

---

# **GNSS – GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM**

---

LEB 450 - Topografia e  
Geoprocessamento II

---

# 1 INTRODUÇÃO

A sigla GNSS vem de Global Navigation Satellite System, ou seja Sistema Global de Navegação por Satélites.

Além de navegação também é um sistema de posicionamento (determinação de coordenadas locais).

Representa uma evolução do conhecido GPS, atualmente incorporando o sistema russo (GLONASS) e, no futuro, o GALILEO (europeu) e o COMPASS (chinês).

---

---

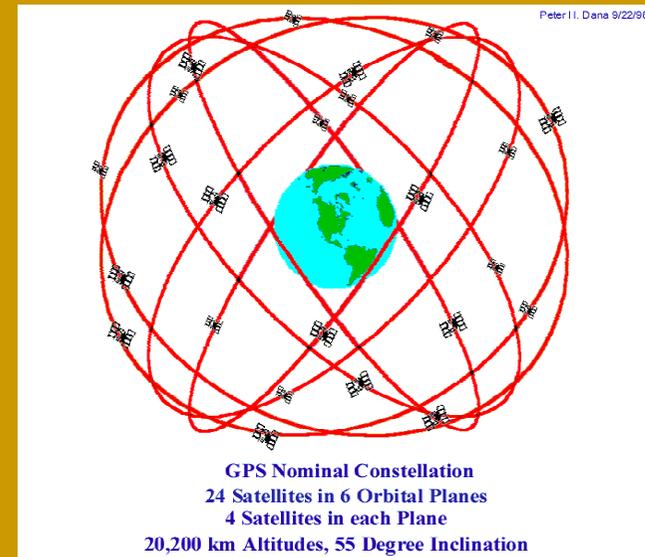
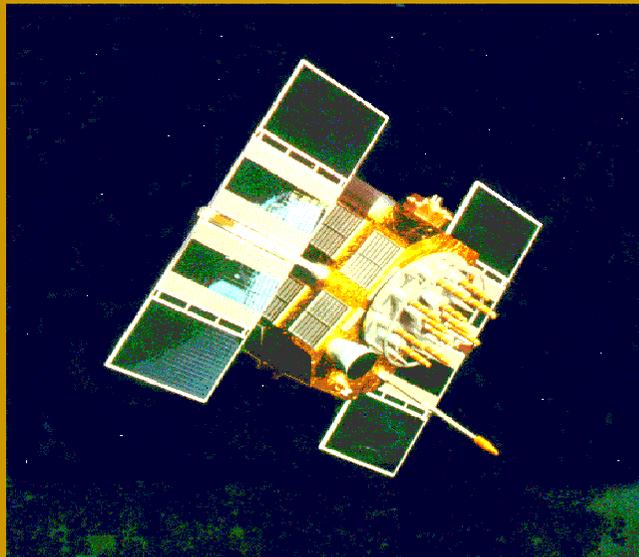
# 1 INTRODUÇÃO

A finalidade do sistema é garantir melhoria na geometria da constelação de satélites, disponibilidade para todas as regiões do globo terrestre, integridade e confiança aos usuários.

---

# 2 O sistema GPS (Global Positioning System)

## GPS (EUA)



---

## 2.1 GPS: histórico

- NAVSTAR - GPS
    - Navigation Satellite Timing and Ranging
    - Global Positioning System
  - NAVSTAR - GPS - Junção de dois programas militares
    - Naval Research Laboratory - TIMATION Program
    - Air Force - 621B Project
  - Gerenciado pelo Department of Defense - DoD
  - Satélites Bloco I: lançados a partir de 1978 (desativados)
  - Satélites Bloco II: operacionais a partir 1989
  - Satélites Bloco IIA: operacionais desde 1990
-

---

## 2.1 GPS: histórico

- 08/12/1993 - DoD → “Initial Operational Capability”
  - 27/04/1997 - DoD → “Full Operational Capability” → 24 satélites dos blocos II/IIA
  - Satélites Bloco IIR: maior vida útil, melhor precisão, maior autonomia, operacionais desde 1997
  - 02/05/2000 → S/A foi desativada
  - Satélites Bloco IIR-M1: operacionais desde 2005
-

