



By Figueroa

## G.P.S. – O "SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL".

### UM POUCO DE HISTÓRIA

No dia 23 de agosto de 1499, o navegador italiano Américo Vespúcio acreditava estar navegando pelas costas das Índias, baseado nos relatos de seu colega e patrício Cristóvão Colombo. Levava a bordo de sua caravela um Almanaque – livro que lista as posições e os eventos relacionados aos corpos celestes – que previa o alinhamento da Lua com Marte para a meia-noite daquele dia. Vesúcio esperou até quase o amanhecer para observá-lo. Sabendo que a referência dos dados contidos no Almanaque era a cidade de Ferrara, na Itália, avaliou a diferença de tempo entre as duas observações e, com o valor do diâmetro da Terra já conhecido, pode calcular a que distância se encontrava de Ferrara – sua longitude. Concluiu que não poderia estar nas costas das Índias e afirmou categoricamente que Colombo havia descoberto um novo continente. Foi a primeira pessoa, a saber, a verdade sobre o Novo Mundo. O nome AMÉRICA homenageou-o e perpetuou esse romântico acontecimento.

### A RÁDIO-NAVEGAÇÃO

O uso de sinais de rádio para determinar a posição foi um avanço significativo na navegação. O equipamento para rádio-navegação apareceu em 1912. Não era muito preciso, mas funcionou até que a II Grande Guerra permitisse o desenvolvimento do RADAR – Radio Detection And Ranging – e a capacidade de medir lapsos de tempo entre emissão/recepção de ondas de rádio. Para determinar a posição, mede-se o lapso de tempo dos sinais provenientes de locais conhecidos. Os sinais de rádio são emitidos de transmissores exatamente ao mesmo tempo e têm a mesma velocidade de propagação. Um receptor localizado entre os transmissores detecta qual sinal chega primeiro e o tempo até a chegada do segundo sinal. Se o operador conhece as exatas localizações dos transmissores, a velocidade das ondas de rádio e o lapso de tempo entre os dois sinais, ele pode calcular sua localização em uma dimensão. Ele sabe onde está numa linha reta entre os dois transmissores. Se usarmos três transmissores, podemos obter uma posição bi-dimensional, em latitude e longitude. O GPS funciona baseado nos mesmos princípios. Os transmissores de rádio são substituídos por satélites que orbitam a Terra a 20.200 km e permitem conhecer a posição em três dimensões: latitude, longitude e altitude.

### O SISTEMA GPS

A tecnologia atual permite que qualquer pessoa possa se localizar no planeta com uma precisão nunca imaginada por navegantes e aventureiros há até bem pouco tempo. O sofisticado sistema que tornou realidade esse sonho e chamado "G.P.S." – Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global) – e foi concebido pelo Departamento de Defesa dos EUA no início da década de 1960, sob o nome de 'projeto NAVSTAR'. O sistema foi declarado totalmente operacional apenas em 1995. Seu desenvolvimento custou 10 bilhões de dólares. Consiste de 24 satélites que orbitam a terra a 20.200 km duas vezes por dia e emitem simultaneamente sinais de rádio codificados. Testes realizados em 1972 mostraram que a pior precisão do sistema era de 15 metros. A melhor, 1 metro. Preocupados com o uso inadequado, os militares americanos implantaram duas opções de precisão: para usuários autorizados (eles mesmos) e usuários não-autorizados (civis). Os receptores GPS de uso militar têm precisão de 1 metro e os de uso civil, de 15 a 100 metros. Cada satélite emite um sinal que contém: código de precisão (P); código geral (CA) e informação de status.

Como outros sistemas de rádio-navegação, todos os satélites enviam seus sinais de rádio exatamente ao mesmo tempo, permitindo ao receptor avaliar o lapso entre emissão/recepção. A potência de transmissão é de apenas 50 Watts. A hora-padrão GPS é passada para o receptor do usuário. Receptores GPS em qualquer parte do mundo mostrarão a mesma hora, minuto, segundo,... até milissegundo. A hora-padrão é altamente precisa, porque cada satélite tem um relógio atômico, com precisão de nano-segundo – mais preciso que a própria rotação da Terra. É a referência de tempo mais estável e exata jamais desenvolvida. Chama-se atômico por usar as oscilações de um átomo como "metrônomo".

O receptor tem que reconhecer as localizações dos satélites. Uma lista de posições conhecidas como almanaque, é transmitida de cada satélite para os receptores. Controles em terra rastreiam os satélites e mantêm seus almanques acurados.

Cada satélite tem códigos P e CA únicos, e o receptor pode distingui-los. O código P é mais complexo que o CA, quase impossível de ser alterado e somente militares têm acesso garantido a ele.

Receptores civis medem os lapsos de tempo entre a recepção dos sinais codificados em CA. O conceito da rádio-navegação depende inteiramente da transmissão simultânea de rádio-sinais. O controle de terra pode interferir, fazendo com que alguns satélites enviem seus sinais CA ligeiramente antes ou depois dos outros. A interferência deliberada introduzida pelo Departamento de Defesa dos EUA é a fonte da Disponibilidade Seletiva – Selective Availability (AS). Os receptores de uso civil desconhecem o valor do erro, que é alterado aleatoriamente e estão entre 15 e 100 metros. Os receptores militares não são afetados. Existe outra fonte de erro que afeta os receptores civis: a interferência ionosférica. Quando um sinal de rádio percorre os elétrons livres na ionosfera, sofre um certo atraso. Sinais de frequências diferentes sofrem atrasos diferentes. Para detectar esse atraso, os satélites do sistema enviam o código P em duas ondas de rádio de diferentes frequências, chamadas L1 e L2. Receptores caros rastreiam ambas as frequências e medem a diferença entre a recepção dos sinais L1 e L2, calculam o atraso devido aos elétrons livres e fazem correções para o efeito da ionosfera. Receptores civis não podem corrigir a interferência ionosférica porque os códigos CA são gerados apenas na frequência L1 (1575, 42 MHz). Existem receptores específicos, conhecidos como não-codificados, que são super acurados. Como desconhecem os valores do código P, obtêm sua precisão usando técnicas especiais de processamento. Eles recebem e processam o código P por um número de dias e podem obter uma posição fixa com precisão de 10 mm. É ótimo para levantamento topográfico.

