

GPS

Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

Prof. Tiago Badre Marino – Geoprocessamento
Departamento de Geociências – Instituto de Agronomia
UFRRJ



Sumário

O QUE É GPS?

FUNCIONAMENTO DO GPS

DIFERENTES SISTEMAS

SISTEMA GNSS

SISTEMA GPS

SISTEMA GLONASS

SISTEMA GALILEO

PERTURBAÇÕES DO SINAL

2

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais
Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

TÉCNICAS DE MELHORA DO SINAL

DGPS

WAAS

WADGPS

EGNOS

PROCESSAMENTO GPS

VANTAGENS E DESVANTAGENS

UTILIDADES DE GPS

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

REFERÊNCIAS

3

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais
Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

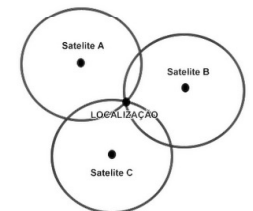


O que é o GPS?

- Uma das necessidades básicas do Homem foi saber onde se encontrava.
- O Homem desde cedo se questionou: “em que parte do Mundo é que eu estou?”
- GPS é o Sistema de Posicionamento Global.
- Utiliza uma tecnologia via satélite que permite determinar a sua posição sobre a Terra em latitude, longitude e altitude.
- Os receptores GPS medem os sinais provenientes de 3 ou mais satélites em simultâneo e determinam a sua posição através da trilateração destes sinais.



Alguns modelos de receptor GPS



GPS: Localização por trilateração

4

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais
Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



O que é o GPS?

- ❑ Composto atualmente por 24 satélites ativos e 3 de reserva.
- ❑ Órbita a 20.200 km de altitude, distribuídos por 6 planos orbitais diferentes.
- ❑ Esta distribuição garante que qualquer ponto da superfície da Terra está, em qualquer momento, "em linha de vista" com pelo menos 4 satélites.
- ❑ Inicialmente criado com intuítos exclusivamente militares e gerido pelo Departamento de Defesa do Estados Unidos.
- ❑ Definitivamente aberto à utilização pública no ano 2000.
- ❑ A partir dessa data ficou disponível para todos a capacidade de determinação da posição geográfica e de navegação entre quaisquer dois pontos da superfície terrestre.



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

5

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

O QUE É GPS?

FUNCIONAMENTO DO GPS

DIFERENTES SISTEMAS

SISTEMA GNSS

SISTEMA GPS

SISTEMA GLONASS

SISTEMA GALILEO

PERTURBAÇÕES DO SINAL

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

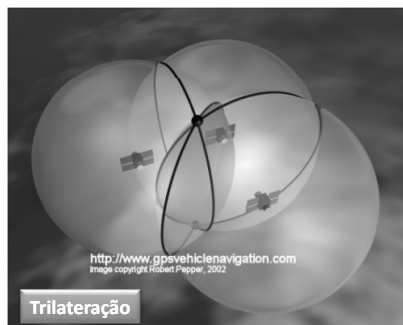
6

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Funcionamento do GPS

- ❑ O GPS, bem como os seus sistemas equivalentes, o europeu Galileu e o russo Glonass, recorrem a um processo geométrico de trilateração (*trilateration*).
- ❑ Desde agosto de 2000 que, graças à introdução do WAAS (*Wide-Area Augmentation System*) que a precisão do GPS é inferior a 2 metros (aviação civil - EUA).
- ❑ E com o recurso ao DGPS (*Differential GPS*), utilizando emissores fixos, na superfície terrestre, essa precisão pode atingir 1 centímetro!



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

7

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Funcionamento do GPS

- ❑ Tudo se resume a medir o tempo que o sinal emitido por cada satélite demora a atingir a nossa antena receptora.
- ❑ A velocidade a que este sinal se propaga pelo espaço vazio é cerca de 300.000 km/s. Multiplicando esta velocidade pelo tempo medido obtemos a distância.
- ❑ Para obtenção de distâncias com a precisão de 1 metro é preciso medir o tempo com uma precisão na ordem dos 0,000000003 segundos (entre 3 e 4 nanossegundos)!
- ❑ Para medir diferenças temporais dessa ordem é necessário que os satélites e os receptores disponham de relógios extremamente precisos.
- ❑ Os satélites cumprem esse requisito pois possuem relógios atômicos caríssimos, mas os nossos receptores dispõem apenas de relógios de quartzo (baratos porém imprecisos).
- ❑ Para ultrapassar esse inconveniente o sistema GPS recorre a um artifício engenhoso: faz com que o relógio do aparelho receptor seja constantemente atualizado com a hora atômica transmitida pelos satélites do sistema GPS.

