

2.2. Desenho da área

Para desenhar traça-se inicialmente o alinhamento MN, com seu azimute e distância. A partir do ponto M assinalam-se as direções obtidas no levantamento para todos os pontos. Faz-se o mesmo a partir do ponto N, definindo assim os pontos onde essas direções se interceptam (pontos 0, 1, 2, 3, ..., 7) (Figura 2.61). A escala usada para definir MN será automaticamente a escala da planta.

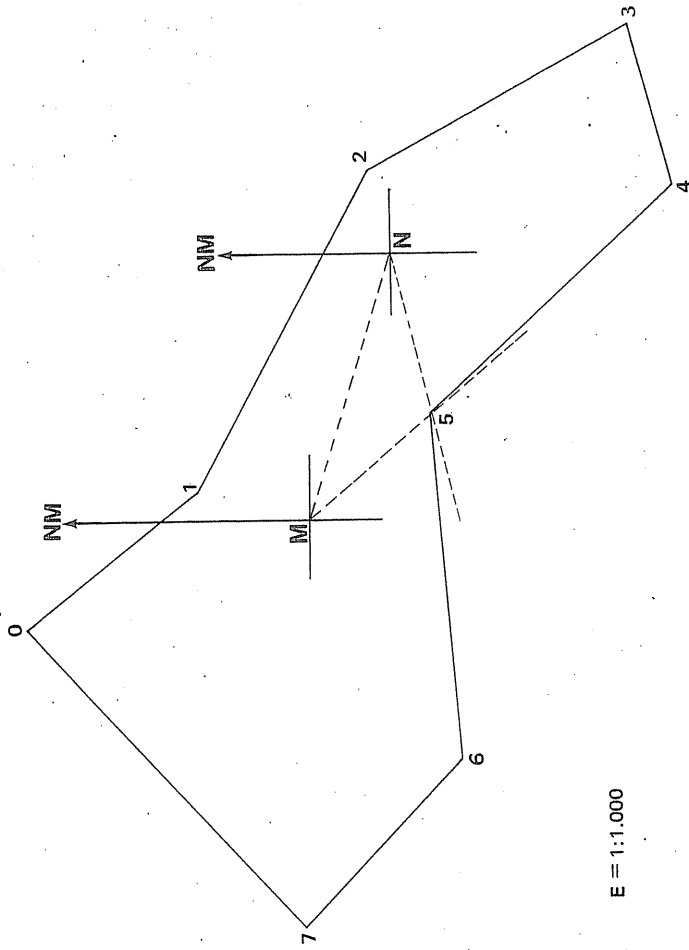


Figura 2-61

3. Levantamento por Caminhamento

É o levantamento planimétrico mais utilizado na prática, principalmente para áreas relativamente grandes e acidentadas. Neste caso, para representar a planimetria de uma área, o operador deve caminhar sobre as linhas das divisas, instalando o aparelho nos pontos que melhor definem os detalhes planimétricos, para medir as distâncias e os ângulos formados pelas linhas de divisa. É um método trabalhoso, mas muito bom quanto à precisão. Na prática, quando as divisas são formadas por rios, cercas ou estradas, efetua-se o levantamento por caminhada de uma poligonal de base que mais se aproxime das linhas de divisa.

depende de cuidados do operador, pois também não apresenta a possibilidade de controle de erro.

O método tem seu princípio de funcionamento baseado na construção de um triângulo em que se conhecem um lado e seus 2 ângulos adjacentes. A representação da posição do ponto topográfico é determinada pela interseção das direções determinadas pelos 2 ângulos formados (Figura 2.59).

A condição de aplicação do método é que se escolham 2 pontos dentro ou fora da área a ser levantada, a partir dos quais se possa visar todos os vértices do perímetro. Deve-se conhecer a distância entre esses 2 pontos e a sua orientação com o N magnético. É ainda importante observar que a distância entre esses 2 pontos seja proporcional ao tamanho da área quando for feita sua colocação no terreno, para que a direção dos vértices obtenha uma boa condição de interseção. Devem ser evitados casos como os da figura 2.60. Quando isso não é possível, pode-se recorrer a outro processo na determinação do ponto mais prejudicado.

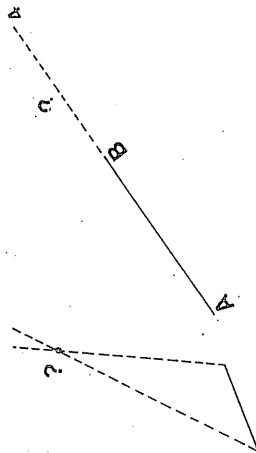


Figura 2-60

2.1. Procedimento no campo

Instala-se o aparelho sobre um dos pontos, seja M, nivela-se, orienta-se o círculo graduado com o N magnético. Determinam-se todos os rumos ou azimutes dos alinhamentos formados por esse ponto e os pontos do perímetro. A seguir, leva-se o aparelho para o ponto N e procede-se da mesma forma. Determina-se a distância entre M e N e o seu rumo ou azimute.