Os sinais gerados pelos satélites contêm um "código de identidade" (ou pseudo-randômico), dados efêmeros (de status) e dados do almanaque. O código de identidade (Pseudo-Random Code – PRN) identifica qual satélite está transmitindo. Usa-se como referência dos satélites seus PRN, de 1 a 32. O código pseudorandômico permite que todos os satélites do sistema compartilhem a mesma frequência sem interferências. É um sistema engenhoso que torna o GPS prático e relativamente barato de se usar. Ao contrário dos satélites de TV, que estão em órbitas geo-síncronas



By Figueroa

(estacionários no céu) e transmitem poderosos sinais para refletores parabólicos em terra, o satélite GPS envia sinais com poucas informações e de baixa potência para antenas do tamanho do dedo polegar. De fato, os sinais GPS são tão fracos que não são maiores que o ruído de fundo (de rádio) inerente à Terra. O princípio do código pseudorrandômico, que significa literalmente "aparentemente aleatório", se baseia em uma comparação realizada em muitos ciclos de um sinal, que é demorada e incômoda se comparada com um sinal de TV. O padrão para comparação do código pode ser alterado (apenas código CA), permitindo que o governo americano controle o acesso ao sistema do satélite.

Os dados efêmeros (de status) são constantemente transmitidos e contém informações de status do satélite (operacional ou não), hora, dia, mês e ano. Os dados de almanaque dizem ao receptor onde procurar cada satélite a qualquer momento do dia. Com um mínimo de três satélites, o receptor pode determinar uma posição Lat/Long – que é chamada posição fixa 2D – bi-dimensional. (Deve-se entrar com o valor aproximado da altitude para melhorar a precisão). Com a recepção de quatro ou mais satélites, um receptor pode determinar uma posição 3D, isto é, Lat/Long/Altitude. Pelo processamento contínuo de sua posição, um receptor pode também determinar velocidade e direção do deslocamento.

## FATORES QUE AFETAM A PRECISÃO DO SISTEMA

O Sistema foi originalmente projetado para uso militar, mas em 1980, uma decisão do então presidente Ronald Reagan liberou-o para o uso geral. Na época, o Departamento de Defesa americano implantou um erro artificial no Sistema chamado "Disponibilidade Seletiva", para resguardar a segurança interna do país. A Disponibilidade Seletiva foi cancelada por um decreto do Presidente Clinton em maio de 2000, pois o contínuo desenvolvimento tecnológico permitiu ao Departamento de Defesa obstruir a precisão do Sistema onde e quando os interesses americanos exigissem. Com o decreto, o erro médio de 100 metros na localização do receptor ficou dez vezes menor.

Um fator que afeta a precisão é a 'Geometria dos Satélites' - localização dos satélites em relação uns aos outros sob a perspectiva do receptor GPS. Se um receptor GPS estiver localizado sob 4 satélites e todos estiverem na mesma região do céu, sua geometria é pobre. Na verdade, o receptor pode não ser capaz de se localizar, pois toda a medida de distância provém da mesma direção geral. Isto significa que a triangulação é pobre e a área comum da intersecção das medidas é muito grande (isto é, a área onde o receptor busca sua posição cobre um grande espaço). De ssa forma, mesmo que o receptor mostre uma posição, a precisão não é boa. Com os mesmos 4 satélites, se espalhados em todas as direções, a precisão melhora drasticamente. Suponhamos os 4 satélites separados em intervalos de 90° a norte, sul, leste e oeste. A geometria é ótima, pois as medidas provêm de várias direções. A área comum de intersecção é muito menor e a precisão muito maior. A geometria dos satélites torna-se importante quando se usa o receptor GPS próximo a edifícios ou em áreas montanhosas ou vales. Quando algum satélite é bloqueado, a posição relativa dos demais determinará a precisão, ou mesmo se a posição pode ser obtida. Um receptor de qualidade indica não apenas os satélites disponíveis, mas também onde estão no céu (azimute e elevação), permitindo ao operador saber se o sinal de um determinado satélite está sendo obstruído.

Outra fonte de erro é a interferência resultante da reflexão do sinal em algum objeto, a mesma que causa a imagem 'fantasma' na televisão. Como o sinal leva mais tempo para alcançar o receptor, este 'entende' que o satélite está mais longe que na realidade.

Outras fontes de erro: atraso na propagação dos sinais devido aos efeitos atmosféricos e alterações do relógio interno. Em ambos os casos, o receptor GPS é projetado para compensar os efeitos.

## PREVISÃO DO ERRO

Fontes de erro (típico) erro médio gerado

Erro do relógio do satélite 60 cm

Erro de efemérides 60 cm

Erros dos receptores 120 cm

Atmosférico/Ionosférico 360 cm

Total (raiz quadrada da soma dos quadrados) 390 cm

Para se calcular a precisão do sistema, multiplica-se o resultado acima pelo valor do DOP mostrado no receptor GPS. Em boas condições, o DOP varia de 3 a 7. Assim, a precisão de um bom receptor num dia típico será:

De 3x390cm a 7x390cm ou seja, de 10 a 30 metros, aproximadamente.

## ASPECTOS TÉCNICOS DO GPS

### RASTREAMENTO DOS SATÉLITES

Um receptor rastreia um satélite pela recepção de seu sinal. Sinais de apenas quatro satélites são necessários para obtenção de uma posição fixa tridimensional, mas é desejável um receptor que rastreie mais de quatro satélites simultaneamente. Como o usuário se desloca, o sinal de algum



By Figueroa

satélite pode ser bloqueado repentinamente por algum obstáculo, restando satélites suficientes para orientá-lo. A maioria dos receptores rastreia de 8 a 12 satélites ao mesmo tempo.

Um receptor não é melhor que outro por rastrear mais satélites. Rastrear satélites significa conhecer suas posições. Não significa que o sinal daquele satélite está sendo usado no cálculo da posição. Muitos receptores calculam a posição com quatro satélites e usam os sinais do quinto para verificar se o cálculo está correto.

**CANAIS** - Os receptores não funcionam acima de determinada velocidade de deslocamento. O número de canais determina qual a velocidade máxima de uso. Mais canais não significa necessariamente maior velocidade. O número de canais não é fator importante na escolha do receptor, e sim, sua velocidade de operação.

Depois que os sinais são captados pela antena, são direcionados para um circuito eletrônico chamado canal, que reconhece os sinais de diferentes satélites. Um receptor com um canal lê o sinal de cada satélite sucessivamente, até receber os sinais de todos os satélites rastreados. A técnica é chamada "time multiplexing". Leva menos de um segundo para processar os dados e calcular a posição. Um receptor com mais de um canal é mais rápido, pois os dados são processados simultaneamente.

**ANTENAS** - A antena recebe os sinais dos satélites. Como os sinais são de baixa intensidade, as dimensões da antena podem ser muito reduzidas. Receptores portáteis utilizam um dos dois tipos:

- Quadrifilar helix – formato retangular; localização externa; giratória; detecta melhor satélites localizados mais baixos no horizonte.
- Patch (microstrip) – Menor que a helix; localização interna; pode detectar satélites na vertical e a 10° acima do horizonte.

