



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**  
**SETOR DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA**

**NOÇÕES BÁSICAS SOBRE**  
**GPS DE NAVEGAÇÃO**

Rômulo Parma Gonçalves  
Giuliano Sant'Anna Marotta  
Rafael J. de Oliveira Andrade  
Leonardo Campos de Assis

Viçosa – MG  
2007

## SUMÁRIO

1. Apresentação .....	1
2. Sistemas de Posicionamento Global.....	4
2.1 GPS.....	4
2.2 GLONASS.....	5
2.3 GALILEO.....	5
2.4 GNSS.....	6
3. Sistema GPS de Navegação.....	7
4. Noções de Cartografia .....	9
5. Aplicações do GPS de Navegação.....	13
6. Recursos e Funções dos Receptores .....	16
6.1 Configurando o Receptor.....	16
6.1.1 Modo de trabalho.....	16
6.1.2 Fuso Horário .....	17
6.1.3 Formato da Coordenada.....	17
6.1.4 Datum .....	18
6.1.5 Unidades .....	18
6.1.6 Referência do Norte.....	18
6.2 Funções.....	19
6.2.1 MARK .....	19
6.2.2 Excluindo um <i>waypoint</i> .....	19
6.2.3 Renomeando um <i>waypoint</i> .....	19
6.2.4 Listando pontos .....	19
6.2.5 Listando pontos mais próximos.....	19
6.2.6 GOTO – “Ir para” .....	19
6.2.7 MOB – <i>Man Over Board</i> – “Homem ao mar” .....	20
6.2.8 <i>TRACKLOG</i> – <i>TRACKPOINTS</i> – TRILHAS (Mapeamento automático) ....	20
6.2.9 Traçar rotas.....	20
6.2.10 Cálculo de azimute e distância entre dois pontos.....	20
6.2.11 Cálculo de área .....	20
6.2.12 Cálculo da hora do nascer e pôr do sol.....	20
7. Referências .....	21
8. Páginas na Internet .....	22
9. ANEXOS.....	23
10. Contatos.....	26

## 1. Apresentação

Desde remotas civilizações, o homem se preocupa em saber qual sua localização. Primeiramente para determinar sua área de ocupação e, em seguida, para explorar e desbravar novas regiões. Houve, pois, uma época em que as referências utilizadas na navegação eram os astros, de maneira que a informação a respeito da direção que se deve tomar quase sempre implicava em uma expedição bem ou mal sucedida. Entretanto, a observação dos astros dependia fortemente de condições atmosféricas. Foi então que surgiu uma das maiores invenções tecnológicas para a navegação: a bússola. Há ainda hoje divergência de alguns estudiosos sobre quem a inventou, porém, atribui-se a descoberta da orientação natural dos ímãs aos chineses, por volta do ano 2000 a.C., e por consequência, a invenção da bússola.

Sabe-se que os árabes a introduziram na sociedade europeia na época das cruzadas. Apesar da enorme importância da bússola respondendo à questão de qual direção se deve tomar, havia ainda uma outra questão crucial a ser respondida: onde estou em relação ao meu destino?

Mais recentemente, com o surgimento e avanço das tecnologias, vários sistemas de navegação foram desenvolvidos. Conforme BUIS (2006) relata, no início da década de 60, equipes do JPL - NASA (*Jet Propulsion Laboratory – National Aeronautics and Space Administration*) e da *Stanford University* exploraram sinais de rádio entre a Terra e as espaçonaves *Mariner 3* e *4* para sondar a atmosfera e outras propriedades de Marte. Desde então os sinais de rádio têm se tornado um ponto forte para exploração espacial.

Entre os sistemas de navegação baseados em radiofrequência, pode-se citar, por exemplo: LORAN – *Long-Range Navigation System*, DECCA – *Low Frequency Continuous Wave Phase Comparison Navigation*, Omega – *Global Low Frequency Navigation System* e por último, NNSS – *Navy Navigation Satellite System* ou Transit (MONICO, 1999). Todos esses sistemas apresentavam potencialidades, entretanto, uma série de limitações.

Com a corrida armamentista entre EUA e a extinta URSS surgiu então, com tecnologia americana, o NAVSTAR-GPS (*Navigation Satellite with Time and Ranging – Global Positioning System*), e com tecnologia soviética, o GLONASS (*Global Navigation Satellite System*). Estava iniciada então uma nova era para a navegação.

O GPS fornece informações de posicionamento (em um espaço tridimensional) por ponto, de: Latitude, Longitude e Altitude, Velocidade e Tempo, em qualquer lugar

do globo e durante as vinte e quatro horas do dia, independentemente das condições atmosféricas.

O GPS é, pois, uma tecnologia de Sensoriamento Remoto que emergiu efetivamente na década de 80, quando a NASA desenvolveu novos equipamentos, técnicas e análises para proporcionar o posicionamento preciso de pontos, sejam estes na Terra, sejam na órbita dos satélites (BUIE, 2006). Diversos estudos a respeito das perturbações dos sinais GPS ao atravessar a atmosfera terrestre foram então conduzidos para proporcionar maiores precisões.

São as precisões que definem os tipos de serviços disponibilizados pelo sistema GPS: SPS (*Standard Positioning System*) e PPS (*Precision Positioning System*), que significam respectivamente, sistema de posicionamento padrão e sistema de posicionamento preciso.

