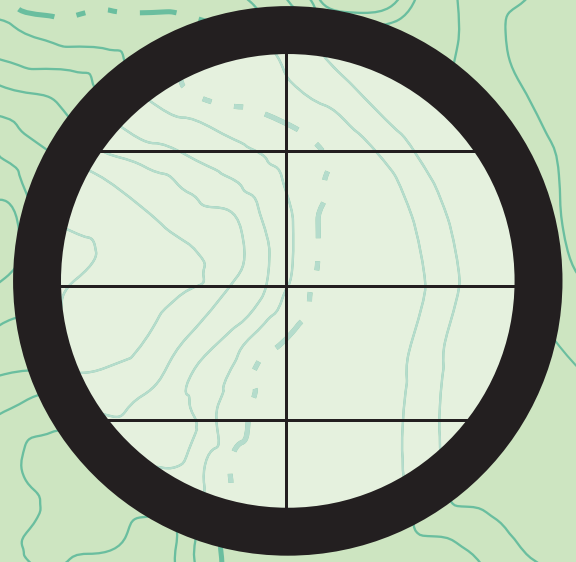


TOPOGRAFIA

**ALBERTO DE
CAMPOS BORGES**



**Aplicada à
Engenharia
Civil**

Blucher

VOLUME 1

Topografia

Blucher

ALBERTO DE CAMPOS BORGES

Foi:

Professor Titular de Topografia e Fotometria da Universidade Mackenzie

Professor Titular de Construções Cíveis da Universidade Mackenzie

Professor Pleno de Topografia na Escola de Engenharia Mauá

Professor Pleno de Construção de Edifícios na Escola de Engenharia Mauá

Professor Titular de Topografia da Faculdade de Engenharia da

Fundação Armando Alvares Penteado – FAAP

Topografia

VOLUME 1

3ª edição

Topografia – vol. 1

© 2013 Alberto de Campos Borges

3ª edição – 2013

1ª reimpressão – 2014

Editora Edgard Blücher Ltda.

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar

04531-012 – São Paulo – SP – Brasil

Tel 55 11 3078-5366

contato@blucher.com.br

www.blucher.com.br

Segundo Novo Acordo Ortográfico, conforme 5. ed.
do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*,
Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer
meios, sem autorização escrita da Editora.

Todos os direitos reservados pela Editora
Edgard Blücher Ltda.

FICHA CATALOGRÁFICA

Borges, Alberto de Campos

Topografia – v. 1 / Alberto de Campos Borges.–

3. ed. – São Paulo: Blucher, 2013.

ISBN 978-85-212-0762-7

1. Topografia 2. Engenharia civil I. Título

13-0338

CDD 526.98

Índices para catálogo sistemático:

1. Topografia

Apresentação

Este trabalho se divide em dois volumes. O Vol. 1, compõe-se da Topografia Básica, ou Elementar. As aplicações específicas da Topografia estão no segundo volume. Essa subdivisão corresponde ao curso de Topografia que o autor ministrou aos alunos do Curso Civil de três escolas de Engenharia da cidade de São Paulo: Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP), Escola de Engenharia da Universidade Mackenzie e Escola de Engenharia Mauá do Instituto Mauá de Tecnologia. Assim, o primeiro volume corresponde aos assuntos lecionados no primeiro semestre e o segundo volume aos temas do segundo semestre.

Pela ordem dos capítulos, os assuntos tratados neste primeiro volume são:

