

Boletim Gaúcho de Geografia

<http://seer.ufrgs.br/bgg>

MUDANÇA DE ESCALA CARTOGRÁFICA

Cássio Luís Da Conceição, Jorge Luiz Santos De Souza

Boletim Gaúcho de Geografia, 27: 146-153, dez., 2001.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/38443/24706>

Publicado por

Associação dos Geógrafos Brasileiros



Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: portoalegre@agb.org.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - dez., 2001.

Associação Brasileira de Geógrafos, Seção Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

MUDANÇA DE ESCALA CARTOGRÁFICA*

Cássio Luís da Conceição** e Jorge Luiz Santos de Souza***

Introdução

Em Geografia, cartas topográficas, fotografias aéreas e mapas são instrumentos destinados a múltiplos usos. Muitos deles são confeccionados em órgãos oficiais em diversas escalas cartográficas. As séries de cartas produzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), p. ex., foram elaboradas nas escalas 1:1.000.000, 1:500.000, 1:250.000, 1:100.000 e 1:50.000. Conjuntos de cartas em escala maior foram articulados aos limites daquelas cartas de escala imediatamente menor (CONCEIÇÃO e SOUZA, 2000, cap. 2). Para entender isso basta lembrar que uma carta numa escala menor representa uma área maior com menor detalhamento de seus elementos. Já as fotografias aéreas são produzidas, entre outras, nas escalas aproximadas de 1:110.000, 1:60.000 e 1:40.000.

Embora sejam contempladas várias escalas, a reprodução desses originais (cartas e fotografias), em trabalhos acadêmicos, científicos ou profissionais, às vezes coloca aos usuários a necessidade de adequações. Estas podem resultar em ajustes como ampliações ou reduções dos originais. E isso remete, efetivamente, a uma mudança de escala, o tema central desse texto.

A ESCALA CARTOGRÁFICA

Para se falar em mudança de escala é preciso fazer algumas considerações sobre esta. A **escala cartográfica** {E} é uma **relação de proporção** entre a distância gráfica (d) medida numa carta e a Distância real (D) medida no terreno. Assim, temos:

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

Logo, a escala é representada por uma fração. É um "número puro", sem unidade.

* Texto elaborado em função de questões surgidas no Curso Trabalhando com Cartas, ministrado no XXI Encontro Estadual de Geografia, realizado na Universidade de Caxias do Sul.

** Geógrafo pela UFRGS, Licenciado em Geografia pela UFRGS e Mestrando em Geografia na UFRGS, na área de Climatologia.

*** Geógrafo pela UFRGS, Licenciado em Estudos Sociais pela PUC/RS e Mestrando em Geografia na UFRGS, na área de Geografia Agrária. Geógrafo da Coordenadoria Técnica de Meio Ambiente do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER/RS).

BOLETIM GAÚCHO DE GEOGRAFIA	PORTO ALEGRE	Nº 27	P. 146-153	DEZ. 2001
--------------------------------	--------------	-------	------------	-----------

Joly (2001, p. 8) considera a escala mais que uma simples relação matemática. Para ele *"a escala é um fator de aproximação do terreno cheio de significado científico e técnico. Por um lado, no plano da pesquisa e do levantamento de campo, a escala determina um certo nível de análise em função do espaço a cobrir e dos detalhes a atingir. Por outro, no estágio da redação, a escala é condição de precisão, de legibilidade, da boa apresentação e da eficiência do mapa."*

É importante que se saiba que, na relação de proporção de uma escala, **qualquer unidade** de medida feita sobre uma carta topográfica deverá equivaler no terreno ao resultado do produto do denominador da escala (numérica, vide abaixo) vezes essa **unidade** de medida **qualquer**.

Como a área representada numa carta topográfica geralmente não ultrapassa a dimensão de 1 metro de lado a unidade de medida comumente utilizada sobre essa é o centímetro, pois, no Brasil, utilizamos o Sistema Internacional de unidades, que inclui o Métrico Decimal, onde a unidade básica é o metro. No terreno, conforme a escala da carta utilizada, essa unidade em centímetros (cm) é transformada para seus múltiplos, o metro (m) e o quilômetro (km). Se utilizássemos outro sistema de unidades, como o britânico, teríamos como unidades de medida a polegada (in = 2,54 cm), o pé (ft = 12 in = 30,48 cm), a jarda (yd = 3 ft = 91,44 cm) a milha terrestre (mi = 1.609 m)¹, etc.

