulcão de 5.635 m de altitude, localizado no deserto do Atacama, mais precisamente na fronteira tríplice da Argentina, Bolívia e Chile. Sua altitude é de 5653 m.



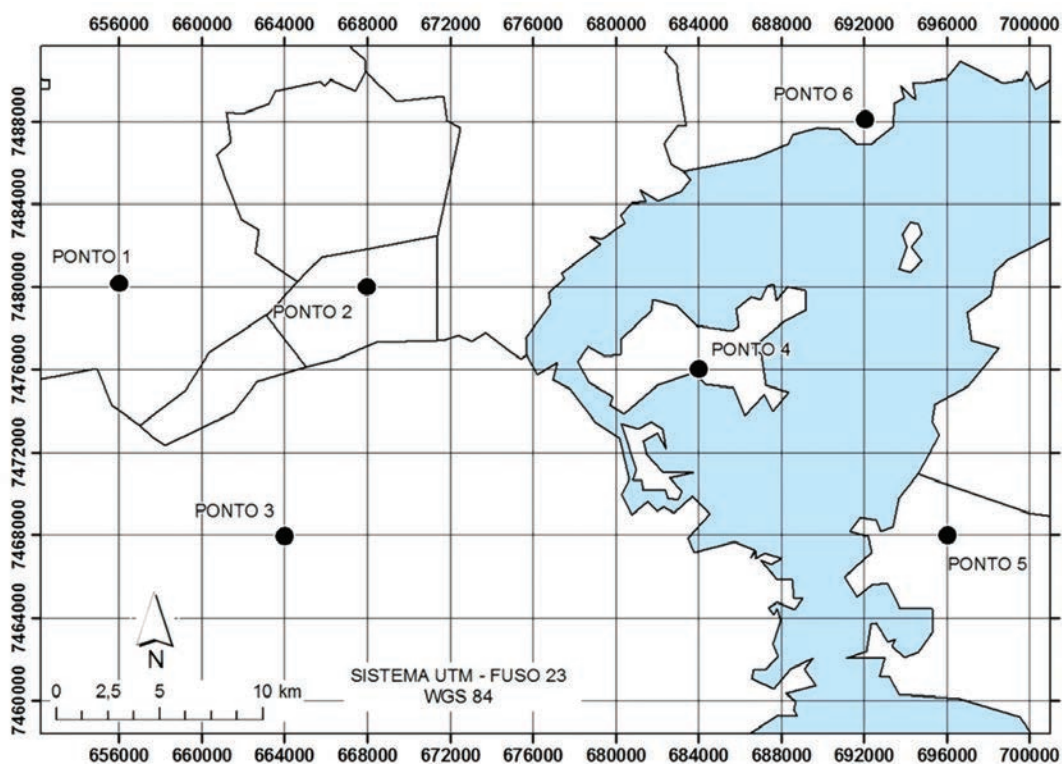
Figura 6.11: Vulcão Zapaleri.

Fonte: Extraído do Google Earth.



Atende ao Objetivo 1

1. Observe o mapa e a seguir, responda ao que se pede:



a) Identifique as coordenadas UTM dos seguintes pontos:

Ponto 1: _____

Ponto 2: _____

Ponto 3: _____

Ponto 4: _____

Ponto 5: _____

Ponto 6: _____

b) A que distância o ponto 1 se encontra em relação à linha do equador?

c) Qual a distância entre os pontos 3 e 5?

Resposta Comentada

a) As coordenadas de todos os pontos do exercício podem ser extraídas de forma direta, a partir da grade de coordenadas. Os valores encontrados são:

Ponto 1: 656.000 mE ; 7.480.000 mN

Ponto 2: 668.000 mE ; 7.480.000 mN

Ponto 3: 664.000 mE ; 7.468.000 mN

Ponto 4: 684.000 mE ; 7.476.000 mN

Ponto 5: 696.000 mE ; 7.468.000 mN

Ponto 6: 692.000 mE ; 7.488.000 mN

b) Na linha do Equador, a coordenada Norte-Sul tem o valor de 10.000.000 m e seu valor decresce, quando nos deslocamos para o sul. Portanto, se o ponto 1 tem a coordenada Norte-Sul com valor de 7.480.000, temos:

Distância em relação à linha do Equador = $10.000.000 - 7.480.000 = 2.520.000$ m

O ponto 1 encontra-se a 2.520.000 m (ou 2.520 km) da linha do Equador.

c) Os pontos 3 e 5 estão na mesma posição em relação à coordenada N, ou seja, a diferença entre estes pontos na coordenada E indica sua distância real. Sendo assim:

$664000 - 696000 = - 32.000$ m ou - 32 km

A distância entre os pontos 3 e 5 é de 32km.

Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo (CIM)

A Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo (CIM) foi criada em uma convenção internacional, realizada em Londres, em novembro de 1909, onde foram estabelecidos padrões técnicos para a confecção de folhas na escala de 1:1.000.000, cobrindo boa parte da superfície terrestre. Sua principal finalidade é fornecer subsídios para a construção de outros mapas ou cartas, já que apresenta aspectos considerados fundamentais da superfície terrestre de forma detalhada.

A CIM faz uso da projeção cônica conforme de Lambert (falamos dela na Aula 4) até as latitudes de 80°S e 84°N. Mas a sua articulação está diretamente relacionada aos fusos do sistema UTM, já que suas folhas são limitadas no sentido Leste-Oeste pelos fusos UTM, que possuem 6° de amplitude. No sentido Norte-Sul, as folhas da CIM têm amplitude de 4°.

Os fusos da CIM possuem a mesma numeração do sistema UTM, ou seja, são numerados de 1 a 60, a partir do antimeridiano de Greenwich, no sentido Oeste-Leste. O valor do meridiano central (MC) de cada fuso pode ser encontrado através de seguinte expressão:

$$\text{Meridiano central} = (6 \times \text{fuso}) - 183^\circ;$$

Desta maneira:

$$\text{o meridiano central do fuso 23 é: } (6 \times 23) - 183 = -45^\circ;$$

$$\text{o meridiano central do fuso 21 é: } (6 \times 21) - 183 = -57^\circ;$$

$$\text{o meridiano central do fuso 19 é: } (6 \times 19) - 183 = -69^\circ.$$

A nomenclatura das folhas CIM obedece a uma codificação sistematizada na qual a primeira letra sempre representa o hemisfério da qual a folha está inserida, ou seja, se receber a letra N, significa que está inserida no hemisfério Norte, se receber a letra S, significa ser pertencente ao hemisfério Sul. A segunda letra diz respeito à zona (faixa latitudinal) em que esta folha está inserida. A zona A,

por exemplo, está inserida entre a linha do Equador e o paralelo de 4° (0° - 4°), a zona B está inserida entre o paralelo de 4° e o paralelo de 8° (4° - 8°), a zona C entre 8° e 12°, e daí em diante.

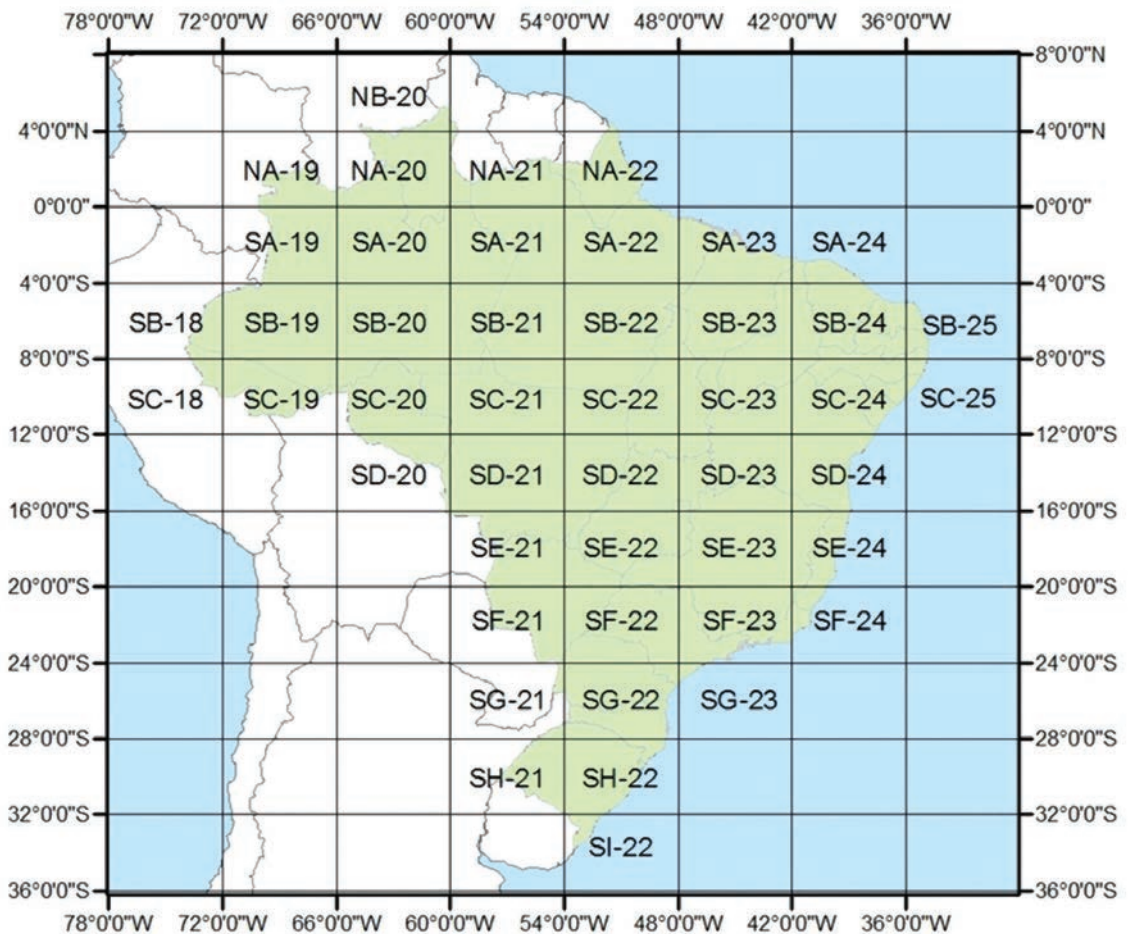


Figura 6.12: Articulação das folhas CIM para o Brasil.