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

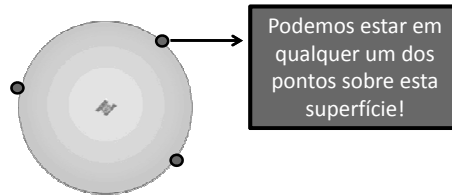
8

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Funcionamento do GPS

- ❑ **Saber a que distância estamos de cada satélite é suficiente para sabermos a nossa posição?**
 - Não. Primeiro é preciso sabermos onde está cada satélite.
 - Cada satélite comunica ao receptor constantemente um almanaque com a sua posição no espaço para podermos determinar nossa própria posição.
- ❑ **Quantos satélites são necessários para determinar a nossa posição?**
 - Em teoria, três! Mas na prática são usados quatro. Vejamos melhor porquê...
 - Com um satélite do qual conhecemos a distância a que está de nós, apenas nos é possível dizer que a nossa localização é um ponto qualquer sobre uma esfera imaginária com raio igual a essa distância:



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

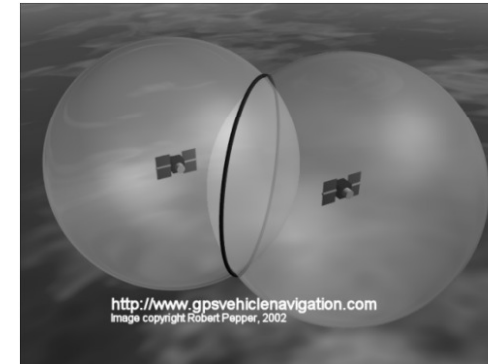
9

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Funcionamento do GPS

- ❑ Se conhecermos também a distância a que estamos de um segundo satélite, já nos é possível afirmar que a nossa posição é um ponto qualquer sobre a circunferência imaginária que resulta da intersecção das duas esferas.
- ❑ Agora as possibilidades, embora sejam ainda em número infinito, já estão limitadas ao plano da circunferência, em duas dimensões.



Podemos estar em qualquer um dos pontos sobre esta linha vermelha!

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

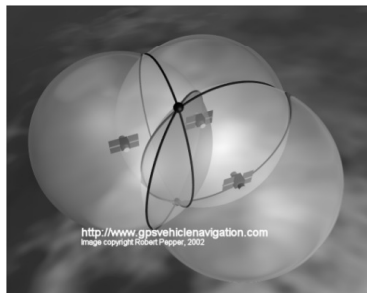
10

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Funcionamento do GPS

- ❑ Com um terceiro satélite, a intersecção desta última esfera com a circunferência reduz a ambiguidade sobre a nossa localização a 2 pontos.
- ❑ Um dos pontos pode ser eliminado pela simples razão de se encontrar no espaço e nós sabemos estar na superfície da Terra está encontrada a nossa posição!



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

11

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Funcionamento do GPS

- ❑ **Para que serve o quarto satélite ?**
 - Primeiro motivo: dispensa a utilização do raciocínio atrás descrito. O quarto satélite permite "escolher" um dos 2 pontos anteriormente determinados e sabermos, além da latitude e da longitude (duas dimensões), a altitude exata da nossa localização.
 - Entretanto, ainda mais importante: permite verificar se existe o essencial sincronismo de todos os relógios.
 - De fato, se as medidas que o nosso receptor fez das distâncias forem perfeitas - com o seu relógio perfeitamente sincronizado com os dos satélites - então as 4 esferas intersectam-se num único ponto. Mas se as medidas forem imperfeitas, isso não acontecerá.
 - Então o receptor, alertado para o erro pela quarta medição, aplicará o fator de correção necessário para que as 4 esferas se intersectem num único ponto.
 - E é nesta altura que passamos a ter na nossa mão, como bônus, um relógio tão preciso quanto os mais caros relógios atômicos!

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

12

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Funcionamento do GPS

❑ Como é determinada a posição do receptor ?