1. Definição, objetivos, divisões e unidades usuais da Topografia;
2. Equipamentos auxiliares da Topografia: balizas; fichas, trenas, cadernetas de campo;
3. Medidas de distâncias horizontais: métodos de medição;
4. Levantamentos empregando apenas medidas lineares;
5. Direções norte-sul magnética e norte-sul verdadeira, ou geográficas;
6. Rumos e azimutes, magnéticos e verdadeiros; transformações e atualizações de rumos e azimutes;
7. Bússolas;
8. Desvios da agulha; correções de rumos e azimutes;
9. Poligonação; levantamentos utilizando poligonais como linhas básicas;
10. Cálculo de coordenadas parciais; determinação do erro de fechamento linear das poligonais;
11. Ponto mais a oeste e cálculo de coordenadas totais;
12. Cálculo da área do polígono; métodos das duplas distâncias meridianas e das coordenadas totais;
13. Ajuste de poligonais secundárias;
14. Cálculo das áreas extrapoligonais;
15. Descrição do teodolito; diversos tipos; teoria dos nônios;
16. Métodos de medição de ângulos horizontais: direto e por deflexão;
17. Retificações do “trânsito” (teodolito);
18. Altimetria; nivelamentos geométricos; níveis e miras;
19. Retificações de níveis;

20. Taqueometria; taqueômetros normais e autorredutores;
21. Retificações de taqueômetros;
22. Medida de distâncias horizontais e verticais pelo método das rampas e com a mira de base (*subtense bar*);
23. Alidade-prancheta autorredutora.

Resumindo, vê-se que este primeiro volume estuda os métodos básicos de levantamento: medidas lineares, poligonização, nivelamento geométrico, taqueometria, irradiação; e os instrumentos topográficos fundamentais: bússolas, níveis, teodolitos e taqueômetros.

Como o segundo volume ainda se encontra em preparo, os capítulos não estão numerados; faremos, porém, um resumo de seus temas:

- Curvas de nível; métodos de obtenção topográficos e por aerofotogrametria;
- Locação de obras; edifícios, pontes, viadutos, túneis, bueiros, galerias;
- Medição de distâncias por métodos trigonométricos; distância entre pontos inacessíveis;
- Terraplenagem em plataformas horizontais e inclinadas;
- Arruamentos e loteamentos; levantamento da área, projeto e locação;
- Levantamentos subterrâneos; galeria de minas; equipamentos especiais;
- Topografia aplicada a hidrometria; medições de vazão, curvas batimétricas; uso do sextante; problema dos três pontos (Pothenet);
- Topografia para estradas; reconhecimento e linha de ensaio (linha básica);
- Projeto planimétrico; traçado geométrico;
- Curvas horizontais; circulares, espiral de transição, superelevação e superlargura;
- Projeto altimétrico; rampas e curvas verticais de concordância; curvas parabólicas simétricas e assimétricas;
- Locação da linha projetada (alinhamento); locação dos taludes;
- Cálculo dos volumes de terraplenagem: fórmula prismoidal; correção dos volumes nas curvas horizontais;
- Estudo do transporte de terra: diagrama de massas (Bruckner);
- Divisão de terras; partilhas;
- Triangulação topográfica; medidas da linha de base e dos ângulos; trilateração;
- Emprego da eletrônica na Topografia; telurômetros e distanciômetros; emprego do raio *laser*;
- Poligonização eletrônica; trilateração eletrônica; mudanças nos métodos de levantamento;
- Métodos de determinação do meridiano local; direção norte-sul verdadeira;
- Breves noções de Astronomia de campo;
- Breves noções de Geodésia;
- Fundamentos e possibilidades da Fotogrametria.

Introdução

Qual a posição da Topografia na Engenharia? A resposta é relativamente simples: a Topografia existe em todas as atividades da Engenharia que necessitam dela, como um “meio” e não como um “fim”. Ninguém cursa Topografia apenas por cursar, e sim porque ela serve de meio para outras finalidades. Pode-se afirmar que ela é aplicada em todos os trabalhos de Engenharia Civil, em menor ou maior escala. É utilizada em várias atividades das Engenharias Mecânica, Eletrotécnica, de Minas, e raramente em algumas atividades das Engenharias Química, Metalúrgica e Eletrônica.

Para entendermos o porquê dessas afirmações, é necessário saber o que a Topografia consegue fazer e as outras Ciências não: medir ou calcular distâncias horizontais e verticais, calcular ângulos horizontais e verticais com alta ou altíssima precisão. Quem mais pode medir distâncias horizontais com erro provável de 1 para 100 000? Quem mais pode calcular altitudes (cotas) com precisão de um décimo de milímetro? Quem mais pode medir ângulos horizontais e verticais com precisão de um segundo sexagesimal? Por isso, os métodos e equipamentos topográficos constituem um recurso para as atividades de Engenharia.