As escalas podem ser classificadas em numéricas e gráficas.

Escala numérica – apresenta-se como uma fração indicada, por exemplo, da forma

$$1:50.000 \text{ ou } 1/50.000 \text{ ou } \frac{1}{50.000}$$

denominador da escala

Escala gráfica – apresenta-se como um segmento de reta ou retangular graduado, como os indicados abaixo.



O símbolo de quilômetro indicado nas escalas gráficas acima informa aparentemente a presença de unidade na escala. Essa falsa impressão se desfaz quando, colocada sobre a carta, para verificar a distância entre dois pontos, ela informa a distância no terreno e não na carta. A distância na carta (em centímetros) é verificada diretamente sobre esta utilizando-se o escalímetro ou uma régua de

¹ A milha marítima mede 1.852 m.

precisão, ou seja, utilizando-se um instrumental que possua um submúltiplo da unidade de medida utilizada para o terreno, na escala gráfica.

Nas cartas topográficas do Exército e do IBGE ambas as escalas vêm indicadas. Chama-se a atenção para as vantagens do uso da escala gráfica, pois, a partir dela, pode-se fazer, na carta, medidas diretas de distâncias, como já dito, e, como consequência direta, calcular áreas do terreno. Outra vantagem do uso desta escala se dá quando da realização de fotocópias de material cartográfico. Quando se faz uma fotocópia a 100%, ou seja, que resulte numa cópia do mesmo tamanho do original, não há problemas. No entanto, no caso de reduções e ampliações, há a alteração da escala. Enquanto a escala gráfica acompanha estas alterações a escala numérica não o faz pela própria natureza dela.

O ERRO GRÁFICO

A escala traz consigo uma consequência imediata ao seu valor que é a precisão, como afirmou Joly. No caso, a precisão das medidas efetuadas sobre uma carta se refletem diretamente nas distâncias avaliadas para o terreno.

As medidas da distância gráfica (d) entre dois pontos realizadas sobre uma carta estão sujeitas a diversos erros. Um deles está relacionado ao instrumental utilizado para a medida onde sugerimos um escalímetro ou uma régua de acrílico pela precisão que estes nos oferecem. Outro erro fica por conta da nossa própria leitura da medida onde os "arredondamentos" podem ter uma significação importante.

No uso do escalímetro, realizando medidas com a sua escala 100 (Sistema Métrico Decimal), temos condições de valorar bem medidas de até 0,5mm (meio milímetro). Porém, medidas intermediárias são comuns, embora não possam ser precisamente constatadas a olho nu. Desta forma, teoricamente, medidas entre 0,25 e 0,75 mm são arredondadas para o valor intermediário de milímetro (0,5), enquanto que medidas até inclusive 0,25 e a partir de 0,75 são arredondados para valores inteiros de milímetro. Esse valor de até **0,25 mm**, arredondado para mais ($0,26 \frac{3}{4} @ 0,50$ e $0,75 \frac{3}{4} @ 1,00$) ou para menos ($0,25 \frac{3}{4} @ 0,00$ e $0,74 \frac{3}{4} @ 0,50$) é o chamado **erro gráfico**.

Veja-se abaixo que, numa carta topográfica escala $E = 1:1.000.000$, se 1 cm de distância gráfica equivale no terreno a 10 km, temos que 1 mm de distância gráfica equivale a 1 km no terreno e 0,25 mm de distância gráfica equivale a 250 m no terreno. Numa carta topográfica escala $E = 1:50.000$ o mesmo 0,25 mm de distância gráfica equivale no terreno a 12,5 m. Tais valores representam para coordenadas geográficas a $j = 30^\circ$, uma variação aproximada de 8,11" de latitude (j) e 9,38" de longitude (l) para a carta em escala menor e 0,40" de latitude e 0,47" de longitude para a carta em escala maior, respectivamente.

