

Fundamentos de GPS: Conceitos, Operação e Configuração.

THIAGO SILVA GOMES

BRASÍLIA (DF), 2010

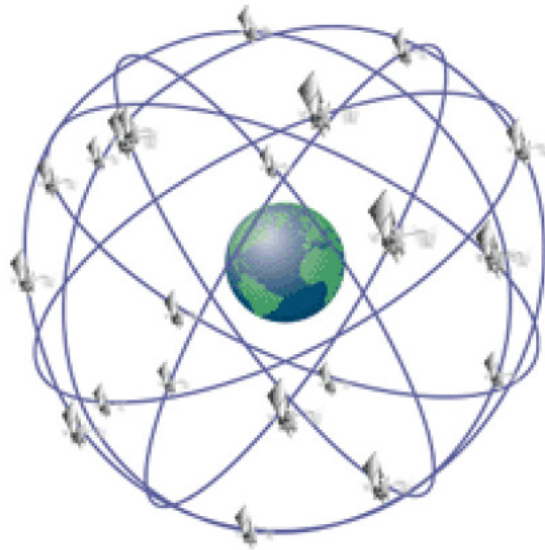
SUMÁRIO

1.	Introdução.....	3
2.	Funcionamento	3
3.	Métodos de Posicionamento.....	4
4.	Precisão.....	5
5.	Cálculo de Área com GPS de Navegação	5
6.	Exportação dos Dados	6
7.	Sistemas de Coordenadas	7
7.1	Meridianos e Paralelos.....	7
7.2	Coordenadas geográficas.....	8
7.2.1	Latitude e Longitude.....	8
7.2.2	Formatos de Coordenadas Geográficas	9
7.3	Coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator)	10
8.	Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo.....	11
9.	Sistema de Referência (DATUM)	12
9.1	O Sistema de Referência Geocêntrico das Américas – SIRGAS2000	13
9.2	Dicas importantes relacionadas ao Uso do SIRGAS2000.....	14
10.	Operações e configurações básicas de receptores GPS Navegação	14
10.1	Telas	14
10.2	Configurando o Receptor.....	15
10.3	Observações e Recomendações	16
11.	Referências Bibliográficas e Leituras Complementares.....	18

1. Introdução

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) é um sistema de navegação baseado em sinais de satélite, composto de uma rede de 24 satélites, colocados em órbita pelo Departamento Norte-Americano de Defesa.

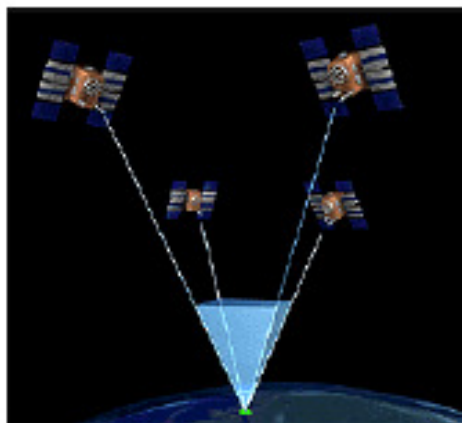
O GPS trabalha em qualquer condição de tempo, em qualquer lugar no mundo, 24 horas por dia e sem cobrança de nenhuma taxa para o uso de seu sinal. Projetado inicialmente para fins militares, logo o sistema tornou-se disponível para uso civil em aviação, levantamentos marítimos e para o mercado geral de recreação ao ar livre.



Constelação dos satélites GPS – SEGMENTO ESPACIAL

2. Funcionamento

Os fundamentos básicos do GPS baseiam-se na determinação da distância entre um ponto, o receptor, a outros de referência, os satélites. Sabendo a distância que nos separa de 3 pontos podemos determinar a nossa posição relativa a esses mesmos 3 pontos através da interseção de 3 circunferências cujos raios são as distâncias medidas entre o receptor e os satélites. Na realidade, são necessários no mínimo 4 satélites para determinar a nossa posição corretamente.