Citamos a seguir alguns exemplos, dentro dos trabalhos de Engenharia Civil, que usam da Topografia:

a) *Edificação*. A Topografia faz o levantamento plano-altimétrico do terreno, como dado fundamental ao projeto; após o projeto estar pronto, faz sua locação e, durante a execução da obra, controla as prumadas, os níveis e alinhamentos.

b) *Estradas* (rodovias e ferrovias). A Topografia participa do “reconhecimento”; ajuda no “antiprojeto”; executa a “linha de ensaio” ou “linha básica”; faz o projeto do traçado geométrico; loca-o; projeta a terraplenagem; resolve o problema de transporte de terra; controla a execução e pavimentação (a infraestrutura, no caso das ferrovias); colabora na sinalização, corrige falhas, tais como curvas mal traçadas etc.

c) *Barragens*. A Topografia faz os levantamentos plano-altimétricos para o projeto, loca-o, determina o contorno da área inundada; controla a execução, sempre nos problemas de prumadas, níveis e alinhamentos.

A Topografia é utilizada também em trabalhos de saneamento, água, esgoto; construção de pontes, viadutos, túneis, portos, canais, irrigação, arruamentos e loteamentos, sempre como um “meio” para atingir outra finalidade. Na Engenharia Mecânica ela é indispensável na “locação de bases de máquinas e nas montagens mecânicas de alta precisão”. Na Engenharia Eletrotécnica é utilizada nas hidrelétricas,

subestações e linhas de transmissão. É comum também a aplicação de Coordenadas U.T.M. para arquivo de dados dos sistemas de distribuição primário e secundário.

A Topografia procede aos levantamentos das galerias de mineração, ajuda nas partilhas de propriedades e, na Agricultura, nas curvas de nível ou de desnível.

Por tudo isso, é lamentável que a Engenharia atualmente praticada em nosso país coloque a Topografia em posição secundária, com tristes consequências: vias urbanas expressas com curvas mal traçadas que ocasionam muitos acidentes, complexos viários com espirais de transição dispostas de modo contrário, viadutos e “elevados” com terríveis sinuosidades, imprevisão nos locais de colocação indispensável de *guard-rail* (defensas), colocação imprópria de sinalização. Em apoio ao que foi afirmado, podem testemunhar os engenheiros responsáveis pela execução de projetos que constatarem incoerências de medidas entre o projeto e a obra, sempre como consequência de levantamentos malfeitos.

Toda atividade prática contém erro, e a Topografia não pode ser exceção. O que pretendemos, portanto, é que a Topografia seja praticada com erros aceitáveis e, para isso, é necessário que a tomemos como uma atividade importante dentro da Engenharia. E será, pondo seu estudo em nível realmente universitário, que se conseguirá aplicá-la dentro dos limites de erro aceitáveis.

Conteúdo

- 1** Topografia: definição, objetivos, divisões e unidades usuais 11
- 2** Equipamentos auxiliares da Topografia 17
- 3** Métodos de medição de distâncias horizontais 23
- 4** Levantamento de pequenas propriedades somente com medidas lineares 35
- 5** Direções norte-sul magnética e norte-sul verdadeira 43
- 6** Rumos e azimutes 47
- 7** Bússolas 57
- 8** Correção de rumos e azimutes 61
- 9** Levantamento utilizando poligonais como linhas básicas 76
- 10** Cálculo de coordenadas parciais, de abscissas parciais e de ordenadas parciais 80
- 11** O ponto mais a oeste e cálculo de coordenadas totais 92
- 12** Cálculo de área de polígono 97

