

Aula 10

MEDIÇÕES PLANIMÉTRICAS: PRECISÃO E GENERALIZAÇÃO

META

Explorar medidas de áreas utilizando os métodos adequados para a compreensão da proporcionalidade entre a realidade e o desenho do mapa.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá: estabelecer formas de medição de áreas utilizando os diferentes métodos de medidas planimétricas; e identificar os principais problemas que envolvem a generalização na construção dos documentos cartográficos.

PRÉ-REQUISITOS

A utilização da escala gráfica abordada na aula 9.

Antônio Carlos Campos

INTRODUÇÃO

As medições planimétricas visam o cálculo de comprimentos lineares unidimensionais de áreas (bi-dimensional). As medidas feitas diretamente no terreno (real) (escala 1:1) são de interesse dos geógrafos, agrônomos, engenheiros e são estudadas dentro do grande componente da cartografia chamado “topografia geodésia e trabalho de campo”. Porém, os bons profissionais sabem que é normalmente mais fácil, conveniente e (dentro dos limites) razoavelmente exato fazer medições em cartas, mapas e plantas, aproveitando a escala dessas representações.

Nas aulas anteriores foi discutido que a escala permite fazer medições lineares simplesmente usando régua (ou mesmo um fio) e uma escala gráfica. Também é possível medir distâncias aplicando uma regra de três sabendo-se quanto equivale um grau de latitude ou longitude e a rede de coordenadas geográficas que cobre uma determinada área. A partir de agora, acumulando os conhecimentos anteriores, podemos aplicar o uso da cartografia para minimizar os custos dos trabalhos de campo para calcular áreas de fazendas, zonas urbanas, terrenos edificáveis etc.



(Fonte: <http://brasil.indymedia.org>).

MEDIDAS BIDIMENSIONAIS

Nos trabalhos de cartografia é comum o uso de documentos em escalas grandes para o estabelecimento de medidas de litígio ou mesmo para o planejamento. Para tanto, se torna indispensável entender a natureza da área real e como ela aparece quando é desenhada em diferentes escalas.

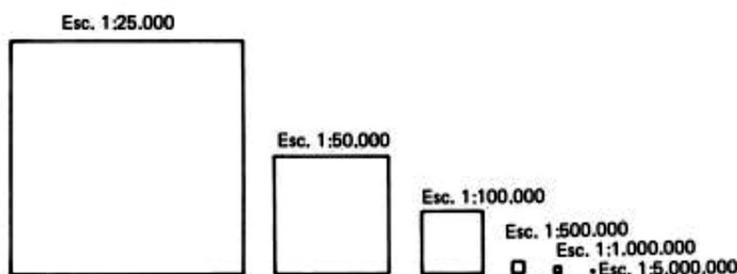
No mundo inteiro existem dezenas de unidades de medição de áreas (hectares, alqueires goianos, alqueires paulistas, tarefas, acres, quadrados de medidas lineares [cm^2 , m^2 , km^2 , pé^2 etc.] e muitas outras usadas na Ásia, na África etc.). Cada uma destas unidades de medida tem sua particular aplicação e todas elas são bem entendidas pelos agricultores e técnicos das várias regiões do globo. As conversões de um sistema para outro são lentas e difíceis para aqueles que não estejam acostumados, e se tornam mais complicadas ainda quando se considera também a escala do mapa. Afortunadamente, o mundo está adotando cada vez mais o hectare como a unidade espacial básica do sistema métrico.

Nas séries iniciais do ensino fundamental, todos os alunos memorizam que um hectare (ha) equivale a 10.000 metros quadrados, mas poucos sabem quantos metros mede cada lado de um hectare. Supondo que ele esteja numa forma geométrica quadrada, a resposta é “a raiz quadrada de 10.000 $\text{m}^2 = 10.000 \text{ m}^2 = 1000$ metros”. E quanto é isto no campo?

Um hectare equivale aproximadamente a dois campos de futebol lado a lado (um campo oficial mede em torno de 100 por 60 metros), ou seja, 3,3 tarefas no Estado de Sergipe.

No Brasil, os estabelecimentos denominados de minifúndios medem menos que 20 hectares, porém no país, cerca de 400.000 estabelecimentos agrícolas medem menos que um hectare.