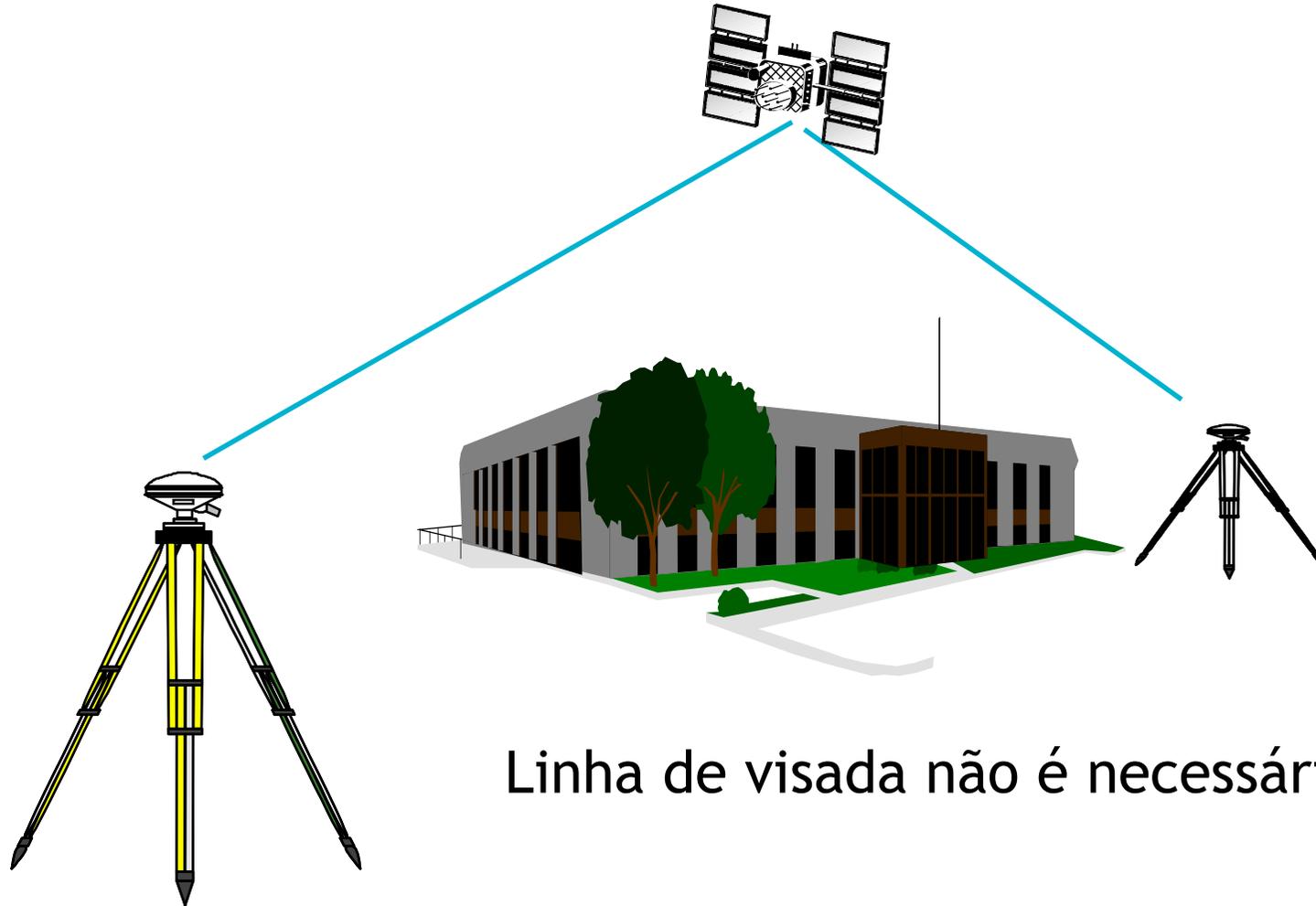
---

## 2.2 Características do sistema GPS

- Disponibilidade contínua 24 horas / dia
  - Cobertura global
  - Latitude / Longitude / Altura Elipsoidal / Data-hora
  - Exatidão maior ou igual a 100m durante 95% do tempo de recepção, até 02/05/2000. Após essa data a exatidão nominal passou a aproximadamente 16m.
  - Exatidão diferencial: sub-centimétrica
-

---

## 2.2 Características do sistema GPS



Linha de visada não é necessária!

---

---

## 2.2 Características do sistema GPS

- O GPS fornece dois tipos de serviço o *Standard Positioning Service* (SPS) e o *Precise Positioning Service* (PPS), descritos em Monico (2000), como:
  - **SPS:** oferecido para todos os usuários do globo, sem cobrança de qualquer tipo de taxa. Este serviço foi planejado para oferecer exatidão horizontal e vertical de 100m e 140m, respectivamente, e 340 ns na obtenção de tempo, com nível de confiança de 95%. Porém, testes demonstraram que seria possível o fornecimento de resultados melhores, isto levou o DoD a implementar a AS (Selective Availability). Com o crescente desenvolvimento dos receptores e de técnicas que visavam a contornar esse problema, além do surgimento de novos sistemas de posicionamento, ameaçando a hegemonia do GPS, o DoD decidiu desativar a SA às 04 horas TU do dia 2 de maio de 2000, o que causou uma melhora de 5-10 vezes na exatidão dos resultados.
-

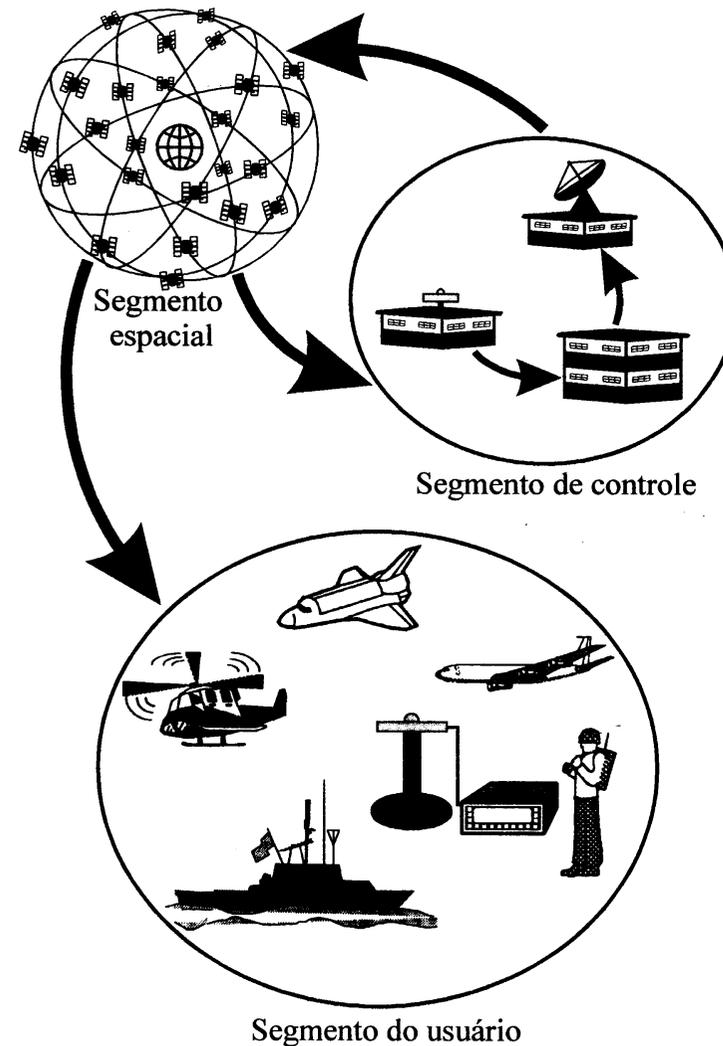
---

## 2.2 Características do sistema GPS

- **PPS:** proporciona melhores resultados que o SPS, entretanto é restrito ao uso militar e usuários autorizados. Este serviço proporciona melhores níveis de exatidão, mas não é do interesse do DoD americano disponibilizá-lo a todos os usuários do GPS, pois acabaria colocando em risco alguns aspectos de segurança.
-

