

O Estado atual da Geodésia

Ten. Cel. Marcos Aurélio de Lacerda

Introdução

A partir da segunda guerra mundial, a geodésia entrou, verdadeiramente, numa nova era, levando-se em consideração, principalmente, o emprego de métodos eletrônicos, quer nas medidas, quer nos cálculos, diminuindo, assim, de maneira considerável, o tempo gasto em trabalhos de campo e no cálculo das operações geodésicas.

O desenvolvimento da gravimetria e a retomada de antigos métodos astronômicos proporcionaram ricos e valiosíssimos elementos que, somados aos anteriores, vieram abrir novos horizontes, em consonância com o permanente estudo da forma da terra.

A conquista dos espaços oceânicos, quer pela interligação que, continuamente, se ampliam em alcance, quer pela possibilidade de observação gravimétrica no mar, veio confirmar a posse de elementos que representam o globo terrestre em sua totalidade e não apenas as porções isoladas dos continentes.

Métodos Eletrônicos de Medição de Distâncias

A introdução dos métodos eletrônicos, durante a 2ª guerra mundial, foi uma verdadeira revolução para as aplicações práticas das radiações eletromagnéticas em microondas.

Essas radiações são utilizadas segundo dois princípios:

- 1) medida do tempo gasto no percurso;
- 2) comparação, num percurso de ida e volta, das fases da oscilação da onda, de emissão e de retorno.

No primeiro caso, podemos enquadrar o método SHORAN que se presta para avaliação de grandes distâncias, pela simples medição do tempo decorrido, dando origem à trilateração.

No segundo caso é característica o TELURÔMETRO.

Um dos aparelhos emite uma onda contínua que é recebida pelo segundo aparelho.

O DISTOMAT — DISTANCIÔMETRO ELETRÔNICO SOBRE TEODOLITO, tem entre suas aplicações mais usuais: medição trigonométrica de alturas; levantamentos cadastrais; construções industriais; teleféricos; oleodutos; medições em galerias e minas a céu aberto; medições em poços de grande profundidade; construção de canais, diques, obras portuárias. Dentre os teodolitos que servem de suporte ao Distanciômetro podemos citar o T1A, o T16 e o T2.

Na X Reunião Pan-Americana de consulta sobre cartografia, durante a VIII Assembléia Geral do Instituto Pan-Americano de Geografia e História (IPGH), o Comitê de Geodésia da Comissão de Cartografia adotou a seguinte conclusão:

— os instrumentos eletroóticos são adequados para a medição de bases. Os instrumentos de microondas serão aceitos para poligonação, trilateração e determinação da escala da triangulação na medição de figuras completas, entretanto, não serão aceitos para medição de bases, nem para lados individuais.

— TELURÔMETRO — Instrumento

destinado a medições precisas de distâncias em levantamentos topográficos. Seu inventor é T.L. WADLEY do South African Institute for Scientific and Industrial Research. O primeiro aparelho foi construído em 1957 e teve a designação de MRA-1. Neste instrumento, cada aparelho do par tinha uma missão específica: uma unidade principal (Master) e a outra unidade secundária (Remote).

O modelo seguinte, designado por MRA-2, tinha as unidades intercambiáveis, isto é, mediante uma pequena chave, a unidade principal passava a secundária, e vice-versa.

Este modelo, fabricado em 1960, tinha, sobre o MRA-1, grandes vantagens, mas ambos eram dotados de um tubo cinescópico onde eram feitas as leituras do tempo decorrido entre a emissão e a recepção da onda.

Os Métodos Radioelétricos

As emissões rádioelétricas podem ser de dois tipos:

- de impulso;
- de onda contínua.

Há duas categorias quanto ao modo de utilizar o aparelho:

- lugar geométrico circular;
- lugar geométrico hiperbólico;

Na circular, o aparelho mede as distâncias do ponto-estação, até dois ou mais pontos, obtendo-se a interseção segundo arcos de círculos;

Na hiperbólica, mede-se a diferença das distâncias, posicionando-se a estação num ramo da hipérbole.