Se um hectare (em forma quadrada) mede 100 metros de um lado, são necessários dez desses segmentos alinhados para se ter uma faixa com o comprimento de um quilômetro (e com a largura de 100m). Se a largura também for de 1000 metros, tem-se um quilômetro quadrado, que contém 100 hectares. Assim, uma fazenda com 100 hectares tem 1 km^2 de superfície; uma outra com 382 hectares tem 3,82 km^2 e uma com 10.000 hectares tem 100 km^2 (ou seja, 10 por 10 km se a fazenda for um quadrado). Esses são valores de medidas reais no terreno.



Área de 100 hectares representada em 6 diferentes escalas.

Figura 1. Relação entre escala linear e área (ANDERSON, P. 1989: 06).

Existem basicamente três métodos para cálculo de áreas (superfície) que são utilizados nos documentos cartográficos. São eles:

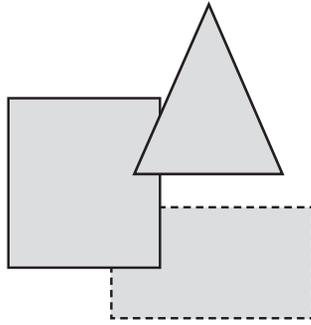
1. Método Gráfico
 - Decomposição de figuras geométricas
 - Quadrículas totais e parciais (papel milimetrado)
2. Métodos Analíticos
 - Coordenadas
 - Digital
3. Método Mecânico
 - Planímetro

A medida realizada no mapa é denominada de área gráfica (a); a sua correspondente real ou no terreno é denominada área real (A).

OS MÉTODOS GRÁFICOS

Quando se trabalha com áreas geométricas, como quadrados, retângulos e outras, sobre mapas é aconselhável transformar os valores dos relativos lados de tais figuras geométricas em valores reais em metros ou quilômetros, para depois calcular a respectiva área. Procedendo-se de forma diferente, é possível ter à frente uma complicação matemática: se a escala muda de um fator “ X ”, a mesma área do papel necessário para o novo mapa muda por fator “ X^2 ”. Por exemplo, uma área que mede 12 por 8 cm num mapa de escala qualquer, mede 6 por 4 cm num outro mapa construído com a metade da escala; isto é mais fácil de perceber do que dizer que 96 cm² no primeiro mapa será apenas 24 cm² no segundo que possui escala reduzida pela metade.

Diminuindo a escala pela metade, essa segunda carta ocupa uma quarta parte, e assim em diante: 1/3-1/9; 1/4-1/16; 1/10-1/100; 3-9; 5-25 etc.



a) Decomposição de figuras geométricas - Quando no mapa a superfície formar uma figura geométrica plana, podemos utilizar as fórmulas específicas para cálculos de área, sendo as mais comuns:

- quadrado: l^2 ou $l \times l$

- triângulo: $b \times h / 2$

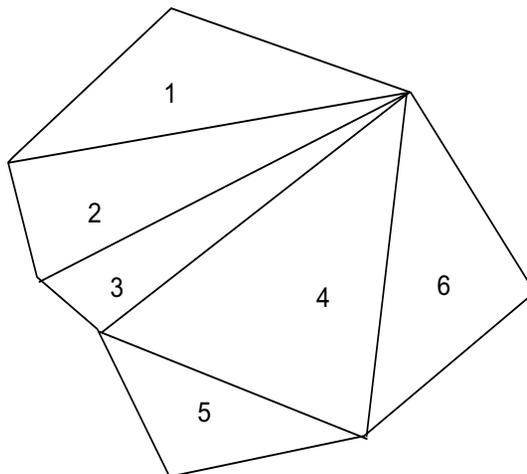
- retângulo: $b \times h$

- trapézio: $(B+b) \times h / 2$

- paralelogramo: $b \times h$

- círculo: $\delta \times R^2$

Tendo em vista que algumas formas geométricas podem ser subdivididas em triângulos, podemos utilizar somente a fórmula do triângulo e fazer o somatório das áreas parciais. Para o círculo, a fórmula é específica, porém a maneira de calcular depende de cada um.



b) Quadrículas totais e parciais (Processo do papel milimetrado).

Utilizado no caso de pequenas áreas. Dispondo-se de um papel milimetrado vegetal, ajusta-se da melhor maneira possível a área a medir. A área é calculada pela fórmula:

$$S = \sum \text{inteiros} + \frac{\sum \text{n\~{a}o inteiros}}{2}$$

Onde, $\sum \text{int.}$ = somatório dos quadrados inteiros .