Planilha

Alinhamentos	Azimutes	Alinhamentos	Azimutes
M - 0	340° 16'	N - 0	317° 53'
M - 1	14° 53'	N - 1	310° 20'
M - 2	108° 13'	N - 2	80° 38'
M - 3	128° 13'	N - 3	137° 42'
M - 4	142° 42'	N - 4	168° 31'
M - 5	147° 39'	N - 5	259° 41'
M - 6	234° 42'	N - 6	264° 31'
M - 7	267° 40'	N - 7	279° 33'

MN = 40 m

Az_{MN} = 116° 10'

Amarram-se a essa poligonal de base por irradiação, intersecção ou outro processo geométrico qualquer, as linhas que definem o perímetro. Acidentes ou detalhes no interior da área podem ser amarrados à poligonal de base ou através de poligonais abertas que partem da poligonal de base.

Durante o caminhar, os ângulos horizontais podem ser medidos por dois processos (deflexões ou ângulos internos) sendo o mais usual por deflexões. Deflexão é o ângulo que o novo alinhamento forma com o prolongamento do alinhamento anterior. Varia de 0° a 180° num e noutro sentido e permite calcular distâncias pequenas, ou muito inclinadas, ocasiões em que se lança mão da corrente. Na medição dos ângulos assim como das distâncias podem ocorrer erros acidentais durante o levantamento. Este método permite compará-los com os chamados limites de tolerância definidos para os dados de cada poligonal em estudo.

Para desenvolver este tipo de levantamento são necessárias três pessoas: um operador, um balizeiro de ré e um balizeiro de vante, que pode ainda acumular as funções de porta-mira.

Durante as operações de campo, é importante que se anotem: a) medições de distâncias e ângulos que compõem a poligonal de base; b) medições efetuadas nas amarrações, isto é, medições efetuadas para referenciar os pontos que definem divisas ou detalhes de interesse aos vértices da poligonal; c) ao mesmo tempo que se procede às medições, deve-se efetuar um "croqui" detalhado de todas as operações executadas, ou seja, um esboço de todo o trabalho de campo com as anotações de tudo que se julgar de interesse.

Terminadas as operações de campo, a fase seguinte será o trabalho de escritório, onde se desenvolvem métodos de transformação para representar a planta e efetuar o cálculo da área.

3.1. Operações de campo

3.1.1. Poligonal de base

Partindo de um ponto escolhido como origem, percorre-se a poligonal de base medindo-se as distâncias e os ângulos horizontais formados pelos alinhamentos e retorna-se ao ponto inicial (Figura 2.62). Como já se comentou, na prática, raramente o perímetro coincide com a poligonal de base, pois o perímetro pode ser constituído de linhas curvas ou cercas, rios, estradas, etc.; torna-se então necessário caminhar afastado do perímetro, caminhando-se na parte interna ou externa da área. Isso quer dizer que os pontos que compõem o perímetro terão que ser amarrados ou referenciados à poligonal e isto é feito através de processos auxiliares como irradiação, intersecção ou ordenadas. É importante que a poligonal de base seja formada bem próxima do perímetro, para que os erros lineares e angulares nela cometidos sejam representativos da área levantada.

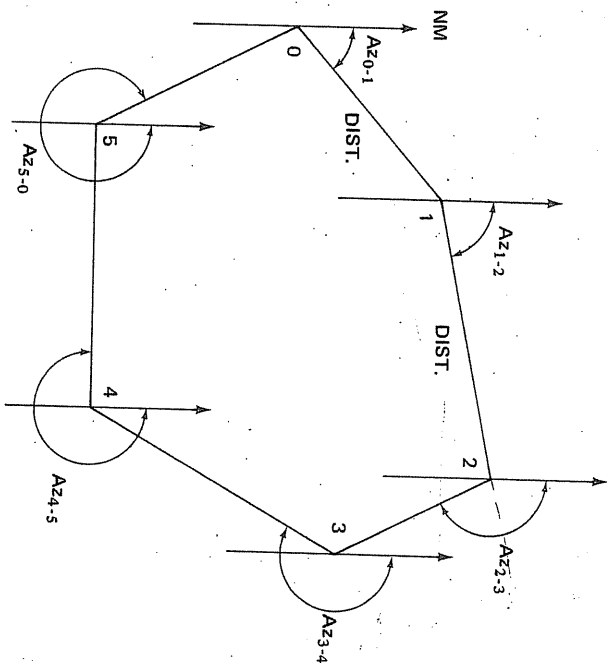


Figura 2-62

3.1.2. Amarrações

Quando se utilizam processos auxiliares para amarrar pontos do perímetro aos vértices da poligonal de base (Figura 2.63), ou quando se utilizam poligonais

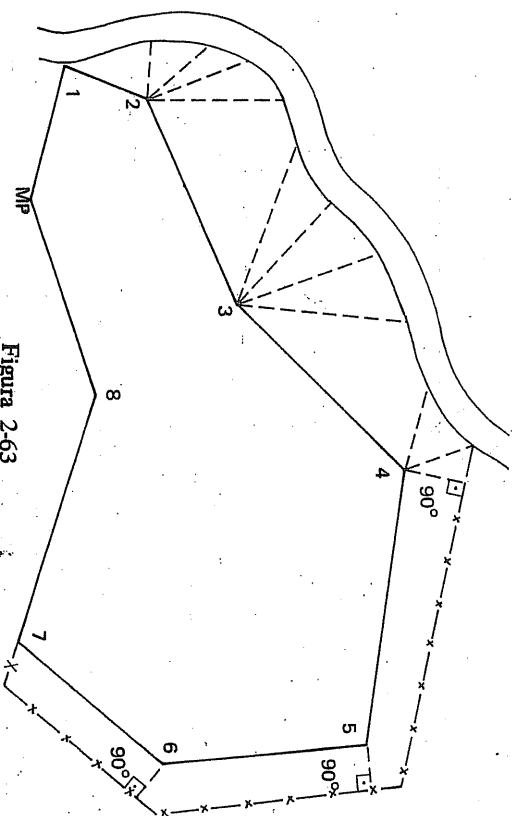


Figura 2-63

abertas para representar acidentes ou detalhes internos da área (Figura 2.64), deve-se confeccionar um croqui bem detalhado, assim como tomar muito cuidado na anotação das distâncias e ângulos para facilitar a sua representação gráfica.