**ANTENAS EXTERNAS** - Podem ser conectadas através de uma extensão à maioria dos receptores. Alguns receptores possuem antena destacável, permitindo melhor uso a bordo de veículos. Se você for comprar uma antena externa, escolha uma 'ativa' que amplifica os sinais antes de enviá-los para o receptor. Ao construir uma extensão, opte por encurtar o cabo o máximo possível para diminuir a perda do sinal.

**ENTRADA DE DADOS** - Receptores GPS são projetados para serem compactos, não possuindo teclado alfa-numérico. Todos os dados são digitados uma letra ou número ou símbolo por vez. Se o receptor não permitir rápida mudança de caracteres, NÃO COMPRE.

Se você quer usar o receptor associado a outro equipamento, opte por um com essa capacidade. Embora a maioria dos receptores possa enviar dados para equipamentos periféricos, nem todos podem receber dados.

**APLICAÇÕES DE ENTRADA E SAÍDA DE DADOS** - Alguns equipamentos apenas recebem informações de um receptor GPS. Os dados são continuamente enviados para o equipamento acoplado ao receptor, que os utiliza para outras finalidades, tais como:

- Mapa dinâmico: o receptor envia a posição para um computador portátil que a visualiza através de um ícone sobre um mapa da região.
- Piloto automático: o receptor alimenta continuamente um piloto automático com dados atualizados, que os utiliza para ajustar a direção e permanecer no curso.
- Registro automático de dados: transferência dos dados obtidos durante o deslocamento para a memória do equipamento acoplado ao receptor.

O receptor deve usar uma linguagem que o equipamento a ele associado possa entender. Existe uma linguagem padrão para equipamentos de navegação chamada: Protocolo NMEA – National Maritime Electronics Association. Existem diferentes formatos de protocolos, então verifique se o receptor e o equipamento usam o mesmo formato. Os mais comuns são: 180; 182; 183 versão 1,5; 183 versão 2,0. A maioria dos receptores tem saída NMEA de dados.

O receptor pode também receber dados do computador. Os usos comuns são:

- Transferência de pontos, trilhas ou rotas plotados no computador para o receptor;
- Transferência dos dados armazenados no receptor para o computador, liberando a memória do receptor;
- Transferência das coordenadas de um ponto selecionadas em um mapa na tela de um computador para o receptor;

Plotar pontos no receptor pode ser cansativo devido à ausência de teclado alfa-numérico. Um editor permite a entrada de dados rápida e facilmente. Os dados são digitados no teclado do computador e transferidos depois para o receptor. Outra maneira de plotar os pontos no computador é usar um mapa da área na tela e selecionar os pontos a serem plotados com um mouse. O computador transfere automaticamente as coordenadas dos pontos para o receptor.



By Figueroa

O uso associado do receptor ao computador portátil requer um programa específico. O programa TrackMaker, desenvolvido e disponibilizado gratuitamente por Odilon Ferreira Jr através do endereço eletrônico [www.gpstm.com.br](http://www.gpstm.com.br), permite interface com diferentes modelos de várias marcas de receptores e é genialmente simples.

Nem todos os receptores são projetados para receber dados. Existem três linguagens utilizadas nos receptores com essa capacidade: NMEA; ACS II (formato de texto de um PC comum; e Proprietary (linguagens desenvolvidas pelos próprios fabricantes). Poucos receptores portáteis recebem dados NMEA. Alguns recebem dados ACS II e podem ser conectados diretamente ao computador RS 232. A maioria dos receptores apenas recebem dados no formato projetado pelo fabricante. Algumas companhias querem limitar programas feitos por terceiros para seus receptores e se recusam a revelar o formato usado. Se você quer usar seu receptor associado a outros equipamentos, verifique a compatibilidade das linguagens empregadas.

DGPS – DIFFERENTIAL GPS (GPS Diferencial) - O GPS Diferencial – DGPS – é uma técnica usada para melhorar a precisão do Sistema de Posicionamento Global pelo processamento contínuo de correções nos sinais, que podem ser transmitidas em Frequência Modulada ou via satélite e são disponibilizadas em alguns países através de serviços de subscrição taxados. O DGPS reduz os efeitos das variações ionosféricas e permite precisão de 1 a 5 metros.

O usuário pode obter as correções adquirindo seu próprio receptor DGPS.

Uma antena transmissora de DGPS é instalada numa localização conhecida (i.e. a posição exata do lugar foi previamente determinada). No local da estação transmissora, os satélites GPS são monitorados através de um receptor GPS. O receptor é equipado para calcular correções para cada satélite recebido. A correção é a diferença entre a distância do satélite (do local da antena) medida pelo receptor GPS e a distância real ao satélite baseada na localização conhecida do local da antena. As correções são transmitidas para o receptor DGPS do usuário pela Estação da Antena DGPS. O receptor usa então as correções para remover erros de suas próprias medidas.

Os satélites recebidos pelo receptor DGPS do usuário, mas não pelo receptor GPS no local da antena transmissora, não terão as correções correspondentes. Quando quatro ou mais satélites recebidos têm as correções correspondentes, o resultado é uma posição altamente precisa. Quanto mais satélites com correção, maior a precisão.

Um receptor DGPS típico recebe sinais no formato RTCM SC-104 de bases terrestres que operam em bandas de Frequências entre 283,5 a 325 kHz e dados na razão de 25, 50, 100 ou 200 bits por segundo. Estas estações são operadas por agencias governamentais, como a Guarda Costeira dos EUA.

Geralmente, estações mais próximas fornecerão dados corrigidos mais precisos. Outras estações devem ser verificadas pelo usuário quanto à disponibilidade de sinal e aplicação pretendida. A potência da estação é geralmente configurada para cobrir uma faixa de uns 300 km. Outros fatores como interferência local, condições atmosféricas, localização da estação e seleção e instalação da antena afetam o alcance disponível do sinal.

FONTES DE ERROS DO DGPS - O uso do DGPS em associação ao receptor GPS pode melhorar substancialmente a precisão. No entanto, alguns fatores podem contribuir para a degradação da precisão esperada.

· Perda do Sinal da Antena DGPS – A falta de dados de correção do DGPS resultará em precisão reduzida, que será a mesma do receptor sem a antena DGPS.

· Troca pobre de dados entre o DGPS e o GPS podem resultar em correções intermitentes ou nulas.

