

Aula 9

ESCALA GRÁFICA

META

Apresentar as formas de medição da proporcionalidade entre o mundo real e os mapas através das escalas gráficas.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
estabelecer formas de medição de distâncias utilizando as escalas gráficas;
construir escalas gráficas a partir de referências de escalas numéricas; e identificar a representação da escala gráfica para diferentes tipos e tamanhos de documentos cartográficos.

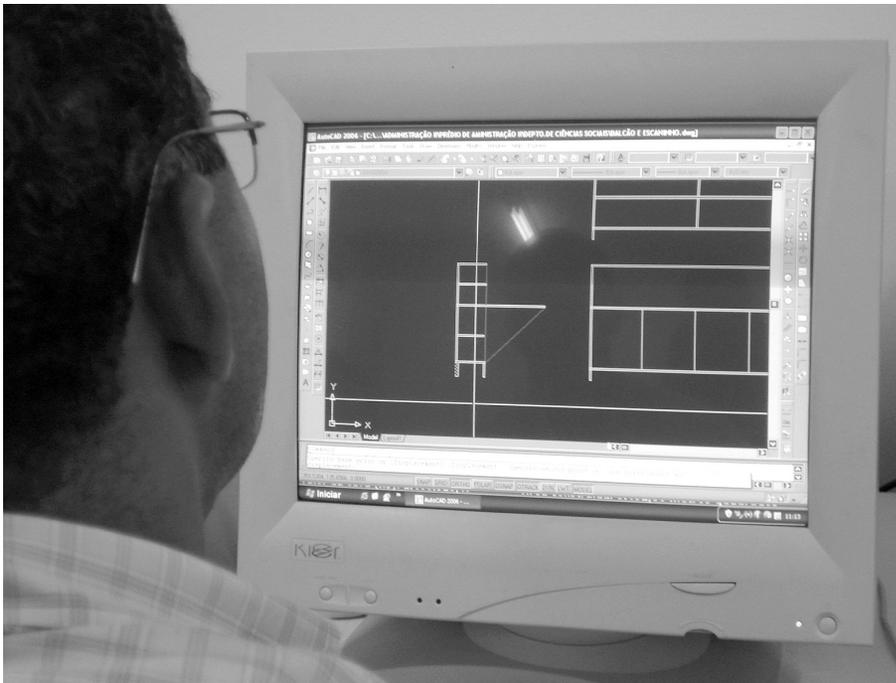
PRÉ-REQUISITOS

A importância da escala abordada na aula 8.

Antônio Carlos Campos

INTRODUÇÃO

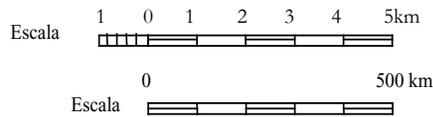
Na aula anterior você ficou sabendo que o mapa representa um espaço geográfico qualquer e que para representá-lo corretamente, este mesmo mapa deve conter algumas escalas de medição. Assim, é possível avaliar distâncias em um determinado terreno. Nesta aula você aprenderá que ao utilizar as escalas gráficas, torna-se possível conhecer formas de medição de distâncias. A escala gráfica é a representação gráfica de várias distâncias do terreno sobre uma linha reta graduada subdividida em partes iguais, a proporção entre as distâncias reais e as representadas no mapa.



Escala gráfica no AutoCad.

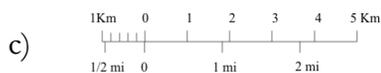
ESCALA GRÁFICA

A escala gráfica nos permite realizar as transformações de dimensões gráficas em dimensões reais sem efetuarmos cálculos. A escala gráfica é expressa graficamente por meio de um segmento de reta. Exemplos:



Além de sua utilidade normal, esta escala tem a vantagem de não se alterar quando o mapa for ampliado ou reduzido por métodos fotográficos, digitais ou outros, pois sempre irá apresentar a proporção verdadeira, o que não ocorre com a escala numérica que se altera nestes casos.

As escalas podem ser simples ou duplas, isto é, calibradas em mais de um sistema de medida linear, conforme podemos observar nos exemplos que se seguem.