## 2.2 Características do sistema GPS

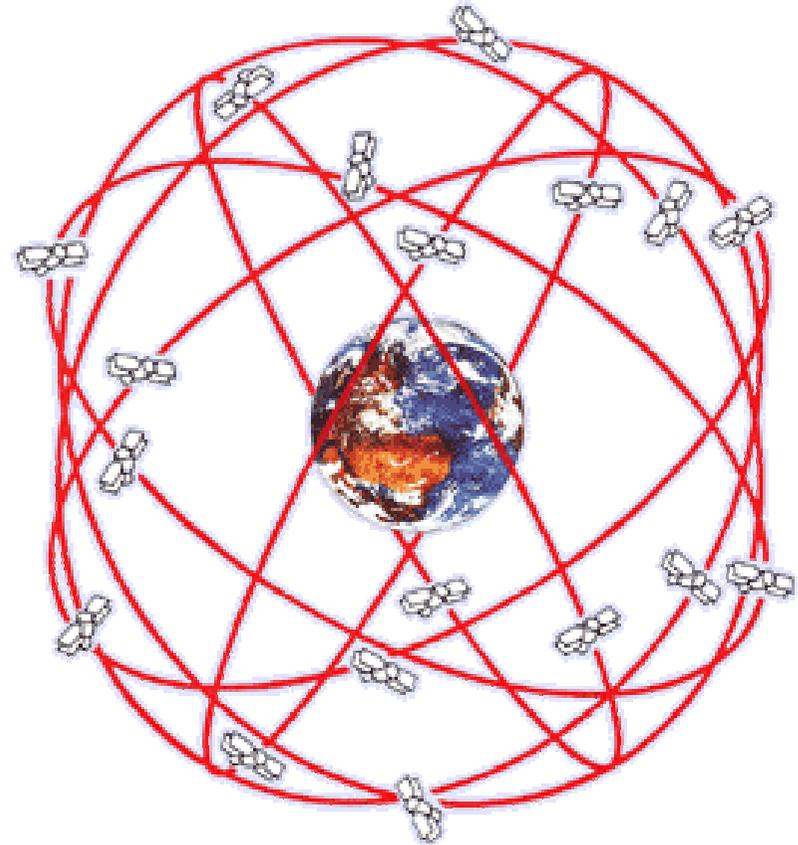
- O sistema GPS é dividido em três segmentos principais:
  1. O **segmento espacial**, constituído pelos satélites que transmitem os sinais usados no posicionamento GPS;
  2. O **segmento de controle**, que é responsável pela manutenção do sistema;
  3. O **segmento de usuários**, contendo todas as aplicações e tipos de receptores.