· O alcance de transmissão de uma antena DGPS é de poucas centenas de km. Além do alcance, o sinal não é confiável.

· Podem ocorrer interferências no sinal da antena durante atividades atmosféricas intensas. Outras fontes de interferências como alternador do motor, sistema de ignição e ondas VHF podem afetar o sinal. A interferência do alternador e da ignição pode ser minimizada pela proteção apropriada da cablagem, pelo uso de filtros EMI/RFI e pela montagem adequada da antena receptora.

· Trajetória Múltipla: ocorre quando o sinal é refletido antes de alcançar o receptor GPS. O sinal refletido demora um pouco mais para alcançar o receptor que o sinal não refletido. Como a distância para cada satélite é calculada com base no tempo que o sinal leva para alcançar o receptor, a demora resulta em erro de posição. O erro pode ser minimizado pela escolha de um local para a instalação da antena menos exposto a sinais refletidos. Geralmente a antena deve ser montada numa superfície horizontal plana e grande, distante de estruturas verticais como cabines, mastros, etc.

· Número de Satélites Visíveis. Para efetuar as correções nos sinais dos satélites recebidos pela antena da estação transmissora, os mesmos satélites, pelo menos em parte, devem estar sendo recebidos pelo GPS.

· Condições Atmosféricas. Diferenças na ionosfera e/ou troposfera entre a estação DGPS e o receptor DGPS podem resultar em precisão deteriorada. Embora não causem erro significativo, o erro pode aumentar com a distância à Estação DGPS.

· Geometria dos Satélites. Um mínimo de quatro satélites é necessário para determinar uma posição 3D. Às vezes, satélites adicionais são necessários devido à localização relativa entre si. A localização relativa é chamada “Geometria dos Satélites”. A geometria é ideal quando os satélites estão



By Figueroa

localizados em grandes ângulos em relação uns aos outros. Quando em linha ou agrupados, a geometria é considerada pobre. Ocorre o mesmo para o DGPS.

**WAAS – Wide Area Augmentation System – Sistema de Área Ampliada**

Basicamente é um sistema de estações terrestres e satélites que corrigem o sinal do GPS, melhorando consideravelmente a precisão. Um receptor com capacidade WAAS permite precisão de 2 a 3 metros, horizontal e verticalmente, durante 95% do tempo, sem necessidade de equipamento adicional ou taxas de serviços extras.

É um projeto que o FAA – órgão que administra as atividades aeronáuticas dos EUA – está desenvolvendo para melhorar a precisão geral e a integridade do sinal GPS para vôos por instrumentos sob condições meteorológicas adversas, principalmente durante a aproximação para o pouso.

Atualmente, o GPS apenas não preenche as necessidades de precisão do FAA. O sistema WAAS corrige os erros do sinal do GPS causados por distúrbios ionosféricos, erros de órbita dos satélites e permite informação vital integral de cada satélite GPS. Embora o sistema não esteja ainda aprovado para a aviação, está disponível para uso civil nos EUA.

O WAAS consiste de aproximadamente 25 estações terrestres de referência distribuídas pelos EUA que monitoram os dados dos satélites GPS. Duas estações padrões, uma em cada costa americana, coletam os dados das estações de referência e criam uma mensagem de correção que considera os desvios de órbitas dos satélites e atrasos do sinal causados pela atmosfera e pela ionosfera. A mensagem diferencial de correção é então transmitida por um dos dois satélites geostacionários (com posição fixa sobre o equador). A informação é compatível com a estrutura básica do sinal GPS, e qualquer receptor GPS adequado pode processar o sinal.

Atualmente o sistema cobre apenas a América do Norte. Não existem estações de referência na América do Sul. Embora o usuário possa receber o WAAS, o sinal não está corrigido e não melhora a precisão.

A recepção do sinal WAAS é ótima em campos abertos ou no mar. O WAAS permite cobertura muito maior se comparado ao sistema DGPS.

Outros governos estão desenvolvendo sistemas similares. Na Ásia, o Japão desenvolve o Multi-functional Satellite Augmentation System – MSAS – enquanto a Europa tem o Euro Geostationary Navigation Overlay Service – EGNOS –.

Eventualmente os usuários de GPS ao redor do mundo terão acesso a dados de posição precisos usando estes ou outros sistema compatíveis.

## SOBRE MAPAS E CARTAS

Em 1949 a Organização da Nações Unidas reconhecia em seus anais:

"CARTOGRAFIA: no sentido lato da palavra, não é apenas uma das ferramentas básicas do desenvolvimento econômico, mas é a primeira ferramenta a ser usada antes que outras ferramentas possam ser postas em trabalho."

O conceito de Cartografia tem suas origens na inquietação do ser humano em conhecer o mundo que habita. O vocábulo introduzido em 1839 continha na sua concepção inicial a idéia do traçado de mapas, a despeito de seu significado etmológico – descrição de cartas. Com o passar do tempo, Cartografia passou a significar a ciência, a técnica e a arte de representar a superfície terrestre.

## TIPOS DE REPRESENTAÇÕES CARTOGRÁFICAS

**GLOBO** – Representação sobre uma superfície esférica, em escala pequena, dos aspectos naturais e artificiais de uma figura planetária.

**MAPA** – Representação no plano, em escala pequena, dos aspectos geográficos, naturais, culturais e artificiais de determinada área destinada aos mais variados usos.

**CARTA** – Representação no plano, em escala média ou grande, dos aspectos artificiais e naturais de determinada área, subdividida em folhas articuladas de maneira sistemática.

**PLANTA** – É um caso particular de carta. A área é muito limitada e a escala é grande.

**ESCALA** - É a relação entre a medida de um objeto ou lugar representado e sua medida real. Um modelo de avião na escala 1:72 significa que 1 cm medido no modelo equivale a 72 cm do avião real. Um mapa na escala 1:1.000.000 significa que 1cm lido no mapa equivale a 1.000.000 de cm (ou 10 km) da distância real.

A escala pode ser representada graficamente na folha por uma linha reta graduada. A Escala Gráfica permite transformar as dimensões lidas em dimensões reais sem necessidade de cálculos.



By Figueroa

Os detalhes representados numa carta ou num mapa podem ser:

- Naturais: Elementos existentes na natureza como os rios, mares, lagos, montanhas, serras, etc.
- Artificiais: Elementos criados pelo ser humano como represas, estradas, pontes, edifícios, etc.

Determinados detalhes, dependendo da escala, não permitem uma redução acentuada na representação pois ficariam imperceptíveis. No entanto, por sua importância, devem ser representados nos documentos cartográficos. A utilização de símbolos cartográficos convencionais permite representar de modo mais expressivo os diversos acidentes do terreno e objetos topográficos em geral. Toda carta ou mapa traz uma legenda dos símbolos usados.