O SPS proporcionava, até 1º de maio de 2000, uma precisão que equivale a dizer que ao se coletar cem vezes as coordenadas de um mesmo ponto, cerca de noventa e cinco vezes, tal ponto, provavelmente estaria horizontalmente a 100 metros ou menos e verticalmente a 140 metros ou menos da sua posição verdadeira.

O PPS proporcionava uma precisão melhor da ordem de 10 vezes. A baixa precisão obtida por observações GPS - SPS era causada, principalmente, por uma manipulação proposital nas mensagens de navegação dos satélites, introduzida no sinal pelo órgão regulador do GPS para controlar o acesso ao sinal de boa qualidade, disponibilizando apenas aos usuários autorizados. Essa técnica é conhecida como SA - *Selective Availability* (disponibilidade seletiva). A partir de 0 hora do dia 2 de maio de 2000 a SA foi desabilitada proporcionando ao SPS a precisão do PPS. Na ocasião, o governo americano anunciou deter tecnologia mais robusta para garantir a segurança do sistema quando seu território fosse ameaçado. Tratava-se da SD - *Selective Denial* (proibição seletiva).

Atualmente, diversos fabricantes anunciam que seus aparelhos receptores de sinal GPS são capazes de proporcionar precisão horizontal de cerca de 15 metros, processando sinal por código CA - *Coarse Acquisition* (aquisição inferior). O código CA é o sinal padrão (SPS) recebido pelos receptores GPS de Navegação e utilizado para o processamento e determinação da posição em tempo real.

Fato é que o avanço das tecnologias de GPS e da eletrônica têm proporcionado a produção de aparelhos de custo acessível à sociedade civil e esta alterou a maneira de

enxergar sua inserção no contexto geo-espacial, vislumbrando novas aplicações da tecnologia em cada vez mais segmentos.

## 2. Sistemas de Posicionamento Global

Os sistemas de posicionamento global permitem o posicionamento ou navegação de uma forma global, ou seja, no planeta Terra. Cada posição agora pode ser obtida e descrita rigorosamente por coordenadas inseridas no contexto terrestre.

As posições nos fornecem indiretamente informações como direção, distâncias e velocidade quando associada ao tempo, que são necessárias às mais diversificadas atividades, como por exemplo, a Navegação.

### 2.1 GPS

O acrônimo GPS ou NAVSTAR-GPS é um sistema espacial de radionavegação desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, o DoD (*Department of Defense*) composto de satélites artificiais que orbitam a Terra e estações terrestres.

O objetivo inicial tinha caráter militar, porém devido à eficiência e os benefícios trazidos pelo sistema, o uso pela comunidade civil já é fato há algum tempo. O Sistema original previa 24 satélites a 22.200 quilômetros de altitude e dispostos em 6 órbitas planas em torno da terra conforme ilustrado na Figura 1.

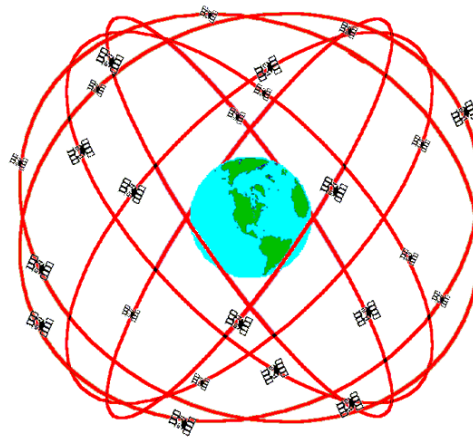


Figura 1: Constelação dos satélites - Sistema GPS

Além do segmento espacial exposto acima, existem também os segmentos de controle e de usuário responsáveis pelo controle, monitoramento, manutenção e uso do sistema propriamente dito. Os usuários fazem uso do sistema através dos receptores de sinais GPS.

## 2.2 GLONASS

O acrônimo GLONASS, é um sistema similar ao GPS desenvolvido pela antiga União Soviética no início dos anos 70 também com objetivos militares, que a partir de 1988 vem sendo usado também pela comunidade civil. Dividido também em três segmentos como o sistema GPS: espacial, controle e usuários, o GLONASS se difere bastante do GPS. A Figura 2 apresenta a configuração dos satélites em torno da Terra.

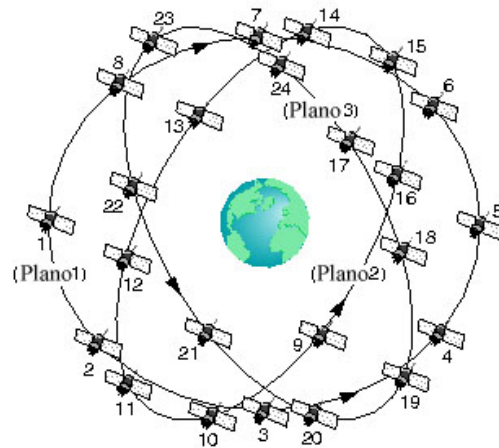


Figura 2: Constelação dos satélites - Sistema GLONASS

## 2.3 GALILEO

O sistema GALILEO é um sistema de posicionamento europeu que está sendo definido por agências governamentais européias, empresas privadas e pela comunidade científica. Será constituído por 27 satélites operacionais e 3 de reserva dispostos em 3 órbitas planas em torno da Terra com uma altitude de 20.616 quilômetros conforme ilustrado na Figura 3. Será um sistema de uso civil e terá precisão da ordem de 4 metros horizontal e 8 metros na vertical.