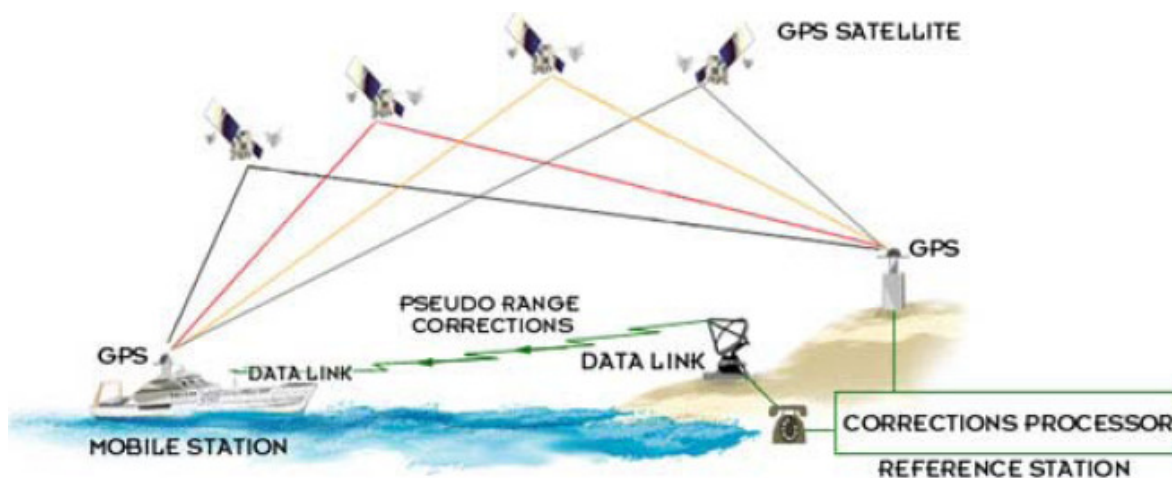


Um receptor rastreia um satélite pela recepção de seu sinal. Sinais de apenas quatro satélites são necessários para obtenção de uma posição fixa tridimensional (latitude, longitude e altitude), mas é desejável um receptor que rastreie mais de quatro satélites simultaneamente. Um receptor não é melhor 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 usa sinais do quinto para verificar se o cálculo está correto.

Cada satélite transmite um sinal que é recebido pelo receptor, este por sua vez mede o tempo que os sinais demoram a chegar até ele. Multiplicando o tempo medido pela velocidade do sinal (a velocidade da luz), obtemos a distância receptor-satélite, ($\text{Distancia} = \text{Velocidade} \times \text{Tempo}$).

3. Métodos de Posicionamento

Independentemente do estado do objeto, podem-se ter posicionamentos absoluto e relativo, e combinações com a presença ou ausência de movimento. Posicionamento é definido como sendo a posição de objetos com relação a um referencial específico. O método de posicionamento pode ser classificado como absoluto, quando as coordenadas de um objeto estão associadas diretamente ao geocentro, e relativo, quando as coordenadas são determinadas em relação a um referencial materializado por um ou mais vértices com coordenadas conhecidas. Um complemento a esta classificação refere-se ao deslocamento de um objeto, quando o posicionamento torna-se cinemático em oposição ao objeto em repouso e, desse modo, com posicionamento estático. O mesmo pode-se dizer com respeito ao posicionamento relativo e DGPS (Differential Global Positioning System).



Esquema do posicionamento Diferencial GPS (DGPS).

4. Precisão

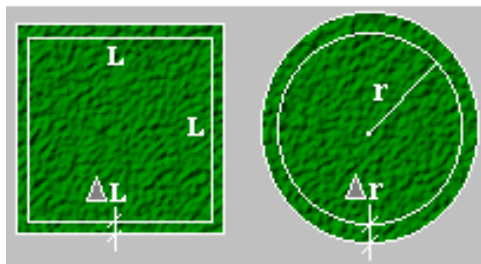
A utilização de receptores de navegação do Sistema de Posicionamento Global (GPS – Global Positioning System) está muito difundida na atualidade e nos mais variados segmentos da sociedade. Um dos motivos foi a desativação pelo governo norte-americano, em maio de 2000, da técnica proposital de deterioração da acurácia, a Selective Availability (SA).

Enquanto ativada, a acurácia instantânea proporcionada pelos receptores de navegação era em torno de 100 e 140 m, respectivamente para a posição horizontal e vertical, e com 95% de nível de confiança (Monico, 2007). Atualmente a acurácia média global da posição instantânea obtida pelos receptores de navegação é menor do que 13 m, na posição horizontal, e de 22 m, para a vertical, mantendo-se os 95% de probabilidade (Seeber, 2003).

5. Cálculo de Área com GPS de Navegação

Alguns receptores GPS permitem que o usuário calcule uma determinada área instantaneamente ou por meio do uso dos pontos coletados. Mas para realizar esse tipo de operação com um GPS de navegação é necessário ter alguns cuidados. A tecnologia atual permite uma precisão de 5 a 15 metros nos pequenos GPS de mão. Entretanto estão surgindo novas tecnologias capazes de reduzir o erro horizontal para valores de 1 a 3 metros. Os trabalhos topográficos com o GPS de mão devem ser realizados com cautela

tendo em vista que o erro ainda é significativo para pequenas áreas. A título ilustrativo, são mostradas abaixo duas tabelas indicando o percentual de erro obtido no cálculo de área de um quadrado e de uma circunferência se admitirmos um erro de 5 metros para fora do desenho. Na prática este erro é aleatório podendo estar em qualquer direção.