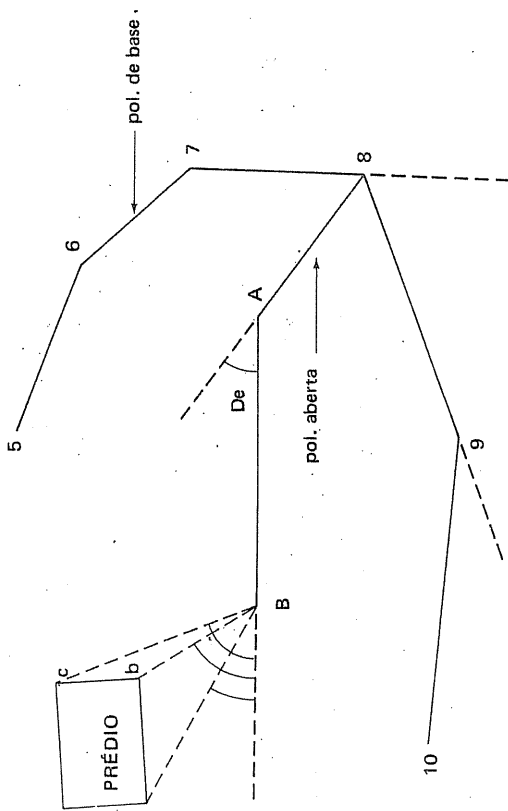


Figura 2-64

3.1.3. Medição de ângulos e distâncias

Os dados de medições de ângulos e distâncias efetuadas no campo podem ser anotados em cadernetas específicas. Para efetuar a medição, o operador deve cravar um piquete no local onde deseja iniciar o levantamento (ponto MP). Estaciona o teodolito sobre esse ponto, nivela, ajusta o círculo graduado e orienta o instrumento. Ao mesmo tempo crava outro piquete no ponto 1, escolhido pelo balizeiro de vante para ser o outro vértice da poligonal. O segmento de reta MP - 1 será o primeiro lado da poligonal. Nessas condições, o balizeiro de vante apruma a baliza no ponto 1 e o operador (com o parafuso do movimento geral preso) solta o parafuso do movimento particular e visa o pé da baliza em 1. Lê para esse primeiro alinhamento o azimute lido na bússola e o azimute calculado no círculo graduado. A seguir o balizeiro de vante retira a baliza e apruma no mesmo ponto a mira graduada para ler os retículos e o ângulo de inclinação da luneta, com a finalidade de avaliar a distância horizontal entre os dois pontos. A distância horizontal pode ser medida indiretamente por estadiometria ou diretamente com o diastimetro (trena, corrente do agrimensor). A distância horizontal é calculada indiretamente pela fórmula estadiométrica:

$$DH = 100 H \cos^2 \alpha$$

onde:

H = diferença entre os retículos extremos, e
 α = ângulo de inclinação da luneta.

Após lido o azimute magnético do alinhamento MP - 1, para os outros alinhamentos da poligonal de base pode-se ler as deflexões e através destas calcular os azimutes pela fórmula geral dos azimutes:

$$AZ_n = AZ_{n-1} + Dd$$

$$AZ_n = AZ_{n-1} - De$$

Terminado todo o caminhamento, isto é, quando se chega novamente ao MP, determina-se a deflexão de MP - 1 em relação ao último alinhamento (n - MP), para que se possa calcular através dessa deflexão o azimute de Mp - 1 (Figura 2.65).

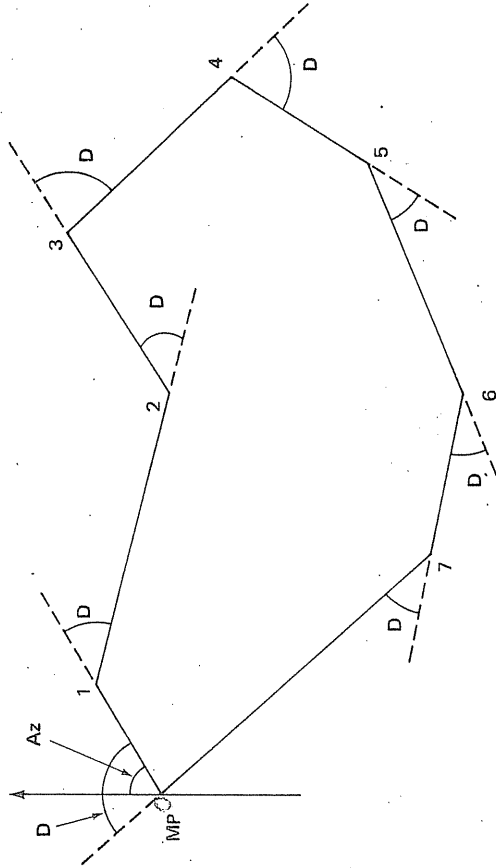


Figura 2-65

Para determinar a deflexão que o alinhamento 1 - 2 faz com MP - 1, instala-se o teodolito no ponto 1, nivela-se e ajusta-se o círculo graduado. Obedecendo a procedimento já descrito, efetua-se a leitura das deflexões. A diferença entre a soma das deflexões à direita e a soma das deflexões à esquerda deve ser igual a 360°, porque a soma de todos os ângulos externos de um polígono qualquer é igual a 360°, considerando que os ângulos entrantes são negativos. Na prática, devido aos erros acidentais, encontra-se geralmente uma diferença para mais ou para menos. Essa diferença corresponde ao erro angular de fechamento. Os dados de amarrações podem ser registrados juntamente com a planilha de caminhamento ou separado.