- 13** Poligonais secundárias, cálculo analítico de lados de poligonais 110
- 14** Áreas extrapoligonais 117
- 15** Teodolito 129
- 16** Métodos de medição de ângulos 134
- 17** Retificações de trânsito 142
- 18** Altimetria-nivelamento geométrico 153
- 19** Retificação de níveis 163
- 20** Taqueometria 173
- 21** Cálculo das distâncias horizontal e vertical entre dois pontos pelo método das rampas e pela mira de base 199
- 22** Alidade prancheta 203
- 23** Equipamento eletrônico 208

1

Topografia: definição, objetivos, divisões e unidades usuais

A Topografia [do grego *topos* (lugar) e *graphein* (descrever)] é a ciência aplicada cujo objetivo é representar, no papel, a configuração de uma porção de terreno com as benfeitorias que estão em sua superfície. Ela permite a representação, em planta, dos limites de uma propriedade, dos detalhes que estão em seu interior (cercas, construções, campos cultivados e benfeitorias em geral, córregos, vales, espigões etc.).

É a Topografia que, por meio de plantas com curvas de nível, representa o relevo do solo com todas as suas elevações e depressões. Também nos permite conhecer a diferença de nível entre dois pontos, seja qual for a distância que os separe; faz-nos conhecer o volume de terra que deverá ser retirado (corte) ou colocado (aterro) para que um terreno, originalmente irregular, torne-se plano, para nele se edificar ou para quaisquer outras finalidades. A Topografia possibilita-nos, ainda, iniciar a perfuração de um túnel simultaneamente de ambos os lados da montanha com a certeza de perfurar apenas um túnel e não dois, por um erro de direção, uma vez que fornece as direções exatas a seguir.

Quando se deseja represar um curso d'água a fim de se explorar a energia hidráulica para a produção de energia elétrica, será a Topografia que, por intermédio de estudos prévios da bacia hidrográfica, determinará as áreas do terreno que serão submersas, procedendo-se à evacuação e à desapropriação dessas terras.

Podemos afirmar, sem medo de exageros, que a Topografia se encaixa dentro de qualquer atividade do engenheiro, pois, de uma forma ou de outra, é básica para os estudos necessários quando da construção de uma estrada, uma ponte, uma barragem, um túnel, uma linha de transmissão de força, uma grande indústria, uma edificação ou, ainda, na perfuração de minas, na distribuição de água em uma cidade etc. Seria muito longo, neste capítulo inicial, citar todas as aplicações da Topografia; elas vão surgir à medida que o assunto estiver sendo exposto.

DIVISÕES DA TOPOGRAFIA

A Topografia comporta duas divisões principais, a planimetria e a altimetria.

Na *planimetria* são medidas as grandezas sobre um plano horizontal. Essas grandezas são as distâncias e os ângulos, portanto, as *distâncias horizontais* e os *ângulos horizontais*. Para representá-las, teremos de fazê-lo por meio de uma vista

de cima, e elas aparecerão projetadas sobre um mesmo plano horizontal. Essa representação chama-se *planta*, portanto a planimetria será representada na planta.

Pela *altimetria*, fazemos as medições das distâncias e dos ângulos verticais que, na planta, não podem ser representados (exceção feita às *curvas de nível*, que serão vistas mais adiante). Por essa razão, a altimetria usa como representação a *vista lateral*, ou *perfil*, ou *corte*, ou *elevação*; os detalhes da altimetria são representados sobre um plano vertical. A única exceção é constituída pelas curvas de nível, que, embora sendo um detalhe da altimetria, aparecem nas plantas; porém é cedo para abordar esse assunto e, para ele, existem longos capítulos adiante.

As aplicações diversas da Topografia fazem com que surjam outras subdivisões para essa ciência: usos em Hidrografia, Topografia para galeria de minas, Topografia de precisão, Topografia para estradas etc.; todas elas, porém, se baseiam sempre nas duas divisões principais *planimetria* e *altimetria*.

Nas plantas, para a planimetria, e nos perfis, para a altimetria, necessitamos usar uma escala para reduzir as medidas reais a valores que caibam no papel para a representação. Essa escala é a relação entre dois valores, o real e o do desenho. Assim, quando usamos a escala 1:100 (fala-se um para cem), cada cem unidades reais serão representados, no papel, por uma unidade, ou seja, 100 m valerão, no desenho, apenas 1 m.