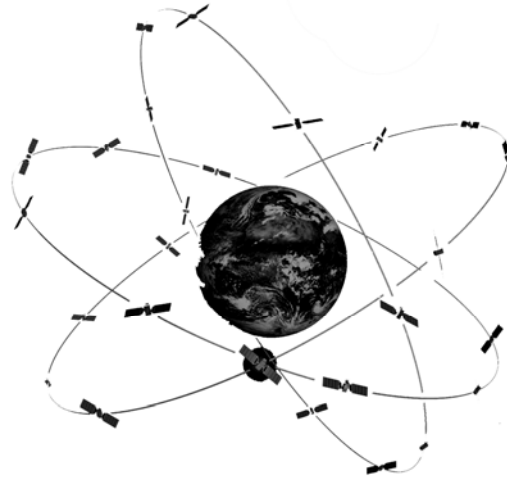


Figura 3: Constelação dos satélites - Sistema GALILEO

## 2.4 GNSS

O acrônimo GNSS, refere-se à integração entre os sistemas GPS, GLONASS e GALILEO com vistas à melhoria da geometria, disponibilidade em qualquer local da Terra, integridade e confiança na atividade de posicionamento e navegação pelos usuários.

### 3. Sistema GPS de Navegação

Com um receptor de sinais GPS de Navegação, um usuário pode determinar sua localização em qualquer lugar do mundo, 24 horas por dia e em tempo real. Atualmente o GPS pode ser utilizado em uma infinidade de áreas de aplicação, sendo que em algumas destas atividades têm-se a necessidade de posicionamento instantâneo, daí então a importância do uso dos receptores GPS de Navegação.

Um detalhe importante do posicionamento em tempo real é exatamente a questão da acurácia que esses receptores conseguem alcançar. Dependendo da aplicação, os receptores GPS de Navegação ainda não são aceitos, como é o caso por exemplo de levantamentos topográficos e geodésicos, onde se exige uma precisão submétrica.

A acurácia nominal de um aparelho receptor GPS de Navegação é de aproximadamente 15 metros, porém, segundo MONICO (2000), estes receptores são destinados a levantamentos expeditos que requerem precisão horizontal da ordem de 100 metros, no nível de probabilidade de 95%.

No entanto, já existem métodos para correção do sinal recebido por esses aparelhos, já implantados em alguns países como Estados Unidos, Rússia, Japão e grande parte da Europa, onde estações de monitoramento terrestre, juntamente com alguns satélites geo-estacionários possibilitam uma correção em tempo real para o posicionamento e navegação, podendo chegar a precisões da ordem de 1 a 3 metros. Esta técnica é muito utilizada no setor de aviação destes países e é chamada de DGPS, *Differential Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global Diferencial.

Quanto ao posicionamento pelo sistema GPS, há atualmente dois tipos distintos de medições, que é o posicionamento por código e o posicionamento por fase. Como os receptores GPS de Navegação utilizam o posicionamento por código, este será então explanado a seguir.

Ao emitirem os sinais, os satélites também transmitem a informação do tempo das transmissões com precisão. Segundo SEGANTINE (2005), os receptores medem este tempo de recepção e, dada a diferença entre o tempo exato da transmissão e o tempo exato da recepção, pode-se então determinar a distância entre um satélite específico e uma única estação ocupada.

Uma das maiores causas de erros no posicionamento com receptores GPS, é devido à falta de sincronismo do relógio do receptor (geralmente, oscilador de quartzo de baixa precisão) com o relógio do satélite (oscilador atômico de altíssima precisão). Além dessa fonte de erros, ainda há interferência de fatores ambientais, como o efeito da ionosfera, troposfera dentre outras.

## 4. Noções de Cartografia

Quando se usa um aparelho receptor de sinais GPS, independente da finalidade, é fato que se está utilizando um sistema de coordenadas geo-referenciadas. Mas é necessário saber também, qual sistema está sendo utilizado, e qual tipo de coordenadas está sendo apresentado. Por isso, faz-se importante que o leitor conheça um pouco sobre a cartografia.

A fim de facilitar o entendimento, começamos por mostrar as duas formas de representação da Terra, que são o Geóide e o Elipsóide. O geóide é a superfície física equipotencial que mais se aproxima do nível médio dos mares. Já o elipsóide é uma forma matemática de representação da Terra, com o intuito de facilitar os cálculos de posicionamento sobre a superfície terrestre, onde este é formado por um elipsóide de revolução. A diferença entre o geóide e o elipsóide é chamada de altura geoidal e varia ponto a ponto sobre toda a superfície terrestre (Figura 4).

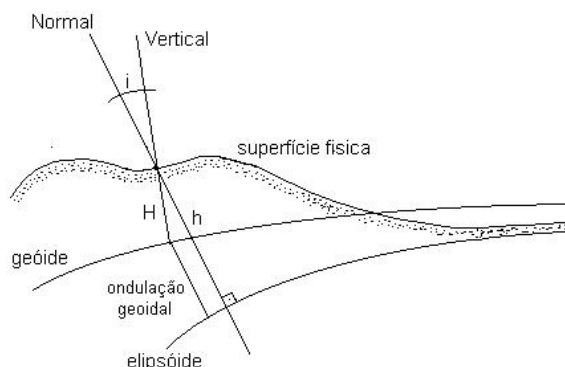


Figura 4: Relação entre Geóide e Elipsóide – Altura Geoidal

Outro aspecto importante a ser tratado ao se trabalhar com posicionamento global, é o *datum*, que nada mais é que um ponto que será definido como a origem de um sistema de coordenadas, podendo ser topocêntrico, ou seja, este *datum* estaria situado na superfície terrestre, ou geocêntrico quando este *datum* estiver situado no centro de massa da Terra.