3.2. Trabalho de escritório

Para melhor compreensão da seqüência a ser obedecida no desenvolvimento de uma planilha de caminhamento (poligonal de base) até a obtenção do desenho da planta e o desenho da área, adotar-se-ão como exemplo os dados de campo que se seguem: *

Alinhamentos	Distância		Deflexões		Azimutes	
	Ret.	α	Esquerda	Direita	Lidos	Calculados
MP - 1	1,305				148°30'	148°40'
	1,1525	1°30'				
	1,000					
1 - 2	1,520					120°12'
	1,260	2°28'	28°28'			
	1,000					
2 - 3	1,420					153°21'
	1,210	2°20'		33°09'		
	1,000					
3 - 4	1,230					259°13'
	1,115	1°08'		105°52'		
	1,000					
4 - 5	1,470					319°59'
	1,235	2°14'		60°46'		
	1,000					
5 - 6	1,480					266°51'
	1,240	2°30'	53°08'			
	1,000					
6 - 7	1,300					316°40'
	1,150	1°02'		49°49'		
	1,000					
7 - MP	1,570					47°08'
	1,285	1°30'		90°28'		
	1,000					
MP - 1				101°29'		148°37'

Inicialmente transformam-se os dados de campo em distâncias e azimutes calculados para cada alinhamento, pelas fórmulas mencionadas e obtêm-se os dados da tabela abaixo:

Alinhamentos	Distâncias (m)	Deflexões		Azimutes
		Esquerda	Direita	
MP - 1	30,48	-	-	148°40'
1 - 2	51,90	28°28'	-	120°12'
2 - 3	41,93	-	33°09'	153°21'
3 - 4	22,99	-	105°52'	259°13'
4 - 5	46,93	-	60°46'	319°59'
5 - 6	47,91	53°08'	-	266°51'
6 - 7	29,99	-	49°49'	316°40'
7 - MP	56,96	-	90°28'	47°08'
MP - 1			101°29'	148°37'
	P = 329,09	$\Sigma = 81°36'$	$\Sigma = 441°33'$	

3.2.1. Erro angular de fechamento (e.a.f.)

É um erro accidental e poderá ser determinado pelas deflexões, como já se comentou, ou por diferença entre os azimutes calculados. A diferença entre a soma das deflexões à direita e a soma das deflexões à esquerda corresponde ao erro angular. Pode ser para mais ou para menos. No presente caso, o erro angular será:

$$\Sigma \text{ Defl. à direita} = 441°33'$$

$$\Sigma \text{ Defl. à esquerda} = 81°36'$$

$$359°57'$$

$$\text{e.a.f.} = 359°60' - 359°57' = 0°03' \text{ para menos.}$$

O erro angular pode também ser determinado pela diferença entre azimutes: o azimute inicial MP - 1 (de saída) e o azimute final MP - 1 (de chegada) devem ser iguais. Pelos dados de planilha, observa-se que o valor de MP - 1 de saída é 148°40' e no final obtive-se por cálculo o valor de 148°37' para o mesmo alinhamento MP - 1. Isso quer dizer que o erro de fechamento será:

$$\text{e.a.f.} = 148°40' - 148°37' = 0°03', \text{ o qual deverá ser anulado por compensação.}$$

O erro angular dá uma idéia da precisão com que os ângulos foram medidos. Em trabalhos de Topografia, o erro provável vale:

$$E = \pm a \sqrt{n}$$

onde:

a = apreciação do aparelho
n = número de observações

A apreciação do aparelho é dada pela relação entre a menor divisão do círculo graduado e o número de partes iguais do nônio. Assim para um círculo dividido em 30 minutos e um nônio dividido em 30 partes, a apreciação será 1 minuto. A precisão de um goniômetro é dada pela sua apreciação.

O erro tolerável admissível é expresso por:

$$E_t = \pm m.a. \sqrt{n}$$

Adotam-se para m valores compreendidos entre 1 e 3. Nas poligonais, quando o instrumento fornece a 1', é suficiente considerar o erro tolerável (E_t) expresso por:

$$E_t = \pm 1' \sqrt{n}$$

Pode-se dizer que, quando o valor do erro angular está dentro desses limites, significa que o trabalho foi bem conduzido. Para levantamento de menor precisão e, quando os terrenos são muito irregulares, pode-se atribuir valores mais amplos para m. Quando se utilizar m = 2, pode-se considerar que o índice de trabalho é aceitável. Na planilha utilizada como exemplo, sendo o e.a.f. de $0^{\circ}03'$ e n = 8 estações, considerando o limite máximo de $2 \times 1' \times \sqrt{8} = 2 \times 2,8' = 5,6'$, portanto enquadrando-se o e.a.f. dentro do máximo permissível deve o operador efetuar a leitura de ângulos com bastante cuidado para que o erro angular de fechamento se encaixe dentro dos limites permissíveis. A determinação desse erro não se constitui num índice rígido quanto à qualidade do trabalho, pois o valor encontrado é simplesmente um resíduo dos erros acidentais, pois podem ocorrer compensações durante o levantamento, no entanto ainda é uma das formas que se possui para julgar a qualidade de um trabalho e deve ser levada em consideração.