Área quadrada com erro médio de 5 metros

1 ha	10%
25 ha	2%
100 ha	1%
2500 ha	0,20%
10000 ha	0,10%
40000 ha	0

Área circular com erro médio de 5 metros

3,14 ha	10%
28,0 ha	5%
78,0 ha	2%
314 ha	1%
7800 ha	0,20%
31400 ha	0,10%

Para minimizar o erro da coleta, certifique-se que há, no mínimo, sinal de 5 satélites. Verifique também o valor do EPE (Erro Estimado de Posição) na tela. Se estiver abaixo de 10 metros, você terá uma boa coleta.

6. Exportação dos Dados

A exportação de dados coletados por GPS pode ser realizada de forma direta, através dos formatos de dados espaciais (DXF, SHP, DGN) e dos formatos de atributos (DBF, Access), utilizando-se softwares específicos, como por exemplo: o Ezsurg (GPS

topográficos e geodésicos), o GPS TrackMaker (grátis na internet) e o Garmin Map Source (GPS Garmin de navegação).

7. Sistemas de Coordenadas

7.1 Meridianos e Paralelos

Para que cada ponto da superfície terrestre possa ser localizado, existe um sistema de linhas imaginárias, que são representadas em uma carta: os meridianos e paralelos.

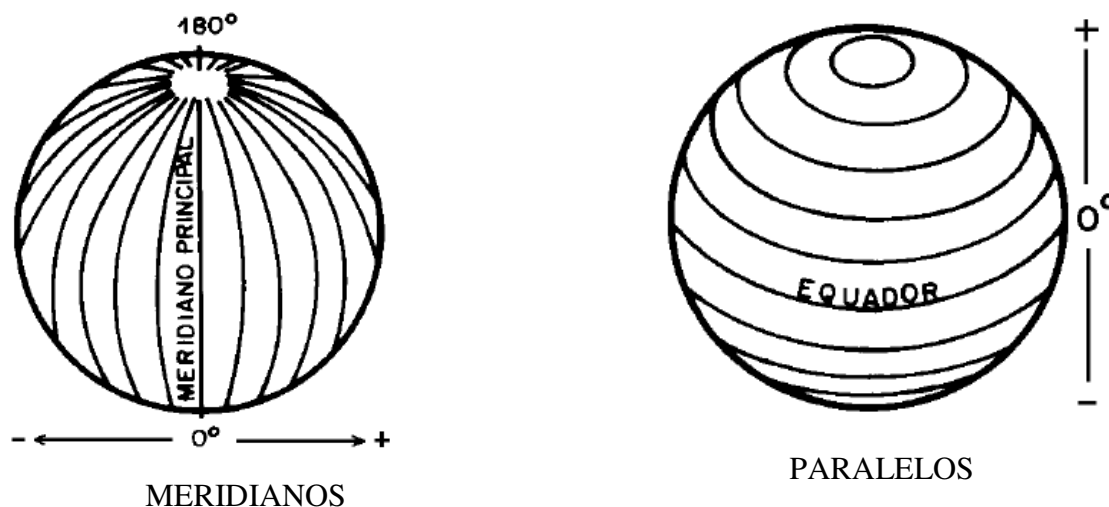
Os meridianos são as linhas que passam através dos pólos e ao redor da Terra. O ponto de partida para numeração dos meridianos é o meridiano que passa pelo Observatório de Greenwich, na Inglaterra. Portanto, o meridiano de Greenwich é o Meridiano Principal. As localizações são feitas a partir dele que é o marco 0° , para oeste (-180°) e para leste ($+180^\circ$).

O meridiano é um arco, isto é, metade de um círculo máximo que vai do Pólo Norte ao Pólo Sul (figura na página seguinte). Assim, a semicircunferência que fica oposta ao meridiano, cuja trajetória passa pela cidade de São Paulo, o antemeridiano de São Paulo. O antemeridiano do meridiano de Greenwich é o de 180° .

Partindo-se do Pólo Norte em direção ao Pólo Sul, ou vice-versa, exatamente na metade do caminho, encontra-se o Equador, uma linha imaginária que intersecta cada meridiano e que rodeia a Terra, contida em um plano perpendicular ao seu eixo de rotação, dividindo-a em duas metades exatas.

O Equador é um círculo máximo, cujo plano é perpendicular à linha dos pólos. Seu valor é 0° , e partindo-se dele em direção ao pólos Norte ($+90^\circ$) e Sul (-90°), pode-se construir uma infinidade de **planos paralelos, cujas seções são círculos que progressivamente diminuem de tamanho (figura na página seguinte)**. São chamados de paralelos e quando se chega ao pólo, o círculo fica reduzido a um ponto. Numeram-se os paralelos de 0 à 90° , para Norte e para Sul.