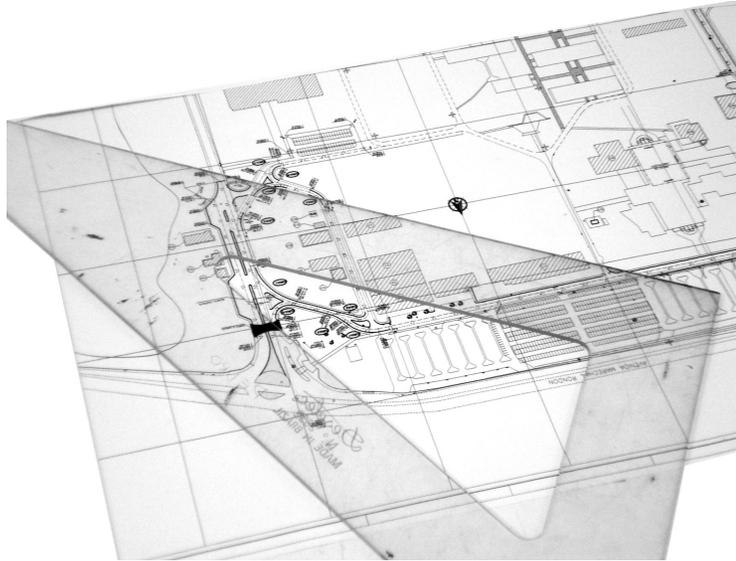


Mais adiante veremos que em nenhum mapa é verdadeira a escala em todas as direções. Nos mapas de escala grande (mapas grandes de pequenas áreas) a deformação da escala é pouco apreciável, mas nos mapas de escala reduzida, como são os de nações e continentes, a escala pode fornecer resultados completamente falsos, especialmente nos cantos dos mapas.

As escalas devem representar sempre um número inteiro de quilômetros ou metros. A subdivisão de uma escala pode ser conseguida por um processo gráfico, segundo os procedimentos abaixo.

PROCEDIMENTO PRÁTICO

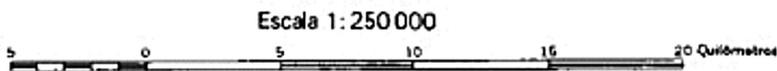
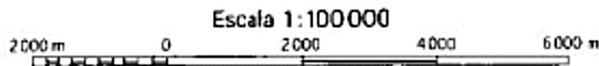
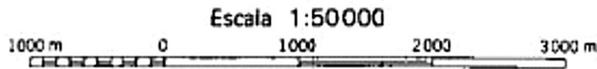
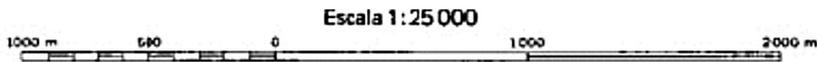
1. Pela escala numérica, determinar o valor correspondente à medida gráfica de 1 cm. Caso o resultado forneça um valor inteiro, proceder ao item 2; caso não, determinar o valor correspondente a 1 unidade real e encontrar a respectiva medida gráfica, de forma que a escala gráfica não contenha valores fracionários;



2. Determinar o tamanho da escala gráfica (fora o talão);
3. Dividir a escala em partes iguais (método das paralelas eqüidistantes ou pela régua);
4. Realizar o trabalho de “arte” sobre a escala gráfica, se desejado.

A escala gráfica é sempre apresentada em preto e branco, jamais colorida. Este tipo de escala permite que as medidas lineares obtidas na carta sejam comparadas diretamente na escala, já se estabelecendo o valor no terreno, utilizando-se das seguintes operações:

- 1º - Tomamos na carta a distância que pretendemos medir.
- 2º - Transportamos essa distância para a escala gráfica.
- 3º - Lemos o resultado obtido.



O TALÃO DA ESCALA

Normalmente a escala gráfica apresenta-se dividida em duas partes, a partir da origem: a escala propriamente dita e o talão (parte menor), sendo que o talão é subdividido em intervalos menores da maior graduação da escala, para permitir uma medição mais precisa.

Em alguns mapas, uma das porções da escala (talão) está dividida em décimos para poder medir as distâncias com mais precisão. Nos mapas de escala reduzida é inadequado o uso deste segmento subdividido, pois daria a impressão de que se poderia medir com toda a exatidão qualquer distância que fosse tomada sobre o mapa.