3.2.2. Compensação do erro angular de fechamento

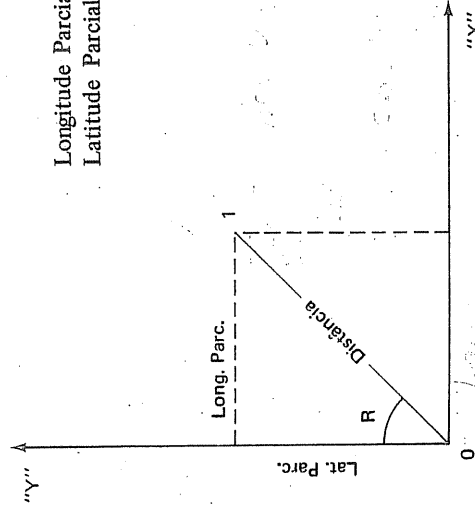
Estando o erro angular dentro do limite de tolerância, para que a planta feche nos ângulos, efetua-se uma compensação que pode ser positiva quando o erro é para menos e negativa quando o erro é para mais. Na planilha em estudo o erro foi para menos ($0^{\circ}03'$), devendo então a compensação ser positiva. Na prática, costuma-se compensar adicionando ou retirando o total do erro do último alinhamento (MP - 1 de chegada), no penúltimo o total menos um minuto e assim por diante, como mostra o quadro a seguir:

Alinhamento	Azimute Calc.	Compensação	Az. Calc. Comp.
MP - 1	148°40'	—	148°40'
1 - 2	120°12'	—	120°12'
2 - 3	153°21'	—	153°21'
3 - 4	259°13'	—	259°13'
4 - 5	319°59'	—	319°59'
5 - 6	266°51'	—	266°51'
6 - 7	316°40'	1	316°41'
7 - MP	47°08'	2	47°10'
MP - 1	148°37'	3	148°40'

3.2.3. Coordenadas parciais ou relativas

Para desenhar a planta, determinar o erro linear e calcular analiticamente a área da poligonal de base, torna-se necessário transformar os dados em coordenadas, num sistema de eixo ortogonais. O eixo das ordenadas ou eixo dos "Y" representará o meridiano de referência que pode ser verdadeiro, magnético ou assumido, dando a direção N-S. O eixo das abcissas ou eixo dos "X" dará a direção E-W. A latitude ou ordenada de um ponto corresponde à sua projeção no eixo dos "Y", podendo ser positiva (N) e negativa (S). A longitude ou abcissa de um ponto corresponde à sua projeção no eixo dos "X", podendo ser positiva (E) e negativa (W).

Pela figura 2.66, pode-se constatar que, convertendo-se os azimutes com- pensados em rumos e tendo-se o seno e o co-seno do rumo de cada alinhamento, o produto desses valores pela respectiva distância dará a projeção (longitude ou latitude de cada alinhamento).



$$\text{Longitude Parcial} = \text{Distância} \times \text{sen Rumo}$$

$$\text{Latitude Parcial} = \text{Distância} \times \text{cos Rumo}$$

Figura 2-66

Essas projeções, quando medidas a partir da origem do próprio alinhamento, são chamadas coordenadas parciais, o que equivale a transportar a origem do sistema de eixos para cada vértice do polígono. Os valores de longitudes parciais E (+) ou W (-) devem ser anotados na coluna E ou W, de acordo com o quadrante do rumo; da mesma forma as latitudes parciais N (+) ou S (-) devem ser anotadas na coluna N ou S, obedecendo também ao quadrante do rumo (Figura 2.67).