O conjunto dos meridianos e paralelos forma uma rede de linhas imaginárias ao redor do globo, constituindo as coordenadas geográficas. Em uma carta, este conjunto é chamado de rede, reticulado ou quadriculado e constitui a base da sua construção.



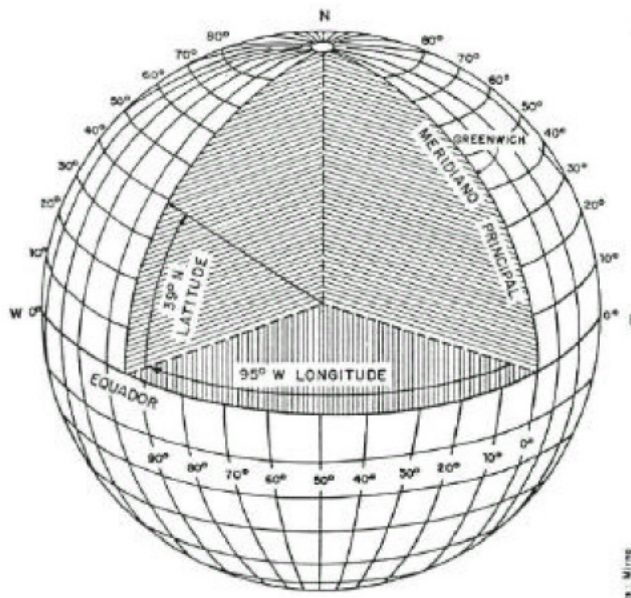
7.2 Coordenadas geográficas

Cada ponto da superfície terrestre está situado no **ponto de intercessão entre um meridiano e um paralelo**. A localização de cada ponto é dada em termos de sua latitude e de sua longitude. Este sistema está baseado em duas linhas: o Equador e o Meridiano Principal. As medidas são feitas em linhas curvas, isto é, nos paralelos e meridianos. Portanto, o sistema de medida utilizado é o grau.

7.2.1 Latitude e Longitude

Latitude é a distância em graus, minutos e segundos, ao Norte ou Sul, em relação à linha do Equador, e vai de 0 a 90°. Assim, a latitude é o ângulo formado entre a linha do Equador e o paralelo em que o ponto está localizado.

Longitude é a distância em graus, minutos e segundos, a Leste ou Oeste, em relação ao Meridiano de Greenwich, e vai de 0 a 180°. Assim, a longitude é o ângulo formado entre o Meridiano Principal (Greenwich) e o meridiano em que o ponto está localizado, em relação ao centro da Terra.



Por exemplo, Leme (SP) situa-se ao sul do Equador e a oeste de Greenwich, tendo latitude e longitude negativas. Sendo a latitude e a longitude ângulos, suas medidas são tradicionalmente representadas em graus, minutos e segundos. Então, as coordenadas geográficas de Leme são:

- Latitude Sul: S 22° 11' 04" ou -22° 11' 04"
- Longitude Oeste: W 47° 23' 01" ou -47° 23' 01"

7.2.2 Formatos de Coordenadas Geográficas

A maioria dos receptores GPS à venda no mercado disponibiliza o formato latitude/longitude em maneiras matemáticas diferentes, a saber:

1 – somente graus (hddd.ddddd°): graus (degrees) com 5 casas decimais, onde “h” representa o hemisfério: S,N,W e E;

2 – graus e minutos inteiros (hddd° mm.mmm’): graus inteiros e minutos com 3 casas decimais;

3 – graus, minutos e segundos (hddd° mm’.ss.s’) graus inteiros, minutos inteiros e segundos com uma casa decimal.