A última informação que finaliza a nomenclatura de uma folha da CIM é a numeração do seu fuso. Sendo assim, podemos afirmar que a folha SF-23, por exemplo, está no hemisfério Sul, mas precisamente entre as latitudes de 20°S e 24°S, no fuso 23 (42°W - 48°W). No Brasil, temos o conjunto de 46 folhas, distribuindo-se em oito fusos e onze diferentes zonas, compondo uma articulação que vai desde a folha NB-20 até a folha SI-22.

Escala cartográfica

É dada pela razão entre uma medida efetuada sobre o mapa e sua medida real na superfície terrestre. Ou seja, todo objeto contido no mapa foi reduzido matematicamente para ser representado e a escala indica o quanto estes objetos foram reduzidos. A escala cartográfica será assunto da nossa próxima aula.

A CIM é desdobrada em cartas de maiores escalas, formando com isso uma articulação de folhas que podem chegar até a **escala cartográfica** de 1:25.000, ou maiores, dependendo da disponibilidade de mapeamentos de detalhe para algumas áreas do nosso território. Desta maneira, uma carta de 1:1.000.000 poderá ser desdobrada em 4 folhas de 1:500.000 que pode, por sua vez, ser desdobrada em mais 4 folhas de 1:250.000 etc.

As folhas de 1:500.000 recebem em sua nomenclatura as letras V, X, Y e Z, quando desdobradas a partir de uma folha de 1:1.000.000. As folhas de 1:500.000 da articulação CIM tem, portanto, 3° de amplitude na longitude e 2° de amplitude na latitude.

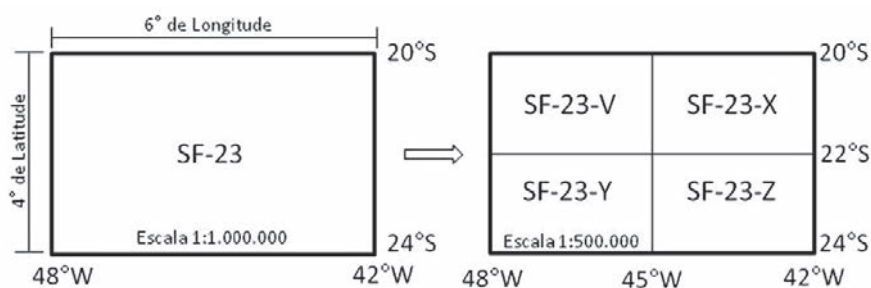


Figura 6.13: Desdobramento de folha 1:1.000.000 para folhas de 1:500.000.

Na divisão em 1:250.000, as folhas recebem as letras A, B, C e D em sua nomenclatura, tendo cada folha 1°30' de amplitude na longitude e 1° de amplitude na latitude.

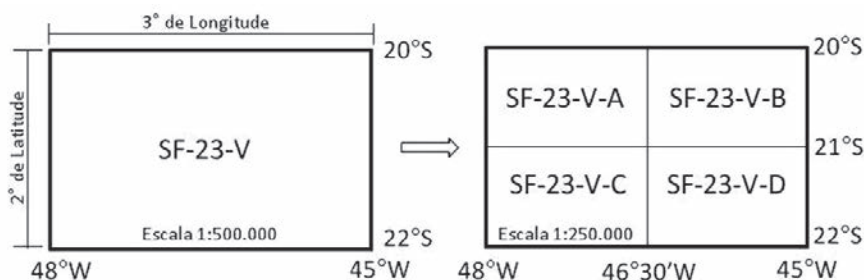


Figura 6.14: Desdobramento de folha 1:500.000 para folhas de 1:250.000.

As folhas de 1:250.000 são subdivididas em 6 folhas de 1:100.000, com amplitude de 30' (trinta minutos) de longitude e 30' de latitude. Na nomenclatura, estas folhas recebem a numeração romana de I, II, III, IV, V e VI.

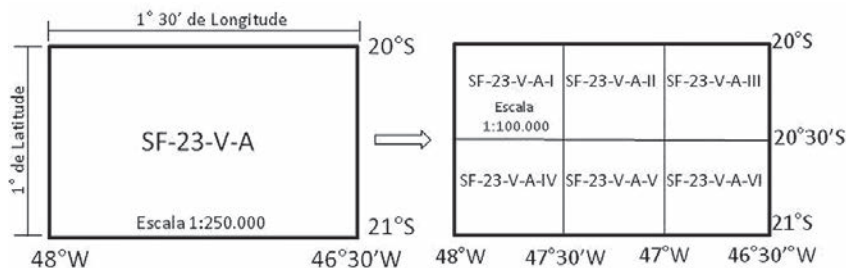


Figura 6.15: Desdobramento de folha 1:250.000 para folhas de 1:100.000.

Já as folhas de 1:100.000 são desdobradas em 4 folhas de 1:50.000, possuindo amplitude de 15' (quinze minutos) de longitude e 15' de latitude. Estas folhas passam a receber em seus nomes os números 1, 2, 3, e 4.

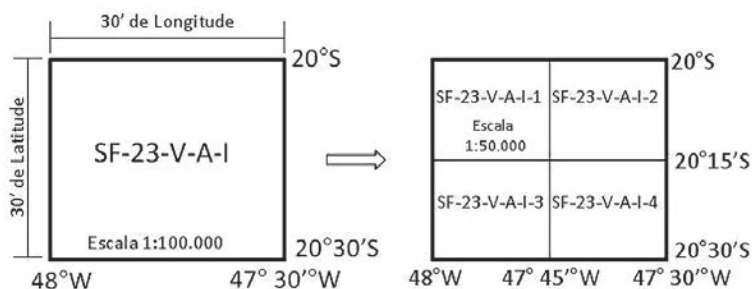


Figura 6.16: Desdobramento de folha 1:100.000 para folhas de 1:50.000.

Por fim, as folhas de 1:50.000 são subdivididas em 4 folhas de 1:25.000, que recebem a abreviação NO, NE, SO e SE, tendo amplitudes de 7'30'' (sete minutos e trinta segundos) de latitude e

longitude. Em folhas de maior escala, desdobradas a partir das folhas de 1:25.000, a articulação e nomenclatura ficam a critério da agência ou órgão responsável pelo mapeamento.

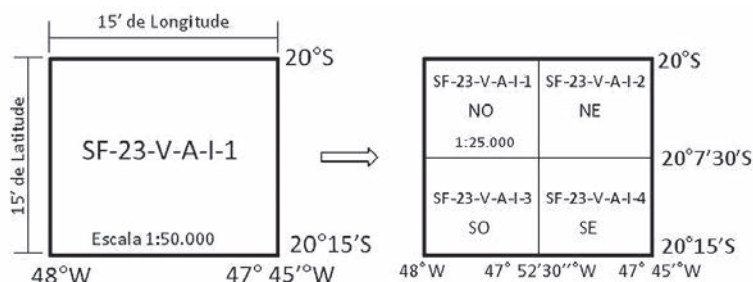


Figura 6.17: Desdobramento de folha 1:50.000 para folhas de 1:25.000.

Os principais órgãos responsáveis pelo mapeamento cartográfico de base no Brasil (ex.: IBGE, DSG) utilizam a articulação da Carta do Mundo Internacional ao Milionésimo para a articulação de suas Cartas Topográficas, nas mais diferentes escalas.

Quadro 6.1: Resumo dos desdobramentos da CIM

Escala	Nomenclatura
1:1000.000	SF-23
1:500.000	SF-23-V
1:250.000	SF-23-V-A
1:100.000	SF-23-V-A-I
1:50.000	SF-23-V-A-I-1
1:25.000	SF-23-V-A-I-1-NO