O Shoran e o Loran são de impulsos, sendo o primeiro do tipo circular e o segundo do tipo hiperbólico. Já o Decca é hiperbólico de onda contínua.

Nesses três tipos de aparelhos acima citados, são medidas grandes distâncias que se prestam, no caso do "Shoran", às trilaterações geodésicas e no "Loran" e no "Deca", à navegação aérea ou marítima.

As Ligações Intercontinentais

Apesar do grande avanço tecnológico, o alcance dos métodos radioelétricos é ainda absolutamente insuficiente para estabelecer adequadas ligações intercontinentais, pois só através de distâncias menores que 1.000 km têm eles eficácia.

O método astro-geodésico pode conectar todos os pontos de uma massa terrestre para configurar um sistema de posicionamento geodésico consistente, mas não pode alcançar a superfície dos mares, a menos que as áreas de terra estejam próximas. Isto só pode acontecer utilizando a geodésia por satélites.

Existem diferentes tipos de técnicas com satélites, alguns medem principalmente as direções e outros as distâncias.

As Direções com Satélite

Nos sistemas geométrico-óticos com satélites, o satélite em movimento é fotografado tendo como fundo um campo de estrelas. Utilizando-se duas estações terrenas A e B, simultaneamente, estas sinalizam o par de direções AS e BS correspondentes a diferentes posições do satélite. Estes múltiplos pares de direções determinam os diferentes planos que passam pela desconhecida reta AB, de modo que se possa calcular a direção, desde uma estação conhecida A até uma estação desconhecida B.

Repetindo esta determinação das direções, desde estações conhecidas até as desconhecidas, pode-se estabelecer uma

rede de estações comparáveis a uma gigantesca rede de triangulação.

DIREÇÕES COM SATÉLITES

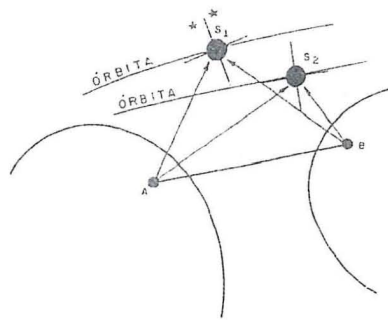


Fig. (1)

Distâncias com Satélite (SECOR)

O sistema SECOR determina a posição de um satélite mediante a medição simultânea de três distâncias a partir de três estações terrestres conhecidas: A_1 , A_2 , A_3 .

Aplica-se, também, a condição inversa, ou seja, a partir de três posições conhecidas do satélite S_1 , S_2 , S_3 , pode-se determinar uma estação terrestre desconhecida, em relação a elas. Logo, tem-se condições de calcular a posição em relação às estações terrestres conhecidas.

Isto pode ser comparado a uma trilateração a três dimensões.

DISTÂNCIAS COM SATÉLITE (SECOR)

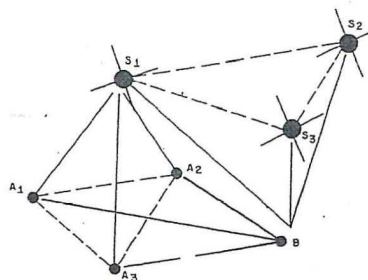


Fig. (2)

Posições Geocêntricas com Satélite (DOPPLER)

Em um sistema dinâmico de satélite para determinar-se a órbita do satélite, primeiramente, utilizam-se as equações do movimento que relacionam a posição do mesmo com o centro da Terra; e incluem-se as perturbações orbitais devidas ao campo gravitacional terrestre irregular.

Um dos tipos de sistemas dinâmicos com satélite denomina-se DOPPLER. Este efeito, assim chamado, em homenagem ao físico austríaco CHRISTIAN DOPPLER obedece ao mesmo princípio pelo qual, a sirene de uma ambulância, tem um som mais alto quando se aproxima e vai diminuindo à medida que se distancia.

Os satélites transmitem três tipos de informações, as quais são recebidas pelo receptores comerciais:

- frequências estáveis a partir das quais se mede a variação DOPPLER;
- sinais horários correspondentes aos minutos pares da escala de tempo universal;
- parâmetros orbitais, que fornecem a posição do satélite para o instante de cada sinal horário.