A escala propriamente dita inicia do zero para a direita e o talão do zero para a esquerda. O tamanho do talão corresponde a uma unidade da escala. A escala gráfica, por razões de espaço e funcionalidade, não deve ter menos do que 6 divisões e no máximo 12 divisões (incluindo o talão), dependendo da escala que está representando.

NA CONSTRUÇÃO DO TALÃO DA ESCALA GRÁFICA DEVEM-SE OBSERVAR OS SEGUINTE PONTOS:

- a) o comprimento total da reta deverá ser proporcional ao conjunto do mapa;
- b) o talão é uma divisão principal comumente deslocada para a esquerda, mas que pode, também, ser desenhado no corpo da escala;
- d) o número de partes a figurar no talão não é o mesmo que compõe o corpo da escala, utilizam-se múltiplos do valor de uma divisão principal. Ex: em uma escala com divisões representando 20 km, o talão será uma dessas divisões subdivididas em 4 ou 5 partes, representando 5 ou 4 km, respectivamente; caso uma divisão principal represente 30 km, no talão poderão existir divisões representando 10, 6 ou 5 km;
- e) por convenção, não se expressa números decimais na escala gráfica. Além de só conterem números inteiros.
- f) é aconselhável definir primeiramente o segmento de reta que representará a escala, para depois subdividi-lo e, se necessário, recorrer ao método gráfico.

EXEMPLOS PRÁTICOS

a) Seja a escala 1:125.000 onde 1 cm representa 1,25 km. Não é possível passar diretamente para a construção da escala visto que 1,25 é número fracionário. Define-se que a escala representará 5 km. Procura-se conhecer a distância gráfica que, nesta escala, corresponda a 5 km. ($d=?$ Sendo $E = 1:125.000$ e $D = 5 \text{ km}$) $\Rightarrow d = 4 \text{ cm}$. Dividindo a escala gráfica em cinco partes iguais, cada parte terá $0,4 \text{ cm} = 4 \text{ mm}$, equivalente a 1 km real. Dividindo o talão em 4 partes de 1 mm, teremos subdivisões que correspondem a 250 m no terreno.



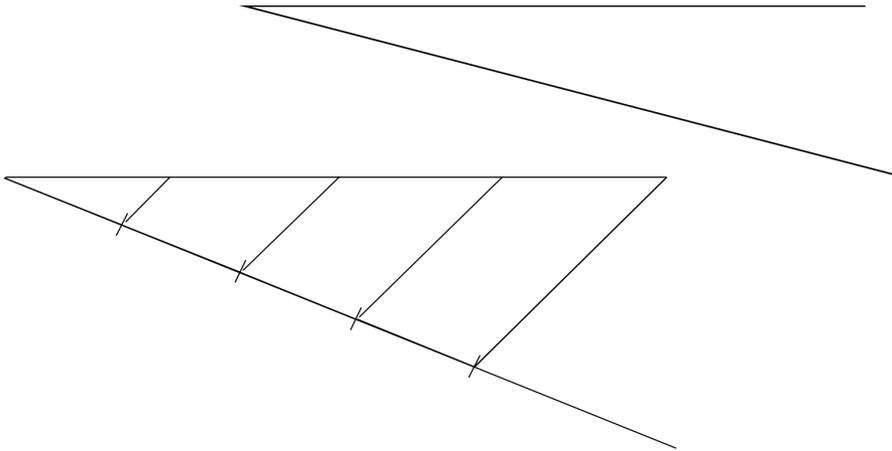
b) Seja construir a escala gráfica de valor numérico 1:63.360 onde 1 cm = 633,6 m. Define-se que a escala terá cinco divisões representando 1 km cada, logo o comprimento total da reta será correspondente a 5 km, equivalendo a aproximadamente 7,9 cm de distância gráfica. Recorre-se ao método gráfico para subdividir a reta da escala. (Construir a escala gráfica)

Neste exemplo, tomando-se 5 km como a unidade da escala, com a divisão do talão em 100 m, o comprimento da unidade será dada por

$$\frac{E}{1} = \frac{D}{d}, \text{ onde } d = D/E = 500000/63360 = 7,89 \text{ cm} = \text{aproximado para } 7,9 \text{ cm}$$

- Marcar este comprimento total na folha de papel, sem se preocupar em dividir pelas unidades.