As escalas mais comuns usadas na topografia são citadas a seguir. Para a planimetria:

- a) representação em plantas, de pequenos lotes urbanos, escalas 1:100 ou 1:200;
- b) plantas de arruamentos e loteamentos urbanos, escalas 1:1.000;
- c) plantas de propriedades rurais, dependendo de suas dimensões, escalas 1:1.000, 1:2 000, 1:5.000;
- d) escalas inferiores a essas são aplicadas em geral nas representações de grandes regiões, encaixando-se no campo dos mapas geográficos.

Para a altimetria:

Geralmente as escalas são diferentes para representar os valores horizontais e os valores verticais; para realçar as diferenças de nível, a escala vertical costuma ser maior que a horizontal; por exemplo, escala horizontal 1:1000 e escala vertical 1:100.

Para sabermos com que valor se representa uma medida no desenho, bastará dividi-la pela escala.

EXEMPLO 1.1 Representar, no desenho, o comprimento de 324 m em escala 1:500:

$$d = \frac{324 \text{ m}}{500} = 0,648 \text{ m, ou seja, } 64,8 \text{ cm.}$$

Para a operação contrária, deve-se multiplicar pela escala.

EXEMPLO 1.2 Numa planta em escala 1:250, dois pontos, *A* e *B*, estão afastados de 43,2 cm. Qual a distância real entre eles?

$$d = 0,432 \text{ m} \times 250 = 108 \text{ m.}$$

Quando se trata de áreas, os valores obtidos na planta devem ser multiplicados pelo quadrado da escala, para se obter a grandeza real.

EXEMPLO 1.3 Medindo-se uma figura retangular sobre uma planta em escala 1:200, obtiveram-se lados de 12 e 5 cm. Qual a superfície do terreno que o retângulo representa?

$$\text{Área na planta} = a \text{ m}^2 = 0,12 \text{ m} \times 0,05 \text{ m} = 0,006 \text{ m}^2.$$

$$\text{Área real} = A = 0,006 \text{ m}^2 \times \overline{200}^2 = 240 \text{ m}^2.$$

Fazendo-se as operações parceladamente, facilmente se compreende por que se deve multiplicar pela escala ao quadrado: o lado de 0,12 m representa, na realidade,

$$0,12 \text{ m} \times 200 = 24 \text{ m};$$

o lado de 0,05 m representa

$$0,05 \times 200 = 10 \text{ m};$$

portanto,

$$A = 24 \times 10 \text{ m} = 240 \text{ m}^2$$

ou, ainda,

$$A = 0,12 \text{ m} \times 200 \times 0,05 \text{ m} \times 200 = 0,12 \text{ m} \times 0,05 \text{ m} \times \overline{200}^2 = 240 \text{ m}^2.$$

Para facilidade de representação no desenho e, depois, para simplificar sua interpretação, é hábito usar escalas cujos valores sejam de multiplicação e divisão fáceis, ou seja,

$$1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1\ 000 \text{ etc.}$$

Algumas vezes, podem ser empregadas, ainda, escalas 1:250, 1:300 ou 1:400. Nunca, porém, se emprega 1:372 ou valores semelhantes, pois haveria muita dificuldade em realizar o desenho e, depois, em converter as distâncias gráficas em valores reais.

Às vezes ocorre que um desenho, ao ser copiado em clichês para impressão em livros ou revistas, sofre reduções fracionárias que tornam suas escalas indeterminadas. Se, no desenho, aparecerem valores marcados (cotados), poderemos determinar a escala da impressão dividindo a distância indicada pela distância obtida graficamente no desenho.

EXEMPLO 1.4 Numa planta, verificamos que os pontos 1 e 2 têm uma distância indicada de 820 m e que aparecem, no desenho, afastados 37 cm. Qual a escala?

$$E = \frac{820 \text{ m}}{0,37 \text{ m}} = 2\ 216,2;$$

portanto a escala 1:2 216,2. Dessa forma, qualquer outra distância, não cotada na planta, poderá ser calculada desde que se obtenha a distância no desenho e se multiplique por 2 216,2.