As aplicações das cartas topográficas variam de acordo com sua escala.

De 1:1.000 a 1:25.000 – Folhas cadastrais, utilizadas para representar regiões metropolitanas com alta densidade de edificações em escala grande e muito detalhada.

1:25.000 - Representa cartograficamente áreas específicas, com forte densidade demográfica. Cobertura nacional: 1,01%

1:50.000 - Retrata cartograficamente zonas densamente povoadas, tendo sido cobertos 13,9% do território nacional, principalmente das regiões Sul e Sudeste.

1:100.000 - Representa áreas priorizadas para investimentos governamentais e 75,39% do território já foram cobertos.

1:250.000 - Permite o planejamento regional e projetos envolvendo o meio ambiente. Restam 19,28% do território nacional para serem cobertos.

1:500.000 - Cartas de uso aeronáutico confeccionadas nos EUA. Cobrem todo o Brasil.

1:1.000.000 - 'Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo' – Representa toda a superfície terrestre e fornece subsídios para estudos e análises de aspectos gerais e estratégicos do continente. Um conjunto de 46 cartas cobre completamente o território brasileiro.

**CARTAS ESPECIAIS** - São cartas, mapas ou plantas muito específicas destinadas a atender uma determinada comunidade técnica ou científica.

**Náuticas:** Elaboradas e mantidas atualizadas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN – do Ministério da Marinha, representam as profundidades, a natureza do fundo do mar, as curvas batimétricas, bancos de areia, recifes, bóias, as marés e as correntes de determinada área.

**Aeronáuticas:** Representam, além dos aspectos cartográficos, informações suplementares necessárias à navegação aérea, pilotagem ou planejamento de operações aéreas.

**Militares:** Elaboradas pelo Ministério do Exército geralmente na escala 1:25.000, são muito detalhadas e utilizadas em operações militares.

**Cartas-Imagem:** São derivadas de imagens dos satélites SPOT e LANDSAT, corrigidas com alta precisão, no formato de folhas de carta. Apresentam vantagens no Inventário de Recursos Naturais, Planejamento e Gerenciamento do uso da terra e outras aplicações em áreas onde as cartas tradicionais estão desatualizadas ou não existem.

**ELEMENTOS DE REPRESENTAÇÃO** - As convenções cartográficas abrangem símbolos que representam os diversos acidentes do terreno e objetos topográficos em geral, ressaltados de acordo com a importância do acidente e as aplicações da carta.

Os símbolos utilizados para representar os elementos hidrográficos, a vegetação, as unidades político-administrativas, as localidades, o sistema viário, as linhas de comunicação e linhas limites e áreas especiais estão especificados na legenda da folha.

A representação do relevo do terreno e dos elementos altimétricos, dos oceanos e de suas curvas batimétricas introduz alguns conceitos novos:

**ELEMENTOS ALTIMÉTRICOS** - As cartas topográficas apresentam vários pontos de controle:

**Ponto Trigonométrico:** vértice de uma figura, cuja posição é determinada através de medições e observações acuradas. Serve de base para o estabelecimento do referencial físico e geométrico necessário ao posicionamento dos elementos que compõem a paisagem territorial.

**Referência de Nível:** ponto de controle vertical, estabelecido num marco de caráter permanente, cuja altitude foi determinada em relação a um DATUM vertical. Em geral é constituído pelo nome do ponto, o número da referência, a altitude e o nome do órgão responsável.



By Figueroa

**Ponto Astronômico:** ponto que tem a latitude, a longitude e o azimute de uma direção determinados.

**Ponto Barométrico:** ponto que tem a altitude determinada através do uso de um barômetro.

**Cota Não Comprovada:** altitude determinada por métodos de levantamento terrestre não comprovados ou por leitura fotogramétrica repetida.

**Cota Comprovada:** Altitude estabelecida no campo, através de nivelamento geométrico de precisão ou qualquer método que assegure precisão.

**CURVAS DE NÍVEL** - São linhas imaginárias do terreno. Os pontos da mesma linha têm a mesma altitude, acima ou abaixo de uma determinada superfície de referência, geralmente o nível médio do mar. É o método por excelência para representar o relevo terrestre e permite a leitura aproximada da altitude em qualquer parte da carta.

Para facilitar a leitura, em determinados intervalos altimétricos as curvas são apresentadas com traço mais grosso e chamadas de 'mestras'. A curva mestra é a quinta curva dentro da equidistância normal.

Em relevos simétricos, as curvas de nível tendem a ser paralelas entre si. Cada curva de nível se fecha sobre si mesma e todos os seus pontos se encontram na mesma elevação. Elas nunca se cruzam, podendo se tocar em saltos d'água ou despenhadeiros. Como regra geral, as curvas de nível cruzam os cursos d'água em forma de 'V', com o vértice apontando para a nascente.

As curvas de nível indicam se o terreno é plano, ondulado, montanhoso, íngreme ou de declive suave. Elas são equidistantes, isto é, a distância vertical – o desnível entre as curvas é constante e varia de acordo com a escala da carta. A equidistância é alterada quando se representa área predominantemente plana como a Amazônia, onde pequenas altitudes são de grande importância, ou quando o detalhe é muito escarpado e a representação de todas as curvas dificultaria a leitura.

#### ESCALA EQUIDISTÂNCIA CURVAS MESTRAS

1:25.000 10 m 50 m

1:50.000 20 m 100 m

1:100.000 50 m 250 m

1:250.000 100 m 500 m

1:500.000 100 m 500 m

1:1.000.000 100 m 500 m

**REDE DE DRENAGEM** = Controla a forma geral da topografia do terreno e serve de base para o traçado das curvas de nível. É constituída por:

**Rio:** Curso d'água natural que deságua em outro rio, lago ou mar. Seu curso estende-se do ponto mais alto (nascente ou montante) até o ponto mais baixo (foz ou jusante).

De acordo com a hierarquia e o regionalismo, recebe um nome genérico diferente: córrego, ribeirão, lajeado, sanga, arroio, igarapé, etc.

**Talvegue:** Canal de maior profundidade ao longo de um curso d'água.

**Bacia Hidrográfica:** Conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. Se limita com outra bacia pelo divisor de águas.

**Divisor de Águas:** Linha que passa pelos pontos mais elevados do terreno e ao longo do perfil mais alto entre eles, dividindo as águas de um e outro curso.

**Lago:** Depressão do relevo coberta de água.

**Morro:** Elevação natural do terreno com altura de até 300 metros.

**Montanha:** Grande elevação natural do terreno, com altura superior a 300 metros, constituída por uma ou mais elevações.