- Uma vez conhecidas as distâncias a cada um dos satélites há que calcular as coordenadas tridimensionais da posição do receptor: XR, YR e ZR.
- $c \times (TS - TR) = [(XS - XR)^2 + (YS - YR)^2 + (ZS - ZR)^2]^{1/2} \rightarrow$ Pitágoras para 3D em que c = velocidade da luz, TS = tempo da emissão, TR = tempo da recepção, XS , YS , ZS = posição do satélite, e XR , YR , ZR = posição do receptor.
- Os **parâmetros conhecidos** são TS (a hora de emissão do sinal), XS , YS , ZS (a posição do satélite) e, claro, a velocidade do sinal c (299792,458 km/s).
- As **incógnitas** são 4: XR , YR , ZR (a posição do receptor) e TR (a hora de recepção do sinal).
- 4 incógnitas \rightarrow 4 equações \rightarrow 4 satélites.
- Há que estabelecer um sistema de coordenadas comum a ambos: WGS 84.

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais



13

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

Sumário

O QUE É GPS?

FUNCIONAMENTO DO GPS

DIFERENTES SISTEMAS

SISTEMA GNSS

SISTEMA GPS

SISTEMA GLONASS

SISTEMA GALILEO

PERTURBAÇÕES DO SINAL

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais



14

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

Histórico do sistema GNSS

❑ Primeiro sistema denominado Transit

❑ Lançamento 1960, USA.

❑ Utilizava o princípio Doppler para comunicação.

❑ Precisão de 200m.

❑ A determinação da posição de pontos só era possível em um determinado período aproximado de 1 hora (2h região equatorial, 30min nos pólos).

❑ Não fornecia coordenadas tridimensionais (apenas lat. e long.).



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais



15

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

Histórico do sistema GPS

❑ NAVSTAR - NAVigation System with Timing And Ranging / Global Positioning System

- Sistema de posicionamento desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos (década de 60).
- Fornece a posição e o tempo de modo instantâneo e contínuo sobre toda a superfície da Terra.



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais



16

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

Características do sistema GPS

- ❑ Totalmente operacional em 1995.
- ❑ Estrutura:
 - 27 satélites (24 + 3 sobressalentes).
 - 6 planos orbitais.
 - 55° de inclinação dos planos orbitais em relação ao plano do equador.
 - 20.200 km de altura acima da superfície da Terra.
 - 12 horas siderais para dar uma volta à Terra.

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

17

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

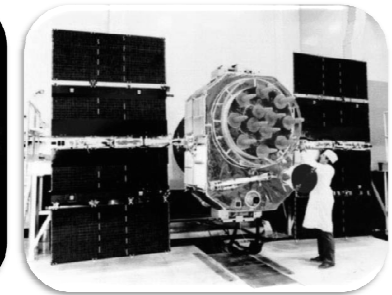


Características do sistema GPS

- ❑ Arquitetura:
 - **Segmento espacial:** constelação de satélites
 - **Segmento de controle:** responsável pelo monitoramento do sistema de satélites e do tempo GPS, pela predição dos elementos orbitais e pela atualização periódica da mensagem de navegação.
 - **Segmento de usuário:** posicionamento topográfico e geodésico, navegação aérea, marítima e terrestre.



Planos orbitais da constelação do sistema GPS



Forma e dimensão do satélite do sistema GPS

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

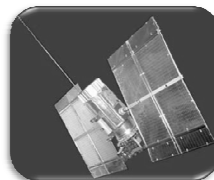
18

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Características do sistema GLONASS

- ❑ Sistema Russo alternativo ao GPS, cujo governo dos EUA eventualmente desliga para o usuário civil, como aconteceu nas operações militares no Iraque.
- ❑ 1º bloco lançado em 1982. Totalmente operacional desde 2009.
- ❑ Estrutura:
 - 24 satélites.
 - 3 planos orbitais.
 - 64.8° de inclinação dos planos orbitais em relação ao plano do equador.
 - 19.100 km de altura acima da superfície da Terra.



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

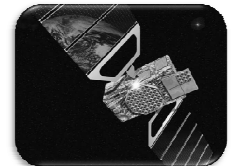
19

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Características do sistema GALILEO

- ❑ Sistema europeu concebido desde o início como um projeto civil, em oposição ao GPS americano, ao GLONASS russo e ao Compass chinês que são de origem militar.
- ❑ Vantagens: maior precisão, maior segurança (possibilidade de transmitir e confirmar pedidos de ajuda em caso emergência) e menos sujeito a problemas.
- ❑ Além disso, o sistema será inter-operável com os outros dois sistemas já existentes, permitindo uma maior cobertura de satélites.
- ❑ Totalmente operacional em 2013.
- ❑ Estrutura:
 - 30 satélites (27 + 3 sobressalentes).
 - 3 planos orbitais com 56° de inclinação em relação ao plano do equador.
 - 24.000 km de altura acima da superfície da Terra.