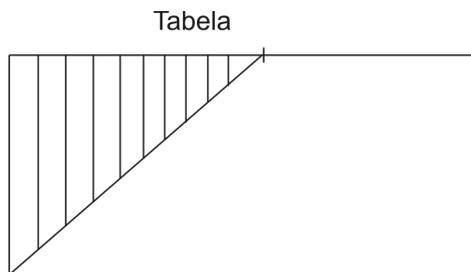
- Traçar uma linha auxiliar por uma das extremidades da reta, e sem compromisso de comprimento correto, dividi-la com o auxílio do compasso, no número de divisões que se divide a escala (5 no exemplo):



- Unindo-se a extremidade da última divisão marcada com a extremidade da reta da escala, traçam-se paralelas a esta reta, pelas marcações das demais divisões da reta auxiliar, determinando-se então as divisões corretas da escala.

- O talão é dividido, de forma semelhante, no número de divisões que o caracterizará.

No exemplo, em dez divisões, cada uma delas representando 100 m.



- Apagam-se as linhas auxiliares para evitar confusão com a escala.



ATIVIDADES

1) Construir as escalas gráficas para as seguintes escalas numéricas:

a) 1:1.000 / 1:10.000 / 1:100.000 / 1:1.000.000

b) 1:2.000 / 1:20.000 / 1:200.000 / 1:2.000.000

c) 1:2.500 / 1:25.000 / 1:250.000 / 1:2.500.000

d) 1:5.000 / 1:50.000 / 1:500.000 / 1:5.000.000

2) Dadas as escalas gráficas, determinar a escalas numéricas:

a) 1 0 1 2 3 4 5 km



b) 250 0 250 500 m



c) 1200 0 1.200 2.400 3.600m



COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

A escala gráfica ou de barra é forma de apresentação da escala linear, sendo apresentada por uma linha, normalmente fazendo parte da legenda da carta, dividida em partes, mostrando os comprimentos na carta, diretamente em termos de unidades do terreno. Então, o valor do comprimento total linear da escala deve ser verificado e calculado segundo a fórmula $E=D/d$ (observando-se as unidades), para que se possa estabelecer o real valor da proporcionalidade.

ERRO E PRECISÃO GRÁFICA

A escala de representação está ligada a um conceito de evolução espacial e precisão de observação.

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 em termos médios. Este valor de 0,2 mm é 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, por exemplo:



(Fonte: <http://populo.weblog.com.pt>).

$$E = 1: 20.000 \text{ ————— } 0,2\text{mm} = 4.000 \text{ mm} = 4 \text{ m}$$

$$E = 1: 10.000 \text{ ————— } 0,2\text{mm} = 2.000 \text{ mm} = 2 \text{ m}$$

$$E = 1: 40.000 \text{ ————— } 1,2\text{mm} = 8.000 \text{ mm} = 8 \text{ m}$$

$$E = 1: 100.000 \text{ ————— } 0,2\text{mm} = 20.000 \text{ mm} = 20 \text{ m}$$

Em observações lineares, estas são as precisões alcançadas pelas escalas mostradas. Quanto menor a observação, maior o erro relativo associado.

Em geral, quando se parte para a representação de uma parte da superfície terrestre, entende-se que a escala a ser aplicada à área será uma escala de redução, ou seja, a superfície a representar será reduzida de forma a estar contida na área do mapa.

Esta redução traz o erro gráfico aplicado à escala de representação. Tome-se que o erro gráfico já é o componente final de todos os erros inerentes ao processo de construção do mapa. Desta forma, todas as medições e observações estarão com precisões inerentes às propagações de erros de todas as fases da construção de uma carta: Trabalho de campo, Aerotriangulação, Restituição, Gravação e Impressão.

ESCOLHA DA ESCALA

As condicionantes básicas para a escolha de uma escala de representação são:

- dimensões da área do terreno que será mapeado;
- tamanho do papel no qual será traçado o mapa;
- a orientação da área;
- erro gráfico;
- precisão do levantamento e/ou das informações a serem plotadas no mapa.