Mediante o rastreamento de muitos satélites, a posição P, no terreno, está relacionada com suas órbitas, assim como o centro da Terra, obtendo-se as coordenadas geocêntricas.

POSIÇÕES, GEOCÊNTRICAS COM SATÉLITE (DOPPLER)

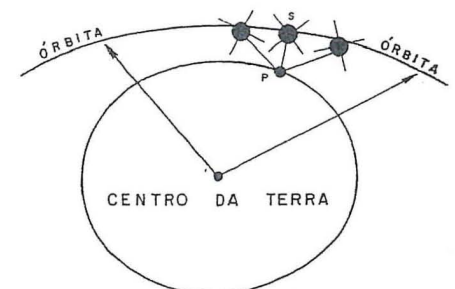


Fig. (3)

Caso dois pontos da terra estejam relacionados com o mesmo sistema de coordenadas geocêntricas, pode-se obter a posição relativa de um em relação ao outro.

Plataforma Continental

A necessidade de se determinar, com precisão, a posição de um ponto, prolongou-se da terra até os oceanos, isto devido ao aumento da capacidade técnica das operações submarinas causadas pela exploração dos recursos naturais da plataforma continental.

Os limites internacionais de soberania têm sido estabelecidos em conferências patrocinadas pelas Nações Unidas, mediante a aplicação dos princípios e procedimentos baseados em distâncias medidas desde a costa mais próxima.

Mais difícil que o posicionamento dos pontos no oceano, é o problema da recuperação confiável destas posições. Recentemente, posicionou-se a primeira marca geodésica no oceano.

A possibilidade de se posicionar marcas e relacioná-las com a posição que se

deseja, dará um grande impulso no avanço e confiabilidade do posicionamento dos pontos e a recuperação dos mesmos nos oceanos.

Sistema de Navegação Hipérbólica

Usam-se diversos métodos de navegação para se determinar a posição dos barcos no mar. O método mais antigo é o da navegação astronômica, onde se obtém a posição mediante a observação do sol e das estrelas.

A determinação da longitude foi o problema mais difícil, desde a antiguidade, até que se pôde conseguir um cronômetro portátil, confiável, desenhado no século XVIII.

O cronômetro é usado para determinar a posição astronômica e solar do barco no mar.

A navegação estimada é uma forma de não se perder a distância e as direções navegadas desde que se saiu do ponto.

Atualmente, os satélites para o rastreamento DOPPLER são usados em co-

nexão com um sistema de estações de rastreamento (TRANET).