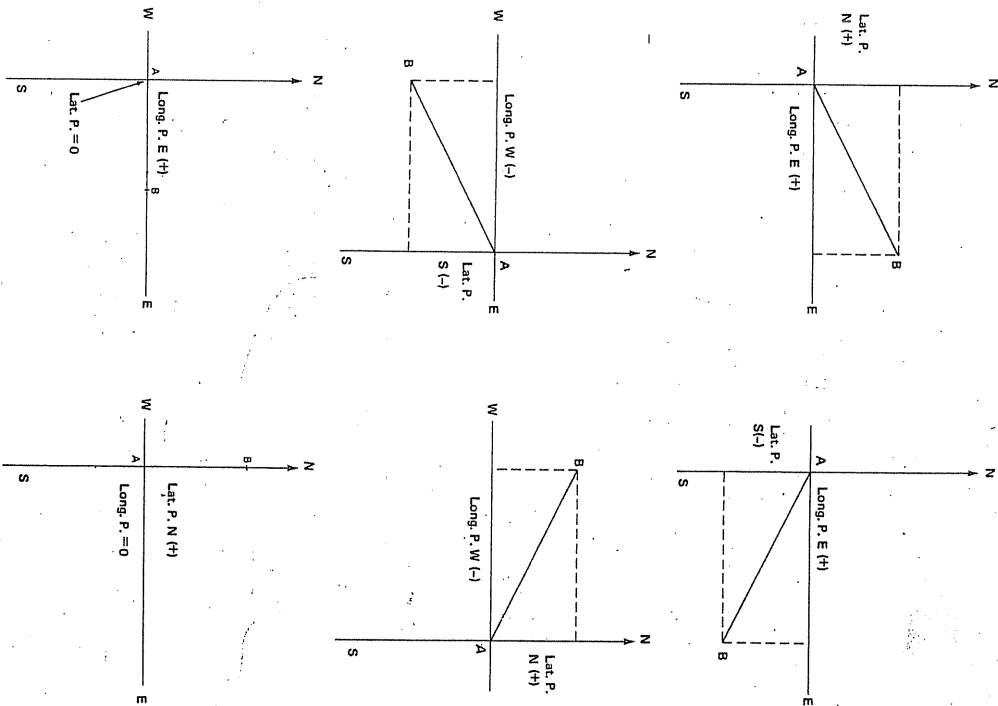


Figura 2-67

Para o exemplo em desenvolvimento a planilha ficará conforme o indicado no quadro a seguir:

Alinhamentos	Distâncias	Az. Cal. Comp.	Rumos	Sen R	Cos R	Long. Parc.		Lat. Parc.	
						E (+)	W (-)	N (+)	S (-)
MP - 1	30,48	148°40'	31°20' SE	.5200	.8542	15,85			26,04
1 - 2	51,90	120°12'	59°48' SE	.8643	.5030	44,86			26,11
2 - 3	41,93	153°21'	26°39' SE	.4485	.8938	18,81			37,48
3 - 4	22,99	259°13'	79°13' SW	.9823	.1871		22,58		4,30
4 - 5	46,93	319°59'	40°01' NW	.6430	.7659		30,18	35,94	
5 - 6	47,91	266°51'	86°51' SW	.9985	.0549		47,84		2,63
6 - 7	29,99	316°41'	43°19' NW	.6860	.7276		20,57	21,82	
7 - MP	56,96	47°10'	47°10' NE	.7333	.6799	41,77		38,73	
P - 329,09 m						121,29	121,17	96,49	96,56

3.2.4. Erro linear de fechamento

Num levantamento parte-se de um ponto MP, percorre-se o perímetro até que se chegue novamente em MP. Isso quer dizer que o caminho percorrido à direita deve ser igual ao percorrido à esquerda, então a soma algébrica das longitudes parciais este (E) deve ser igual à soma algébrica das longitudes parciais oeste (W); ocorrendo o mesmo para as latitudes onde deverão ser iguais as somas norte (N) e sul (S). Na prática, encontram-se valores próximos, mas diferentes iguais, devido aos erros acidentais ocasionados por imprecisões de leituras na mira e também pelos erros cometidos nas leituras dos ângulos. Embora o erro angular já tenha sido compensado, as distâncias ficarão afetadas, pois suas próprias compensações podem resultar em distorções, além do fato das correções não poderem ter sido efetuadas exatamente nos pontos onde os erros realmente ocorrem. Como já se comentou, o erro linear é deduzido das diferenças de somas das colunas das coordenadas parciais, cuja representação é exemplificada na figura 2.68.

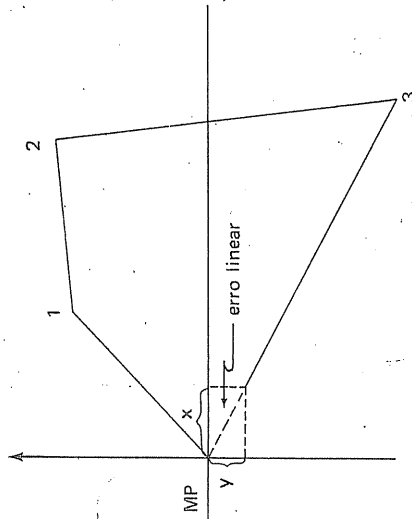


Figura 2-68.

$$\begin{aligned} \sum E - \sum W = x &= \text{erro ou diferença de longitude} \\ \sum N - \sum S = y &= \text{erro ou diferença de latitude} \end{aligned}$$

E = erro linear

Pela figura conclui-se que:

$$E^2 = x^2 + y^2 \quad \therefore \quad E = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Para o exemplo, tem-se que:

$$\begin{aligned} E &= 121,29 & S &= 96,56 \\ W &= 121,17 & N &= 96,49 \\ x &= 0,12 \text{ m} & y &= 0,07 \end{aligned}$$

O erro linear será:

$$\begin{aligned} E &= \sqrt{0,12^2 + 0,07^2} = \sqrt{0,0144 + 0,0049} = \sqrt{0,0193} \\ E &= 0,13892 \text{ m} \end{aligned}$$

O erro linear de fechamento (e) é definido em termos de proporcionalidade com o perímetro (P), do polígono levantado. Então:

$$e = \frac{E}{P}$$

Costuma-se expressar o valor de e em termos de ‰, então:

$$e = \frac{E}{P} \times 1000$$

que na planilha em estudo será:

$$e = \frac{0,13892 \times 1000}{329,09} = 0,42 \text{ ‰}$$

Na prática, pode-se estabelecer que para levantamentos rurais se tolera o erro linear de fechamento como sendo de 1 a 2 m para cada 1.000 m de perímetro, ou seja, quando este erro resultou igual ou inferior a 1/1.000, considera-se um índice de um bom trabalho e, quando resulta em torno de 2/1.000, considera-se um índice de um trabalho aceitável. Para levantamentos urbanos, tolera-se 1/5.000. Da mesma forma que o erro angular, o erro linear de fechamento representa o resíduo dos erros acidentais, excluídas as compensações naturais ocorridas no campo. O que leva a aceitar que, quando num trabalho o erro linear de fechamento esteve abaixo dos limites toleráveis, significa que provavelmente o levantamento foi bem conduzido, mas não garantidamente. É toda vez que ultrapassar os referidos limites, provavelmente não foi um bom trabalho de campo.