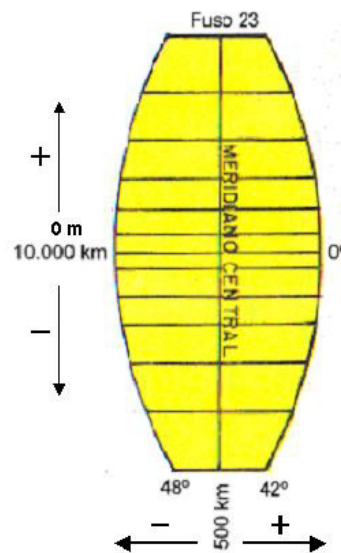
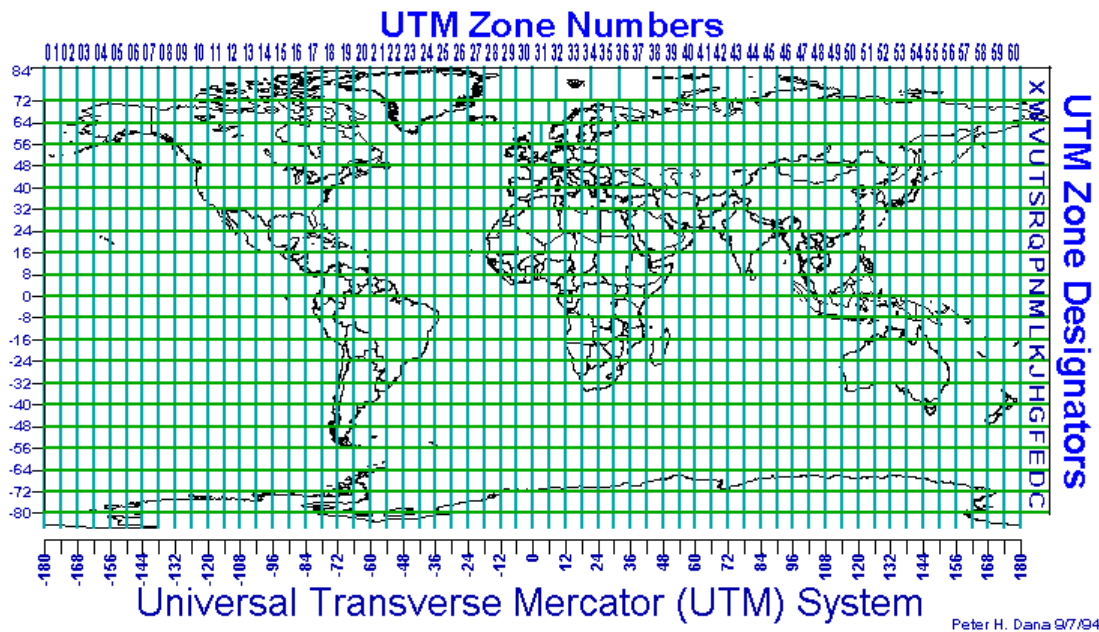
Caso o usuário deseje, o receptor GPS faz a conversão automática dos pontos armazenados na memória de um formato de coordenada para outro.

7.3 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. A projeção UTM, proposta pelos Estados Unidos em 1950, abrange a totalidade das longitudes. Para que seja possível, é feito um fracionamento em fusos ou zonas, de longitude determinada de maneira a não ultrapassar certos limites aceitáveis de deformação.

A grade UTM (figura da página seguinte) divide o mundo em 60 zonas de 6° de largura. A zona número 1 começa na longitude oeste 180° (W 180°=E 180°). 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°.

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 23 é limitada pelas linhas de longitude W 48° e W 42°. Assim, sua zona meridiana ou meridiano central é a linha de longitude W 45° (figura na página seguinte). 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 5.897,00 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.