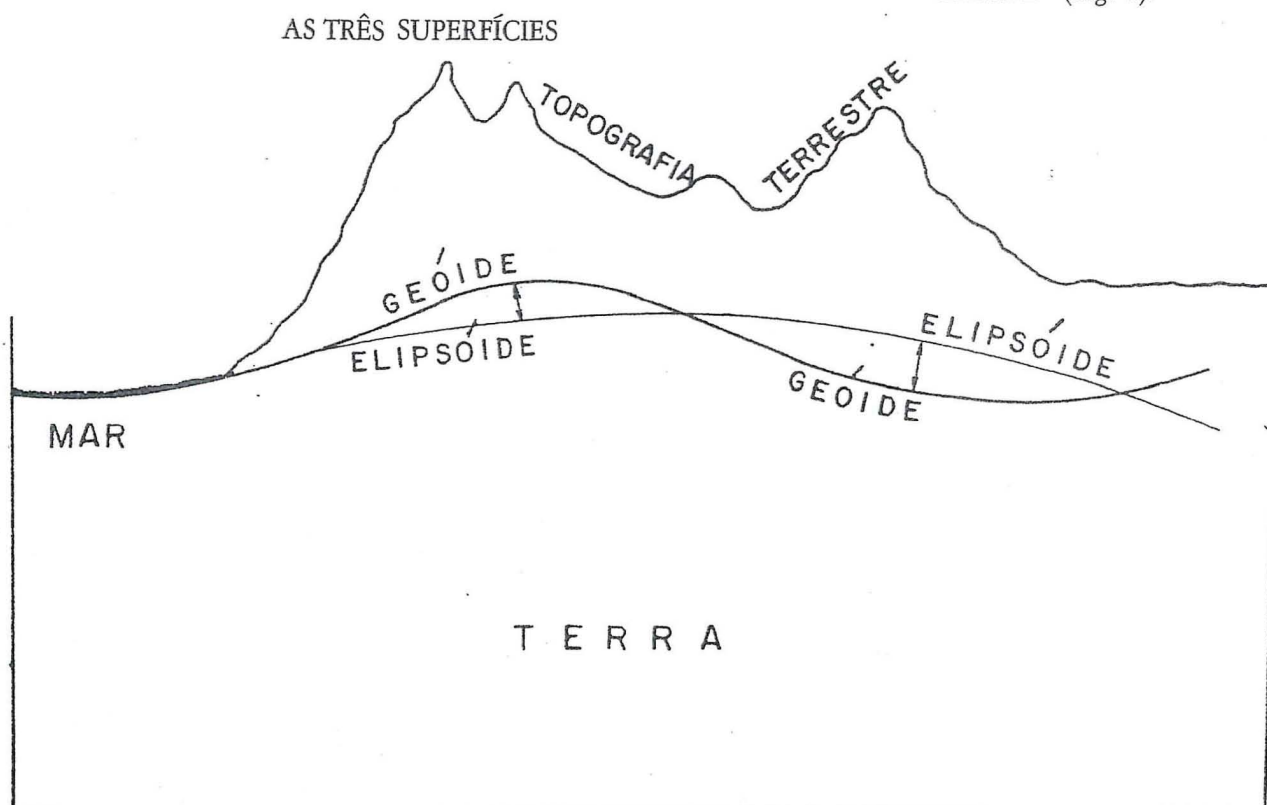
As mais comuns das técnicas eletrônicas, atualmente existentes, que estabelecem a posição de barcos e aeronaves com referência a estações costeiras, são os sistemas hiperbólicos (LORAN, DECCA, OMEGA).

A Forma da Terra

Os estudos sobre a forma e as dimensões do corpo terrestre, permitem um modelo terrestre uniforme e homogêneo, como uma esfera, ou mais usualmente, um elipsóide.

Neste estudo, incluem-se não só as redes geodésicas que compreendem os grandes arcos que abrangem todos os continentes e em vésperas de possíveis interligações, mas também, as numerosas observações de anomalias da gravidade que facultam, de modo independente, a definição da forma da terra.

A força da gravidade mantém a água sobre a terra, assim como nossos pés pregados ao solo, evitando "cairmos no vácuo". Aproximadamente, 3/4 da superfície terrestre está coberta pelos oceanos. A superfície nivelada que coincide com o nível médio do mar, chama-se "GEÓIDE" (Fig. 4).



Outras superfícies semelhantes podem ser imaginadas para qualquer elevação; por exemplo, a superfície dos lagos nas montanhas.

A Carta do Geóide

O problema da forma da Terra que ainda no início do século XX consistia na procura de um elipsóide que melhor se adaptasse ao geóide, passou, francamente, à fase da definição do geóide, ou melhor, das anomalias do geóide, tendo como referência um elipsóide fundamental.

Para objetivar essa definição, traçam-se as cartas do geóide à luz da clássica representação do modelado terrestre, por meio de curvas de nível. Essas cartas apresentam linhas que unem os pontos de iguais discrepâncias entre o geóide e o elipsóide. A carta geoidal do Brasil apresenta valores considerados ainda aproximados, já que, existem poucas determinações gravimétricas e geodésicas que possibilitem a obtenção de resultados mais acurados.

A figura abaixo, mostra um exemplo de carta geoidal para o continente Sul-Americano.

Bibliografia

- 1 — Instituto Pan-Americano de Geografia e História, Normas para o Estabelecimento de Controle Geodésico Fundamental, Utilizando Instrumento Eletromagnéticos para a Medição de Distâncias, 1972.
- 2 — Brasil, Diretoria de Serviço Geográfico, Anuário, 1957.