$\sum \text{N\~{a}o inteiros}$ = somatório dos quadrados não inteiros.

O resultado é multiplicado pelo número da escala ao quadrado.

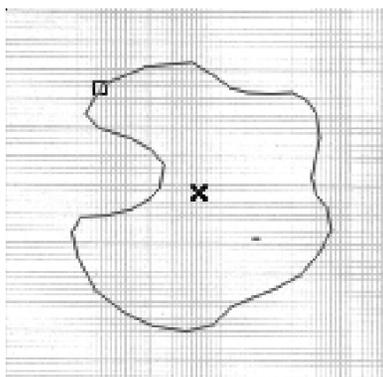


Figura 2 - Cálculo de área pelo papel milimetrado

Exemplo

Para a escala 1: 25.000 foram encontrados em uma área os seguintes valores: 235 quadrados de 1 mm de lado inteiros e 138 quadrados não inteiros.

$$S = 235 + \frac{138}{2} = 304 \text{ quadrados de 1 mm}$$

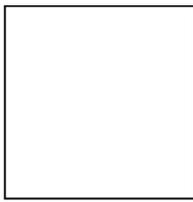
$$S \text{ mm} = 304 \text{ mm}^2 \quad \text{na carta}$$

$$S = 304 \times 25.000^2 = 190.000.000.000 \text{ mm}^2 = 190.000 \text{ m}^2$$

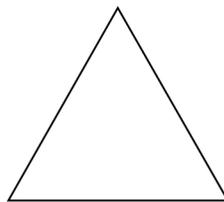


ATIVIDADES

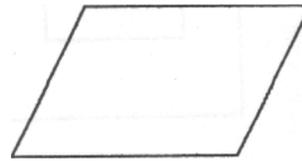
1. Calcular as seguintes áreas:



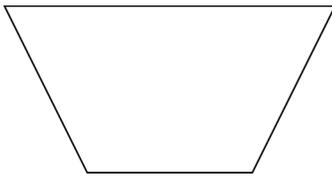
1:25.000



1:50.000



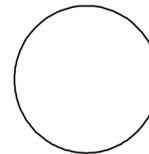
1:10.000



1:20.000



1:5.000



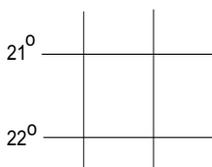
1:100.000

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

As medidas lineares são em centímetros, portanto, o resultado será em centímetros quadrados (cm²). Para o trabalho com cartas, é aconselhável transformar logo as medidas lineares em quilômetros (ou metros), antes de fazer os cálculos da área.

MÉTODOS ANALÍTICOS

a) coordenadas - através da medição do comprimento de um arco de meridiano entre dois paralelos, basta então transformar os graus, minutos e segundos em distâncias longitudinais e latitudinais para encontrar a sua referência em km² ou metro quadrado. Sabendo-se que o comprimento médio de um arco de meridiano é de 111,111 km,



$$A = 111,11 \text{ km} \times 111,11 \text{ km} = X \text{ km}^2$$

Desejando-se valores mais precisos, pode-se consultar uma tabela de valores de arco meridiano para as diversas latitudes, sabendo-se que 1' (um) minuto de grau equivale a 1.852 metros lineares e 1" (um) segundo de grau corresponde a 32 metros lineares.

Latitude	Comprimento	Latitude	Comprimento
0-1	110.567,3 km	50-51	111.239,0 km
10-11	110.604,5 km	60-61	111.423,1 km
20-21	110.705,1 km	70-71	111.572,2 km
30-31	110.857,0 km	80-81	111.668,2 km
40-41	111.042,4 km	89-90	111.699,3 km

b) o método digital – normalmente nos softwares CAD e nos sistemas de informações geográficas que lidam com imagens digitalizadas ou rasters, cada ponto ou linha desenhada no computador se refere a um valor. Então, dependendo do programa utilizado, torna-se necessário somente selecionar o polígono desejado e obter as medidas lineares ou mesmo a área completa em diversos sistemas de medidas. Para isso, o usuário deve primeiro converter a memória do programa utilizado no sistema métrico de seu país.

O MÉTODO MECÂNICO

a) o uso do planímetro

Os planímetros são instrumentos usados para a medição de áreas principalmente irregulares representadas, por exemplo, em um mapa ou fotografia aérea vertical. Eles são de vários tipos: eletrônicos, mecânicos e de pontos.