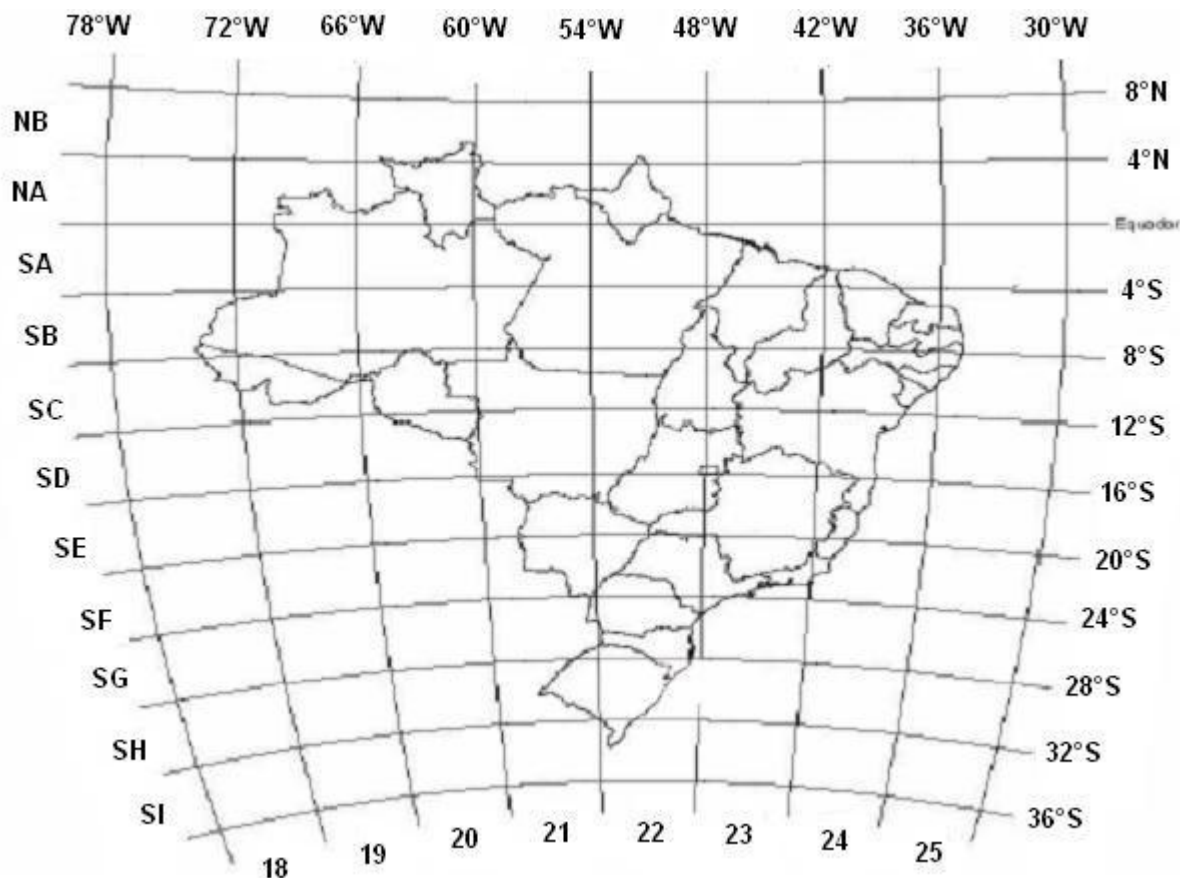


Origem das coordenadas de um fuso UTM. Exemplo: fuso 23, Meridiano Central 45° oeste.

8. Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo

A Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo é um esquema de articulações em escala 1:1.000.000 que fornece informações sobre a posição da área mapeada padronizando, assim, as referências cartográficas. É composta por áreas de 6° de longitude e 4° de latitude. A divisão em 6° de longitude é a mesma da UTM. **O sistema de coordenadas e projeção também é o mesmo adotado pelo sistema UTM.**

Partindo do equador, para cima ou para baixo, os paralelos (latitudes) são divididos de 4° em 4° , sendo que para cada 4° de latitude para cima ou para baixo, codifica-se uma letra na ordem alfabética partindo-se do Equador (A, B, C, D, E...), sendo essa precedida pelos códigos dos Hemisférios Norte ou Sul, como observado na figura abaixo.



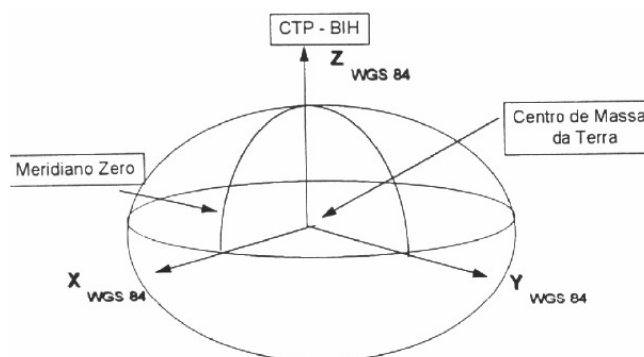
Partindo-se do antimeridiano de Greenwich (180°), temos a nomenclatura dos fusos que vai de 1 a 60, sendo que os mesmos são divididos de 6° em 6° . Assim sendo, para cada carta ao milionésimo temos uma nomenclatura específica. Então, cada carta estará referenciada ao hemisfério (Norte ou Sul), à latitude (A, B, C...) e ao fuso (1 a 60).

9. Sistema de Referência (DATUM)

Os sistemas de referência ou DATUM são utilizados para descrever as posições de objetos. Quando é necessário identificar a posição de uma determinada informação na superfície da Terra são utilizados os Sistemas de Referência Terrestres ou Geodésicos. Estes por sua vez, estão associados a uma superfície que mais se aproxima da

forma da Terra, e sobre a qual são desenvolvidos todos os cálculos das suas coordenadas. As coordenadas podem ser apresentadas em diversas formas: em uma superfície esférica recebem a denominação de coordenadas geodésicas e em uma superfície plana recebem a denominação da projeção às quais estão associadas, como por exemplo, as coordenadas planas UTM. Define-se por Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) o conjunto de pontos geodésicos implantados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do país. Em outras palavras é o sistema ao qual estão referidas todas as informações espaciais no Brasil.

No posicionamento com satélites, os sistemas de referências usados são, em geral, globais e geocêntricos, haja vista que o movimento dos satélites é ao redor do centro de massa da Terra. Assim é o do GPS, World Geodetic System 1984 (WGS-84). Desta forma, quando um levantamento é efetuado usando o GPS, as coordenadas dos pontos levantados serão obtidas no mesmo sistema de referência. A figura a seguir ilustra o WGS-84. Sua origem é o centro de massa da Terra, com os eixos cartesianos X, Y e Z idênticos ao Sistema de Referência Terrestre Convencional (CTRS) para a época 1984.