3.2.5. Compensação do erro linear de fechamento

Estando o erro linear dentro do limite de tolerância, efetua-se uma compensação distribuindo-o proporcionalmente pelos comprimentos dos lados do polígono. Distribuem-se de forma aditiva frações do erro (metade) para as parcelas da coluna que somou menor valor e de forma subtrativa frações do erro (metade) para as parcelas da coluna que somou maior valor. No caso em estudo, a diferença de longitude foi de $E - W = 121,29 - 121,17 = 0,12$ m. Esta diferença deve ser compensada subtraindo-se frações de metro das longitudes este e somando-se frações de metro das longitudes oeste; de tal forma que $-0,12/2$ seja distribuído nas parcelas da coluna E (+) e $+0,12/2$ nas parcelas da coluna W (-). Para cada coordenada calcula-se uma correção (c) que deve ser adicionada ou subtraída e proporcional ao seu comprimento. O erro cometido por metro de longitude será:

$$\frac{0,12}{121,29 + 121,17} = 0,00049$$

Multiplicando-se o erro por metro de longitude pelo valor de cada longitude, ter-se-á qual a correção a ser feita em cada parcela das colunas de longitude. Para as latitudes o procedimento é o mesmo. A diferença de latitude

$$S\ 96,56 - N\ 96,49 = 0,07\ m$$

O erro cometido por metro de latitude será:

$$\frac{0,07}{96,56 + 96,49} = 0,00037$$

Então, quando se multiplica 0,00037 pelo valor de latitude de cada alinhamento, para calcular a sua correção, está se determinando uma distribuição proporcional ao erro cometido em cada latitude, sendo que no total da coluna N a correção será + 0,07/2 e no total da coluna S a correção será - 0,07/2, para que ambas fiquem com somas iguais. Na prática, neste caso, para maior facilidade trabalha-se com + 0,04 e - 0,03. Após calculadas as correções, pode ocorrer que devido às aproximações não se obtenha exatamente o valor do erro a ser distribuído; poderá haver pequenas diferenças, faz-se então um ajuste, eliminando essa diferença, por falta ou por excesso, no alinhamento de coordenada de maior comprimento. Para o alinhamento MP - 1, da planilha em estudo, a correção será:

$$\begin{aligned} \text{correção de longitude} &= 15,85 \times 0,00049 = 0,00776 \approx 0,01 \\ \text{correção de latitude} &= 26,05 \times 0,00037 = 0,00963 \approx 0,01 \end{aligned}$$

Calculadas todas as correções, pode-se registrá-las na planilha com os sinais de adição ou subtração, conforme o que se determinou e dessa forma obter-se as longitudes e latitudes parciais compensadas. Essas correções estão computadas no quadro seguinte.

A compensação efetuada foi proporcional às coordenadas; poder-se-ia também efetuar a compensação proporcional às distâncias, relacionando-se os valores de x e y com o perimetro (P) do polígono. Assim, para o alinhamento MP - 1, a correção seria:

$$\text{para a longitude, } c = \frac{0,12}{329,09} \times 30,48 = 0,01112$$

$$\text{a longitude parcial comp.} = 15,85 - 0,01 = 15,84$$

$$\text{para a latitude, } c = \frac{0,07}{329,09} \times 30,48 = 0,00648 \approx 0,01$$

$$\text{a latitude parc. comp.} = 26,04 - 0,01 = 26,03$$

3.2.6. Coordenadas totais ou absolutas

Para maior facilidade na confecção da planta por coordenadas, as longitudes e latitudes devem ser medidas a partir de um mesmo meridiano de origem.

Alinhamentos	Distâncias	Long. Parciais			Lat. Parciais			Long. parc. comp.		Lat. parc. comp.	
		E (+)	W (-)	Corr.	N (+)	S (-)	Corr.	E (+)	W (-)	N (+)	S (-)
MP - 1	30,48	15,85		- 0,01		26,04	- 0,01	15,84			26,03
1 - 2	51,90	44,86		- 0,02		26,11	- 0,01	44,84			26,10
2 - 3	41,93	18,81		- 0,01		37,48	- 0,01	18,80			37,47
3 - 4	22,99		22,58	+ 0,01		4,30			22,59		4,30
4 - 5	46,93		30,18	+ 0,02	35,94		+ 0,01		30,20	35,95	
5 - 6	47,91		47,84	+ 0,02		2,63			47,86		2,63
6 - 7	29,99		20,57	+ 0,01	21,82		+ 0,01		20,58	21,83	
7 - MP	56,96	41,77		- 0,02	38,73		+ 0,02	41,75		38,75	
	P = 329,09	121,29	121,27		96,49	96,56		121,23	121,23	96,58	96,53

$$x = 0,12$$

$$y = 0,07$$

erro x = 121,29 - 121,23 = 0,06 m
 erro y = 96,56 - 96,49 = 0,07 m
 erro linear (E) = $\sqrt{(0,06)^2 + (0,07)^2} = 0,092\ m$

Para o ponto escolhido, a longitude e a latitude passarão a ter valor igual a zero e os demais vértices terão as suas coordenadas contadas a partir desse ponto de origem. As coordenadas totais são calculadas através de soma algébrica das coordenadas parciais, respeitando-se os sinais E (+), W (-), N (+) e S (-) (Figura 2.69). As longitudes e as latitudes são as coordenadas dos pontos "finais" de cada alinhamento. Assim sendo, as coordenadas totais do primeiro ponto situado após a origem do sistema de eixos terão sempre valores iguais às suas próprias coordenadas parciais. Após efetuada soma algébrica para todos os vértices da poligonal, retorna-se ao ponto de origem, devendo-se confirmar os valores zero para o ponto inicial, onde se situou o sistema de eixos. Caso contrário, significa que houve erro nos cálculos.