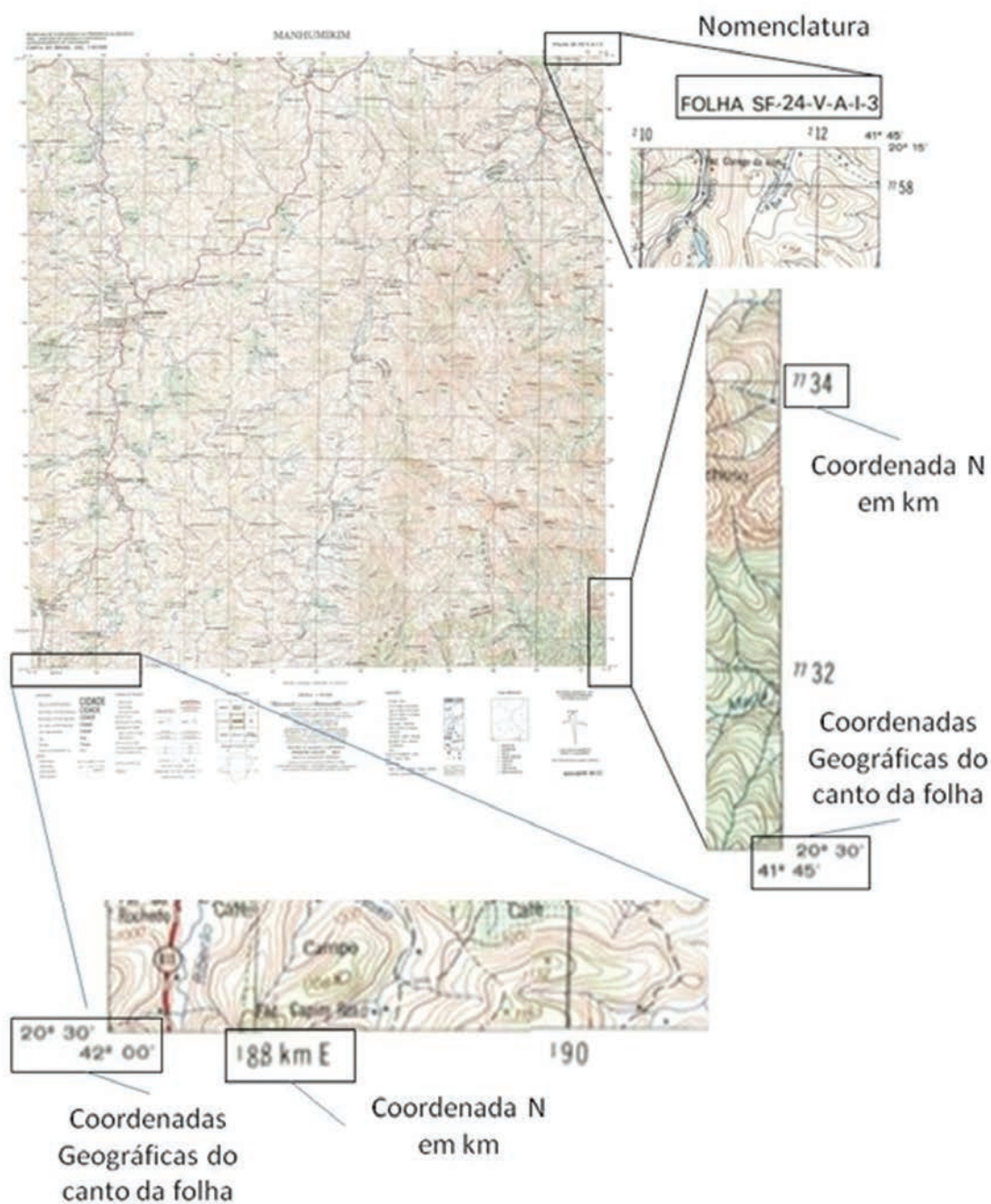


Figura 6.18: Nomenclatura e coordenadas nas Cartas Topográficas de 1:50.000.



Atende ao Objetivo 2

2. Ao entrar em um laboratório de pesquisa, você observa um geógrafo, fazendo observações da superfície terrestre em uma carta, cuja a nomenclatura é SE-22-Z-B-II-2. A partir desta observação, responda:

- a) Em que hemisfério está a área estudada pelo geógrafo?
- b) Em que escala está a folha observada pelo geógrafo?
- c) Qual o meridiano central da carta CIM 1:1000.000 em que a folha está inserida?

Resposta Comentada

- a) A carta tem o índice de nomenclatura, começando com a letra S, o que significa que a área estudada pelo geógrafo está no hemisfério Sul.
- b) A folha está na escala de 1:50.000, pois pelo índice de nomenclatura percebemos que ela foi desdobrada 4 vezes.



c) O meridiano central pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

Meridiano central = $(6 \times \text{fuso}) - 183^\circ$, portanto:

$MC = (6 \times 22) - 183^\circ = -51^\circ$ ou $51^\circ W$. Toda vez que encontrarmos um valor negativo (-) nesta operação, estaremos nos referindo a um fuso, localizado no hemisfério Oeste (W). Se encontrarmos um valor positivo (+), trata-se de um fuso localizado no hemisfério Leste (E).

O meridiano central é o fuso $51^\circ W$.

CONCLUSÃO

A compreensão do sistema UTM é de fundamental importância para estudos geográficos de abrangência local e até mesmo regional. A possibilidade de extrairmos informações, provenientes de medições diretas, facilita um grande conjunto de análises de interesse geográfico. Também é muito importante conhecermos a sistematização da Carta Internacional ao Milionésimo e seus desdobramentos em outras escalas, para que saibamos como está articulado o mapeamento de base de todo território nacional.

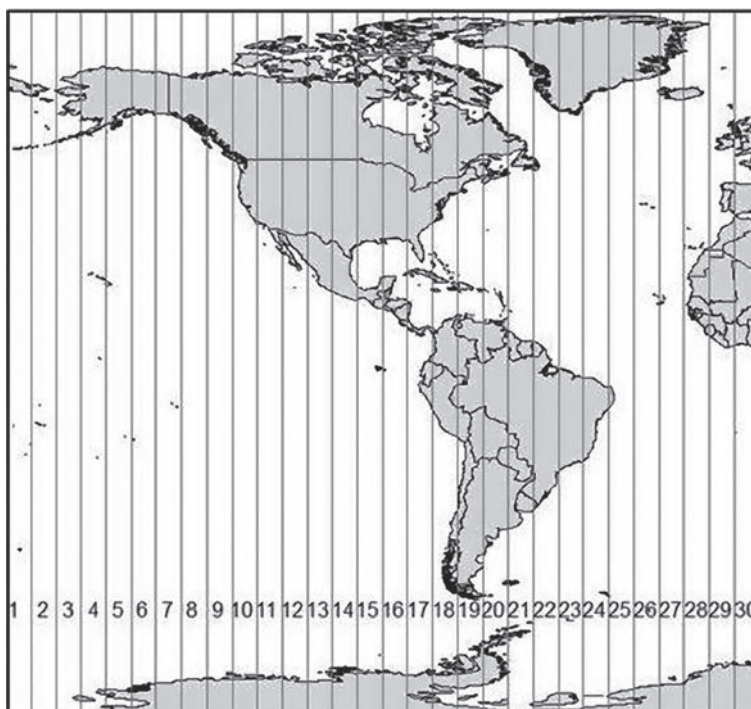
Atividade Final

Atende aos Objetivos 1 e 2

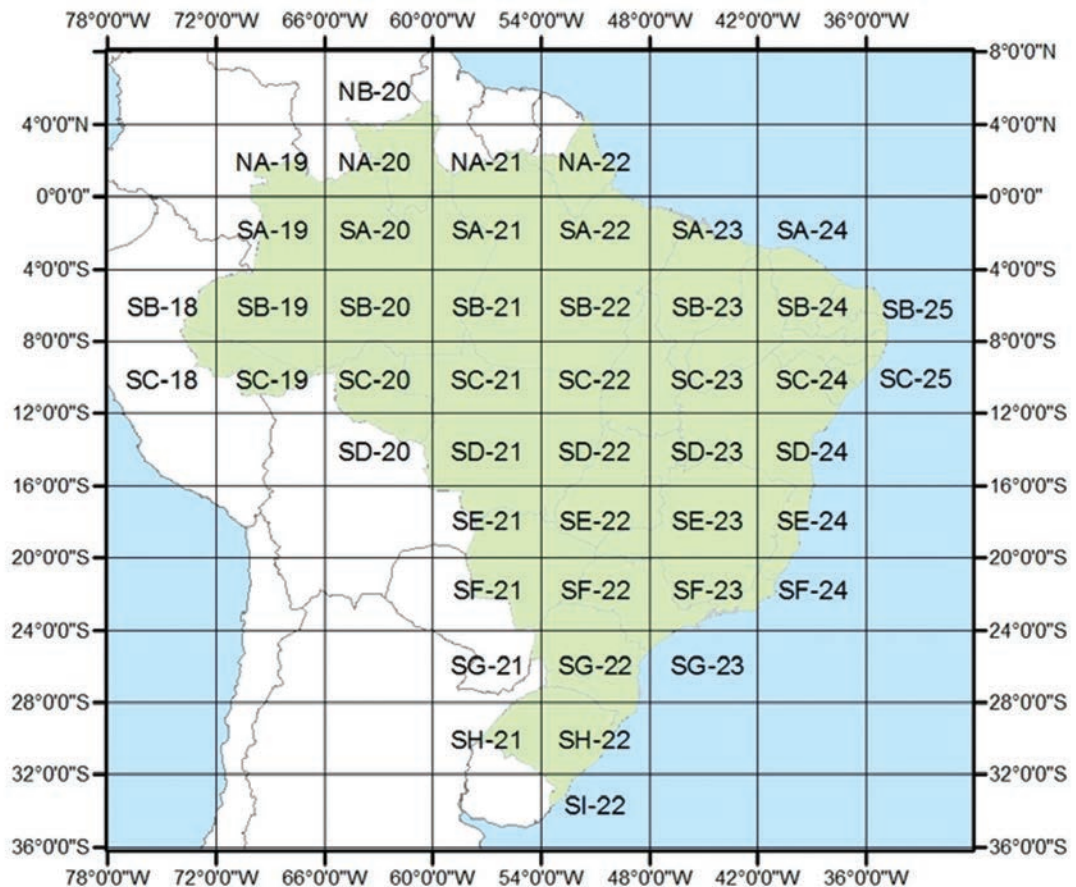
Para licenciar uma indústria, cuja as coordenadas $21^{\circ}39'24''\text{S}$ de latitude e $49^{\circ}21'8''\text{W}$ de longitude, uma equipe de especialistas terá de desenvolver diferentes estudos em seu entorno. Estes estudos farão uso de cartas topográficas na escala de 1:50.000. A partir destas informações, responda à seguinte questão: qual a nomenclatura da folha 1:50.000 que descreve o entorno da indústria em questão?

Resposta Comentada

Já que o ponto está localizado no hemisfério Sul, a primeira letra da carta é S. Os fusos da CIM são numerados de 1 a 60, a partir do antimeridiano de Greenwich, no sentido Oeste-Leste. Para facilitar a nossa análise, vamos desenhar os limites destes fusos.