**Serra:** Cadeia de montanhas.



By Figueroa

Encosta ou Vertente: Declividade apresentada pelo morro, montanha ou serra.

Pico: Ponto mais elevado de um morro, montanha ou serra.

**CORES HIPSOMÉTRICAS E CORES BATIMÉTRICAS** - Nas cartas em escalas pequenas, além das curvas de nível, são utilizadas cores diferentes e diversas tonalidades para a representação das faixas de determinadas altitudes, facilitando assim a visualização do relevo.

A altimetria do terreno – relevo com cota positiva ou acima do nível do mar – é representada pelas cores verde, amarela, laranja, sépia, rosa e branca e suas tonalidades. São chamadas cores hipsométricas e o verde representa baixas altitudes enquanto o branco representa altitudes acima de 6.000 metros.

Para as cores batimétricas – relevo com cota negativa ou abaixo do nível do mar – usa-se o azul e suas tonalidades. O azul claro representa profundidade pequena e o azul escuro oceano muito profundo.

**RELEVO SOMBREADO** - É uma modalidade da representação do relevo, constituída de sombras contínuas sobre certas vertentes dando a impressão de saliências iluminadas e reentrâncias não iluminadas. Uma fonte de luz imaginária é colocada à noroeste, num ângulo de 45° com o plano da carta, de forma que as sombras sobre as vertentes fiquem voltadas para o sudeste.

**PERFIL TOPOGRÁFICO** - É a representação cartográfica de uma seção vertical da superfície terrestre. Numa linha de corte ou básica, marcam-se suas intersecções com as curvas de nível, cotas de altitude, rios, picos e outros pontos definidos. O desenho do contorno dos pontos obtidos plotados numa escala vertical permite a visualização do perfil do terreno.

**NOMENCLATURA DAS FOLHAS** - Tem origem nas folhas ao Milionésimo e se aplica a todas as folhas de cartas do mapeamento sistemático (escalas de 1:1.000.000 a 1:25.000).

A distribuição geográfica das folhas ao Milionésimo foi obtida com a divisão de um modelo esférico da Terra em 60 fusos de amplitude 6° , numerados a partir do fuso 180° W - 174° W no sentido Oeste-Leste. Cada fuso está subdividido a partir da linha do Equador em 21 zonas de 4° de amplitude para o Norte e 21 para o Sul.

Uma folha ao Milionésimo pode ser acessada por um conjunto de três caracteres:

1. Letra N ou S – Indica se a folha está ao Norte ou ao Sul do Equador.
2. Letras de A até U – Cada letra se associa a um intervalo de 4° de latitude se desenvolvendo a Norte e a Sul do Equador e indica a latitude limite da folha. A faixa compreendida entre as latitudes 8° e 4° Norte recebe a letra B e passa pelo extremo norte do Brasil. A maior parte de Minas está associada à letra E e o Rio Grande do Sul à letra H.
3. Números de 1 a 60 – Indicam o número de cada fuso que contém a folha. O Brasil é coberto por oito fusos; do fuso 18 que passa por parte do Acre e do Amazonas ao fuso 25 que cobre parte do Nordeste e Fernando de Noronha.
4. A carta 1:1.000.000 é subdividida em 4 cartas 1:500.000, que são identificadas pelas letras V, X, Y ou Z, sendo que a carta V é a do canto superior esquerdo e a seqüência obedece o sentido horário.
5. Da mesma forma, a carta 1:500.000 é subdividida em 4 cartas 1:250.000, identificadas pelas letras A, B, C ou D.
6. Assim, a carta 1:250.000 é subdividida em 6 cartas 1:100.000 identificadas pelos algarismos romanos de I a VI.
7. A subdivisão da carta 1:100.000 em 4 cartas 1:50.000 que recebem como identificação os números 1, 2, 3 ou 4.
8. A carta 1:50.000 é subdividida em 4 cartas 1:25.000, que são identificadas pelas siglas NO (noroeste), NE (nordeste), SO (sudoeste) ou SE (sudeste).

A convenção permite localizar uma carta no globo terrestre através de sua nomenclatura.

**SISTEMAS DE COORDENADAS** - São padrões de quadrados e retângulos superpostos aos mapas que permitem identificação de todo e qualquer ponto. O sistema mais usado que cobre o mundo todo é o LATITUDE/LONGITUDE. Usa-se como referências a Linha do Equador – que divide a Terra em Hemisfério Norte (N) e Hemisfério Sul (S) – e a linha que passa pelos polos e pela cidade inglesa de Greenwich (Meridiano de Greenwich) – que divide a Terra em Hemisfério Oeste (W, de West) e Hemisfério Leste (E, de East). As linhas imaginárias paralelas à do Equador são chamadas de Paralelos de Latitude e suas perpendiculares, de Meridianos de Longitude. Convencionou-se que a linha do Equador é a linha 0° de Latitude e o meridiano de Greenwich, a linha 0° de Longitude. O meridiano oposto, a 180°, é chamado de "International Date Line" (Linha Internacional de Mudança de Data). O Polo Norte está na Latitude 90° Norte e o Sul, na 90° Sul. P último pedido de socorro do Titanic partiu das coordenadas





By Figueroa

localizadas no paralelo de latitude 41° e 45' acima do Equador (Hemisfério Norte) e no meridiano de longitude a 050° e 14' a oeste de Greenwich (Hemisfério Oeste). Assim, no sistema LAT/LONG, suas coordenadas eram: N 41° 45' W 050°14'.

#### COORDENADAS UTM – Universal Transversa de Mercator

A genialidade da grade UTM está na facilidade e precisão que ela permite na leitura de mapas muito detalhados. Gerardus Mercator, cartógrafo belga do século XVI, não imaginava o alcance da projeção elaborada por ele.

A grade UTM divide o mundo em 60 zonas de 6° de largura. A zona número 1 começa na longitude oeste 180° (W 180°=E180°). Continuam em intervalos de 6° até a zona de número 60. Cada zona é projetada num plano e perde sua característica esférica. Assim suas coordenadas são chamadas "falsas". A distorção produzida pela projeção limita o mapa à área compreendida entre as latitudes N 84° e S 80°. A grade UTM não inclui necessariamente letras na sua designação. A letra 'U', usada como referência pelo Sistema Militar Americano (U. S. Military Grid System), designa a região compreendida entre as latitudes N 48° e N 56°. Letras em ordem alfabética – de sul para norte – são usadas para designar seções de 8°, de forma a coincidir a seção 'U' entre as referidas latitudes. Alguns receptores usam essa notação, outros apenas indicam se as coordenadas estão acima ou abaixo do Equador.