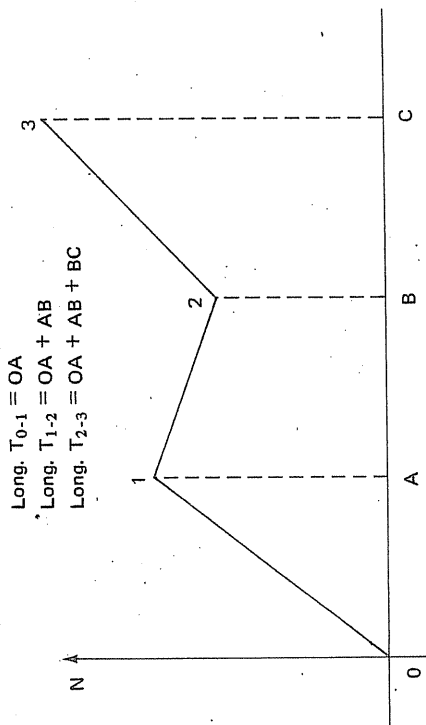


Figura 2-69

Para a planilha em desenvolvimento, mostra-se no quadro abaixo a totalização, tomando-se como origem o ponto MP.

Alinhamentos	Long. parc. comp.		Lat. parc. comp.		Long. totais	Lat. totais
	E (+)	W (-)	N (+)	S (-)		
MP - 1	15,84			26,03	15,84	- 26,03
1 - 2	44,84			26,10	60,68	- 52,13
2 - 3	18,80			37,47	79,48	- 89,60
3 - 4		22,59		4,30	56,89	- 93,90
4 - 5		30,20	35,95		26,69	- 57,95
5 - 6		47,86		2,63	- 21,17	- 60,58
6 - 7		20,58	21,83		- 41,75	- 38,75
7 - MP	41,75		38,75		0,00	0,00
	121,23	121,23	96,53	96,53		

O sistema de eixos pode passar em qualquer um dos vértices do polígono. As longitudes e as latitudes parciais serão sempre as mesmas, apenas as totais é que terão valores diferentes, conforme a localização do sistema de eixos, assim como o ponto mais a oeste continuará sendo sempre o mais negativo, embora assumindo valores diferentes. Observando a planilha em desenvolvimento, pode-se constatar que o vértice 7 é o mais a oeste. Como exemplo, serão calculadas as coordenadas totais, totalizando agora em torno do ponto 7. No quadro a seguir irão resultar apenas longitudes totais positivas. Isto é, a figura ficará toda à direita do meridiano de origem.

Alinhamentos	Long. parc. comp.		Lat. parc. comp.		Long. totais	Lat. totais
	E (+)	W (-)	N (+)	S (-)		
MP - 1	15,84			26,03	57,59	12,72
1 - 2	44,84			26,10	102,43	- 13,38
2 - 3	18,80			37,47	121,23	- 50,85
3 - 4		22,59		4,30	98,64	- 55,15
4 - 5		30,20	35,95		68,44	- 19,20
5 - 6		47,86		2,63	20,58	- 21,83
6 - 7		20,58	21,83		0,00	0,00
7 - MP	41,75		38,75		41,75	38,75
	121,23	121,23	96,53	96,53		

3.2.7. Desenho da planta

Determinadas as longitudes e as latitudes totais, pode-se efetuar o desenho da planta, bastando para isso que se escolha uma escala apropriada, suficiente para oferecer boa precisão na representação. A determinação da escala e dimensões do papel podem ser estabelecidas, observando-se os valores máximos das coordenadas totais nas direções N - S e E - W. Além disso é importante reservar espaço para as amarrações e detalhes da planta como título, local, área, escala, nome, margens, etc. Observados esses aspectos, determina-se a melhor posição para colocação dos eixos no papel. Representam-se as longitudes no eixo X e as latitudes no eixo Y. Ligam-se os pontos e obtém-se cada vértice no plano. Ligam-se os vértices e obtém-se o desenho da poligonal de base. É importante lembrar que as longitudes e latitudes são coordenadas dos pontos "finais" de cada alinhamento (Figura 2.70).

O desenho da planta através de coordenadas oferece a vantagem de se evitar o erro gráfico acumulativo que ocorre se o desenho for confeccionado por coordenadas polares pois o erro gráfico se transmite de um ponto para todos os demais, pelo fato de cada alinhamento estar na dependência do anterior. No caso de desenho por coordenadas, cada vértice é locado independentemente do anterior e trabalha-se apenas com medidas lineares.

No caso de áreas amarradas à poligonal de base, estas devem ser localadas, no desenho, observando-se os processos auxiliares utilizados; através do auxílio