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

20

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

O QUE É GPS?

FUNCIONAMENTO DO GPS

DIFERENTES SISTEMAS

SISTEMA GNSS

SISTEMA GPS

SISTEMA GLONASS

SISTEMA GALILEO

PERTURBAÇÕES DO SINAL

21

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais
Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Erros do sistema de navegação por satélite

Ionosfera

Troposfera

Multicaminhamento

Sincronismo de relógio

DOP

22

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais
Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Perturbações do Sinal: Ionosfera

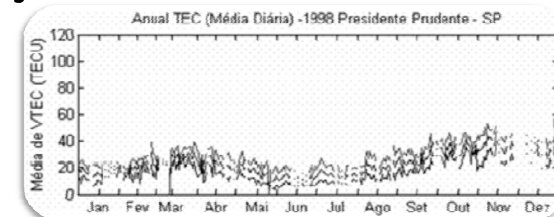
- Todas as variações que acontecem na ionosfera são mais ou menos previsíveis e dependem principalmente da atividade solar e do grau de ionização que as radiações solares provocam na ionosfera. Deste modo pode-se, com os conhecimentos atuais, prever as condições de propagação dentro de certos limites.
- O comportamento normal da ionosfera é alterado por determinados fenômenos que ocorrem na superfície solar como sejam explosões solares, provocando forte perturbação das camadas ionosféricas ionizando-as na região dos pólos.
- Durante o período em que a terra está exposta a estas anomalias as características das diversas camadas é alterada e severas perturbações ocorrem nos sistemas de comunicação.
- Modelos ionosféricos de correção:
 - Correção IONfree
 - Klobuchar

23

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais
Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Perturbações do Sinal: Ionosfera



Média anual de conteúdo total de elétrons (TEC)

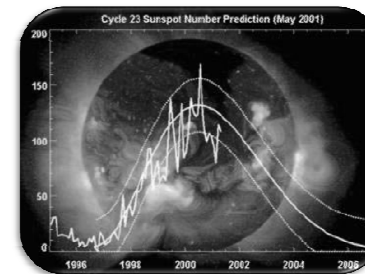
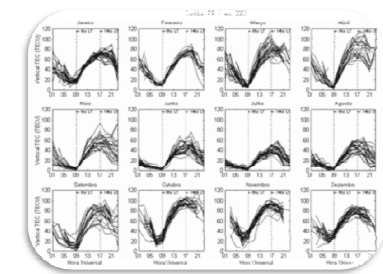


Gráfico de atividade solar anual



Média diária de conteúdo total de elétrons (TEC)

24

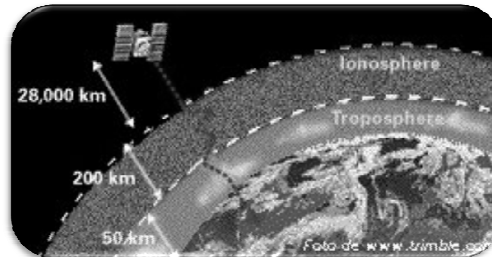
GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais
Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Perturbações do Sinal: Troposfera

- ❑ A troposfera é a camada gasosa da atmosfera, que se estende da superfície terrestre até aproximadamente 50 km de altura.
- ❑ O atraso troposférico é relativamente pequeno (cerca de 1m).
- ❑ O atraso na troposfera depende de: temperatura, umidade e pressão que variam com a altitude local.
- ❑ Modelos troposféricos de correção:

- HOPFIELDHOPFIELD
- SAASTAMOINEMSAASTAMOINE



Distorção do sinal ao passar pela troposfera e ionosfera

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

25

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

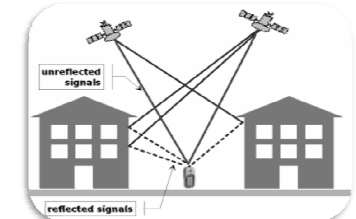


Perturbações do Sinal: Multicaminhamento

- ❑ Nem sempre o sinal que chega ao receptor é o sinal diretamente transmitido pelo satélite.
- ❑ O sinal recebido pode ser aquele rebatido de algum objeto na superfície da Terra.
- ❑ Como o sinal refletido possui intensidade menor que o original, o receptor pode facilmente desconsiderá-lo.
- ❑ Para minimizar o efeito do multicaminhamento existem alguns modelos de antenas.