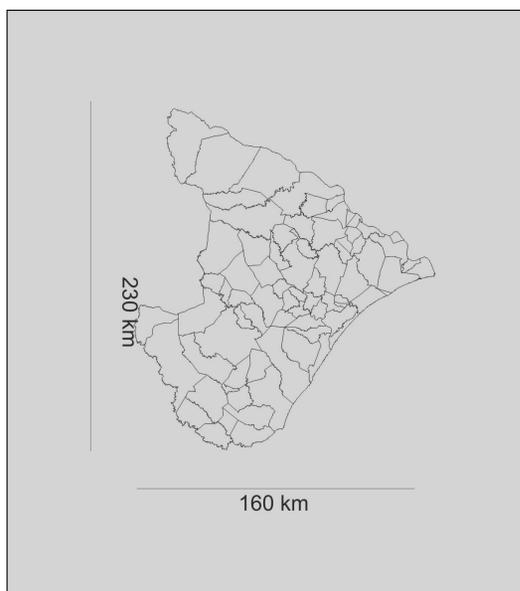
Pelas dimensões do terreno e do tamanho do papel, pode-se fazer uma primeira aproximação para a escolha da escala ideal de representação. Desta

primeira aproximação deve-se então arredondar a escala para que fique a mais inteira possível.

Devem-se considerar em relação ao papel, locais para a colocação de margem e legendas para o mapa. Isto fará com que a área do papel seja menor que as dimensões iniciais.

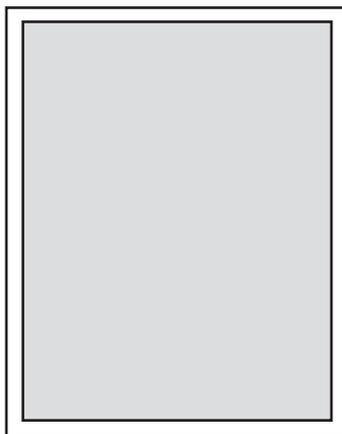
Suponha que se deseje editar um mapa do Estado de Sergipe em tamanho A4. Para se definir a escala ideal de representação, devem ser seguidos os seguintes passos:

- a) Tamanho do papel
A4 - 21,03 x 29,71 cm
- b) Dimensões do Estado



± 230 km na linha de maior comprimento

- c) Tomando-se uma margem de 1 cm por borda, a área útil será diminuída para 19,03cm x 27,71cm » 18cm x 26cm (margem de segurança)



Área útil

d) Orientando de forma que a área fique com a base voltada para a margem inferior, desenvolvem-se os seguintes cálculos para a determinação das escalas

$$\frac{d}{D} \approx \frac{1}{E} \quad \frac{26cm}{23.000.000cm} \approx \frac{1}{884.615} \cong 1:900.000$$

Então a escala aproximada será 1: 900.000, ou seja, nessa escala 1 cm do mapa corresponderá a 9 km na realidade. O desenho deverá apresentar aproximadamente medidas onde 26 cm representarão 230 km e 160 km poderá ser representado por 17 cm. Assim, o mapa pode ser apresentado com precisão.

DETERMINAÇÃO DE ESCALA DE UM MAPA

Quando por algum motivo não é fornecida a escala de um mapa, pode-se obter uma escala aproximada, através da medição do comprimento de um arco de meridiano entre dois paralelos. Sabendo-se que o comprimento médio de um arco de meridiano é de 111,111 km, basta então dividir a distância encontrada no mapa por este valor, conforme exemplo abaixo.



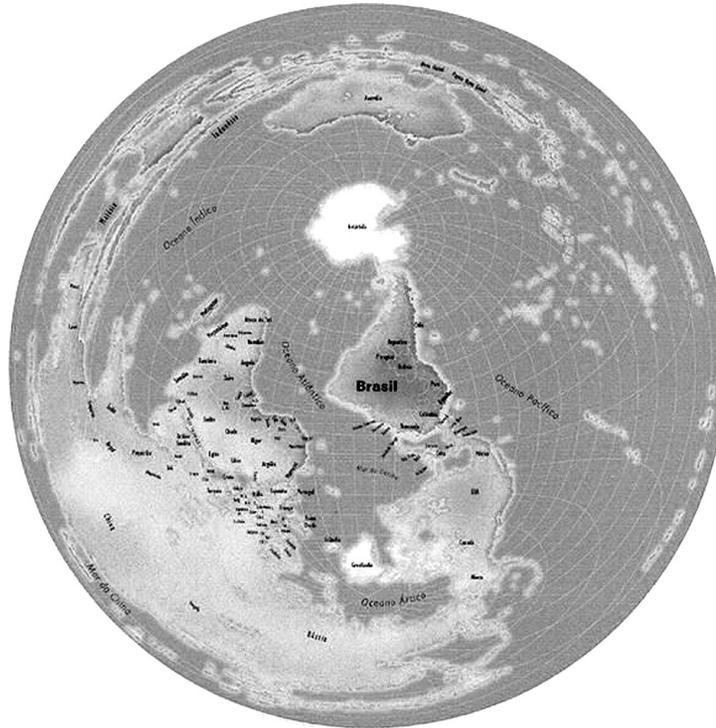
$$E = \frac{111,111km}{dist.mapa} = \frac{11.111.100cm}{cm} = \text{Escala do mapa}$$