Os planímetros eletrônicos são uma extensão de computadores com digitação através de um marcador eletrônico. Trata-se de um perímetro da área a ser conhecida, que está contida num mapa. Esse mapa deve estar fixado numa mesa espacial, a qual fornece diretamente ao computador as coordenadas de cada seguimento da linha (margem) da área.

Os planímetros mecânicos são de dois tipos: polar ou rolante (Figura 3). A um extremo do aparelho está um apontador (frequentemente com uma lupa para melhorar a visão com a qual se contorna a área cuja medida é desejada). No mecanismo da medição (no modelo polar isto está na articulação), existe uma roda que gira no plano com o movimento do aparelho e serve para determinar a área percorrida. Com isso, adapta-se a medida à escala e obtém-se o tamanho da área.



Planímetro digital (Fonte: <http://www.ingenieria.unam.mx>).



Figura 3. Planímetro mecânico

O planímetro de pontos é um instrumento de precisão para medir áreas em mapas, fotografias aéreas ou em qualquer outro objeto plano em qualquer escala, seja redução, tamanho natural ou ampliação. O instrumento consiste de uma lâmina transparente com uma malha de pontos impressa contendo um mesmo número de pontos por centímetro quadrado. Para a grande maioria das ampliações, uma malha de 25 pontos por centímetro quadrado, assim como a deste modelo, é considerada ótima.

O USO DO PLANÍMETRO DE PONTOS

Coloca-se a malha de pontos aleatoriamente e conta-se cada ponto que está dentro da área de interesse. Se um ponto está exatamente na divisa, é contado como meio ponto; isto não acontecerá muito se as divisas das áreas forem finas. Cada ponto equivale a certa medida quadrada no planímetro. Por exemplo, esta malha tem 25 pontos por centímetro quadrado, ou 100 pontos por 4 cm² (2 X 2 cm). Portanto, cada ponto equivale a 0,04 cm² no planímetro.

Dependendo da escala do mapa, se transforma o número de pontos em área do terreno. Os valores de conversão para as escalas principais estão impressos no planímetro, junto com a forma de derivação que serve para qualquer outra escala. Multiplica-se o número de pontos contados pelo valor de cada ponto para obter o tamanho da área. A malha dos pontos será dividida em quadrados de 2 X 2 cm, com cem (100) pontos, para facilitar a contagem quando as áreas são grandes. As linhas que separam os quadrados não têm outra utilidade e não devem ser usadas para alinhar a malha com as divisas das áreas, porque o alinhamento pode causar um erro sistemático para mais ou para menos nas medidas da área.

Os planímetros de pontos são “instrumentos” de precisão justamente do que é possível se conseguir com máquinas de fotocópias de transparências. Isto é, fotocópias comuns de planímetros de pontos não servem para medições de boa precisão. Observa-se também que a malha é dividida em grandes quadrículas que contêm múltiplos convenientes de pontos (Figura 4: cada quadrado contém 100 pontos). Considerando isto, às vezes é mais fácil contar quantos pontos estão fora de uma quadrícula subtraindo-os do total.

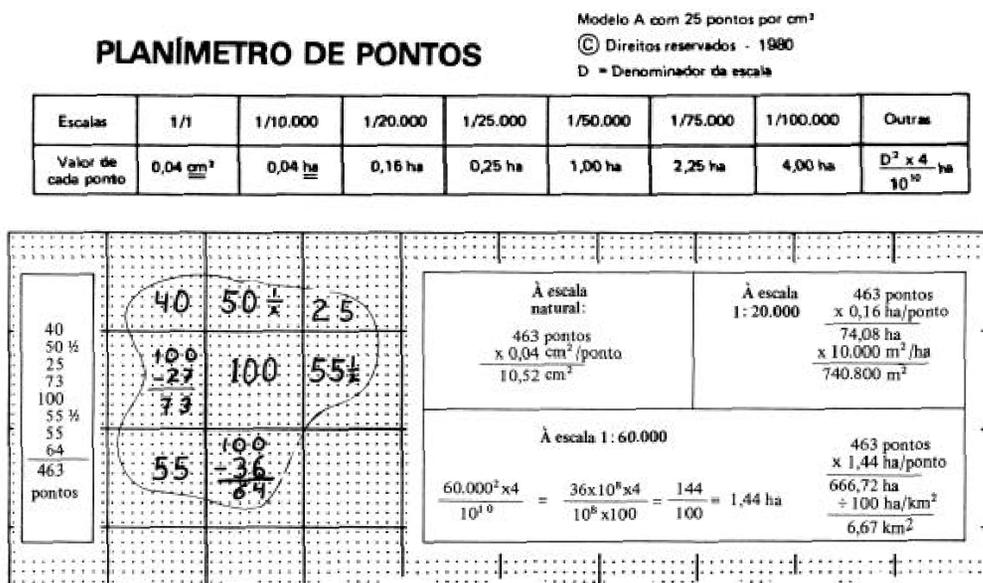


Figura 4. Exemplo de medição de uma área com planímetro de pontos.