<u>1</u>	<u>1 cm</u>	<u>1 cm</u>	<u>1 cm</u>	<u>1 mm</u>	<u>0,25</u>
1.000.000	1.000.000 cm	10.000 m	10 km	1 km	250 m
<u>1</u>	<u>1 cm</u>	<u>1 cm</u>	<u>1 mm</u>	<u>0,25 mm</u>	
50.000	50.000 cm	500 m	50 m	12,5 m	

Pelos valores apresentados tanto em metros de terreno quanto em segundos de latitude e longitude percebe-se que 0,25 mm de Distância gráfica não é um valor desprezível, pelo menos para a pequena escala.

MUDANÇA DE ESCALA

Quando se realiza a ampliação ou a redução, por fotocópia ou qualquer outro método, de uma base cartográfica, enquanto a escala gráfica sofre as mesmas alterações de modo que continua sendo representativa para a nova área, mercê das pequenas distorções que isso acarreta, a escala numérica deixa de ser verdadeira pela sua própria natureza. Mas como se obtém a nova escala numérica para a área ampliada ou reduzida? Há pelo menos duas maneiras.

A primeira é fazer a comparação entre as duas bases cartográficas, a inicial (I) e a final (F) ou, se quiser, antes (A) e após (P), ou, ainda, um (1) e dois (2), as letras ou os números aqui não são fundamentais. A segunda é utilizar a nova escala gráfica para tal. No primeiro caso usa-se a equação da escala e no segundo faz-se medidas sobre a própria escala gráfica. Vejamos os dois casos.

1.º Caso – Usando-se a Equação da Escala

A equação da escala, como já se sabe, constitui-se de três fatores, abaixo identificados:

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

↓
Escala (numérica)

\rightarrow
 \rightarrow

distância gráfica
Distância real no terreno

Dos três fatores dessa equação um deles não muda, é constante, considerando-se as atuais dimensões e forma do planeta Terra. Estamos a falar da Distância no terreno (D). Desta forma, como só restam dois fatores na equação, podemos afirmar, sem qualquer sombra de dúvida, que qualquer mudança na escala (E; numérica) acarretará mudança na distância gráfica (d) e vice-versa. Assim, podemos transformar a equação de modo que ela se torne mais conveniente para as necessidades de transformação de escala, a mudança da relação de proporção entre as distâncias gráfica (medida sobre a carta) e no terreno.

A nova equação proposta terá a forma abaixo:

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

Se fossem acrescentados índices aos dois fatores variáveis da equação (d e E) e também se acrescentassem esses fatores variáveis antes e depois do fator fixo (D) teríamos:

$$\frac{d_1}{E_1} = \frac{d_2}{E_2} \quad \frac{d_1}{E_1} = D = \frac{d_2}{E_2} \quad \frac{d_A}{E_A} = \frac{d_P}{E_P}$$

Os índices introduzidos (1 e 2; I e F; A e P) já sugerem o tipo de relação que se busca operacionalizar. Retirando-se o termo intermediário (D), enfim, podemos utilizar qualquer uma das igualdades de índices correlatos para isolando a escala (E) procurada (a 2 ou a F ou a P) poder calculá-la. Veja como isso fica, abaixo:

$$\begin{aligned}\frac{d_1}{E_1} &= \frac{d_2}{E_2} \longrightarrow E_2 = \frac{d_2 \times E_1}{d_1} = \frac{d_2}{d_1} \times E_1 \\ \frac{d_I}{E_I} &= \frac{d_F}{E_F} \longrightarrow E_F = \frac{d_F \times E_I}{d_I} = \frac{d_F}{d_I} \times E_I \quad (\text{preferimos utilizar esta}) \\ \frac{d_A}{E_A} &= \frac{d_P}{E_P} \longrightarrow E_P = \frac{d_P \times E_A}{d_A} = \frac{d_P}{d_A} \times E_A\end{aligned}$$

Assim, pode-se obter a escala final a partir de dois pontos facilmente identificáveis que estejam presentes em ambas as bases cartográficas e estejam o mais distantes o possível. Esta premissa é importantíssima, pois, quanto maior a distância entre os dois pontos menor será o erro gráfico. Este afetará decisivamente o valor da escala final. Veja a título de exemplos os exercícios abaixo.