9.1 O Sistema de Referência Geocêntrico das Américas – SIRGAS2000

No ano 2000, o IBGE, como a instituição responsável no Brasil pelas atividades geodésicas, e os demais países da América do Sul, Central e do Norte, se juntaram sob o amparo da Associação Internacional de Geodésia. Dessa parceria surgiu um sistema geocêntrico compatível com as modernas técnicas de posicionamento por satélites, o SIRGAS2000.

Ao se adotar o SIRGAS2000, em 2005, como a nova referência para localização, mapeamento e sistemas de informações geográficas, o Brasil deu um passo no sentido de facilitar a utilização e gerenciamento das informações do espaço físico do país.

9.2 Dicas importantes relacionadas ao Uso do SIRGAS2000

Com a adoção do SIRGAS2000, tem ocorrido entre os usuários, com certa frequência, duas dúvidas relacionadas às coordenadas geodésicas. São elas: como realizar a transformação de coordenadas obtidas por GPS, ou seja, referidas ao WGS 84, para SIRGAS2000? E ainda: quais parâmetros de transformação usar atualmente para transformar as coordenadas WGS 84 para SAD 69?

No caso da primeira pergunta, a resposta é a seguinte: não é necessário realizar qualquer transformação! Isto porque o novo sistema SIRGAS2000 é compatível com o sistema WGS 84 ao nível de centímetro, isto é, a diferença entre usar uma coordenada WGS 84 ou SIRGAS2000 é menor que 0,01 m! Desta forma, para fins práticos, ou seja, para todos os usuários que não precisam de qualidade superior ao centímetro, é totalmente indiferente usar WGS 84 ou SIRGAS2000!

No caso da segunda pergunta, na hipótese do usuário necessitar transformar coordenadas obtidas atualmente em WGS 84 para SAD 69, devem ser usados os parâmetros de transformação SIRGAS2000 <=> SAD 69 publicados pelo IBGE quando da adoção do SIRGAS2000, em 25/02/2005. É possível encontrar o valor dos parâmetros e instruções de uso no seguinte endereço:

ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/legislacao/RPR_01_25fev2005.pdf

10. Operações e configurações básicas de receptores GPS Navegação

Os receptores GPS têm como objetivo a determinação de coordenadas de pontos de interesse. Atualmente existe no mercado receptores GPS de diversos tamanhos e formatos e para inúmeras aplicações. Receptores de Navegação permitem realizar navegação, salvar pontos com coordenadas e calcular áreas, com precisão posicional em torno de 15 metros, entre outras funcionalidades, que dependerão dos modelos. Esse tipo de receptor apresenta inúmeras possibilidades de configuração, que se encontram num esquema de telas disponíveis no receptor.

10.1 Telas

Os equipamentos de GPS apresentam em suas telas um conjunto de opções/configurações e informações relevantes como, por exemplo: o número de satélites

rastreados, precisão da posição, coordenadas e norte magnético. Algumas das telas principais possuem funções que abrem telas secundárias. A seguir, está uma descrição de opções de telas que normalmente estão disponíveis:

- Tela de demonstração de Satélites: exibe a configuração dos satélites que estão enviando sinais ao receptor naquele momento;
- Tela de posição/coordenadas: exibem as coordenadas da localização atual do receptor, velocidade, marcador de distância percorrida, rumo e hora local;
- Tela de mapa: exibe um mapa com a movimentação do receptor em tempo real e a sua posição atual. Várias feições (pontos, linhas, etc) podem ser apresentadas no mapa;
- Tela - com bússola: apresenta uma bússola com uma seta indicando a direção do ponto em que se deseja chegar (navegação). Indica o nome do ponto de destino, o rumo, a distância ao ponto, a velocidade e tempo de deslocamento restante até o ponto;
- Tela - de configurações (menu principal): esta pode ser considerada como a principal tela do receptor de navegação, pois nela podem-se acessar várias funções (lista de pontos e rotas, opções de coletas de coordenadas), além da maioria das configurações do receptor: datum, tipo de sistema horário, sistema de medidas, tipos de coordenadas, linguagem, alarme, entre outros.

10.2 Configurando o Receptor

Antes de iniciar a navegação ou coleta de coordenadas é necessária a configuração de alguns parâmetros. Para isso deve-se acessar a tela das configurações e, a seguir, configurar as seguintes opções:

- Formato e Fuso horário: Escolha -03:00 (para o caso do fuso horário de Brasília) e entre o formato 12 ou 24 horas;
- Formato das Coordenadas: Dentre as várias opções de escolha, as mais utilizadas no Brasil são UTM (Projeção UTM) ou hddd0 mm' ss.s'' (Latitude, Longitude – Coordenadas Geográficas). No caso de navegação com auxílio de uma carta/mapa, escolha o formato (ou projeção) do mesmo, para compatibilizar os resultados. Porém para coleta de dados, selecione a opção em Latitude e Longitude;