Blindagem em antenas para bloquear sinais de multicaminhamento



Multicaminhamento: Receptor recebendo diversas vezes o mesmo sinal

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

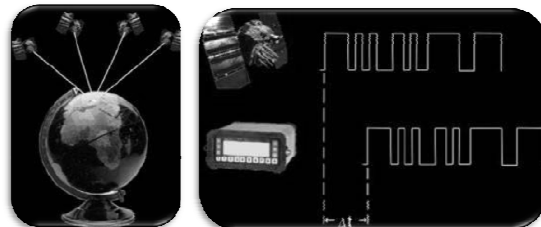
26

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Perturbações do Sinal: Sincronismo dos Relógios

- ❑ Os relógios dos receptores possuem um oscilador de quartzo – baixa precisão.
- ❑ O relógio (atômico) embarcado no satélite GPS possui um oscilador de Césio/Rubídio – alta precisão.
- ❑ O dessincronismo no instante de transmissão e de recepção do sinal do GPS gera um erro na medida de distância. Ex.: 1 segundo de defasagem = 300.000 km de erro!



Para se obter uma posição precisa é necessário observar no mínimo 4 satélites.

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

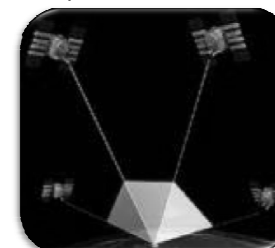
27

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

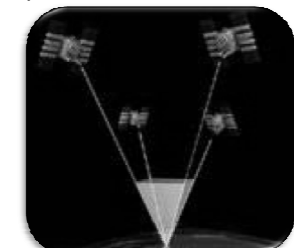


Perturbações do Sinal: DOP - Diluição da Precisão

- ❑ A qualidade do levantamento está relacionada também com a geometria dos satélites na hora do rastreo.
- ❑ O DOP é um indicativo dessa geometria dos satélites rastreados, consequentemente da qualidade dos dados a serem obtidos.
- ❑ O PDOP pode ser interpretado como o inverso do volume do tetraedro formado pelos 4 satélites e da antena do receptor do usuário – quanto menor DOP mais preciso.



PDOP bom



PDOP ruim

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

28

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Perturbações do Sinal: SA – Selective Availability

- ❑ Degradação intencional do sinal imposta pelo Departamento de Defesa Norte-Americano.
- ❑ Era pretendido que o SA impedisse os adversários militares de usar os sinais altamente precisos de GPS. Erros da ordem de 100 metros.
- ❑ O Governo do EUA retirou o SA em maio de 2000, o que melhorou significativamente, a precisão dos receptores de GPS civil.
- ❑ Em função deste domínio e distorção imposta pelos EUA, Europa, Rússia e outros países decidiram por lançar seus próprios sistemas de posicionamento por satélite.

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

29

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

TÉCNICAS DE MELHORA DO SINAL

DGPS

WAAS

WADGPS

EGNOS

PROCESSAMENTO GPS

VANTAGENS E DESVANTAGENS

UTILIDADES DE GPS

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

REFERÊNCIAS

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

30

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



DGPS – Posicionamento Diferencial em Tempo Real

- ❑ DGPS - GPS Diferencial
- ❑ Princípio: um receptor permanece observando os satélites em um ponto conhecido (base).
- ❑ Pode-se comparar o resultado obtido do rastreo com o que é conhecido e assim obter uma correção.
- ❑ Esta é aplicada ao receptor itinerante através de um link de rádio.

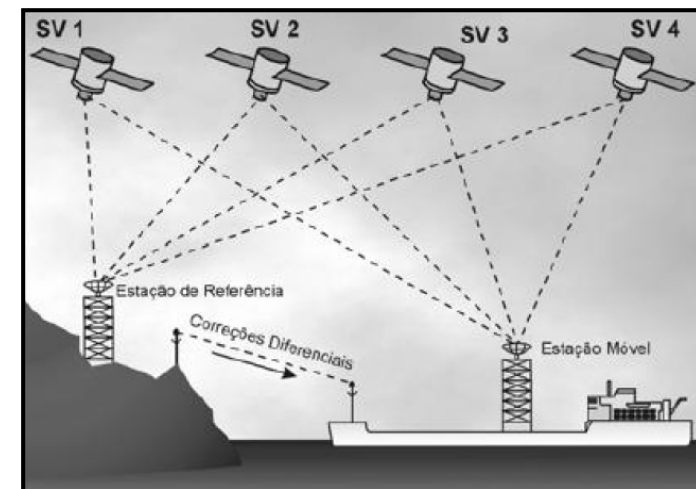
GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