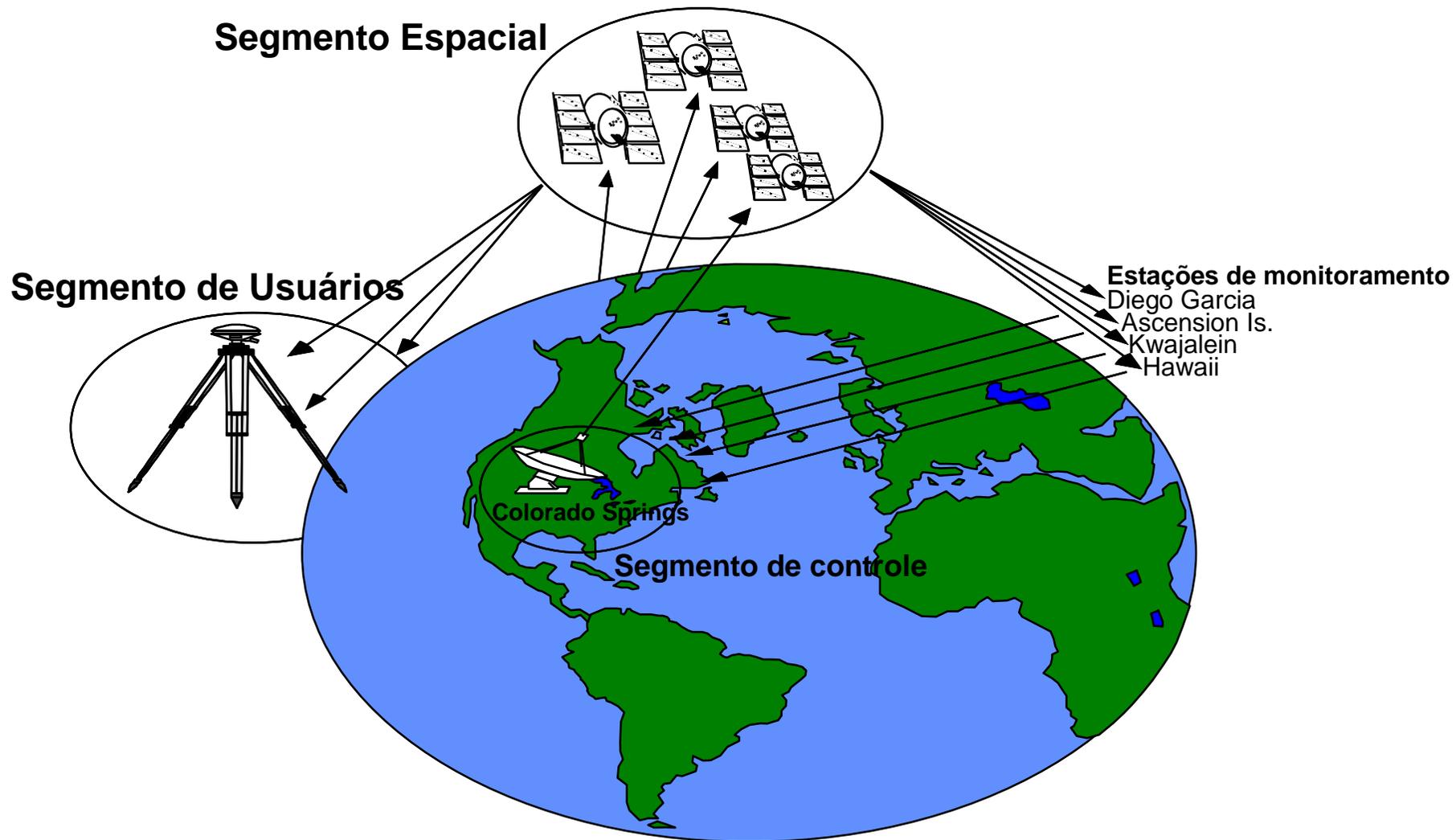
---

## 2.2.1 Segmento espacial

- 24 satélites na constelação final + reservas
  - 6 planos com inclinação  $55^\circ$
  - em cada plano 4 satélites
- Órbita
  - 20.183 km (12.545 milhas)
  - período aprox. 12 horas
  - cobertura global



## 2.2.2 Segmente de controle e monitoramento



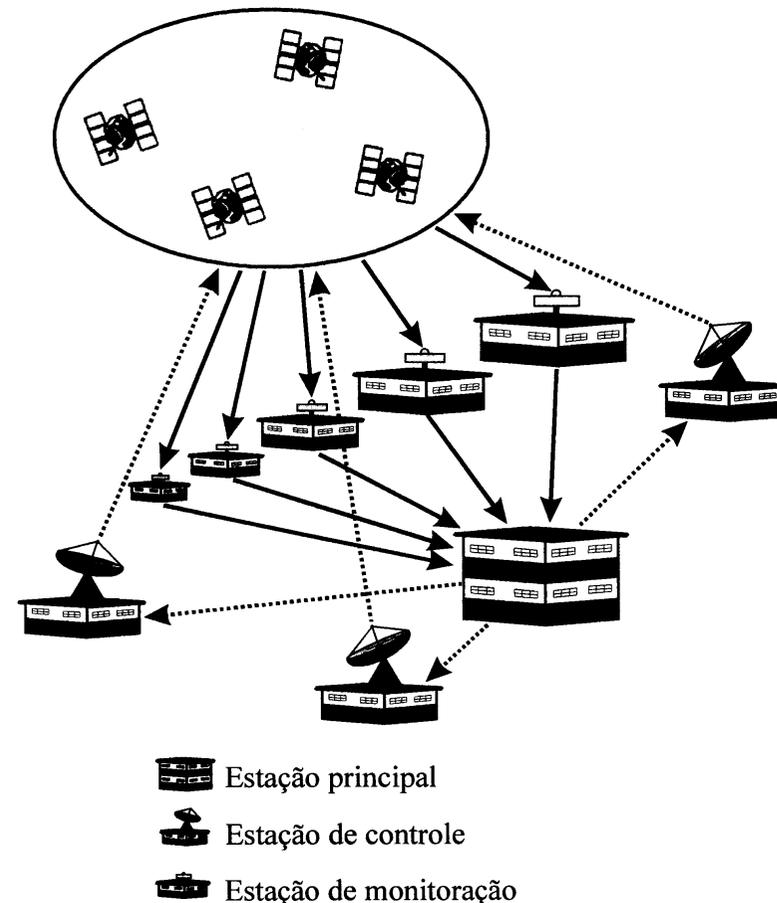
---

## 2.2.2 Segmento de controle e monitoramento

- 5 estações para cobertura mundial
    - Monitoramento pelo DoD
  - Todas têm funções de monitoramento
    - Recebem sinais de todos os satélites
    - Coletam dados meteorológicos ( usados para modelo ionosférico )
    - Transmitem dados para o MCS
  - Master Control Station - MCS
    - Injeção de dados nos satélites
      - parâmetros de predição orbital (efemérides)
      - correções aos relógios dos satélites
      - modelos ionosféricos
      - NAVDATA
      - mensagens gerais
-

## 2.2.2 Segmento de controle e monitoramento

O sistema de controle é composto por 18 estações monitoras (Alaska, St. Louis, USNO, Equador, Tahiti, Argentina, África do Sul, Bahrain, Coreia do Sul, Austrália, Nova Zelândia, Hawaii, Kwajalein, Ascension Island, Diego Garcia, Colorado Spring, Maspalomas e Yakutsk) (NIMA, 2003), três antenas para transmitir os dados para os satélites (Kwajalein, Ascension Island, Diego Garcia), e uma estação de controle central (MCS) localizada em Colorado Spring (NIMA, 2003).