- Datum (Sistema de Referência): Normalmente estão disponíveis vários tipos de datum. Porém, para a **coleta de dados, escolha WGS 84**, pois para o Brasil os valores já estarão compatíveis com o datum Brasileiro SIRGAS2000. Para obter os valores das coordenadas em SAD69, basta aplicar a transformação com auxílio do Programa TCGeo, disponível no portal web do IBGE na página da Coordenação de Geodésia. Para fins de navegação escolha o Datum correspondente às coordenadas ou carta/mapa que estão sendo utilizados como apoio;

- Unidade de Medida: escolha medidas em Metros. A escolha dessas configurações além de outras possíveis podem ser verificadas nos manuais específicos de cada equipamento, pois cada um deles tem suas próprias características. Contudo, os parâmetros especificados neste texto norteiam a utilização desses receptores em território brasileiro.

10.3 Observações e Recomendações

Diversas são as condições que impedem ou prejudicam a utilização e eficiência dos equipamentos de GPS. A seguir, serão expostas algumas situações em que o uso do GPS não é recomendável para coleta de pontos georreferenciados.

- Mesmo que a densidade foliar seja baixa (dossel menos denso), não é aconselhável utilizar receptores GPS sob cobertura florestal, pois existe grande probabilidade de perda de sinal e multicaminhamento¹;

- Próximos a locais que possuam obstáculos que impeçam a recepção ou a reflexão dos sinais transmitidos pelos satélites, situações que produzem um erro no cálculo da distância satélite receptor e imprecisão na determinação das coordenadas;

- Sob fortes tempestades que possam provocar, a qualquer momento, a queda de raios, causando problemas ao operador ou avarias ao receptor.

- Algumas medidas devem ser adotadas para otimizar o uso do GPS. Entre as principais, pode-se citar:

¹ Reflexão do sinal, enviado pelo satélite, em obstáculos localizados próximos a antena do receptor GPS. Este efeito acarreta a chegada desse sinal ao receptor por diferentes caminhos provocando a imprecisão da distancia calculada entre satélite e receptor.

- Ao ligar o equipamento pela primeira vez na área de trabalho, aguarde até que o GPS rastreie o mínimo de 4 satélites e apresente na tela um EPE (Erro Estimado de Posição) abaixo de 15 metros;
- Quando o ponto marcado for um vértice da propriedade ou de delimitação de uso, estacione o GPS até que as coordenadas estejam minimamente estabilizadas e marque o ponto;
- Procure não obstruir o sinal dos satélites com objetos ou até mesmo com o próprio corpo sobre o GPS.

11. Referências Bibliográficas e Leituras Complementares

FIORIO, Peterson Ricardo. **Apontamentos de aula: Tópicos Básicos de Cartografia e Sistemas de Posicionamento Global (GPS)**. Piracicaba (SP), 2006. Disponível para download em:

http://www.ler.esalq.usp.br/disciplinas/Topo/LER450/Fiorio/apostila_GPS_UTM1.pdf

GPS CENTER - representante e distribuidora Garmin. **Conceito de GPS**. Acessos em abril e maio de 2010. <http://www.gpscenter.com.br/index64.html>

GPS TRACKMAKER. **Apostila sobre GPS**. Acessos em abril e maio de 2010.

<http://www.trackmaker.com/articles.php?lang=port&article=12>

GPS TRACKMAKER. **GPS - Um Guia Prático**. Acessos em abril e maio de 2010.

<http://www.trackmaker.com/articles.php?lang=port&article=11>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Revista Ponto de Referência – SIRGAS2000: O Referencial Geocêntrico do Brasil**. Ano 1, número 1, 21 de agosto de 2006. Disponível para download em:

ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/revista_ponto_de_referencia.pdf

INSTITUTO CEUB DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO - CEUB/ICPD. **Curso de GPS e Cartografia Básica**. Disponível para download em:

http://www.fernandoquadro.com.br/files/cartografia_e_gps.pdf.

INSTITUTO CEUB DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO - CEUB/ICPD.

Fundamentos de GPS. Disponível para download em:

<http://www.ltc.ufes.br/geomaticsce/Modulo%20GPS.pdf>

PERONI, Rodrigo. **Fundamentos de GPS**. Faculdade do Noroeste de Minas. Informática Aplicada à Geografia, 2004. Disponível para download em:
http://www.minx.com.br/manual_GPS.pdf

SANTOS, Cláudia Cristina dos; ALBUQUERQUE, Paulo César Gurgel. **GPS para Iniciantes**. In: Mini Curso, XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento, Belo Horizonte, 05 a 09 de abril de 2003. INPE. Disponível para download em:
<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/06.02.09.16/doc/publicacao.pdf>

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. **Estudo Dirigido em SIG – Cartografia**. Acessos em maio de 2010.
<http://www.professores.uff.br/cristiane/Estudodirigido/Cartografia.htm>