31

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



DGPS – Posicionamento Diferencial em Tempo Real



DGPS: Estação base recebe coordenadas do GPS, constata o erro e informa a correção à estação móvel através de um link de rádio

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

32

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



DGPS – Posicionamento Diferencial em Tempo Real

RTK: Real Time Kinematic

- Esta técnica é um tipo de posicionamento relativo, porém em tempo real. É relativo porque um receptor ocupa um ponto de coordenadas conhecidas e calcula a diferença entre elas e as coordenadas observadas.
- Através de um rádio, transmite-se essa diferença para a estação móvel que também possui um rádio o qual recebe esta informação.
- A sua precisão pode chegar a 1 a 2 cm. Sua precisão varia de acordo com o local e da distância do receptor base (limitada pelo alcance do rádio).



Estação Rover



Estação Base

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais



33

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

DGPS – Posicionamento Diferencial em Tempo Real

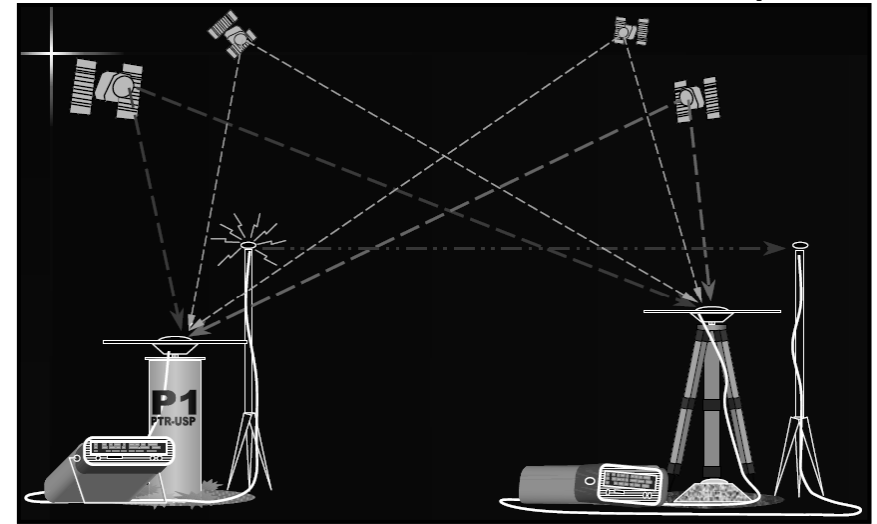


Diagrama de operação do sistema DGPS: receptor base mensura erro e transmite correção para receptor

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais



34

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

WAAS - Wide Area Augmentation System

- Medida de correção e aprimoramento das coordenadas GPS.
- Implantada pelo Departamento de Transportes dos EUA visando adequar os requisitos para navegação marítima e aérea.
- Composta por aproximadamente 25 estações base pelos EUA que recebem e corrigem erros de sinais como perturbação ionosférica, troposférica, relógio, etc.
- Sua operação é análoga ao sistema DGPS. Utilizam satélites geoestacionários para transmitir as correções aos veículos.
- Europa (EGNOS), Japão (MSAS) e outros países também estão desenvolvendo programas semelhantes a fim de aproveitar o sistema de posicionamento aplicado aos seus sistemas de transportes.

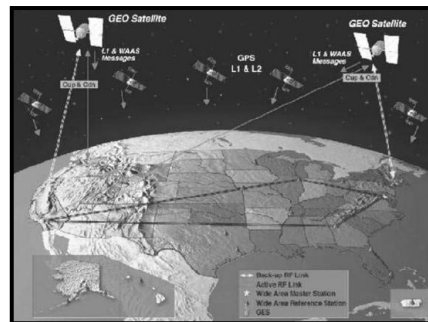


Ilustração da operação do WAAS

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais



35

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

WADGPS na América do Sul



Diagrama de operação do sistema WADGPS

- Link de dados envolve transmissão via satélite/rádio, etc...
- Correções ponderadas de acordo a localização em relação às estações de referência.
- Sistema privado (assinatura).
- Saída RTCM e NMEA para interface com outros sistemas.
- Precisão da correção 1-2m.
- Vantagens
 - sinal permanente
 - grande cobertura
 - economia da base
 - aumento produtividade
 - navegação e locação

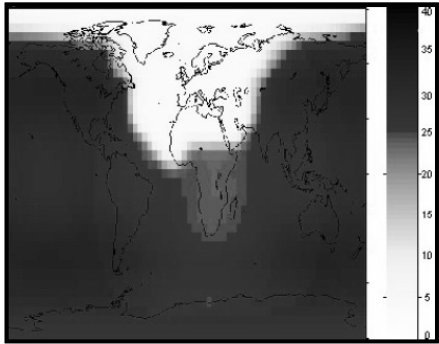
GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais



36

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

EGNOS - European Geostationary Overlay Service



Área de cobertura do EGNOS

❑ A Europa também dispõe de um serviço que tem como objetivo melhorar a precisão de sistema de navegação utilizando os sistemas de posicionamento por satélites existentes (GPS, GLONASS e futuramente GALILEU).