Para exemplificar, podemos tomar o sistema de coordenadas SAD69 (*South American Datum - 1969*) como exemplo de um sistema de coordenadas topocêntrico, pois seu *datum* horizontal está situado em Chuá-MG, significando que esta é sua origem. Vale também ressaltar que neste *datum*, há a coincidência entre o geóide e o elipsóide.

O sistema de referência geocêntrico oficial no Brasil atualmente é o SIRGAS2000, (*Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - 2000*), que segundo o IBGE, pode ser considerado semelhante ao WGS84 (*World Geodetic System - 1984*) para fins de engenharia. Como o próprio nome diz, ele é geocêntrico, o que significa dizer que o geóide irá coincidir com seu elipsóide no centro de massa da Terra.

Para representar os pontos sobre a superfície terrestre, é necessário um sistema de coordenadas. Geralmente, são utilizados três sistemas de coordenadas, são eles o geodésico ou geográfico (Latitude, Longitude e Altitude), o cartesiano (X, Y, Z) e o sistema de coordenadas plano-retangulares *E* e *N* (*East, North*).

As coordenadas geodésicas variam de  $-90^\circ$  (Lat. Sul) a  $+90^\circ$  (Lat. Norte) para a latitude, sendo  $0^\circ$  de latitude um ponto situado sobre a linha do Equador. Na longitude elas variam de  $-180^\circ$  (Long. Oeste) a  $+180^\circ$  (Long. Leste), sendo  $0^\circ$  de longitude um ponto situado sobre o Meridiano de Greenwich. Se a altitude for geométrica é em relação ao elipsóide e se for ortométrica é em relação ao geóide.

As coordenadas cartesianas são referenciadas ao centro da Terra, onde um ponto é representado por X, Y e Z a partir dessa origem. O eixos X e Y estão contidos no plano do Equador e o eixo Z coincide com o eixo de rotação da Terra.

As coordenadas plano-retangulares são a representação do ponto num plano, o que vem a acarretar algumas deformações, visto a dificuldade de representar a superfície física da Terra num sistema de projeção. A maioria das cartas confeccionadas no Brasil está no sistema de projeção UTM (*Universal Transverso de Mercator*) e tem suas coordenadas representadas por *E* e *N*. É também essencial que estas coordenadas sejam acompanhadas pelo meridiano central, já que para cada par de coordenadas *E* e *N* no sistema UTM, existirão outros sessenta pares de coordenadas idênticos e a única diferença entre eles seria o MC (Meridiano Central).

Para entender melhor o MC, subentende-se que a Terra seja dividida em 60 fusos de  $6^\circ$ , onde cada um possui um MC e a coordenada *E* de qualquer ponto situado sobre cada MC é igual a 500.000. Para o hemisfério Sul, a coordenada *N* é igual a 10.000.000 no equador e decresce sentido ao pólo sul. Já para o hemisfério Norte, a coordenada *N* é igual a 0 quando o ponto situa-se sobre a linha do equador e cresce sentido ao pólo norte.

Para que se possa ter uma noção de que amplitude linear se pode obter através de um valor angular na superfície terrestre, é apresentada a Tabela 1.

Tabela 1: Variações aproximadas nas grandezas de distância na superfície terrestre

Ângulo	Distância aproximada (metros)
1°	111133
1'	1852
1''	31
0,1''	3
0,01''	0,3
0,001''	0,03
0,0001''	0,003
0,00001''	0,0003

Existem três principais superfícies adotadas para os sistemas de projeção. São elas o cilindro, o cone e o plano, que podem se localizar em diferentes posições com relação à Terra (Figura 5).

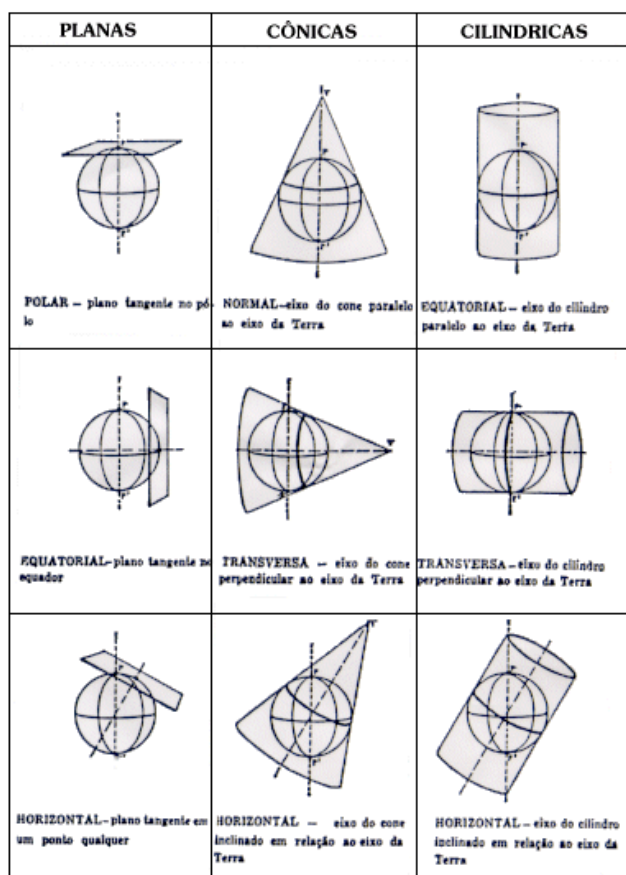


Figura 5: Superfícies de Projeção desenvolvidas em um plano. Fonte: IBGE.