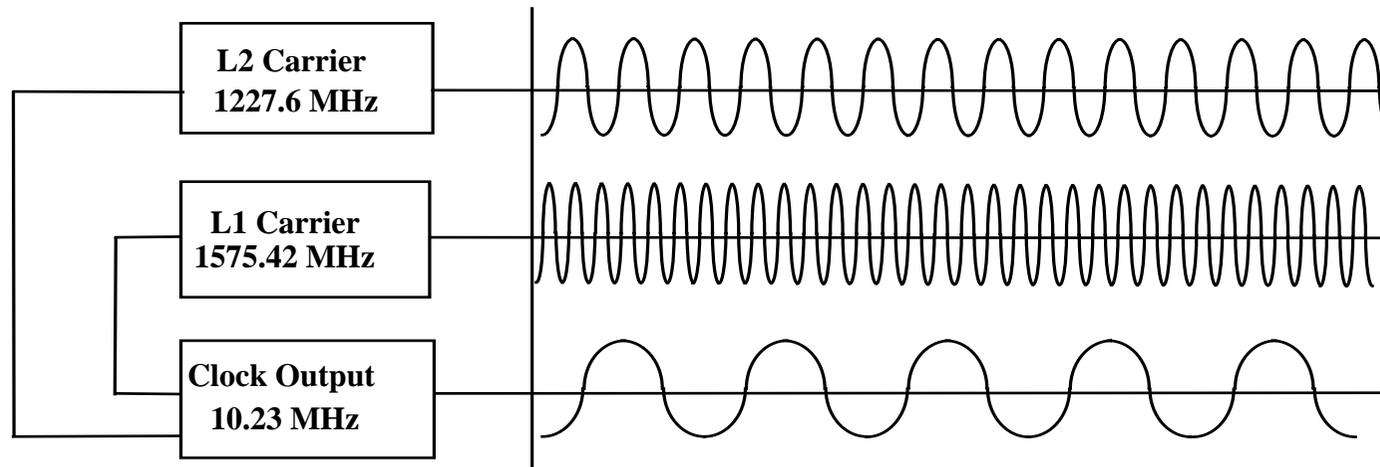
Segmento de Controle (Sá, 2002)

## 2.2.3 Segmento do usuário

- **Características dos sinais GPS:** todos os satélites da constelação GPS transmitem sinais em duas frequências da banda L, denominadas L1 e L2, que são obtidas a partir da frequência fundamental ( $f_0$ ) de 10,23 MHz multiplicada por 154 e 120 para gerar as portadoras. Portanto, as frequências (L) e os comprimentos de onda resultantes são:

$$L1 = 10,23 \text{ MHz} \times 154 = 1575,42 \text{ MHz, com } \lambda \approx 19 \text{ cm}$$

$$L2 = 10,23 \text{ MHz} \times 120 = 1227,60 \text{ MHz, com } \lambda \approx 24 \text{ cm}$$

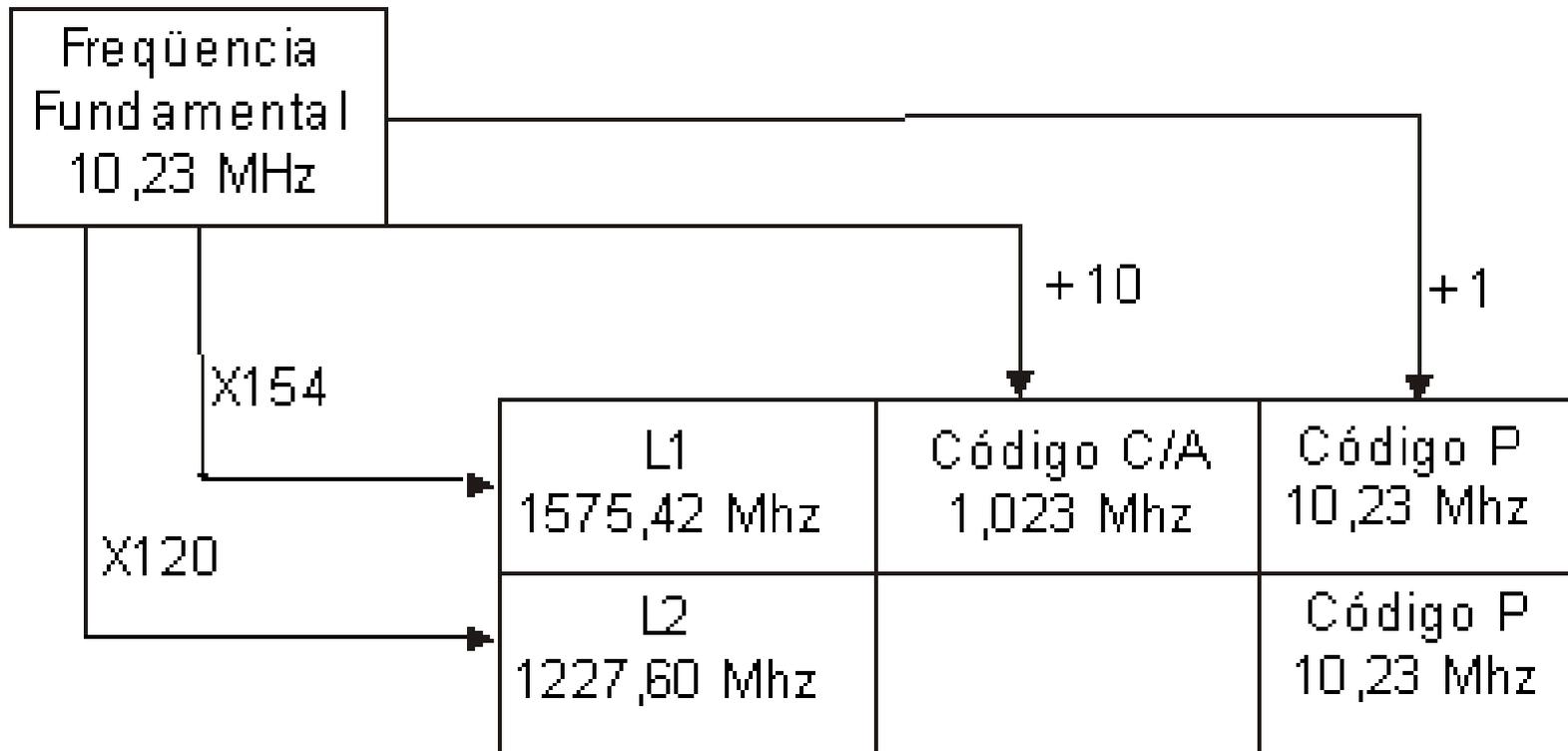


---

## 2.3 Características dos sinais GPS

- O código *Pseudo Random Noise* (PRN) é modulado sobre as duas portadoras. O código *C/A* (*Coarse/Aquisition*) é modulado apenas na portadora L1 e tem comprimento de onda ( $\lambda$ ) por volta de 300 m e frequência de 1,023 MHz. O código *P* (*Precise ou Protected - Preciso ou Protegido*) que é reservado ao uso militar e a usuários autorizados, tem comprimento de onda de aproximadamente 30 m e é transmitido com uma frequência de 10,23 MHz, além de ser modulado nas duas portadoras (L1 e L2).
-