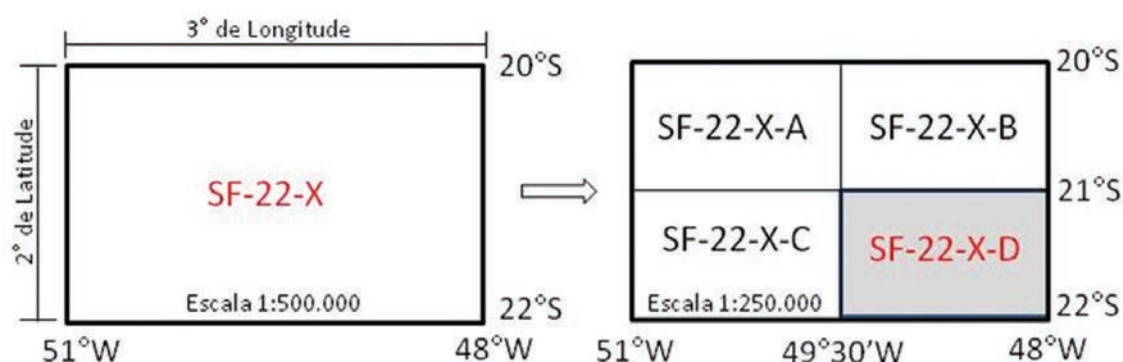
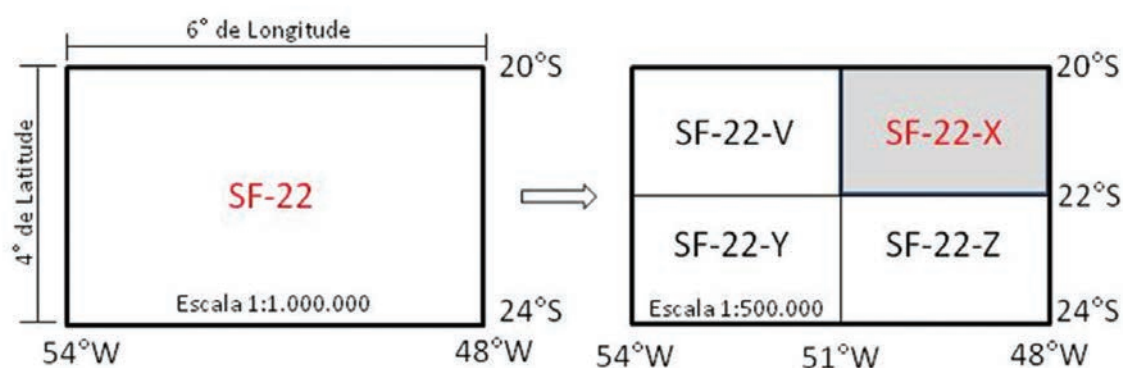
O primeiro fuso começa em 180°W (antimeridiano de Greenwich) e termina em 174°W, já que cada fuso tem 6° de longitude. O segundo fuso inicia em 174°W e termina em 168°W, e assim sucessivamente. Observando os mapas dos fusos no Brasil, percebemos que o ponto (49°21'8"W) está entre 48°W e 54°W, localizando-se, portanto, no fuso 22. Veja na figura a seguir.



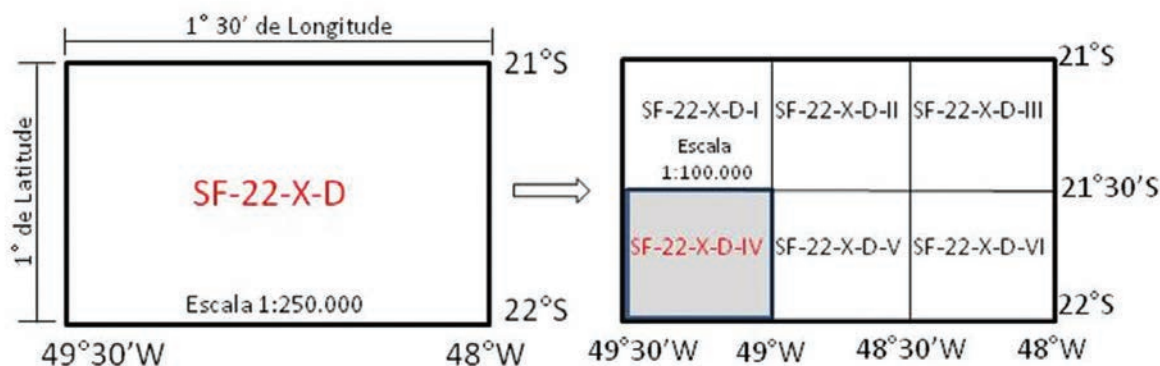
Observando o mapa anterior, percebemos que cada zona, representada pela segunda letra do índice (A, B, C, D ...), tem 4° de latitude. Ou seja, se um ponto localiza-se entre 0° (linha do Equador) e 4° de latitude, está na zona A. Entre 4° e 8° de latitude, está na zona B. E assim sucessivamente.

No mapa anterior, percebemos que o ponto com latitude 21°39'24\"S está entre 20°S e 24°S, ou seja, pertence à sexta zona abaixo da linha do Equador, denominada de F. Sendo assim, a carta de 1:1.000.000 tem a nomenclatura SF-22.

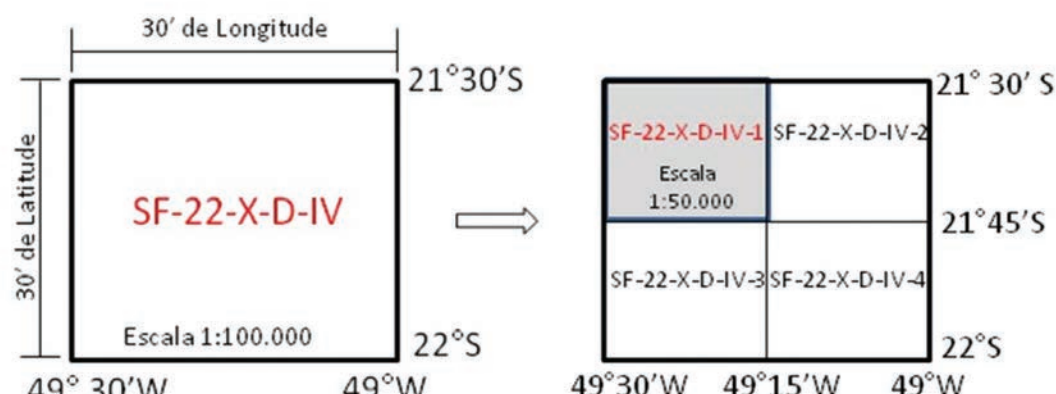
Por estar entre a latitude de 20°S e 22°S, e a longitude de 48°W e 51°W, a carta de 1:500.000 é a SF-23-X. A carta 1:250.000 é a D, já que a coordenada de latitude está entre 21°S e 22°S e a de longitude está entre 48°W e 49°30'W, pertencendo portanto a SF-22-X-D.



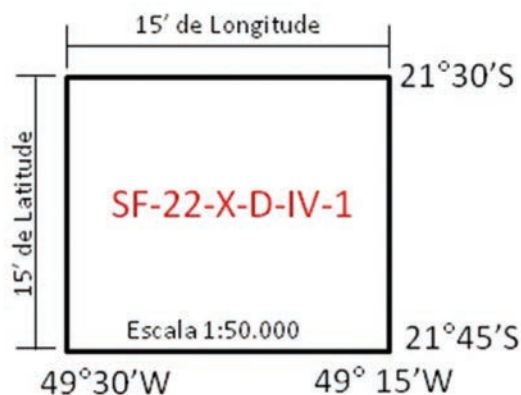
A folha de 1:250.000 subdivide-se em 6 folhas de 1:100.000 e a indústria está representada na quarta folha, já que suas coordenadas estão inseridas entre 49° e 49° 30' de longitude, e 21°30' e 22° de latitude. Ou seja, sua nomenclatura, até a folha de 1:100.000 seria SF-22-X-D-IV.



Por fim, esta folha subdivide-se em 4 folhas de 1:50.000 e a indústria está sendo representada na primeira delas, justamente por estar localizada entre $49^{\circ}15'$ e $49^{\circ}30'$ de longitude e $21^{\circ}30'$ e $21^{\circ}45'$ de latitude.



A folha onde a indústria estará representada é a SF-22-X-D-IV-1.



RESUMO

O sistema UTM adota coordenadas métricas, fazendo uso de uma projeção do tipo cilíndrica, transversal e secante ao globo terrestre para a construção de sessenta fusos de seis graus (6°) de longitude cada. Cada um destes sessenta fusos é, portanto, delimitado por duas linhas secantes e dividido por um meridiano central.

Cada um dos fusos funciona como um sistema próprio, como se cada um dos diferentes sessenta fusos fossem convertidos em um sistema plano independente. A origem das coordenadas do sistema plano de cada fuso UTM é representada pela linha do equador e pelo meridiano central. Ou seja, as coordenadas Norte-Sul, ou simplesmente as coordenadas N, têm como origem a linha do equador, e as coordenadas Leste-Oeste, ou simplesmente coordenadas E, têm como origem o meridiano central (MC).

Os valores de coordenadas na origem são de 500.000 mE (Leste-Oeste) e 10.000.000 mN (Norte-Sul). Quando nos posicionamos exatamente sobre o meridiano central de um fuso, nossa coordenada Leste-Oeste corresponde a 500.000 mE. Quando estamos sobre a linha do equador, nossa coordenada Norte-Sul equivale a 10.000.000 mN.

A CIM faz uso da projeção cônica conforme de Lambert até as latitude de 80°S e 84°N . Mas a sua articulação está diretamente relacionada aos fusos do sistema UTM, já que suas folhas são limitadas no sentido Leste-Oeste pelos fusos UTM que possuem 6° de amplitude. No sentido Norte-Sul, as folhas da CIM tem amplitude de 4° .

Os fusos da CIM possuem a mesma numeração do sistema UTM, ou seja, são numerados de 1 a 60, a partir do antimeridiano de Greenwich, no sentido Oeste-Leste. A nomenclatura das folhas CIM obedece a uma codificação sistematizada na qual a primeira letra sempre representa o hemisfério da qual a folha está inserida, ou seja: se receber a letra N, significa que está inserida no hemisfério Norte; se receber a letra S, significa ser pertencente ao hemisfério

Sul. A segunda letra diz respeito à zona (faixa latitudinal) em que esta folha está inserida. A zona A, por exemplo, está inserida entre a linha do equador e o paralelo de 4° ($0^{\circ} - 4^{\circ}$), a zona B está inserida entre o paralelo de 4° e o paralelo de 8° ($4^{\circ} - 8^{\circ}$), a zona C entre 8° e 12° , e daí em diante. A última informação diz respeito ao fuso em que a folha está inserida.

Informação sobre a próxima aula

Na próxima aula, discutiremos o uso da escala cartográfica, assim como as aplicações das ferramentas de orientação cartográfica (orientação, rumo e azimuth).

Aula 7

Escala e orientação cartográfica

*Vinicius da Silva Seabra
Otavio Rocha Leão*

Metas da aula

Discutir o uso da escala cartográfica e apresentar os elementos relacionados à orientação cartográfica.

Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. avaliar as diferentes escalas cartográficas, demonstrando sua importância para a representação da superfície terrestre;
2. calcular o tamanho dos objetos representados no mapa;
3. identificar os elementos relacionados à orientação cartográfica.

INTRODUÇÃO

Ao longo de nossas aulas, temos aprendido que as representações cartográficas não são meras ilustrações, já que contêm um conjunto de importantes informações sobre a superfície do planeta Terra. Os mapas, as cartas e demais representações são ferramentas que nos auxiliam a compreender mais facilmente o espaço geográfico, pois permitem estudar a superfície que representamos, sem que estejamos fisicamente sobre ela. Com a ajuda dos mapas, por exemplo, podemos calcular distâncias entre objetos, áreas e ainda podemos navegar sobre a superfície terrestre. Tudo isso graças a mais dois importantes elementos presentes nas representações cartográficas: a escala e os sistemas de orientação cartográfica.

Nesta aula, vamos aprender sobre a escala cartográfica, seu conceito, suas limitações e seu uso prático. Também falaremos sobre os sistemas de orientação, sua importância, funcionamento e aplicações. Mãos à obra!

Escala cartográfica

O mapa é uma representação da realidade. Sendo assim, na construção de um mapa, é preciso reduzir a realidade para representar as diferentes feições e objetos dispostos na superfície terrestre. Sem esta redução, teríamos mapas do mesmo tamanho dos espaços representados, ou seja, um mapa do Rio de Janeiro seria do tamanho do Rio de Janeiro, ou o mapa do Brasil seria do tamanho do Brasil. Já deu pra perceber que isso não seria possível, não é verdade?



Mitch Burke

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1284254>

É em função disso que todos os elementos são reduzidos no mapa. Alguns elementos são substituídos por símbolos, para serem então graficamente representados. E quem nos diz o “quanto” tudo deve ser reduzido é a escala cartográfica. A escala cartográfica é dada pela razão entre uma medida efetuada sobre o mapa e sua medida plana na superfície terrestre. Significa, portanto, que as medidas de comprimento e de área, efetuadas no mapa, terão representatividade direta sobre seus valores reais no terreno.

A escala cartográfica pode aparecer em um mapa de duas maneiras distintas: graficamente (escala gráfica) ou números fracionados (escala numérica). A escala gráfica assemelha-se a uma régua, em que as unidades deixam de ser centímetros, passando para metros ou quilômetros (ou unidade equivalente). Essa régua pode apresentar subdivisões detalhadas ou não, dependendo do grau de definição (ou resolução) que o mapa oferece.



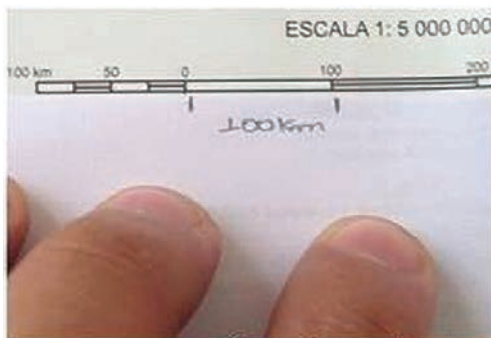
Figura 7.1: Escala gráfica.

Algumas vezes, a escala gráfica aparece dividida em duas partes, a partir da origem: a escala propriamente dita (que vai do zero para a direita) e o talão (parte menor subdividida em intervalos menores da maior graduação da escala, para permitir uma medição mais precisa). O tamanho do talão corresponde a uma unidade da escala.



Figura 7.2: Talão e escala cartográfica.

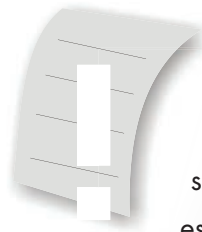
Já as escalas numéricas são apresentadas a partir de números fracionários que representam uma razão. Sendo assim, se a escala de um mapa for de 1:50.000, significa dizer que todos os elementos foram reduzidos 50.000 vezes, para serem representados planimetricamente no mapa. Se a escala de um mapa for de 1:100.000, significa dizer que todos os objetos foram reduzidos 100.000 vezes, para serem ali representados. Em uma escala de 1:100.000, qualquer medida de 1 cm no mapa corresponde a uma distância de 100.000 cm no terreno, ou seja, de 1 km.



As medidas encontradas na escala gráfica correspondem às medidas planas no terreno.



Figura 7.3: Uso da escala gráfica.



Como as escalas são representadas por frações, quanto maior o fator de divisão, ou seja, o denominador, menor será a fração (e a escala também). Desta maneira, podemos afirmar que a escala de 1:50.000 é maior que uma escala de 1:100.000.

A escala cartográfica representa uma relação de redução e é lida sempre em função do “quanto” se está reduzindo. Portanto, a escala 1:100.000, que representa uma redução de cem mil vezes de todos os objetos representados no mapa, é lida “um para cem mil”.

$1:1.000.000 = \frac{1}{1.000.000}$	“Um para um milhão.”
$1:500.000 = \frac{1}{500.000}$	“Um para quinhentos mil.”
$1:250.000 = \frac{1}{250.000}$	“Um para duzentos e cinquenta mil.”
$1:100.000 = \frac{1}{100.000}$	“Um para cem mil.”
$1:50.000 = \frac{1}{50.000}$	“Um para cinquenta mil.”

$$\frac{1}{1.000.000} < \frac{1}{500.000} < \frac{1}{250.000} < \frac{1}{100.000} < \frac{1}{50.000}$$

Figura 7.4: Leitura das escalas.

As escalas cartograficamente maiores representam um nível de detalhamento maior do que as escalas menores. No entanto, os mapas com escalas maiores cobrem uma área menor da superfície terrestre. Sendo assim, podemos afirmar com segurança que a adoção de uma escala traz consigo, inevitavelmente, processos de simplificação e generalização. Isso implicará no estabelecimento

de um nível de detalhamento da própria informação que estiver sendo representada. Com isso, a informação poderá ser analisada, segundo diferentes níveis de detalhamento, ocasionando diferentes possibilidades de interpretações.

Quanto à geometria dos objetos, as representações em diferentes escalas envolverão processos de seleção de feições, simplificação, deslocamento, suavização de contornos, maior detalhamento das feições e mudanças de primitivos gráficos das representações (objetos que são polígonos passam a ser representados como linhas, ex.: rios, ou como pontos ex.: cidades).

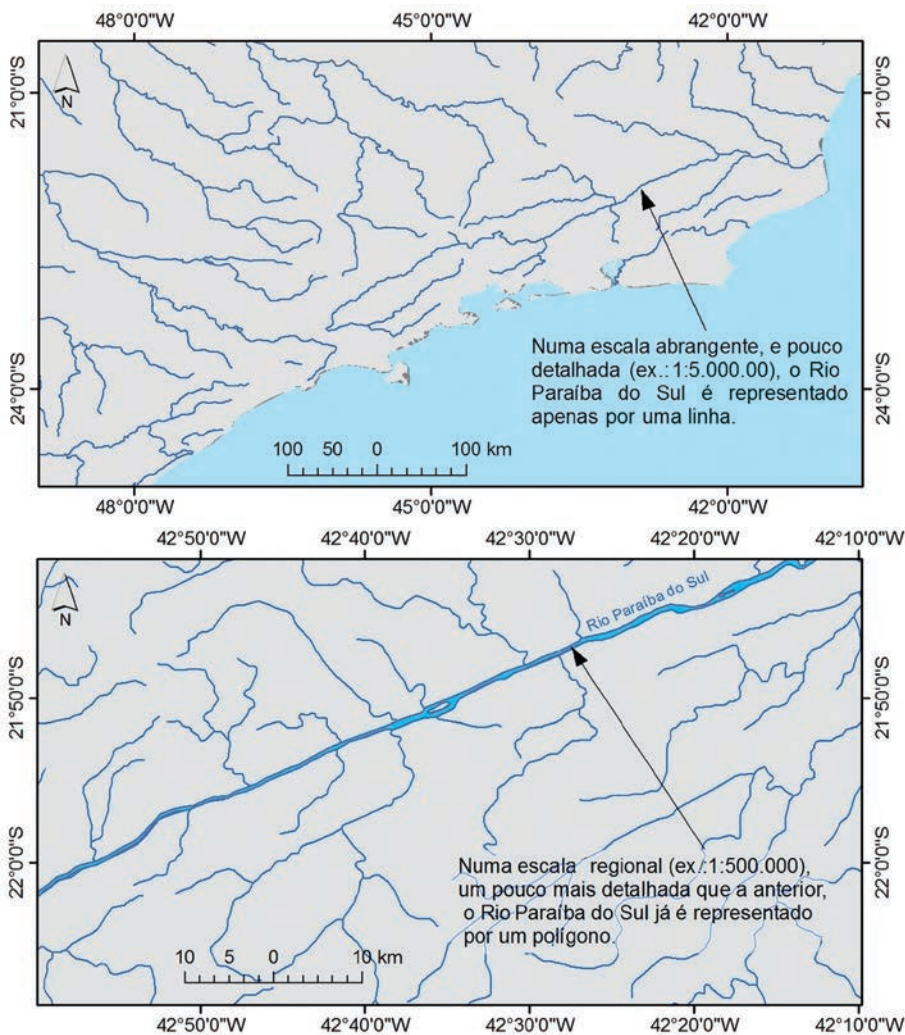


Figura 7.5: Escalas e formas de representação.

A escala ainda está associada diretamente ao erro gráfico de uma representação. Este erro ocorre porque o olho humano permite distinguir uma medida linear de aproximadamente 0,1 mm. Um ponto, porém, só será perceptível com valores em torno de 0,2 mm de diâmetro. Este valor de 0,2 mm é então adotado como a precisão gráfica percebida pela maioria dos usuários e caracteriza o erro gráfico, vinculado à escala de representação. Dessa forma, a precisão gráfica de um mapa está diretamente ligada a este valor fixo de 0,2 mm, estabelecendo-se assim, em função direta da escala, a precisão das medidas da carta. Vamos ver como isso funciona no exemplo a seguir.