Como exemplo, toma-se um ponto situado na cidade de Viçosa-MG, e suas coordenadas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Exemplo de diferentes sistemas de coordenadas

SIRGAS2000 / WGS84					
Geodésicas		Cartesianas		Plano-retangulares (UTM)	
$\phi$	-20°45'41,40200"	X	4373283,315	E	721.757,711
$\lambda$	-42°52'11,96220"	Y	-4059639,052	N	7.702.785,751
h	665,960 m	Z	-2246959,730	MC	-45°
SAD 69					
Geodésicas		Cartesianas		Plano-retangulares (UTM)	
$\phi$	-20°45'39,65354"	X	4373350,665	E	721.802,199
$\lambda$	-42°52'10,47662"	Y	-4059642,932	N	7.702.831,029
h	678,111 m	Z	-2246921,510	MC	-45°

O IBGE disponibiliza em seu site oficial, um software chamado TCGeo. Através deste software é possível fazer as transformações mostradas na Tabela 2.

## 5. Aplicações do GPS de Navegação

As aplicações do GPS são inúmeras e devem ser entendidas com respeito à precisão requerida para objetivo em questão. Dentre diversas possibilidades de aplicações, cita-se como exemplo ilustrativo as seguintes:

1. turismo: registro de pontos turísticos de interesse, armazenados no instante da visita ao local onde se encontram, ou mesmo a inserção de pontos programados para serem visitados, *a posteriori*;
2. viagem: estabelecimento de roteiros, sumário de viagem com informações de distância percorrida, velocidade e tempo gasto;
3. agronomia: medições de área de talhões ou perímetro de propriedades agrícolas;
4. esportes e lazer: trilhas “*off-road*”, caminhadas em terrenos hostis como matas, desertos, dentre outros, bem como seu caminho de volta.
5. pesca: localização de zonas susceptíveis à boa pesca (cardumes), seja em água salgada, seja em água doce - igarapés de difícil acesso;
6. fonte de dados: alimentação de banco de dados geográficos em um SIG (Sistema de Informações Geográficas).

O presente texto faz distinção entre as terminologias registro de ponto e inserção de ponto. Registro de ponto refere-se à tomada e gravação instantânea das coordenadas do ponto no momento da visita ao mesmo. Inserção de ponto refere-se à introdução das coordenadas de um ponto qualquer na memória do aparelho receptor antes da visita ao mesmo, sendo essas coordenadas obtidas através de mapas, cartas (digitais ou não) ou outro meio qualquer que o usuário dispor.

No caso da aplicação (1), o usuário tem a opção de registrar o ponto ou inseri-lo. Uma opção que pode ser muito útil para o presente caso é o uso da função para determinação da distância entre o ponto registrado (origem) e o ponto inserido (destino). De maneira geral, a função que calcula a distância entre dois pontos também informará o rumo a tomar. É importante ressaltar para o caso de inserção de pontos, que o aparelho esteja com a configuração ajustada para o mesmo sistema de referência das coordenadas que serão inseridas, caso contrário, um erro posicional difícil de ser detectado será introduzido.

Ao se considerar a aplicação (2), um roteiro pode ser facilmente estabelecido através da inserção das coordenadas de vários pontos que servirão de referência durante

o trajeto que se pretende percorrer. Iniciando em um ponto de partida qualquer, o aparelho receptor informará, como já mencionado, a distância e o azimute até o primeiro ponto inserido. Vale lembrar que azimute é o ângulo horário formado entre o norte de referência e um ponto qualquer.

Uma das opções mais úteis disponível na grande maioria dos aparelhos receptores GPS de navegação trata-se da função para armazenar rotas (*Tracklog*). Através dela, várias aplicações se encontram facilmente acessíveis. Por exemplo, para se obter o sumário (aplicação (2)) de uma viagem ou mesmo medição de área (aplicação (3)), ou ainda retornar à origem pelo mesmo caminho percorrido até o destino (aplicação (4)).

Para armazenar rotas, geralmente o aparelho receptor conta com espaço de memória maior do que o disponível para registrar pontos individuais (*Waypoint*). Há algoritmos implementados nos receptores que permitem processar velocidade, tempo de viagem e distância percorrida com base nas coordenadas e no instante de registro dos pontos armazenados ao longo do percurso.

Em casos em que o território é hostil, o uso da rota armazenada pode garantir o regresso à origem. A depender da situação, isso pode significar a diferença entre o sucesso e o fracasso de uma expedição. Nesses casos, uma função muito útil que o receptor GPS traz é a informação acerca da hora do pôr do sol naquela latitude, a qual permite ao usuário saber o tempo que resta de luz natural (uma informação importante para o planejamento das ações).

Certamente que uma das aplicações muito utilizada com o aparelho receptor GPS de navegação é a medição de áreas. Para determinar uma área e/ou seu perímetro, basta que, a partir de um ponto conhecido, o usuário inicie a função de armazenamento de rotas e percorra todo perímetro que se deseja determinar a área retornando ao mesmo ponto inicial de origem. Então se deve acessar a função para o cálculo de área.