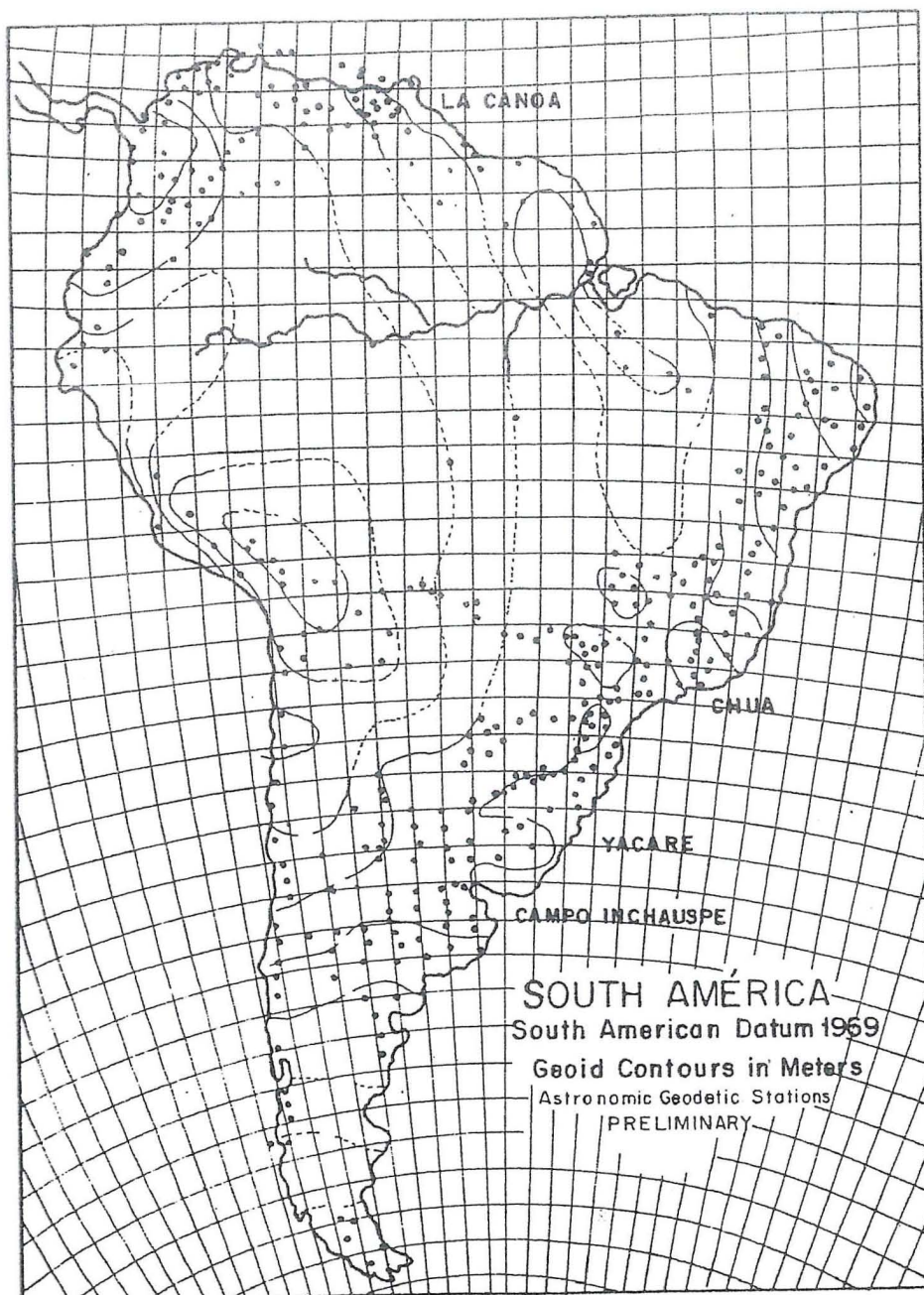


Fig. - 05