Cada zona tem sua referência vertical e horizontal. A linha de longitude que divide uma zona de 6° em duas metades é chamada de 'zona meridiana'. Por exemplo, a zona 1 é limitada pelas linhas de longitude W 180° e W 174°, então sua zona meridiana é a linha de longitude W 177°. A zona meridiana é sempre definida como 500.000 m. As coordenadas horizontais maiores ou menores que 500.000 m se localizam a leste ou oeste da zona meridiana, respectivamente. O valor de uma coordenada horizontal avalia sua distância – em metros – da zona meridiana. A coordenada 501.560 está a 1.560 m a leste da zona meridiana; a 485.500 está a (500.000 – 485.500) = 14.500 m a oeste da zona meridiana. As coordenadas horizontais crescem para leste e decrescem para oeste. As coordenadas verticais são medidas em relação ao Equador, que é cotado como a coordenada 0.000.000 m de referência para o Hemisfério Norte ou como a coordenada 10.000.000 m de referência para o Hemisfério Sul. A coordenada vertical de uma localidade acima da Linha do Equador é sua distância – em metros – ao Equador. A coordenada vertical 5.897.000 significa que o ponto está a 5.897,0 m acima do Equador. Se o ponto estiver abaixo do Equador, a distância é calculada subtraindo-se o valor da coordenada do valor de referência para o Hemisfério Sul (10.000.000 – 5.897.000 = 4.103,0 m).

Como a mesma coordenada vertical pode ser associada a duas localidades distintas, uma acima e outra abaixo do Equador, é necessário indicar em qual hemisfério se localiza para identificá-la.

**DATUM DE UMA CARTA GEOGRÁFICA** - As cartas geográficas são confeccionadas de forma que todos os pontos estão a determinada distância de um ponto de referência padrão chamado DATUM. Antigamente cada país escolhia independentemente seu próprio DATUM. Resultava que as mesmas localidades tinham diferentes coordenadas em cartas de diferentes países.

O GPS tem seu próprio DATUM chamado WGS 84 – World Geodetic System 1984. Todos os receptores podem usá-lo como referência.

Obtém-se maior precisão quando o receptor é configurado com o mesmo datum da Carta Geográfica disponível. A opção Córrego Alegre, utilizada como referência nas cartas do IBGE, consta da lista dos DATA opcionais para configuração do GPS.

#### GRADE MAIDENHEAD e GRADE TRIMBLE:

A grade MAIDENHEAD é usada por operadores de rádio amador. Divide o mundo em grades de 20° de longitude por 10° de latitude, que são identificadas por duas letras, AA – RR. As grades são subdivididas em áreas de 2° x 1° e rotuladas com 2 números, 00 – 99. As áreas são novamente subdivididas em subáreas de 5' de longitude por 2,5' de latitude e rotuladas com letras, AA – XX. Uma coordenada Maidenhead é coisa do tipo EM 18 BX..

A grade TRIMBLE é uma extensão da grade Maidenhead, que torna-a mais acurada e utilizável em receptores GPS. Uma sub-área Maidenhead pode cobrir uma área de até 8,9 km x 4,8 km. Um receptor pode reconhecer áreas muito menores que esta, então a grade TRIMBLE subdividiu a sub-área ainda mais, adicionando um par de números (00 – 99) e letras (AA – YY) ao formato Maidenhead. A coordenada fica então AQ 57 DK 23 SU, por exemplo. Receptores TRIMBLE são úteis para quem precisa de coordenadas Maidenhead, pois podem converter qualquer grade em Maidenhead.

O IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – mantém uma loja virtual, acessada através do endereço [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), destinada a vender cartas, mapas, e outros produtos.

O IGA – Instituto de Geociências Aplicadas – de Belo Horizonte, mantém um acervo de cartas e mapas de Minas Gerais e informações sobre a compra de cartas e de cópias coloridas ou escaneadas podem ser obtidas pelo telefone (31) 3213 29 12.

A Casa dos Mapas, também de Belo Horizonte, tem cartas de todo o Brasil e o telefone é (31) 3212 50 02.

A utilização da carta topográfica associada ao GPS é uma poderosa ferramenta de localização e navegação.



By Figueroa

**RECEPTORES GPS** - Existem receptores de diversos fabricantes disponíveis no mercado, desde os portáteis – pouco maiores que um maço de cigarros - que custam pouco mais de 100 dólares, até os sofisticados computadores de bordo de aviões e navios, passando pelos que equipam muitos carros modernos. Além de receber e decodificar os sinais dos satélites, os receptores são verdadeiros computadores que permitem várias opções de: referências; sistemas de medidas; sistemas de coordenadas; armazenagem de dados; troca de dados com outro receptor ou com um computador; etc. Alguns modelos têm mapas muito detalhados em suas memórias. Uma pequena tela de cristal líquido e algumas teclas permitem a interação receptor/usuário.

**PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DE UM RECEPTOR** - · Permitem armazenar pontos em sua memória, através de coordenadas lidas em uma carta, obtidas pela leitura direta de sua posição ou através de reportagens ou livros especializados que as publiquem.

· Os pontos plotados na memória podem ser combinados formando rotas que, quando ativadas, permitem que o receptor analise os dados e informe, por exemplo: tempo, horário provável de chegada e distância até o próximo ponto; tempo, horário provável de chegada e distância até o destino; horário de nascer e do por do Sol; rumo que você deve manter para chegar ao próximo ponto de sua rota e muito mais. A função **ROTA** é importante porque permite que o receptor guie o usuário do primeiro ponto ao próximo e assim sucessivamente até o destino. Quando você atinge um ponto, o receptor busca o próximo - sem a interferência do operador – automaticamente. A função **GO TO** é similar, sendo o ponto selecionado o próprio destino.

· Grava na memória seu deslocamento, permitindo retrazar seu caminho de volta ao ponto de partida. Pode-se avaliar sua utilidade em barcos, caminhadas e uso fora-de-estrada.

· Os receptores instalados nos carros dos países onde existem mapas digitalizados – computadores de bordo – trazem em sua memória mapas detalhados de cidades e endereços úteis como restaurantes, shoppings, hotéis, etc. Um menu permite ao motorista ativar automaticamente uma rota até o ponto desejado, seja outra cidade, outro bairro ou um endereço específico. (No Brasil, provavelmente a General Motors sairá na frente na oferta desse opcional, no carro a ser produzido em sua unidade do Rio Grande do Sul. A filial da Mannesmann VDO AG., fabricante alemã desse equipamento, está sondando empresas especializadas para fazerem o mapeamento digitalizado das cidades brasileiras com mais de 100.000 habitantes.