Visto que praticamente todos os receptores GPS de navegação oferecem a possibilidade de armazenar pontos por intervalo de tempo decorrido ou distância percorrida, cabe aqui um adendo. Quanto menores os intervalos (seja de tempo ou distância), maior será a quantidade de pontos armazenados, melhor será a definição de detalhes (curvas) do caminho, porém, mais rápido a capacidade da memória será preenchida.

Para todas as aplicações mencionadas, seja para armazenamento das coordenadas de um ponto individual, seja para armazenamento de uma rota ou mesmo

para determinação de grandezas derivadas como distância, velocidade ou área, as informações serão armazenadas e/ou disponibilizadas em formatos pré-estabelecidos pelo usuário nas configurações de ajuste de seu aparelho. Essas configurações podem ser alteradas a qualquer momento sem risco de corromper os dados originalmente armazenados.

O assunto da aplicação (6) deve ser considerado com alguma cautela. Dados coletados com o uso do aparelho receptor GPS de navegação devem ser utilizados como fonte de alimentação de um banco de dados geográficos (BDG) em um SIG apenas nos casos em que a precisão dos dados do BDG apresentarem precisão semelhante à dos dados observados pelo receptor GPS. Caso contrário, quando os dados do BDG apresentarem precisão muito superior ou inferior aos dados GPS, estes podem não ter uma boa aceitação ou presteza às análises espaciais.

A alimentação do BDG por dados GPS dependerá obviamente da compatibilidade de formatos de exportação/importação entre os sistemas do aparelho receptor GPS e do SIG. Para o sucesso de tal integração (aplicação (6)) deve-se atentar para o detalhe dos formatos de intercâmbio de informações disponíveis entre os dois sistemas, antes mesmo de se realizar o levantamento dos dados em campo, ou seja, na fase de planejamento de implantação do SIG ou aquisição do aparelho receptor GPS.

## **6. Recursos e Funções dos Receptores**

Os programas dos receptores são capazes de realizar várias tarefas além de fornecer a posição de um local pontual. As funções mais comuns são:

- Configurar o receptor;
- Fornecer a posição atual;
- Inserir um ponto (gravar);
- Excluir um ponto;
- Renomear um ponto gravado;
- Orientar para um ponto;
- Homem ao mar – MOB;
- Listar pontos;
- Listar os pontos mais próximos;
- Traçar rotas;
- Cálculo de distância e
- Cálculo de área.

É importante, antes que se inicie o registro de posições na memória do receptor, configurar o aparelho. Ajustes de contraste, modo de operação, fuso horário local, formato de coordenada, unidades, datum e tipo de orientação do norte permitem ao usuário obter informações mais claras e de forma inequívoca.

As funções existentes na maioria dos receptores estão dispostas em distintas páginas no visor do aparelho. A página MENU é a que permite configurações de: idioma, unidades, datum, formato de coordenadas, alarmes, tipos de orientação do Norte dentre outras.

Detalhes da configuração do receptor serão abordados à parte deste texto, mas será também aqui apresentado de uma forma geral.

### **6.1 Configurando o Receptor**

#### **6.1.1 Modo de trabalho**

Normal: o receptor trabalha rastreando o tempo todo;

Econômico: o receptor liga e desliga ou inativa funções não essenciais;

Simulador: o receptor trabalha simulando uma navegação. É este que se deve usar para configurar e entrar com dados em casa ou no escritório.

### 6.1.2 Fuso Horário

É a diferença de hora em relação ao Meridiano de Greenwich. A Figura 6 mostra os fusos que abrangem o território brasileiro:

- 2:00 h: Fernando de Noronha;
- 3:00 h: Regiões Sul, Sudeste, Nordeste, Goiás, Tocantins, Amapá e leste do Pará;
- 4:00 h: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, oeste do Pará, Roraima e maior parte do Amazonas.
- 5:00 h: Acre e extremo oeste do Amazonas.



Figura 6: Fusos horários do Brasil.

### 6.1.3 Formato da Coordenada

Pode ser apresentada em coordenadas geográficas (Latitude e Longitude) ou em coordenadas da projeção UTM.

UTM: coordenada *East* e *North*;

Geográficas: ggg° mm' ss.s" → grau, minuto e segundo;

ggg° mm.mmm' → grau e minuto;  
ggg.ggggg° → graus decimais.

#### **6.1.4 Datum**

Refere-se ao sistema de referência utilizado.

SAD-69: oficial brasileiro;

Córrego Alegre: oficial no Brasil antes do SAD69 ;

WGS84: sistema de referência do GPS;

SIRGAS2000: oficial brasileiro e semelhante ao WGS84.