LIMITES DA TOPOGRAFIA

Na Topografia, para as representações e cálculos, supõe-se a Terra como sendo plana, quando, na realidade, esta é um elipsóide de revolução, achatado. Esse elipsoide, na maioria dos casos, pode ser interpretado como uma esfera. Pode-se afirmar que, quando as distâncias forem muito pequenas, seus valores, medidos sobre a superfície esférica, resultarão sensivelmente iguais àqueles medidos sobre um plano. É necessário, porém, que se fixem os limites para que isso aconteça. Acima desses limites, o erro será exagerado, e os métodos topográficos deverão ser substituídos pelos geodésicos, pois estes já levam em consideração a curvatura da Terra.

Segundo W. Jordan, o limite para se considerar uma superfície terrestre como plana é 55 km^2 , ou seja, $55\,000\,000 \text{ m}^2$; ou, ainda, numa unidade muito usada no Brasil (alqueire paulista = $24\,200 \text{ m}^2$), cerca de 2 272,7 alqueires paulistas. Ainda assim, trata-se de um limite para um trabalho de grande precisão. Para medições aproximadas, de propriedades rurais, os métodos topográficos podem satisfazer até o dobro da área citada, ou seja, cerca de 5 000 alqueires.

Acima desses limites, a curvatura da Terra produzirá erros que não poderão ser evitados nem por cuidados do operador, nem pela perfeição dos aparelhos. Num levantamento dos limites, de uma propriedade excessivamente grande, por processo poligonal, mesmo supondo-se a medida de todos os ângulos e distâncias sem qualquer erro, ainda assim, no cálculo, o polígono não fechará, pois está suposto sobre um plano, quando, na realidade, está sobre uma esfera.

UNIDADES EMPREGADAS NA TOPOGRAFIA

As grandezas mais frequentes na Topografia são distâncias e ângulos; além destas aparecem áreas e volumes. Para distâncias, a unidade universalmente empregada é o metro com seus submúltiplos: decímetro, centímetro e milímetro. Excepcionalmente pode-se empregar o quilômetro, mas, raramente, pois a Topografia não se destina a grandes distâncias. Para a expressão de áreas, usa-se o metro quadrado, salvo em propriedades de zonas rurais, onde ainda se fala em alqueire paulista ou mineiro; para volumes usa-se o metro cúbico. Adiante daremos uma relação de valores comparativos de unidades lineares, de área e de volumes. Para ângulos, a Topografia só emprega os graus sexagesimais ou grados centésimos; para fins militares existe o *milésimo*.

O grau sexagesimal é $1/360$ da circunferência, sendo cada grau dividido em 60 min e cada minuto em 60 s. Portanto, já que a circunferência tem 360 graus e o grau tem 60 min, a circunferência tem $360 \times 60 = 21\,600$ min; e tem $21\,600 \times 60 = 1\,296\,000$ s.

O grado centesimal é $1/400$ da circunferência, sendo cada grado dividido em 100 min de grado, e cada minuto dividido em 100 s de grado; portanto, a circunferência tem 40 000 min ou 4 000 000 s. Essa unidade é bem mais prática para uso, pois, sendo decimal, não exige os cansativos trabalhos de transformação que o grau sexagesimal implica.

Os cálculos militares empregam o milésimo. O milésimo é a abertura angular resultante da paralaxe de 1 a 1 000 m de distância (Figura 1.1).

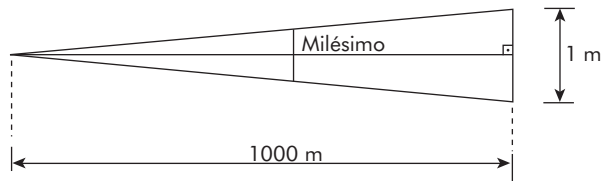


Figura 1.1

Uma circunferência com raio 1 000 m tem como comprimento $C = 2\pi R = 6\,283,185308$ m; um metro representa pois uma fração da circunferência igual a $1/6283,185308$. Significa que a circunferência tem $6\,283,185308$ milésimos. Esse é o valor exato do *milésimo*. Acontece que o grande emprego do milésimo está no setor militar por razões de rapidez de cálculos.