Ex. tipo 1 (ampliação da escala): Considere-se que na figura a seguir, em escala real (1:50.000, E_1), é de 20 cm a distância gráfica (d_1) entre a bifurcação da estrada após a ponte que vem da área urbana de nome Lagoa (na quadricula a SE dessa área urbana) e o arroio tributário da Lagoa da Conceição que se encontra simultaneamente ao norte dela e a oeste do morro de cota 279 m). Há um traço na figura que liga esses dois pontos.

Considere que se realizou a ampliação dessa mesma figura de modo que se modificou a escala (numérica) da mesma acarretando a ampliação na distância gráfica entre os dois pontos citados passando esta a ser de 25 cm (d_f). O novo valor da escala numérica (E_f) para a reprodução ampliada será:

$$E_f = \frac{d_f}{d_1} \times E_1 = \frac{25 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} \times \frac{1}{50.000} = \frac{5 \times 5}{4 \times 5} \times \frac{1}{50.000} = \frac{5}{4} \times \frac{1}{50.000} = \frac{5:5}{4:5} \times \frac{1}{50.000} =$$

$$E_f = \frac{1}{0,8} \times \frac{1}{50.000} = \frac{1}{0,8 \times 50.000} = \frac{1}{40.000}$$

Portanto, a nova escala (ampliada) é $E = 1:40.000$.

Ex. tipo 2 (redução da escala): Considere-se a mesma figura ($E_1 = 1:50.000$) e os mesmos pontos do exemplo anterior ($d_1 = 20 \text{ cm}$).

Considere que se realizou a redução dessa mesma figura de modo que se modificou a escala (numérica) da mesma acarretando a redução na distância gráfica entre os dois pontos citados passando esta a ser (meça sobre a figura) de 10 cm (d_r). O novo valor da escala numérica (E_r) para a reprodução reduzida será:

$$E_f = \frac{d_f}{d_1} \times E_1 = \frac{10 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} \times \frac{1}{50.000} = \frac{1 \times 10}{2 \times 10} \times \frac{1}{50.000} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{50.000} = \frac{1}{2 \times 50.000} =$$

$$E_f = \frac{1}{100.000}$$

Portanto, a nova escala (reduzida) é $E = 1:100.000$.

Simplificando, bastaria dividir o valor da distância medida no final pelo valor da distância medida inicialmente e multiplicar esse resultado pelo denominador da escala original. O objetivo de escrever um artigo para isso é somente demonstrar o raciocínio feito até se concluir o que foi dito.