#### **6.1.5 Unidades**

Métrica: sistema métrico decimal (distâncias em metros ou quilômetros e velocidade em km/h);

Náutica: distâncias em milhas náuticas, altitude em pés e velocidade em nós *knots*; [1 milha náutica = 1.852 metros]

Estatuária: distâncias em milhas estatúrias, altitude em pés e velocidade em milha terrestre por hora; [1 milha terrestre = 1.609,344 metros]

#### **6.1.6 Referência do Norte**

Norte Verdadeiro: fornece direções, rumos e azimutes em relação ao norte verdadeiro;

Norte Magnético: fornece direções, rumos e azimutes em relação ao norte magnético. A Figura 7 mostra a diferença entre o norte magnético e o verdadeiro;

Grid: fornece direções, rumos e azimutes em relação ao norte de quadrícula;

Usuário: fornece direções, rumos e azimutes em relação ao norte magnético atribuído pelo usuário em função da declinação magnética;

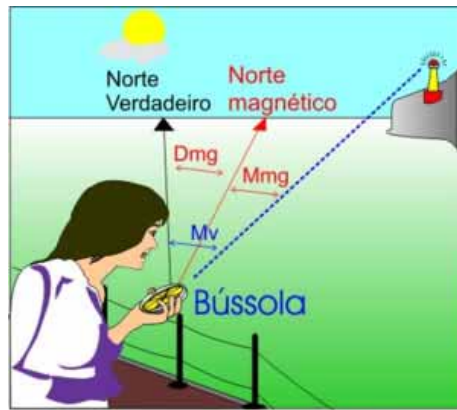


Figura 7: Relação entre os nortes verdadeiro e magnético

## 6.2 Funções

### 6.2.1 MARK

Esta função registra um *waypoint* do local permitindo ao usuário a definição do nome do ponto. É possível ter um indicativo da incerteza posicional do ponto através do Erro de Posição Estimado EPE (dado em metros).

### 6.2.2 Excluindo um *waypoint*

Esta função permite ao usuário deletar um registro da memória do receptor.

### 6.2.3 Renomeando um *waypoint*

Esta função permite ao usuário renomear um registro da memória do receptor.

### 6.2.4 Listando pontos

Esta função permite ao usuário visualizar a lista de *waypoints* contidas na memória do aparelho, bem como o acesso aos seus atributos.

### 6.2.5 Listando pontos mais próximos

Esta função permite ao usuário visualizar a lista dos 9, 10 ou 15 *waypoints* mais próximos contidos na memória do aparelho.

### 6.2.6 GOTO – “Ir para”

Esta função fornece a orientação para um dado local (ponto registrado). A orientação é dada por uma seta no visor do aparelho que também mostra quão longe o usuário está do local (distância).

### **6.2.7 MOB – *Man Over Board*– “Homem ao mar”**

Esta função é de caráter emergencial e finalidade marítima que permite ao usuário inserir um *waypoint* e orientar-se para o tal automaticamente quando acionada a função. É destinada quando um homem sai da embarcação por algum acidente.

### **6.2.8 *TRACKLOG* – *TRACKPOINTS* – TRILHAS (Mapeamento automático)**

Esta função permite ao usuário registrar automaticamente pontos ao longo de um deslocamento. Os pontos gravados são os *Trackpoints*. Alguns receptores possuem a função *TRACBACK* que inverte uma trilha automaticamente.

### **6.2.9 Traçar rotas**

Esta função permite ao usuário definir uma rota de caminhada por meio de vários registros. Uma vez definida, o aparelho orientará para o próximo *waypoint* da seqüência.

### **6.2.10 Cálculo de azimute e distância entre dois pontos**

Permite a obtenção da distância e azimute entre dois *waypoints* gravados.

### **6.2.11 Cálculo de área**

Permite a obtenção da área delimitada por uma rota.

### **6.2.12 Cálculo da hora do nascer e pôr do sol**

Permite a obtenção da hora do nascer e pôr do sol para o local. Alguns receptores podem ter esta função dentro do cálculo de distância. Nesta função é fornecido também informação sobre a lua.

Alguns outros receptores podem trazer mais funções como: Mapas, Planejamento de combustível, Marés, DGPS, WAAS, RW, RWE dentre outras.

## 7. Referências

BUIS, A. Purveyors of the Cosmic 'Occult'. Jet Propulsion Laboratory - NASA, Pasadena, California, USA. 2006. Visitado em 11 jun. 2007. Disponível em <<http://www.nasa.gov/vision/earth/lookingatearth/cosmicf-20061130a.html>>

GEMAEL, C., ANDRADE, J. B., *Geodésia celeste*. Curitiba: Editora UFPR, 2004. 389p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <<http://www.ibge.gov.br>>

MONICO, J. F. G., Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS – Descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: Editora UNESP, 2000. 287p

ROCHA, C. H. B. Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar. Juiz de Fora, Ed. Autor, 2000. 220p.

ROCHA, C. H. B. GPS de Navegação: para Mapeadores, Trilheiros e Navegadores. Juiz de Fora, Ed. Autor, 2003. 124p.

ROCHA, J. A. M. R. ABC do GPS. Recife: Editora Bagaço Ltda., 2004. 191p.

ROCHA, J. A. M. R. GPS: uma abordagem prática. Recife: Editora Bagaço Ltda., 2002. 184p

SEGANTINE, P. C. L. GPS: Sistema de Posicionamento Global. São Carlos: EESC/USP, 2005. 381p.