❑ Opera do mesmo modo que o WADGPS.

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

37

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Funcionalidades do GPS

- ❑ A principal função do GPS é a navegação.
- ❑ O aparelho GPS disponibiliza várias informações, tais como:
 - **Waypoints:** são coordenadas representam lugares específicos, como cidades, praças, pontes, cruzamentos, etc.
 - **Trilhas:** Sequência de coordenadas que registram um caminho percorrido pelo utilizador.
 - **Rotas:** Seqüência de *waypoints* que formam um percurso planeado de viagem.
 - **Go to:** indica um ponto de destino e ele fornece a direção a ser seguida para se chegar a esse ponto.
 - **Track Back:** voltar ao ponto de origem seguindo a trilha inicial ou pedindo ao GPS para criar uma rota de retorno, que também levará ao ponto inicial mas economizará alguns contornos.
 - **Distância entre dois pontos:** esta função permite que o GPS calcule a distância entre quaisquer *waypoints* que estejam gravados.
- ❑ A capacidade de cada GPS poder ou não executar uma ou outra função, depende da sua marca e modelo.

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

38

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

TÉCNICAS DE MELHORA DO SINAL

DGPS

WAAS

WADGPS

EGNOS

PROCESSAMENTO GPS

VANTAGENS E DESVANTAGENS

UTILIDADES DE GPS

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

REFERÊNCIAS

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

39

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Vantagens

- ❑ Extremamente preciso.
- ❑ Cobertura mundial por 24hs.
- ❑ Qualquer condição de tempo.
- ❑ Sistema estável
 - Devido à órbita elevada.
- ❑ Hora precisa
 - Receptor corrige constantemente baseado no relógio atômico dos satélites.
- ❑ Serviço gratuito.

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

40

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Desvantagens

- Requer equipamentos adicionais para maior precisão:
 - Antenas, DGPS, WAAS, etc.
- 3 satélites no mínimo:
 - Necessita de perfeita visibilidade com os satélites acima do horizonte (sem ocultações).
- Interferências com o sinal (opera por radiofrequência).
- Dificuldades de funcionamento em zonas muito arborizadas e edificadas.

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

41

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Condições para o posicionamento por satélite

- Condições mínimas:
 - Não estar em locais fechados.
 - Visibilidade de pelo menos 4 satélites (3 para determinação da posição e um para o problema do sincronismo dos relógios).
 - Inexistência de alta atividade ionosférica (tempestade solar).
- Condições ideais:
 - Local de céu aberto (ausência de obstruções prédios, árvores, etc).
 - Visibilidade do maior número de satélites.
 - Inexistência de alta atividade ionosférica (tempestade solar).

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

42

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

TÉCNICAS DE MELHORA DO SINAL

DGPS

WAAS

WADGPS

EGNOS

PROCESSAMENTO GPS

VANTAGENS E DESVANTAGENS

UTILIDADES DE GPS

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

REFERÊNCIAS

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

43

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Utilidades do GPS

- Equipamentos nas viaturas da Guarda Florestal, Polícia e Bombeiros.
- Serviços para empresas monitorarem os trabalhadores (táxis).
- Aviação geral e comercial e também na navegação marítima.
- A comunidade científica utiliza-o pelo seu relógio altamente preciso.
- O GPS tem-se tornado cada vez mais popular entre os ciclistas, balonistas, pescadores, ecologistas e até mesmo por turistas que querem apenas orientação durante as suas viagens (alguns aparelhos têm bússola, altímetro, velocímetro).
- GPS integrado ao telefone.
- Máquina fotográfica com GPS: imprime coordenadas à foto.
- GPS para levantamento topográfico de alta precisão (DGPS).
- Sistemas para aterragens de aviões com visibilidade zero.