ATIVIDADES

Calcular as áreas acima pelos métodos gráficos possíveis e comparar a diferença dos resultados em percentuais.

1)



1:100.000

2)



1:50.000

3)



1:25.000

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Em geral, existem várias maneiras de medir áreas irregulares dos mapas. A partir do conhecimento do resultado da contagem de quadrados inteiros e parciais, ou mesmo, a partir da contagem dos pontos das imagens, devem se relacionar com o tamanho dos quadrados e a escala do mapa para que a medida real seja conhecida. Obviamente a metodologia mais correta refere-se à aplicação quando o contorno da área está traçado em papel milimetrado (o que se pode fazer através de uma mesa luminosa ou fixando o mapa numa janela).

GENERALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DOS MAPAS

Devido à redução feita através da escala, o tamanho dos objetos mapeados fica muito pequeno, tanto que, às vezes, tem-se que exagerá-los para serem visíveis, ou separá-los para que não fiquem um em cima do outro.

Esta “mudança de realidade” é chamada de generalização. Pode-se medir qualquer distância numa carta e convertê-la à distância real do terreno.

Existem três principais fontes de erro em tais direções:

1. As distorções provenientes da projeção que são mínimas e calculáveis.
2. As imprecisões resultantes do erro do usuário do mapa nas medições de comprimento de linhas; estas são muito comuns.
3. O erro do mapeador no posicionamento dos símbolos no mapa. Esta última dificuldade, que inclui a influência da generalização, é regulamentada pelos órgãos cartográficos federais de cada país. No Brasil, os principais órgãos são: a Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) do Exército e a Fundação IBGE, que publicam os Manuais de Normas Técnicas.

Essas normas reconhecem que os mapas de escalas menores (portanto, menos detalhados), os símbolos que representam os fenômenos físicos e sociais quase sempre ocupam proporcionalmente mais espaço para que sejam visíveis do que se eles fossem desenhados na escala verdadeira. Assim, devido à escala, os mapas generalizam os seus símbolos.

Os exemplos a seguir demonstram como são produzidas as generalizações para a efetiva elaboração dos documentos cartográficos.

a) Se uma linha azul simbolizando a drenagem, uma linha vermelha indicando a estrada e uma linha preta representando a estrada de ferro não podem se sobrepor no mapa sem causar uma mancha de tinta preta feia e

incompreensível. Uma maneira de evitar isso é manter a precisão normal para a drenagem, mas compensar as rotas de transporte e as curvas de nível tanto quanto for necessário, prevenindo o acúmulo excessivo. A precisão planimétrica de algumas linhas será um pouco sacrificada, porém a da precisão relativa dos fenômenos do conjunto será preservada (figura 5).

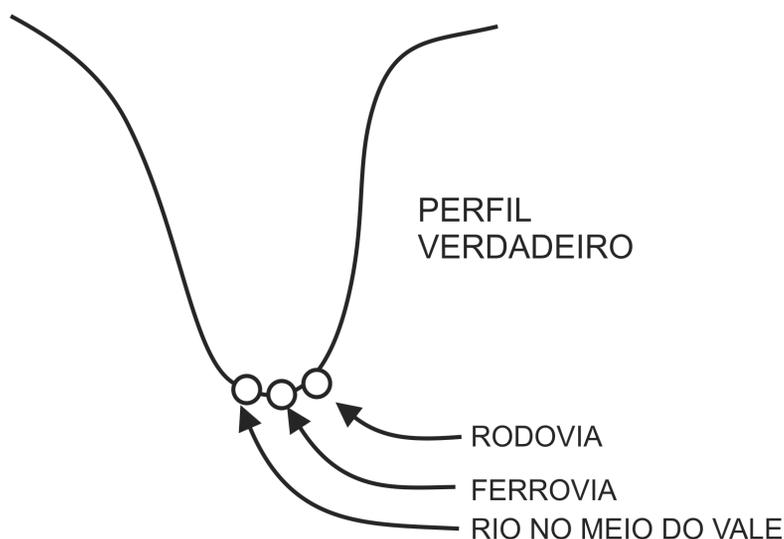


Figura 5. Exemplo de Generalização.