Imagine mapas ou cartas representados em escala de 1:50.000. Considerando o valor fixo de 0,2 mm, teremos erros de até 10 m na definição dos objetos e feições mapeados ($50.000 \times 0,2 \text{ mm} = 10.000 \text{ mm} = 10 \text{ m}$). Esse erro diminui à medida que aumentamos a escala, e fica mais tolerável na medida em que diminuimos a escala de mapeamento. Por isso, a escolha da escala deve, entre outras coisas, considerar as dimensões e precisões de posicionamento desejadas. Vejamos a tabela a seguir:

Tabela 7.1: Escala, precisão gráfica e imprecisão no terreno

Escala	Precisão Gráfica	Imprecisão no Terreno
1:50.000	0,2 mm	10.000 mm ou 10 m
1:100.000	0,2 mm	20.000 mm ou 20 m
1:250.000	0,2 mm	50.000 mm ou 50 m
1:1.000.000	0,2 mm	200.000 mm ou 200 m

É importante perceber que o erro gráfico representa a soma de todos os erros acumulados durante o processo de construção da carta. Por isso, quando usamos um documento cartográfico como base para a construção de outros mapeamentos, normalmente temáticos, devemos levar em consideração os erros inerentes ao mapa de base, ou seja, a escala do mapa base definirá as aplicações possíveis de serem posteriormente realizadas.

A escala de um mapa pode ser determinada a partir da seguinte fórmula:

$E = d/D$, onde:

E = Escala do mapa

d = Distância medida no mapa

D = Distância plana real

Sendo assim, se a distância entre duas cidades medida no mapa for de 10 cm, e a distância entre estas duas cidades em linha reta for de 10 km (considerando a superfície plana sem acidentes de relevo), a escala do mapa será:

Se 10 cm corresponde à distância no mapa, ou seja, $d = 10$ cm, e

Se 10 km corresponde à distância plana no terreno, ou seja,
 $D = 10 \text{ km} = 10.000 \text{ m} = 1.000.000 \text{ cm}$, temos:

$E = d/D$, então:

$E = 10 \text{ cm}/10 \text{ km}$

$E = 10 \text{ cm}/1.000.000 \text{ cm}$

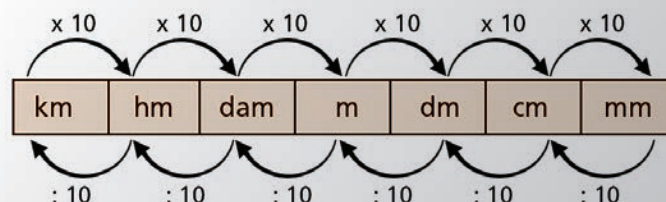
$E = 1/100.000$

A escala do mapa será de $1/100.000$ ou $1:100.000$ (um para cem mil).



Ao calcularmos a escala, devemos estar sempre atentos às conversões de unidades de comprimento. Não podemos esquecer que um quilômetro (1 km) equivale a mil metros (1.000 m), e que um metro (1 m) equivale a cem centímetros (100 cm). Sendo assim, 1 km corresponde a 100.000 cm. Por isso, sempre que precisarmos converter uma medida de quilômetros para metros, deveremos

multiplicar o valor por 1.000. Quando precisarmos converter um valor de quilômetros para centímetros, deveremos multiplicá-lo por 100.000. Por outro lado, para convertermos de centímetros para quilômetros deveremos dividir o valor por 100.000, ou seja, 1 cm corresponde a 0,00001 km.



Vamos então para outro exemplo:

Ao medir a distância entre dois pontos no mapa, encontramos a distância de 15 cm. Qual seria o valor desta mesma distância no terreno, se desconsiderarmos os acidentes de relevo e se a escala do mapa for de 1:250.000?

Distância no mapa (d) = 15 cm

Distância no terreno (D) = ?

Escala = 1:250.000

Então:

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

$$\frac{1}{250.000} = \frac{15 \text{ cm}}{x}$$

$$x = 15 \text{ cm} \times 250.000 = 3.750.000 \text{ cm} = 37,5 \text{ km}$$

A distância entre os pontos no terreno será de 37,5 km.

Vejamos o nosso último exemplo:

Sabemos que uma estrada, em uma área totalmente plana, tem o comprimento de 80 km. Qual deverá ser o tamanho desta estrada em um mapa de escala de 1:400.000?

Distância no mapa (d) = ?

Distância no terreno (D) = 80 km

Escala = 1:400.000

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

$$\frac{1}{400.000} = \frac{x}{80 \text{ km}}$$

$$x = \frac{80 \text{ km}}{400.000}$$

$$x = 0,0002 \text{ km} = 20 \text{ cm}$$

No mapa, a estrada será representada por uma linha de 20 cm.



Atende aos Objetivos 1 e 2

1. Para realizar um trabalho sobre o município onde mora, João foi buscar nos mapas as informações de que precisava. Na mapoteca da cidade, João encontrou três mapas com diferentes escalas: 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000. Qual dos mapas tem a escala maior? Qual dos mapas João deve escolher, para trabalhar de forma mais detalhada possível?

João utilizou o mapa de maior detalhe e nele encontrou sua rua. Com auxílio de uma régua, ele a mediu e descobriu que no mapa ela tem o comprimento de 2 cm. Sendo assim, qual seria o tamanho real de sua rua?

Resposta Comentada

Como as escalas são representadas por frações, quanto maior o fator de divisão, ou seja, o denominador, menor será a fração (e a escala também). Desta maneira, podemos concluir que a escala de 1:25.000 é maior que a escala de 1:50.000, que por sua vez é maior que a escala de 1:100.000. Desta maneira, João deverá escolher o mapa em escala de 1:25.000 para trabalhar de forma mais detalhada possível.

Ao medir o tamanho de sua rua no mapa, João encontrou o valor de 2 cm, ou seja, a distância no mapa (d). Se a escala do mapa (E) é de 1/25.000, o tamanho real da rua (D) será:

$E = d/D$, portanto

$$1/25.000 = 2 \text{ cm}/D$$

$$D = 25.000 \times 2 \text{ cm} = 50.000 \text{ cm ou } 500 \text{ m.}$$

Orientação cartográfica

A escolha do sistema de orientação a ser empregado em mapas, cartas ou plantas (se tiver dúvidas volte à Aula 2) é considerada um dos momentos mais importantes para a construção destas representações. A orientação cartográfica faz uso de símbolos que têm como função permitir a localização relativa entre os objetos e feições representados no mapa.

Dentre as principais formas de orientação, o método mais utilizado é o elaborado a partir dos pontos cardeais. Neste sistema, temos quatro pontos que indicam as principais direções (ou sentidos) que podem conduzir a nossa orientação, sendo eles:

1. norte (também chamado de setentrional ou boreal);
2. sul (também chamado de meridional ou austral);
3. leste (também chamado de oriente);
4. oeste (também chamado de ocidente).

As palavras oriente e ocidente fazem-nos pensar diretamente no movimento aparente do Sol, pois significam nascente e poente em latim, respectivamente. Isto nos leva a acreditar que a criação dos pontos cardeais está diretamente relacionada à mais antiga das formas de orientação, construída a partir da utilização do nosso próprio corpo.

Para utilizarmos este sistema, devemos estender nossas mãos. A mão direita na direção do nascer do Sol, ou seja, para o leste. Consequentemente, o braço esquerdo estará esticado para o lado oeste, ou seja, para o poente. Desta forma, a nossa frente estará voltada para o norte e as nossas costas estarão voltadas para a direção sul.

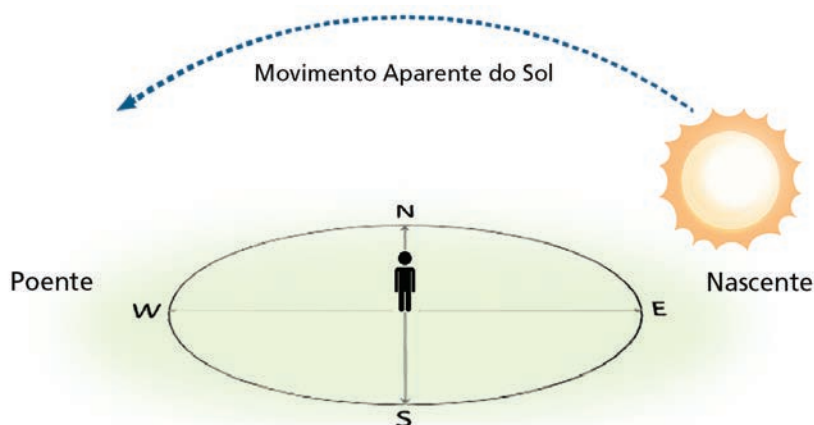


Figura 7.6: Orientação a partir do movimento aparente do Sol.

Os pontos cardeais podem ser ainda representados a partir das siglas "N" para norte; "S" para sul; "W" ou "O" para oeste e "E" ou "L" para leste. É importante dizer que, dependendo da época do ano e da posição latitudinal do observador, nem sempre a posição do Sol nascerá exatamente na direção leste.

Os mapas devem conter, no mínimo, a indicação do norte para termos a indicação adequada da orientação no espaço. Por convenção, a orientação ocorre com o norte, indicando o sentido superior do mapa; e o sul, o sentido inferior. No entanto, não é incorreto que esta orientação seja construída de outra forma, contendo, por exemplo, o norte, sendo indicado na parte inferior do mapa.