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

44

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Produtos disponíveis no mercado



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

45

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

TÉCNICAS DE MELHORA DO SINAL

DGPS

WAAS

WADGPS

EGNOS

PROCESSAMENTO GPS

VANTAGENS E DESVANTAGENS

UTILIDADES DE GPS

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

REFERÊNCIAS

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

46

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Exemplos de aplicação do sistema GPS

- Engenharia
 - Navegação
 - Mapeamento
 - Cadastro
 - Monitoramento de estruturas
- Ambiental
 - Monitoramento de animais (TAMAR)
 - Reflorestamento
- Transportes/Logística
 - Controle de frotas (Autotrac)
 - Bombeiros/Polícia/Resgate
- Agricultura
 - Agricultura de Precisão
- Lazer
 - Caminhadas
 - Esportes



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

47

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Exemplos de aplicação do sistema GPS

- Cadastramento de postes / linhas de alta-tensão



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

48

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Exemplos de aplicação do sistema GPS

- ❑ Agricultura de Precisão



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

49

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Exemplos de aplicação do sistema GPS

- ❑ Controle de frotas e navegação
 - Carros de polícia, bombeiros, ônibus, caminhões, frotas táxis,...



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

50

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Exemplos de aplicação do sistema GPS

- ❑ Implantação de estradas / construção civil



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

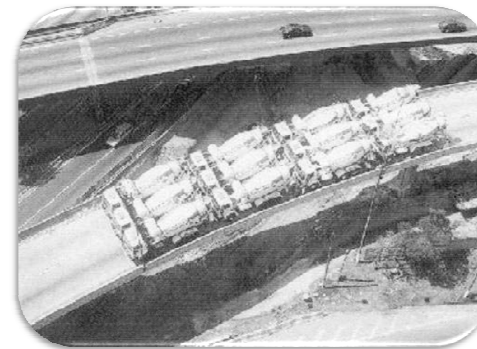
51

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Exemplos de aplicação do sistema GPS

- ❑ Monitoramento estático e dinâmico de estruturas:
 - Pontes, Viadutos, Estádios, Edifícios, Portos, Etc...



GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

52

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Devemos lembrar ao utilizarmos GPS que:

- O referencial é o sistema geocêntrico WGS-84.
- Nossa navegação, a cartografia e os mapas, em geral, NÃO estão referenciados ao WGS84.
- Datum mais usados no Brasil: SAD69, Córrego Alegre, SIRGAS.
- SAD69 e Córrego Alegre NÃO são coincidentes com WGS84 e também não são geocêntricos.
- As altitudes têm origem local (Ex. Marégrafo de Imbituba-SC).

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

53

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

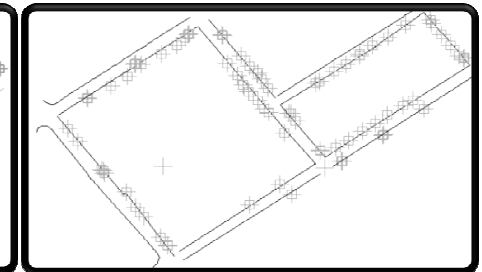


Processamento GPS

- Como foi visto o sistema GPS possui uma série de fontes que causam erros nas medidas das distâncias entre o satélite e a antena do receptor.
- Com o uso do posicionamento relativo, seja ele estático ou cinemático, muitos desses erros são minimizados.
- Assim, para mapeamentos que exige maior precisão, é fundamental o processamento dos dados GPS para corrigir as posições obtidas nos rastreios.



Posições GPS não corrigidas



Posições GPS corrigidas

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

54

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

TÉCNICAS DE MELHORA DO SINAL

DGPS

WAAS

WADGPS

EGNOS

PROCESSAMENTO GPS

VANTAGENS E DESVANTAGENS

UTILIDADES DE GPS

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

REFERÊNCIAS

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

55

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Referências

- Como funciona o GPS:
 - http://www.guia4ventos.com.br/artigos/gps_comousar.htm
- Informações sobre GPS: <http://tycho.usno.navy.mil/gps.html>
- GALILEO home-page: www.galileo-pgm.org
- GLONASS home-page: http://www.glonass-center.ru/frame_e.htm
- Projeto SIRGAS:
 - <http://www1.ibge.gov.br/home/geografia/geodesico/sirgas/principal.htm>
- Dados da RBMC:
 - <http://www.ibge.gov.br/home/geografia/geodesico/rbmcpsq.shtm>
- Rede GPS do Estado de São Paulo:
 - <http://www.ptr.poli.usp.br/ltg/proj/RedeSP/Rede-SP.htm>

GPS - Sistema de Posicionamento por Satélites Artificiais

56

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