## **8. Páginas na Internet**

Global Positioning System < <http://www.gps.gov/> >

Observatório Naval Americano – USNO < <http://tycho.usno.navy.mil/gps.html> >

Portal GPS < <http://www.portalgps.com.br/index.php> >

Sight GPS Importação e Representações Ltda. <<http://www.sightgps.com.br/>>

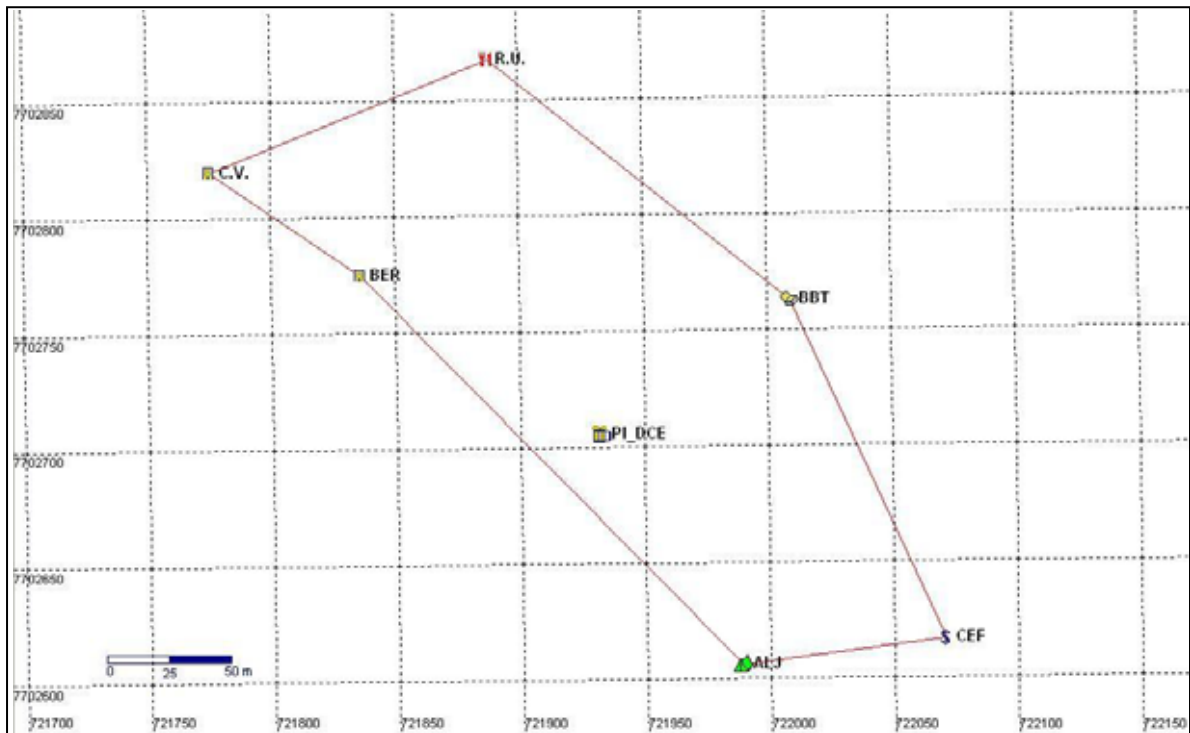
Softwares free para GPS de Navegação <<http://www.gpstm.com/index.php?lang=port>>

TCGeo - Transformacao de Coordenadas  
[http://www.ibge.gov.br/servidor\\_arquivos\\_geo/](http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_geo/)

## 9. ANEXOS

### EXERCÍCIO PRÁTICO 01

- 1) Com o seu aparelho receptor GPS de Navegação em mãos, marcar os Waypoints mostrados no mapa abaixo.
- 2) Após a coleta dos Waypoints, descarregar os dados no software GPS TrackMaker e produzir um mapa como o exemplo abaixo.



PI\_DCE: Ponto Inicial – Diretório Central dos Estudantes  
ALJ: Alojamento  
CEF: Caixa Econômica Federal  
BBT: Biblioteca Central  
R.U.: Restaurante Universitário  
C.V.: Centro de Vivências  
BER: Edifício Arthur Bernardes

## **EXERCÍCIO PRÁTICO 02**

- 1) Configurar seu aparelho receptor GPS de Navegação para gravar rota.
- 2) Inserir os pontos da caderneta abaixo em seu receptor GPS de Navegação.
- 3) Com o seu aparelho receptor GPS de Navegação em mãos, ir para o Ponto Inicial PI\_DCE.
- 4) Usar a função IR PARA (GO TO) para procurar os demais pontos. Deve-se procurar os pontos em ordem crescente (1; 2 ... 5).
- 5) Descarregar a rota gravada no software GPS TrackMaker.

Informações dos Pontos de Interesse			
ID	Fuso/Zona	E (m)	N (m)
PI_DCE	23 K	721.932	7.702.705
Ponto 1	23 K	721.851	7.702.919
Ponto 2	23 K	721.945	7.702.929
Ponto 3	23 K	722.130	7.702.746
Ponto 4	23 K	722.164	7.702.578
Ponto 5	23 K	721.967	7.702.554

### **EXERCÍCIO PRÁTICO 03**

1) Abrir o arquivo “Viagem.gtm” no software GPS TrackMaker.

- Menu ARQUIVO >> Abrir arquivo ... (Ctrl + O).

2) Visualizar a rota contida nesse arquivo no software Google Earth.

- Selecione todos os pontos e/ou rotas de interesse;
- Em menu EXIBIR >> Visão 3D no Google Earth ... (Shift + F8).

## **10. Contatos**

**Rômulo Parma Gonçalves**

e-mail: romuloparma@yahoo.com.br

*<http://br.geocities.com/romuloparma>*

**Giuliano Sant'Anna Marotta**

e-mail: giumarotta@yahoo.com.br

*<http://br.geocities.com/giumarotta>*

**Rafael J. de Oliveira Andrade**

e-mail: rafaeljoaufv@yahoo.com.br

**Leonardo Campos de Assis**

e-mail: assis\_leonardo@yahoo.com.br