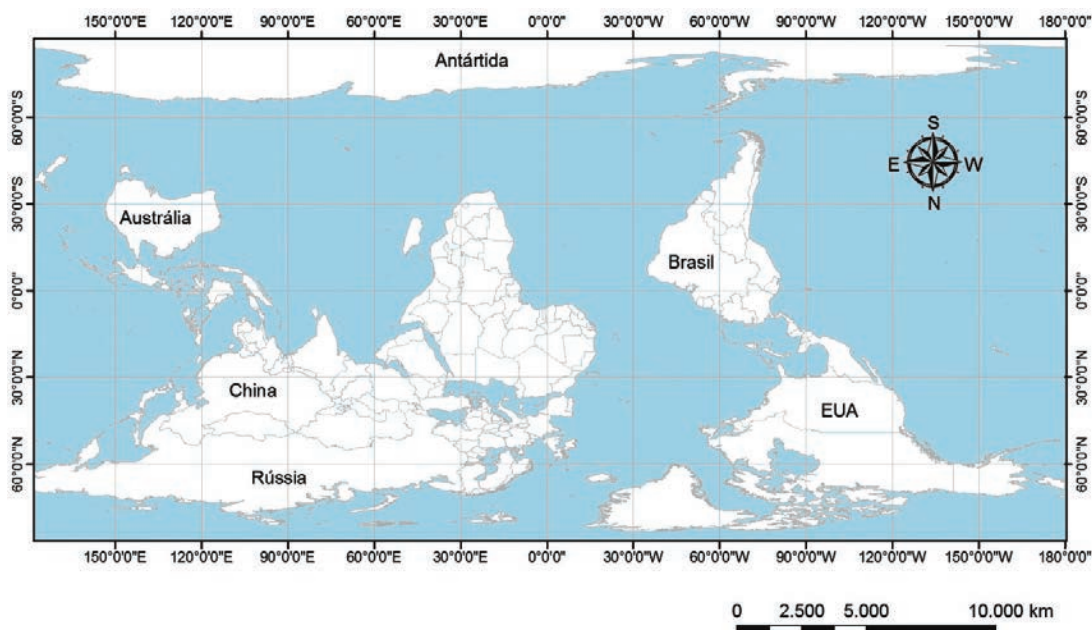


Figura 7.7: Mapa do mundo com orientação “invertida” em relação à orientação tradicional.

A representação simbólica da orientação é feita a partir da “Rosa dos ventos”, que além da posição dos pontos cardeais, traz também informações dos pontos colaterais, ou seja, dos pontos intermediários, localizados entre dois pontos cardeais. Os pontos colaterais são:

- nordeste (NE) – Posicionado entre o norte e o leste;
- sudeste (SE) – Posicionado entre o sul e o leste;
- noroeste (NW) – Posicionado entre o norte e o oeste;
- sudoeste (SW) – Posicionado entre o sul e o oeste.

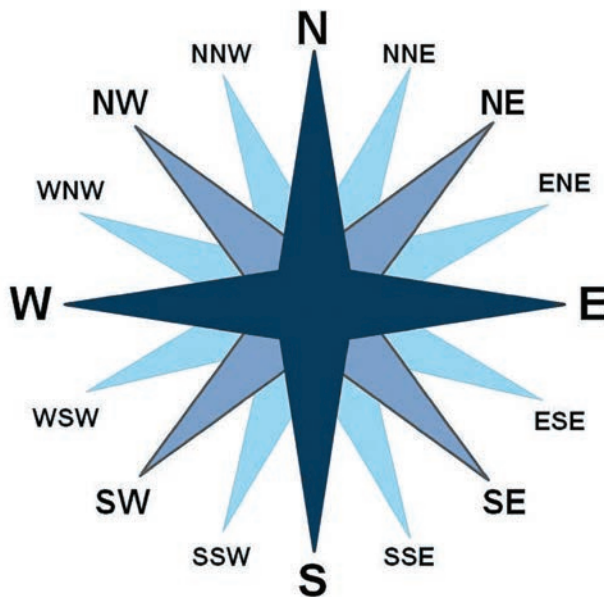


Figura 7.8: Rosa dos ventos.

Para auxiliar ainda mais a orientação dos usuários de mapa, é importante destacar que também existem os pontos subcolaterais, localizados nos intervalos entre os pontos cardeais e os pontos colaterais. Os pontos subcolaterais são:

- norte-nordeste (ou nor-nordeste) – NNE;
- este-nordeste (és-nordeste) – ENE;
- este-sudeste (és-sudeste) – ESE;
- sul-sudeste (su-sudeste) – SSE;
- sul-sudoeste (su-sudoeste) – SSO ou SSW;
- oeste-sudoeste (oés-sudoeste) – OSO ou WSW;
- oeste-noroeste (oés-noroeste) – ONO ou WNW;
- norte-noroeste (nor-noroeste) – NNO ou NNW.

Para a correta orientação no espaço geográfico, é importante conhecermos a diferença entre o norte geográfico (ou verdadeiro), o norte magnético, e o norte da quadrícula. Esta diferença implica em mudanças de posicionamento, já que esses "nortes" não estão localizados no mesmo lugar no espaço. Uma bússola que usa uma agulha magnética, por exemplo, não aponta exatamente para o norte geográfico e nem para o norte representado nos mapas. Vamos entender o porquê!

O norte geográfico localiza-se no extremo norte do planeta, na direção do eixo de rotação da Terra, onde todos os meridianos interceptam-se (latitude de 90°N). Já o norte magnético é encontrado a partir da leitura das bússolas e localiza-se ao norte do Canadá, aproximadamente 1.500 km ao sul do polo Norte verdadeiro. Este norte está associado à localização do polo magnético terrestre, que muda ao longo do tempo, sendo difícil prever a sua localização daqui a alguns anos. A diferença angular entre o norte geográfico e o norte magnético da Terra é medida em graus e é denominada de declinação magnética.



Figura 7.9: Localização dos polos geográficos e magnético da Terra.

Por fim, o norte da quadrícula é indicado pela direção das quadrículas (grades de coordenadas), utilizadas nas cartas topográficas. A diferença angular entre o norte geográfico e o norte da quadrícula é conhecida como convergência meridiana.

Os sistemas de orientação permitem ainda a utilização dos cálculos de rumos e azimutes. O azimuth de uma linha é o ângulo que essa linha faz com o alinhamento norte-sul (linha que liga o norte ao sul), tendo variação entre 0° e 360° . Já o rumo de um alinhamento é conhecido como o menor ângulo, formado entre a linha norte-sul e um alinhamento qualquer. Sua variação dá-se entre 0° e 90° , devendo ser indicado o seu quadrante correspondente: NE, SE, SW ou NW, isto é, primeiro, segundo, terceiro ou quarto quadrante, respectivamente.

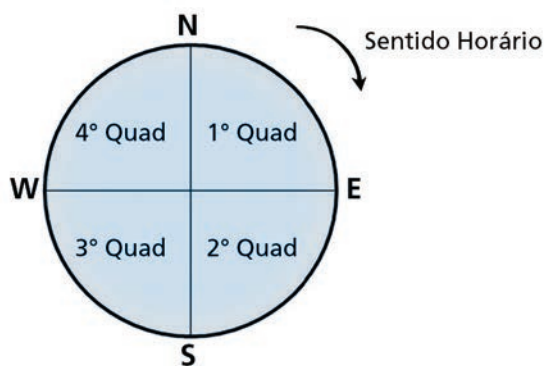
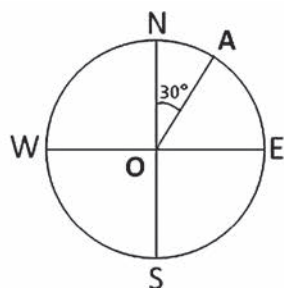


Figura 7.10: Localização dos quadrantes dos rumos e azimutes.

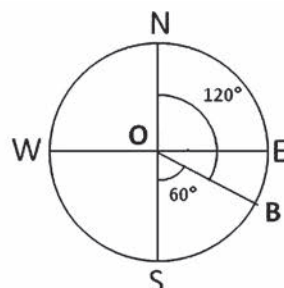


No primeiro quadrante (NE), o rumo é igual ao azimuth.

Rumo = azimuth

Ex.: Ponto O para A

- Azimute = 30°
- Rumo = 30° NE

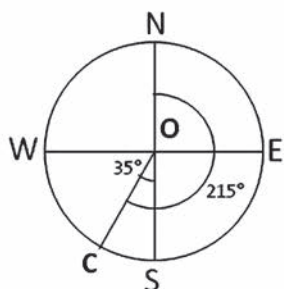


No segundo quadrante (SE):

Rumo = $180^\circ - \text{azimute}$

Ex.: Ponto O para B

- Azimute = 120°
- Rumo = $180 - 120 = 60^\circ$ SE

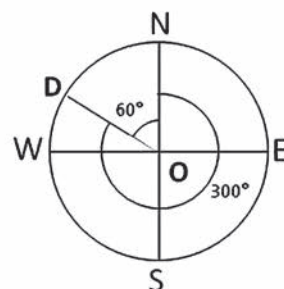


No terceiro quadrante (SW):

Rumo = azimuth - 180°

Ex.: Ponto O para C

- Azimute = 215°
- Rumo = $215 - 180 = 35^\circ$ SW



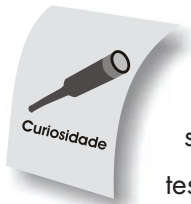
No quarto quadrante (NW):

Rumo = $360^\circ - \text{azimute}$

Ex.: Ponto O para D

- Azimute = 300°
- Rumo = $360 - 300 = 60^\circ$ NW

Figura 7.11: Cálculo de rumos e azimutes.



Você já percebeu que os piratas, em filmes e desenhos animados, fazem uso de rumos e azimutes sobre mapas antigos para encontrar tesouros perdidos? Isto acontece porque os rumos e azimutes permitem a criação de outro sistema de coordenadas, chamado de coordenadas polares.

As coordenadas polares geralmente usam distâncias e rumos para localizar pontos na superfície terrestre. É assim que os piratas localizam o baú do tesouro que, geralmente, está enterrado em uma ilha perdida. Quando os mapas dos piratas afirmam que o tesouro está escondido a 35 passos, a 30° NE da montanha da caveira, por exemplo, significa dizer que temos de chegar até o nosso ponto de origem, ou de referência (montanha da caveira), encontrar o rumo de 30° NE e seguir 35 passos nesta direção.



Figura 7.12: Mapa do pirata.

Podemos então afirmar que um bom pirata deve ser um grande conhecedor de cartografia!



Atende ao Objetivo 3

2. Imagine-se como um pirata. Mas, nesse caso, você só precisará ler um mapa. Um autêntico mapa de piratas. Brincadeiras à parte, o objetivo aqui é fazer com que você consiga identificar a localização dos elementos do mapa, tendo outros elementos como referência. Observe a figura a seguir e responda.