CONCLUSÃO

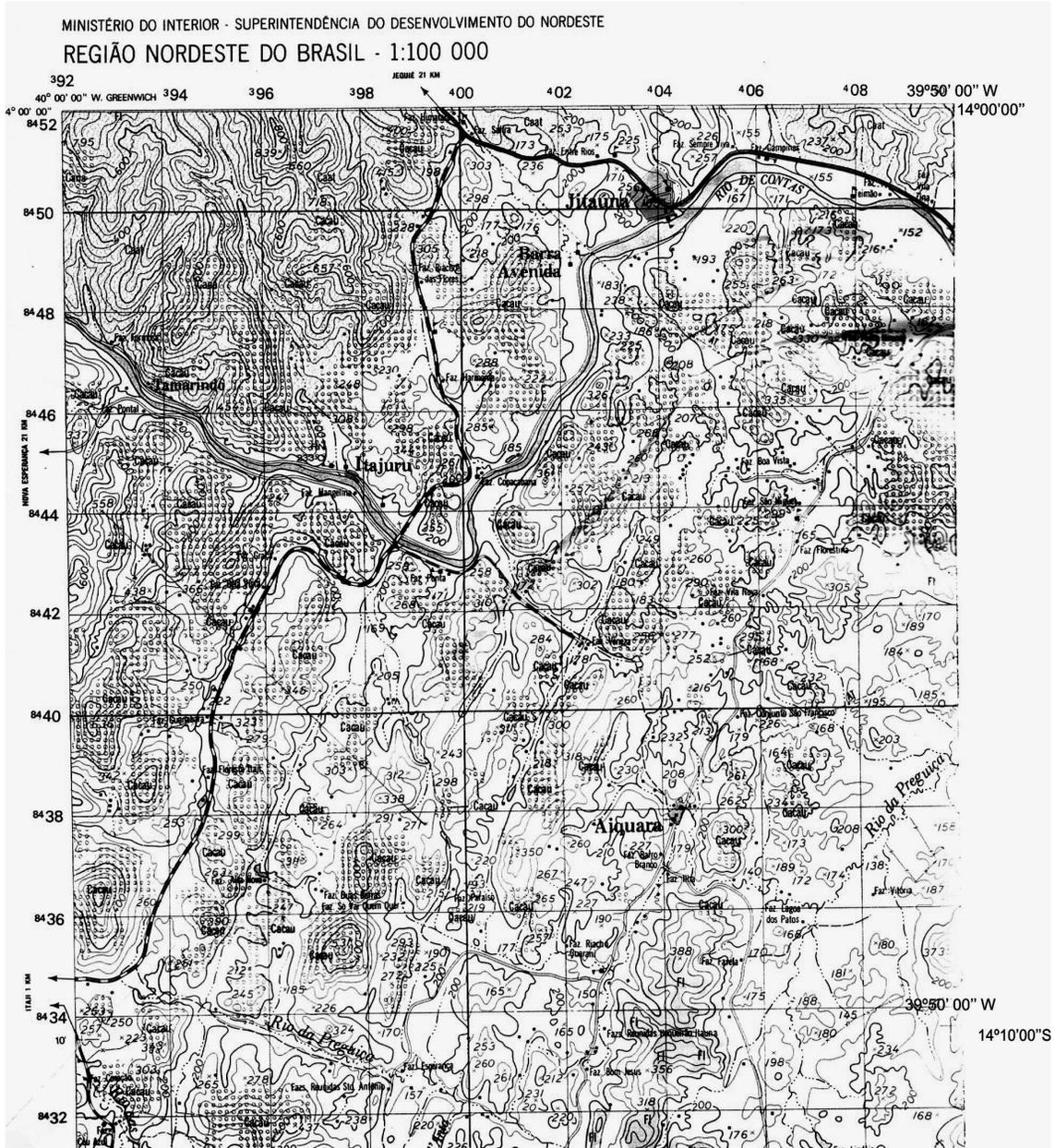
O processo de generalização envolve a seleção tanto dos detalhes mais significativos quanto dos fenômenos mais relevantes. Quanto menor for a escala do mapa, menor será o número e os tipos de fenômenos que poderão ser apresentados.