CONCLUSÃO

A cartografia trabalha somente com uma escala de redução, ou seja, as dimensões naturais sempre se apresentam nos mapas de forma reduzida. Você vai encontrar nos mapas dois tipos de escalas: escala numérica e escala gráfica.

A escala gráfica apresenta a vantagem de permitir uma interpretação visual e direta das informações, pois graficamente apresenta segmentos de retas com divisões de 1 centímetro acompanhado do respectivo valor em quilômetros.

As escalas gráficas na verdade são representações dos valores das escalas numéricas que facilitam a leitura da proporção.



Globo invertido (Fonte: <http://www.esteio.com.br>).



ATIVIDADES

De acordo com a representação de parte do Estado de Sergipe, pesquise as distâncias reais entre lugares de seu conhecimento e logo após apresente os cálculos e a escala gráfica para o desenho com o talão.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

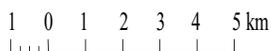
Para descobrir as distâncias entre as principais localidades do Estado recorreremos sempre ao site do DNIT, DER, ou mesmo, as secretarias de transporte dos municípios. Lembre-se: esta é uma generalização de parte do Estado de Sergipe e as curvas das rodovias mascaram as verdadeiras distâncias. Neste exercício você irá utilizar régua e uma boa dose de imaginação, técnica e base científica lógica (matemática).



RESUMO

A escala gráfica é constituída por um segmento de reta graduado, a partir de uma marca zero que ainda indica o valor das distâncias terrestres correspondentes às medidas no mapa. Esta graduação normalmente aparece em partes iguais, podendo ainda ter o primeiro intervalo subdividido em valores menores que os dos intervalos normais.

Quando esta subdivisão está à esquerda de zero é denominada “talão”.



Quando a dimensão do objeto representado é menor que o objeto real, tem-se uma escala de redução. O contrário estabelece uma escala de ampliação.

$E = 1/20000$ Redução (uma unidade linear equivale a 20.000 unidades lineares no terreno)

$E = 20/1$ Ampliação (20 unidades lineares na carta equivalem a uma unidade linear no terreno)

Este tipo de escala é mais rápido e prático entre os três possíveis, por permitir que leia diretamente na escala a distância do terreno no mapa, dispensando assim, os cálculos, por vezes trabalhosos, de uma fração representativa. Além disso, possui uma propriedade de se adaptar a variações nas dimensões do mapa, mantendo invariável o valor da escala numérica que nelas está implícita.

A partir do uso da escala gráfica e do conhecimento de distâncias reais, qualquer pessoa pode elaborar uma representação gráfica seguindo as idéias gerais de proporcionalidade entre o real e o desenho, guardando as especificidades dos objetos representados e as referências de localização, como já foi estudado nas aulas anteriores.

Normalmente os professores de Geografia, nas séries iniciais, trabalham com aplicação de exercícios de observação da lateralidade, da tentativa de visão oblíqua (visão de cima) e as idéias de proporção (escala) para representar lugares conhecidos pelos alunos. Assim, o desenvolvimento cognitivo torna-se fundamental no processo de aprendizagem de crianças e jovens.



PRÓXIMA AULA

A partir de agora você poderá estabelecer medidas de áreas e descobrir os segredos do processo de generalização dos mapas. Logo mais você conhecerá os métodos de medidas planimétricas.

REFERÊNCIAS

- ALEGRE, Marcos. Localização do ponto à superfície da Terra. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 3, n. 3, p.31-43, jan. 1985.
- LE SANN, Janine G. A noção de escala em Cartografia. **Revista Geografia e Ensino**, Belo Horizonte, v. 2, n. 5, p. 56-66, jun. 1984.
- OLIVEIRA, Cêurio. **Dicionário Cartográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.