- a) Qual a posição das montanhas em relação à lagoa?
- b) Qual a posição da lagoa em relação às árvores?

Resposta Comentada

Antes de mais nada, devemos estar atentos às perguntas que foram realizadas nos exercícios. Na questão a, perguntamos a posição das montanhas em relação à lagoa, ou seja, a lagoa é a nossa referência para a localização das montanhas. Tendo este conhecimento e fazendo uso da rosa dos ventos, podemos perceber que as montanhas está à nordeste da lagoa.

Na questão b, perguntamos a posição da lagoa em relação às árvores, ou seja, as árvores são a nossa referência para a localização da lagoa. Sendo assim, podemos afirmar que a lagoa está ao sul das árvores.

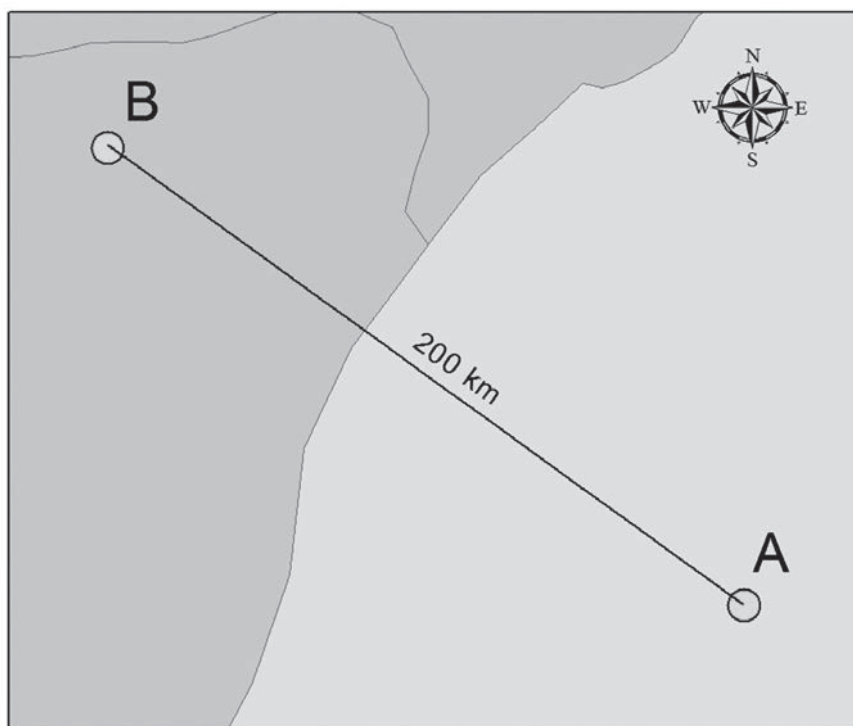
CONCLUSÃO

Pudemos aprender nesta aula que o uso da escala e das ferramentas de orientação cartográfica é muito importante para a correta leitura dos mapas e outras representações do espaço geográfico. Torna-se muito importante a compreensão de todas estas ferramentas para que possamos efetuar corretamente medidas de distâncias e áreas sobre mapas, cartas e plantas.

Atividade Final

Atende aos Objetivos 1, 2 e 3

Considerando o “mapa” a seguir, faça o que é pedido:



- Sabendo que a distância no mapa, entre os pontos A e B, é de 20 cm, defina a escala do mapa.
- Qual é a posição do ponto A em relação ao ponto B?
- Considerando que o ponto B tem o azimute de 315° em relação ao ponto A, calcule o rumo do ponto B em relação ao ponto A.

Resposta Comentada

a) Se a distância plana real entre A e B é de 200 km, e a distância entre os dois pontos, no mapa, é de 20 cm, a escala do mapa é:

$$E = d/D$$

$$E = 20 \text{ cm}/200 \text{ km}$$

$$E = 20 \text{ cm}/20.000.000 \text{ cm}$$

$$E = 1/1.000.000, \text{ a escala do mapa é de 1 para um milhão.}$$

b) Com auxílio da rosa dos ventos, podemos perceber que o ponto A localiza-se a sudeste do ponto B.

c) O azimute de 315° está no quarto quadrante, sendo assim:

$$\text{Rumo} = 360^\circ - \text{azimute, então:}$$

$$\text{Rumo de B para A é igual a } 360 - 315$$

$$\text{Rumo BA} = 45^\circ \text{ NW}$$

RESUMO

A escala cartográfica é dada pela razão entre uma medida efetuada sobre o mapa e sua medida plana na superfície terrestre. Significa, portanto, que as medidas de comprimento e de área efetuadas no mapa terão representatividade direta sobre seus valores reais no terreno.

A escala cartográfica pode aparecer de duas maneiras distintas em um mapa, podendo ser representada graficamente

(escala gráfica) ou por números fracionados (escala numérica). A escala gráfica assemelha-se a uma régua, onde as unidades deixam de ser em centímetros, passando a ser em metros ou em quilômetros (ou unidade equivalente). Esta régua pode apresentar subdivisões detalhadas ou não, dependendo do grau de definição (ou resolução) que o mapa oferece.

Já as escalas numéricas são apresentadas a partir de números fracionários que representam uma razão. Sendo assim, se a escala de um mapa for de 1:50.000, significa dizer que todos os elementos foram reduzidos 50.000 vezes para serem representados planimetricamente no mapa.

A escala de um mapa pode ser determinada a partir da seguinte fórmula:

$$E = d/D \text{ onde:}$$

E = Escala do mapa

d = Distância medida no mapa

D = Distância plana real

Nos mapas, a orientação pode ser feita a partir da rosa dos ventos, que traz informações sobre os pontos cardeais (N, S, L e O), os pontos colaterais (NE, NO, SE, e SO) e também dos pontos subcolaterais (ENE, NNE, ESE, SSE, SSW, WSW, WNW, NNW). Este sistema permite ainda orientação a partir de azimutes e rumos. O azimute de uma linha é o ângulo que essa linha faz com o alinhamento norte-sul, tendo variação entre 0° e 360°. Já o rumo de um alinhamento é conhecido como o menor ângulo formado entre a linha norte-sul e um alinhamento qualquer. Sua variação se dá entre 0° e 90°, devendo ser indicado o quadrante correspondente: NE, SE, SW ou NW, isto é, primeiro, segundo, terceiro ou quarto quadrante, respectivamente.

Informação sobre a próxima aula

Na próxima aula, discutiremos o uso das cartas topográficas para estudos geográficos, apresentando diferentes metodologias de extração de informações e leitura do espaço, a partir destas representações cartográficas.

Cartografia

Referências

Aula 1

FITZ, Paulo Roberto. *Cartografia básica*. São Paulo. Oficina de Textos, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Noções básicas de cartografia*. Diretoria de Geociências – DGC. Rio de Janeiro. 1998.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Programa CBERS*. Disponível em www.inpe.br. Acessado em 21/08/2011.

MARTINELLI, Marcello. *Mapas da geografia e cartografia temática*. Editora Contexto. SP, 2006.

PONTUSCHKA, Nídia Nacib; PAGANELLI, Tomoko Lyda; CACETE, Núria Hanglei. *Para ensinar e aprender geografia*. Cortez Editora. São Paulo, 2007.

Links Consultados

Biblioteca Digital da USP: <http://www.cartografiainhistorica.usp.br/>. Acessado em 21/08/2011.

INPE: www.inpe.br. Acessado em 21/08/2011.

IBGE. www.ibge.gov.br. Acessado em 21/08/2011.

Aula 2

ALMEIDA, ROSÂNGELA DOIN (Org.). *Cartografia escolar*. Editora Contexto. SP, 2007.

FITZ, PAULO ROBERTO. *Cartografia básica*. São Paulo. Oficina de Textos, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Noções básicas de cartografia*. Diretoria de Geociências – DGC. Rio de Janeiro. 1998.

MARTINELLI, MARCELLO. *Mapas da geografia e cartografia temática*. Editora Contexto. SP, 2006.

LINK CONSULTADO

IBGE. www.ibge.gov.br. Acessado em 21/08/2011.

Aula 3

FITZ, PAULO ROBERTO. *Cartografia básica*. São Paulo. Oficina de Textos, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Noções básicas de cartografia*. Diretoria de Geociências – DGC. Rio de Janeiro. 1998.

MARTINELLI, MARCELLO. *Mapas da geografia e cartografia temática*. Editora Contexto. SP, 2006.

PINA, MARIA DE FÁTIMA & CARVALHO, MARILIA SÁ. *Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde*. Brasília: OPAS, 2000.

LINK CONSULTADO

IBGE. www.ibge.gov.br. Acessado em 21/08/2011.

Aula 4

FITZ, PAULO ROBERTO. *Cartografia básica*. São Paulo. Oficina de Textos, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Noções básicas de cartografia*. Diretoria de Geociências – DGC. Rio de Janeiro, 1998.

LINKS CONSULTADOS

IBGE. www.ibge.gov.br. Acessado em 07/11/2011.

MUNDO DOS MAPAS. www.mundodosmapas.com. Acessado em 08/11/2011.

Aula 5

FITZ, PAULO ROBERTO. *Cartografia básica*. São Paulo. Oficina de Textos, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Noções básicas de cartografia*. Diretoria de Geociências – DGC. Rio de Janeiro. 1998.

LINKS CONSULTADOS

IBGE. www.ibge.gov.br. Acessado em 07/11/2011.

Aula 6

FITZ, PAULO ROBERTO. *Cartografia básica*. São Paulo. Oficina de Textos, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Noções básicas de cartografia*. Diretoria de Geociências – DGC. Rio de Janeiro. 1998.

LINKS CONSULTADOS

IBGE. www.ibge.gov.br. Acessado em 07/11/2011.

Aula 7

FITZ, PAULO ROBERTO. *Cartografia básica*. São Paulo. Oficina de Textos, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Noções básicas de cartografia*. Diretoria de Geociências - DGC. Rio de Janeiro. 1998.

MENEZES, P. M. L. *Apostila de cartografia*. Rio de Janeiro: UFRJ, 1997.