**APLICAÇÕES** - Além de sua aplicação óbvia na aviação geral e comercial e na navegação marítima, qualquer pessoa que queira saber sua posição, encontrar seu caminho para determinado local (ou de volta ao ponto de partida), conhecer a velocidade e direção de seu deslocamento pode se beneficiar com o sistema. A comunidade científica o utiliza por seu relógio altamente preciso. Durante experimentos científicos de coleta de dados, pode-se registrar com precisão de micro-segundos (0,000001 segundo) quando a amostra foi obtida. Naturalmente a localização do ponto onde a amostra foi recolhida também pode ser importante.

Agrimensores diminuem custos e obtêm levantamentos precisos mais rapidamente com o GPS. Unidades específicas têm custo aproximado de 3.000 dólares e precisão de 1 metro, mas existem receptores mais caros com precisão de 1 centímetro. A coleta de dados por estes receptores é bem mais lenta.

Guardas florestais, trabalhos de prospecção e exploração de recursos naturais, geólogos, arqueólogos, bombeiros, são enormemente beneficiados pela tecnologia do sistema. O GPS tem se tornado cada vez mais popular entre ciclistas, balonistas, pescadores, ecoturistas ou por leigos que queiram apenas planejar e se orientar durante suas viagens.

Com a popularização do GPS, um novo conceito surgiu na agricultura: a agricultura de precisão. Uma máquina agrícola dotada de receptor GPS armazena dados relativos à produtividade em um cartão magnético que, tratados por programa específico, produz um mapa de produtividade da lavoura. As informações permitem também otimizar a aplicação de corretivos e fertilizantes. Lavouras americanas e européias já utilizam o processo que tem enorme potencial em nosso país.

**LIMITAÇÕES** - A leitura da altitude fornecida pelo receptor também é afetada pelo erro do sistema. Porém, um erro de 10 metros numa dimensão de 100; 200 ou 500 metros é proporcionalmente muito grande e perigosa, dependendo da atividade desenvolvida.

Os sinais dos satélites não penetram em vegetação densa, vales estreitos, cavernas ou na água. Montanhas altas ou edifícios próximos também afetam sua precisão.

Para o uso automotivo, deve-se providenciar uma extensão para fixar a antena externamente ou posicionar o receptor junto ao pára-brisas.

É importante que o receptor utilize pilhas comercializadas no nosso mercado e que tenha como acessório um adaptador para ligá-lo no acendedor de cigarros do veículo.

Para o uso em ambiente marinho, é fundamental que o receptor seja a prova d'água para evitar corrosão em seus componentes.

**ESCOLHA DO RECEPTOR** - O item mais importante é definir a aplicação básica que você terá para um receptor GPS. Identifique então os modelos disponíveis no mercado e liste-os sob a forma de uma tabela comparativa contendo preços, características principais e acessórios disponíveis. Acessórios ou características supérfluas à sua aplicação encarecem desnecessariamente o modelo a ser adquirido.



By Figueroa

Um receptor portátil para o uso geral de excelente relação custo/benefício é o modelo GPS III PLUS fabricado pela GARMIN ([www.garmin.com](http://www.garmin.com)). Vem de fábrica com um mapa bastante detalhado implantado na memória; funciona com 4 pilhas tamanho AA - autonomia de mais de 30 horas - ou conectado ao acendedor de cigarros – aceita variação de 10 a 32 Volts na alimentação; sua memória tem capacidade de gravar até 500 pontos e 20 rotas diferentes e registra seu deslocamento automaticamente. Permite entrada/saída de dados para outros equipamentos e custa aproximadamente 300 dólares nos EUA. Existe um modelo específico para as Américas e o modelo PILOT, mais caro, para o uso em aviação.

Informações sobre cursos de operação de GPS e de manuseio de cartas topográficas podem ser obtidas no Clube Mineiro de Balonismo através do telefone (31) 3575 5335.

## GLOSSÁRIO

**ALMANAQUE** – Informações de localização (constelação) e status dos satélites transmitida por cada satélite e coletada pelo receptor.

**AZIMUTE** – O ângulo formado entre a direção Norte-Sul e a direção de um objeto considerado, contado a partir do Polo Norte, variando de 0° a 360° no sentido horário.

**DIREÇÃO** – A direção do deslocamento, medida em graus, baseada na convenção que considera o operador/receptor no centro de um círculo imaginário, estando o Norte a 0°/360° e o Sul a 180°.

**RUMO** – A direção pretendida de movimento.

**CURSO** – É o ângulo formado entre a direção do destino e a direção Norte-Sul, medida em graus.

**COORDENADAS** – Descrição única de uma posição geográfica, usando caracteres numéricos ou alfa-numéricos.

**NORTE VERDADEIRO** ou de **GAUSS** – A direção do Polo Norte.

**NORTE MAGNÉTICO** – A direção apontada pela agulha da bússola magnética.

**DECLINAÇÃO MAGNÉTICA** – A diferença, em graus, entre o norte magnético e o verdadeiro.

**POSIÇÃO** – Uma localização geográfica na superfície da Terra.

**NAVEGAÇÃO** - Ato de determinar o curso e a direção do deslocamento.

**ROTA** – Um curso planejado de viagem definido por uma seqüência de pontos.

**PERNA** – Distância de um ponto de uma rota ao próximo ponto de referência.

**POSIÇÃO FIXA** – Coordenadas de posição computadas pelo receptor GPS

**S.A.** – Selective Availability ( Disponibilidade Seletiva) – O erro aleatório que o Departamento de Defesa dos EUA introduz deliberadamente nos sinais do Sistema para degradar sua precisão, onde e quando desejar.

**DILUIÇÃO DE PRECISÃO** – **DOP** (Dilution Of Precision) – Também conhecida como **GDOP** (Geometric DOP), é o fator que determina a precisão obtida devido à geometria dos satélites. Quanto menor a DOP, melhor a precisão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

· GPS Made Easy – Letham, Lawrence – Canadá – 1996

· The Story of Americo Vespucci – Alper, Ann F. – 1991

· Apostila sobre GPS – Thorton, Jonathan – S. Paulo – SP – 1997

· Manual de Operação do receptor GPS III, fabricado pela Garmin.

· GPS – Um Guia de Utilidade – Hurn, Jeff – TRIMBLE NAVIGATION LIMITED

· Noções Básicas de Cartografia – Manual Técnico do IBGE - 1999

· Manual de Operação do DGPS 53, fabricado pela Garmin



*By Figueroa*