# Aula

# 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:

- 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



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

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?

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.

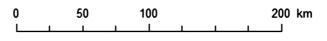


Figura 7.1: Escala gráfica.

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.

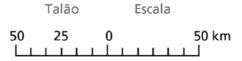


Figura 7.2: Talão e escala cartográfica.

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 1cm no mapa corresponde a uma distância de 100.000 cm no terreno, ou seja, de 1 km.

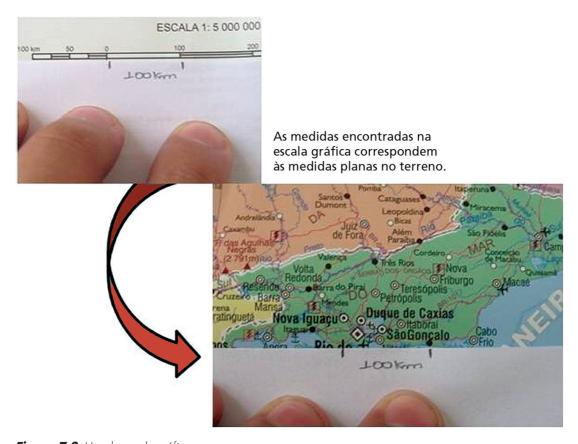


Figura 7.3: Uso da escala gráfica.

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."
$$\frac{1}{50.000} < \frac{1}{500.000} < \frac{1}{250.000} < \frac{1}{100.000} < \frac{1}{50.000}$$

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).

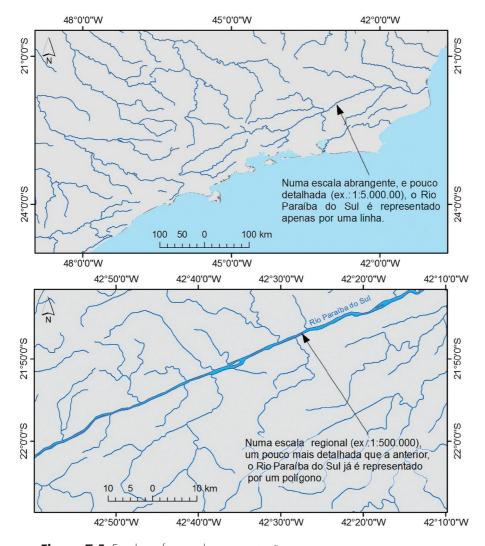


Figura 7.5: Escalas e formas de representação.

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 x 0,2 mm = 10.000 mm = 10 m). Esse erro diminui à medida que aumentamos a escala, e fica mais tolerável na medida em que diminuímos 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	Erro Gráfico
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 500 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 km = 10.000 m = 1.000.000 cm, temos:

E = d/D, então:

E = 10 cm/10 km

E = 10 cm/1.000.000 cm

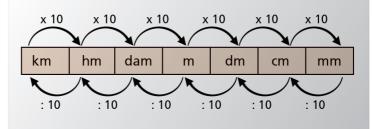
E = 1/100.000

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. Sen	do assim, qua
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 cm/D

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

#### 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.

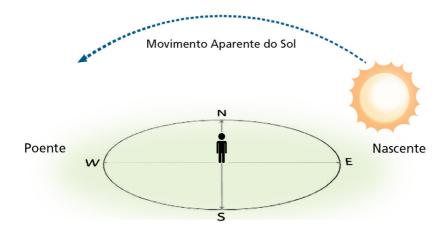
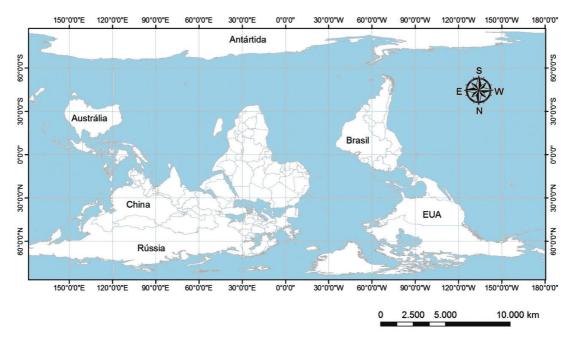


Figura 7.6: Orientação a partir do movimento aparente do Sol.

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.

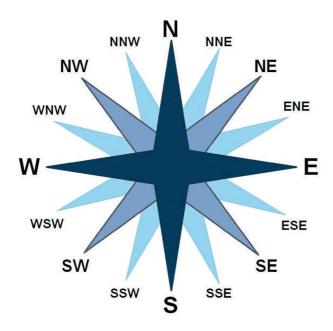


Figura 7.8: Rosa dos ventos.

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.



- Localização aproximada do polo Norte magnético

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 azimute 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.

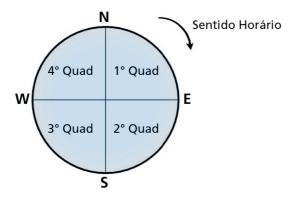
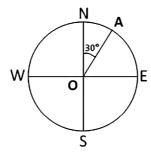


Figura 7.10: Localização dos quadrantes dos rumos e azimutes.



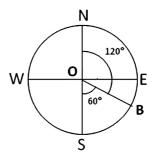
No primeiro quadrante (NE), o rumo é igual ao azimute.

Rumo = azimute

Ex.: Ponto O para A

•Azimute = 30°

•Rumo = 30° NE



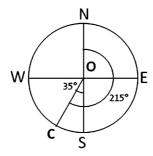
No segundo quadrante (SE):

Rumo = 180° - azimute

Ex.: Ponto O para B

•Azimute = 120°

•Rumo = 180 - 120 = 60° SE



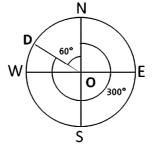
No terceiro quadrante (SW):

Rumo = azimute - 180°

Ex.: Ponto O para C

•Azimute = 215°

•Rumo = 215 - 180 = 35° SW



No quarto quadrante (SW):

Rumo = 360° - azimute

Ex.: Ponto O para D

•Azimute = 300°

•Rumo = 360 - 300 = 60° 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?

Aula 7 — Escala e Orientação Cartográfica	

#### 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.

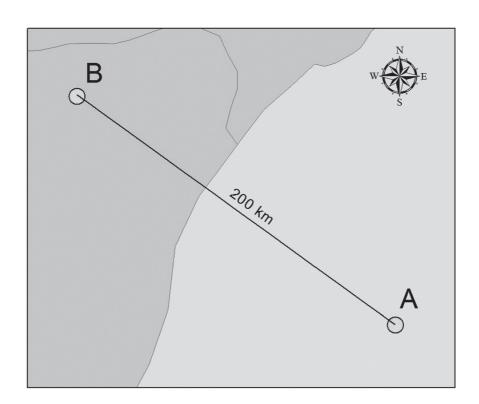
#### CONCLUSÃO

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:



- a) Sabendo que a distância no mapa, entre os pontos A e B, é de 20 cm, defina a escala do mapa.
- b) Qual é a posição do ponto A em relação ao ponto B?

c) Considerando que o ponto b tem o azimute de 313	em relação do ponto A, calcule o
rumo do ponto B em relação ao ponto A.	



#### **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 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.