O grau de generalização necessário para uma representação clara depende principalmente da escala, complexidade dos fenômenos representados e do tema ou objetivo do mapa. Para evitar grandes confusões, somente devem ser incluídos os itens imprescindíveis e os detalhes verdadeiramente relevantes. Uma carta topográfica de escala grande, por exemplo, não é um bom guia rodoviário, pois somente as principais vias são classificadas com seus nomes. De outra forma, um mapa com objetivo de localizar cruzamentos de ruas não se preocupará com relevo, cobertura vegetal ou residências individuais. Casas e outros prédios são pontos de referência úteis em áreas sem feições para mapear. Eles podem ser indicados como estruturas separadas em cartas topográficas. Mas, o agrupamento de residências e prédios comerciais em vilas e cidades obriga o uso de uma cobertura de tinta uniforme (geralmente na cor rosa) para as áreas urbanizadas, enquanto somente as escolas, igrejas e prédios especiais são desenhados como pontos de referências.



 **ATIVIDADES**

De acordo com a representação abaixo. Explique quais foram as estratégias utilizadas pelo autor para conseguir colocar o maior número possível de informações.



COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

A leitura das formas dos elementos internos da carta expressa generalizações possíveis e adequações para obter uma harmonia entre técnica, arte e ciência.



RESUMO

Para a determinação da área de um terreno, dois procedimentos distintos são normalmente adotados: por meio de medição realizada diretamente sobre o terreno, sendo a área calculada analiticamente, ou através do uso das grandezas gráficas medidas nas plantas topográficas, convenientemente transformadas em valores naturais mediante a aplicação da correspondente escala do desenho.

Diversos são os processos empregados para a avaliação das áreas; dependendo do maior ou menor rigor exigido, citam-se os seguintes:

- Processo geométrico
- Processo analítico
- Processo mecânico

Após as medições pertinentes, um outro grande problema que reside na representação é a sua generalização ou simplificação. Um mapa sempre representará uma área em uma escala menor que a sua correspondente sobre a superfície terrestre. A informação contida nele é restrita ao que pode ser representada na escala considerada.

A transformação que a informação geográfica sofre, através de processos de seleção, classificação, esquematização e harmonização, para reconstituir em um mapa o mundo real, seja em relação à superfície do terreno ou à distribuição espacial que se deseja representar, por seus traços essenciais, denomina-se generalização cartográfica.

No processo de generalização existirá sempre um problema de perda de informação, pois a divisão de um fenômeno contínuo em intervalos de representação junta elementos distintos em um grupo de mesmas características. Toda generalização a ser efetuada deve seguir princípios bem definidos, para que não se percam a qualidade, clareza e precisão do documento a representar.

FIM DA LINHA

Chegamos ao final destas dez aulas e com isso devemos ter em mente normalmente os mapas que sempre trabalhamos no ensino fundamental e médio que são muito mais genéricos do que estes que apresentam informações e conteúdos mais específicos. As diversas possibilidades de medições e fundamentos da cartografia de base até agora pôde nos auxiliar na conceituação correta dos documentos e na exatidão da representação dos fenômenos. Assim, nas próximas aulas verificaremos como se comportam os mapas, o que eles realmente contêm de sistemáticos e como analisá-los e, principalmente, utilizarmos no nosso dia-a-dia em sala de aula. Estas são tarefas que não serão respondidas de imediato, mas como futuros professores de Geografia, vocês já podem experimentar novas oportunidades de manuseio e leitura destes documentos básicos, precisos e tão complexos. Na próxima unidade vamos nos ater às linhas, pontos e polígonos e suas representações no mundo real.

REFERÊNCIAS

- BRANDALIZE, Maria Cecília; FREITAS, Cíntia Obladen. **Ensinando Topografia e Geoprocessamento**. Disponível em <<http://www.fatorgis.com.br>>.
- DE BIASI, Mário. Medidas gráficas em cartas topográficas. **Caderno de Ciências da Terra**, Geografia-USP, São Paulo, n. 35, 1973.
- DUARTE, Paulo A. **Escala: fundamentos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989.
- POPP, Elisabeth Victória. **Ensino a distância de Cartografia para professores de Geografia do ensino fundamental**. Disponível em <<http://www.abed.org.br/congresso2000/texto17.htm>>. Acesso em 17/10/2007.