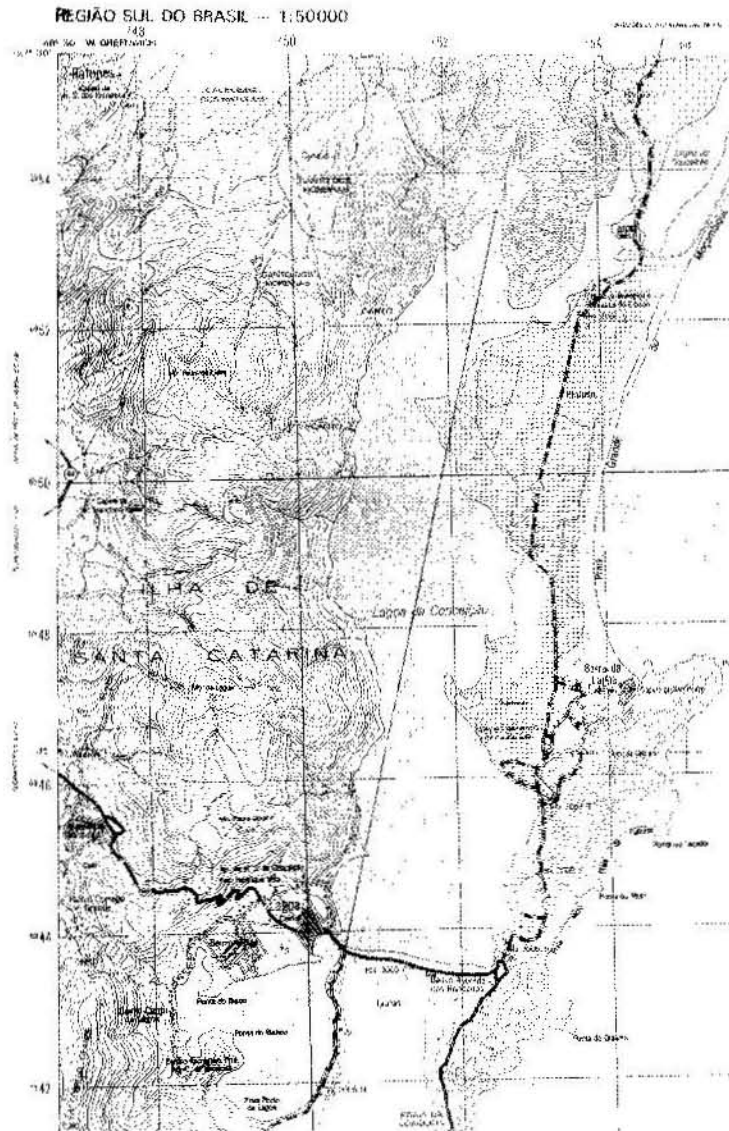
2.º Caso – Medidas sobre a Escala Gráfica

Se na reprodução ampliada ou reduzida de uma determinada área a escala gráfica se fizer presente, pode-se realizar medidas sobre esta para obter a nova escala numérica. Esse procedimento também pode ser feito quando se está trabalhando com a escala gráfica original e não se conhece a escala numérica.

Numa carta topográfica as escalas numérica e gráfica encontram-se no campo inferior central da mesma. A indicação da escala numérica é sem unidade enquanto que na escala gráfica utiliza-se o metro (m) e o quilômetro (km) como unidades de distância para medidas de Distância do terreno sobre a carta. Assim, sabendo-se que, ao medir a distância de 1.000 metros na escala gráfica de uma figura hipotética obteve-se a medida de 2 cm, qual o a escala numérica da mesma (no pontilhado temos um elemento neutro de transformação de unidade)?

$$E = \frac{d}{D} = \frac{2 \text{ cm}}{1.000 \text{ m}} = \frac{2 \text{ cm}}{1.000 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = \frac{2}{100.000} = \frac{1}{50.000}$$

**Figura - Parte da Carta SG.22-Z-D-VI-1 - LAGOA
(Ilha de Santa Catarina)**



Considerações Finais

Revisitar um conhecimento é um processo autofágico, por excelência. Num ato de redação, como esse, os autores consomem suas energias tentando situar seu olhar constantemente sob o ponto de vista de leitor, enquanto se

expõem à crítica. A produção desse texto revelou-nos que não basta participar dos eventos relacionados à ciência geográfica. Além de refletir, é preciso produzir textos que possam ser mais úteis a quem os lê do que para os próprios autores.

Esperamos sinceramente que esse conhecimento, até então implícito para nós, tenha sido aqui explicitado de forma simples e objetiva. Ele foi pensado e reelaborado a partir de dificuldades inerentes a um processo de ensino-aprendizagem no qual a participação ativa de todos foi fundamental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKKER, M. P. R. *Cartografia: noções básicas*. Rio de Janeiro, Diretoria de Hidrografia e Navegação, 1965, 512p.
- CONCEIÇÃO, C. L.; e SOUZA, J. L. S. *Noções Básicas de Coordenadas Geográficas e Cartografia*. Porto Alegre, edição dos autores, 2000, 96p.
- JOLY, F. *A Cartografia*. Trad. Tânia Pellegrini. Campinas (SP), Papirus, 3.ed., 2001, 136p.
- OLIVEIRA, C. *Curso de Cartografia Moderna*. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 2. ed., 1993, 152p.