Vejamus um exemplo: um binóculo apresenta gravação de retículos de milésimo em milésimo nas duas direções, horizontal e vertical. Observando uma torre que sabemos ter 40 m de altura, vemos que ela se encaixa em 5 milésimos. Qual a distância entre nós e a torre?

SOLUÇÃO. Se 40 m correspondem a 5 milésimos; quantos metros de altura corresponderão a 1 milésimo?

$$h = \frac{40}{5} = 8 \text{ m}$$

Já que 1 milésimo corresponde a 1 m para a distância de 1000 m, o mesmo milésimo corresponderá a 8 m a uma distância de 8 000 m.

RESPOSTA. Estamos a *cerca* de 8 000 m da torre. *Nota:* todo o cálculo é apenas aproximado.

Comparando o milésimo com o radiano (unidade mais usada para fins matemáticos) vemos que o milésimo corresponde a uma milésima parte do radiano, daí o seu nome.

A circunferência tem $2\pi \times 1\,000$ milésimos enquanto que tem $2\pi R/R = 2\pi \times 1$ rad, portanto o radiano é mil vezes maior do que o milésimo.

Para uso prático, o número de milésimos da circunferência completa é aumentado e arredondado para 6 400 (o número 6 400 foi adotado por ser múltiplo de 2, 4, 5, 8 etc.). Assim cada quadrante corresponderá a 1 600 milésimos; 45° correspondem a 800 milésimos etc. É natural que esta aproximação torna os cálculos ainda menos corretos, porém facilitam e aceleram.

Quanto às medidas de distâncias, os poucos países, como os Estados Unidos e Inglaterra que não utilizavam o *metro* como unidade, já oficializaram o seu uso.

Logicamente levará algum tempo para que o uso pelo povo se generalize. Assim os livros técnicos ainda falarão de polegadas, pés, jardas e milhas durante algum tempo mais.

$$1 \text{ polegada} = 2,54 \text{ cm},$$

$$1 \text{ pé} = 12 \text{ polegadas} = 30,48 \text{ cm},$$

$$1 \text{ jarda} = 3 \text{ pés} = 91,44 \text{ cm} = 0,9144 \text{ m},$$

$$1 \text{ milha} = 1\,760 \text{ jardas} = 1\,609,34 \text{ m}.$$

Para avaliação de áreas de pequenas e médias propriedades, usa-se o metro quadrado. Para grandes áreas, pode-se usar o quilômetro quadrado, correspondente a um milhão de metros quadrados. No Brasil, ainda se emprega o *are*, correspondente a 100 m^2 , e o hectare, valendo $10\,000 \text{ m}^2$. O hectare é empregado para áreas de propriedades rurais. No entanto, o hábito faz com que ainda se utilize o alqueire como medida.

O *alqueire paulista* corresponde a um retângulo de $110 \times 220 \text{ m} = 24\,200 \text{ m}^2$. O *alqueire mineiro* ou *goiano* corresponde a um quadrado de $220 \times 220 \text{ m} = 48\,400 \text{ m}^2$. O alqueire paulista é aproximadamente 2,5 vezes o hectare, o que facilita as transformações; uma propriedade com 40 alqueires paulistas corresponde aproximadamente a $40 \times 2,5 = 100$ hectares.

A medida americana antiga para áreas é o *acre* que corresponde a 4 840 jardas quadradas ou $0,9144^2 \times 4\,840 = 4\,046,86 \text{ m}^2$. Para cálculos aproximados, pode-se considerar o *acre* valendo $4\,000 \text{ m}^2$.

Para volumes, usa-se o metro cúbico e, excepcionalmente, para pequenos volumes de água (medidas de vazão), o litro. Um metro cúbico contém 1 000 litros.