## 2.3 Características dos sinais GPS



Estrutura Básica do Sinal GPS - Monico (2000)

---

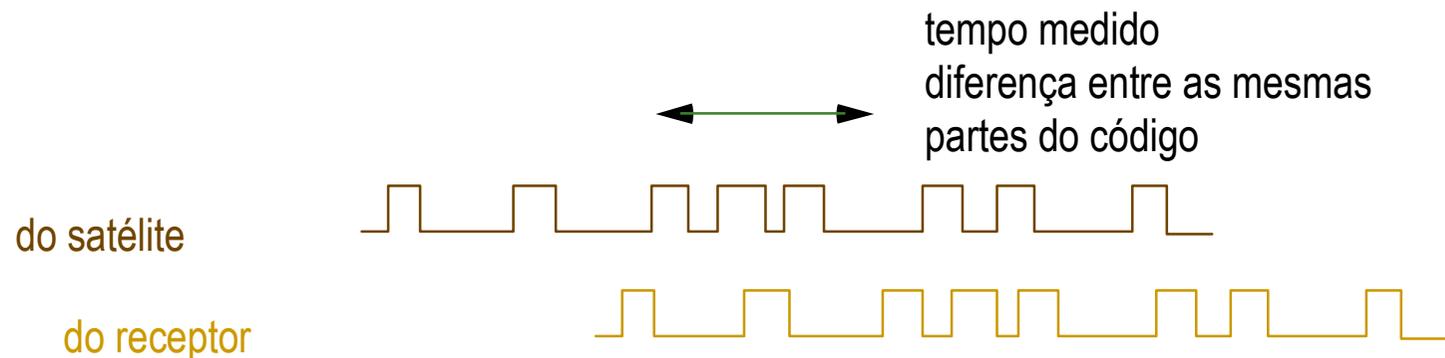
## 2.3 Características dos sinais GPS

- As portadoras trazem também moduladas as mensagens de navegação, que contêm os parâmetros orbitais, os dados para a correção da propagação ionosférica, os parâmetros para correção do erro dos relógios dos satélites, informações sobre a “saúde” dos satélites etc.
  - Com esta breve explanação, pode-se observar que há três tipos de sinais envolvidos no GPS: a portadora, os códigos e os dados (navegação, relógio etc.). Esta estrutura permite não só medir a fase da portadora e sua variação, mas também o tempo de propagação. (Monico, 2000).
-

## 2.3 Características dos sinais GPS

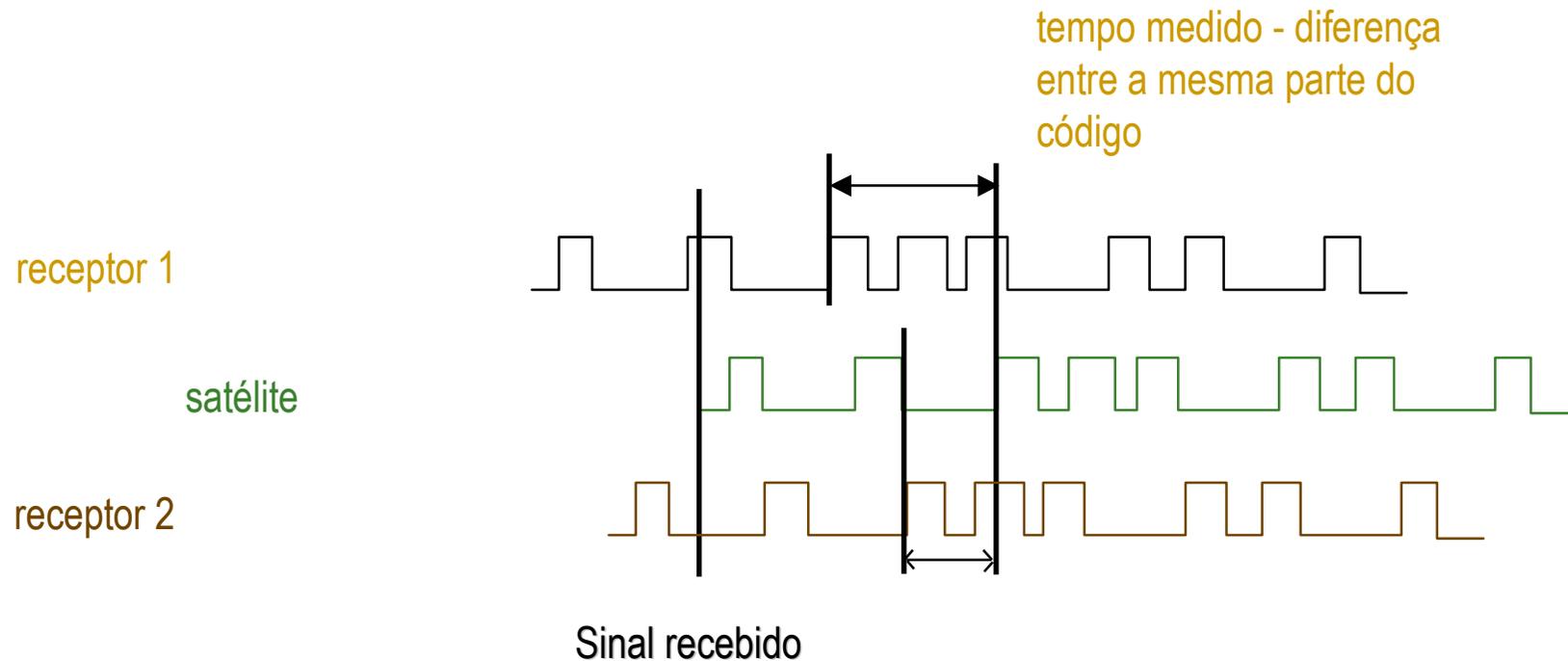
Uma das boas ideias do GPS:

- Usar o mesmo código no satélite e no receptor
- Sincronizar satélite e receptor, gerando o mesmo código ao mesmo tempo
- Quando o código chega do satélite, se conhece quanto tempo atrás o receptor gerou o mesmo código



## 2.4 Medição de distâncias

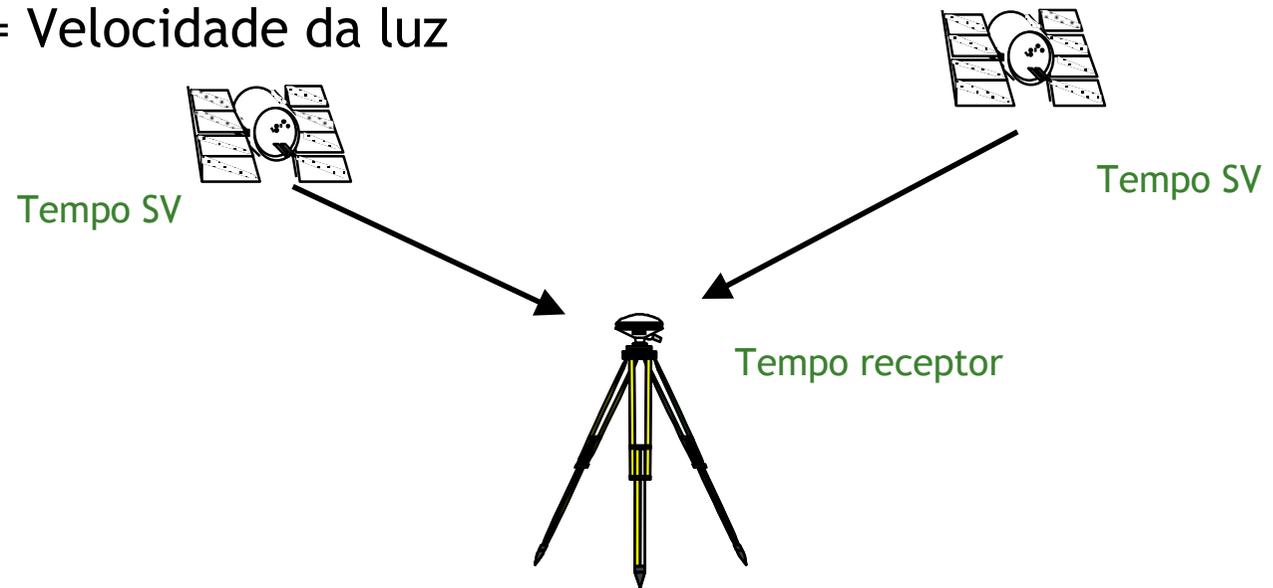
- Distância é, na verdade, “pseudodistância”, por causa do relógio do usuário.



## 2.4 Medição de distâncias

Fórmula simples: **Distância = Velocidade X Tempo**

- Distância = Distância ao satélite (Pseudodistância)
- Tempo = tempo de percurso do sinal satélite - receptor
  - Quando o sinal deixou o satélite?
  - Quando o sinal chegou no receptor?
- Velocidade = Velocidade da luz



## 2.5 Determinação da posição

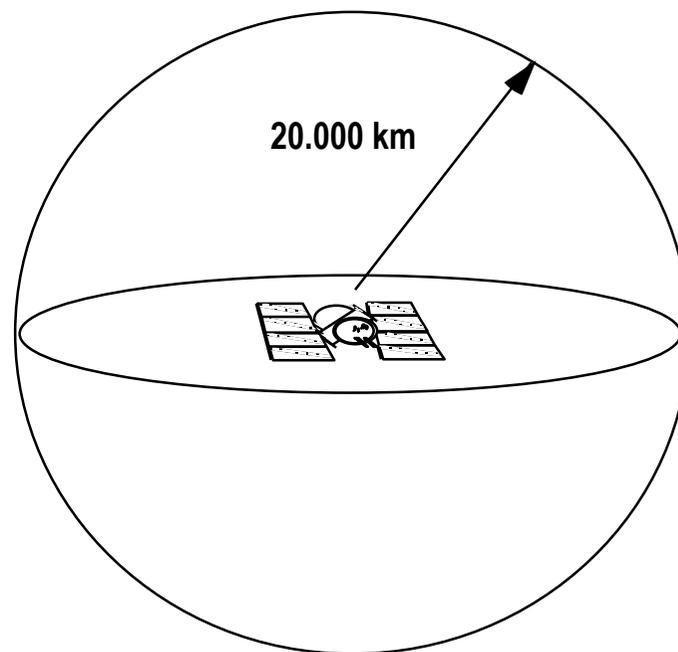
A partir de distâncias a vários satélites pode-se obter a posição através de uma equação matemática

- Uma medição fornece a posição sobre a superfície de uma esfera

4 incógnitas:

1. Latitude
2. Longitude
3. Altitude
4. Tempo

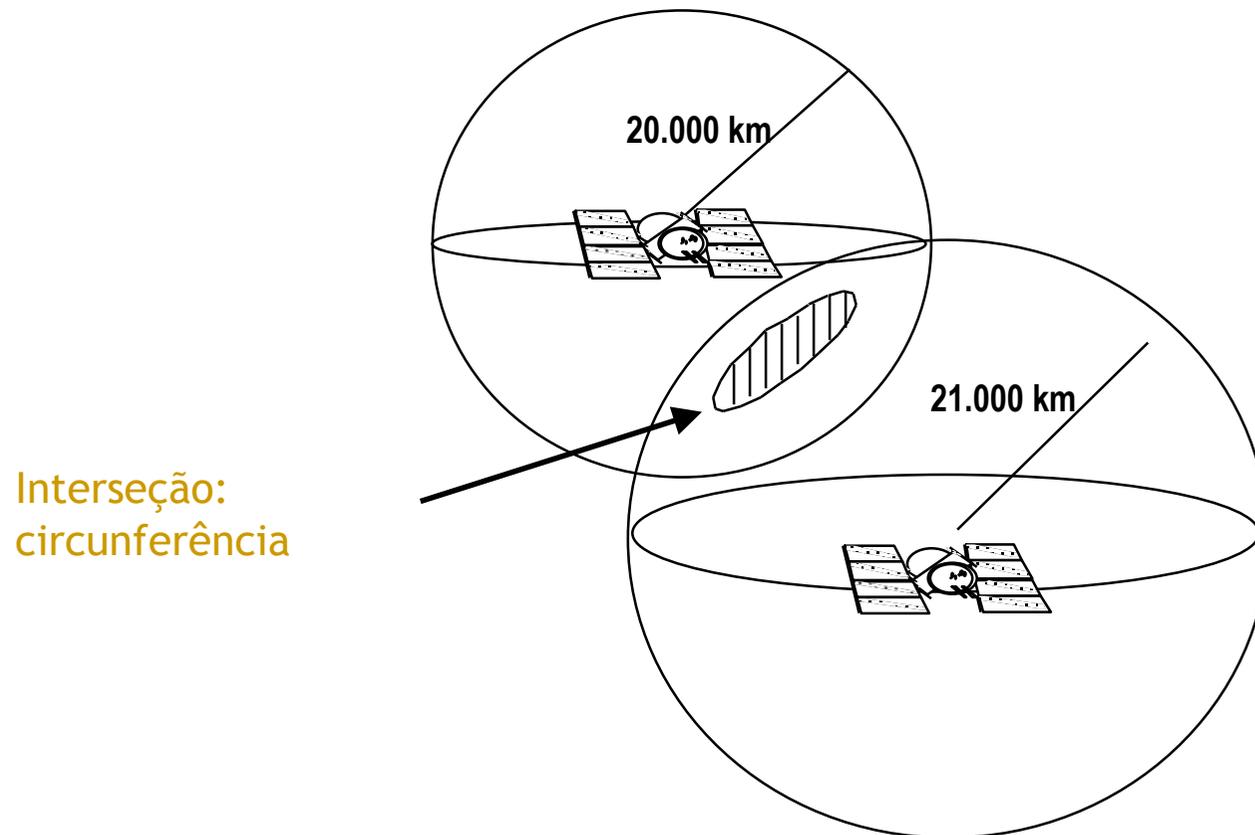
São necessárias 4 equações



O receptor está em algum ponto sobre a esfera

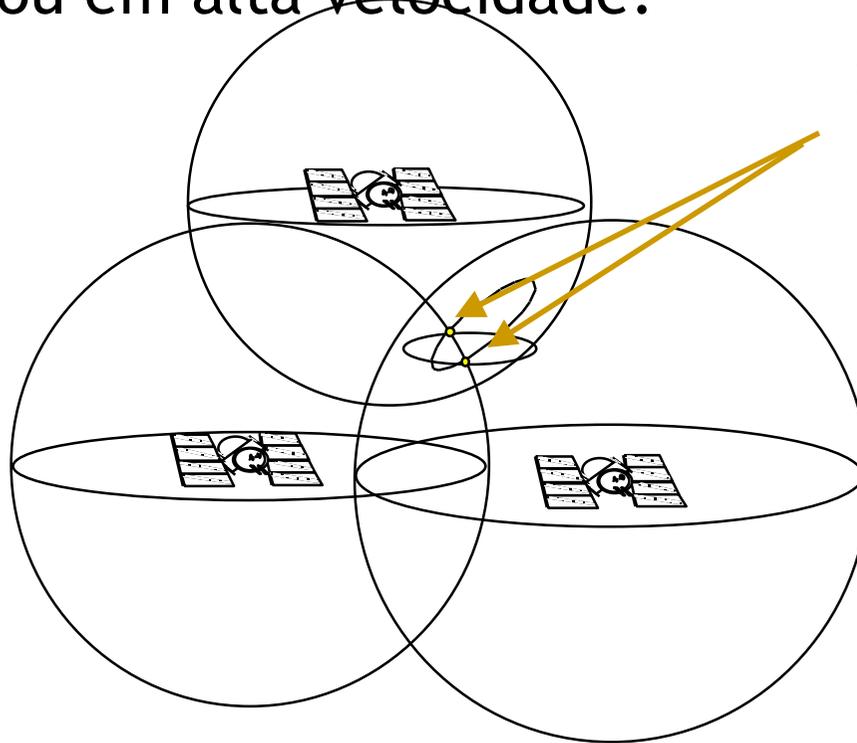
## 2.5 Determinação da posição

- Uma segunda medição fornece como solução a interseção entre duas esferas: uma circunferência.



## 2.5 Determinação da posição

- Na prática, 3 medições são suficientes para determinar a posição. Um dos pontos (solução) é descartado, já que é uma solução impossível, no espaço ou em alta velocidade.

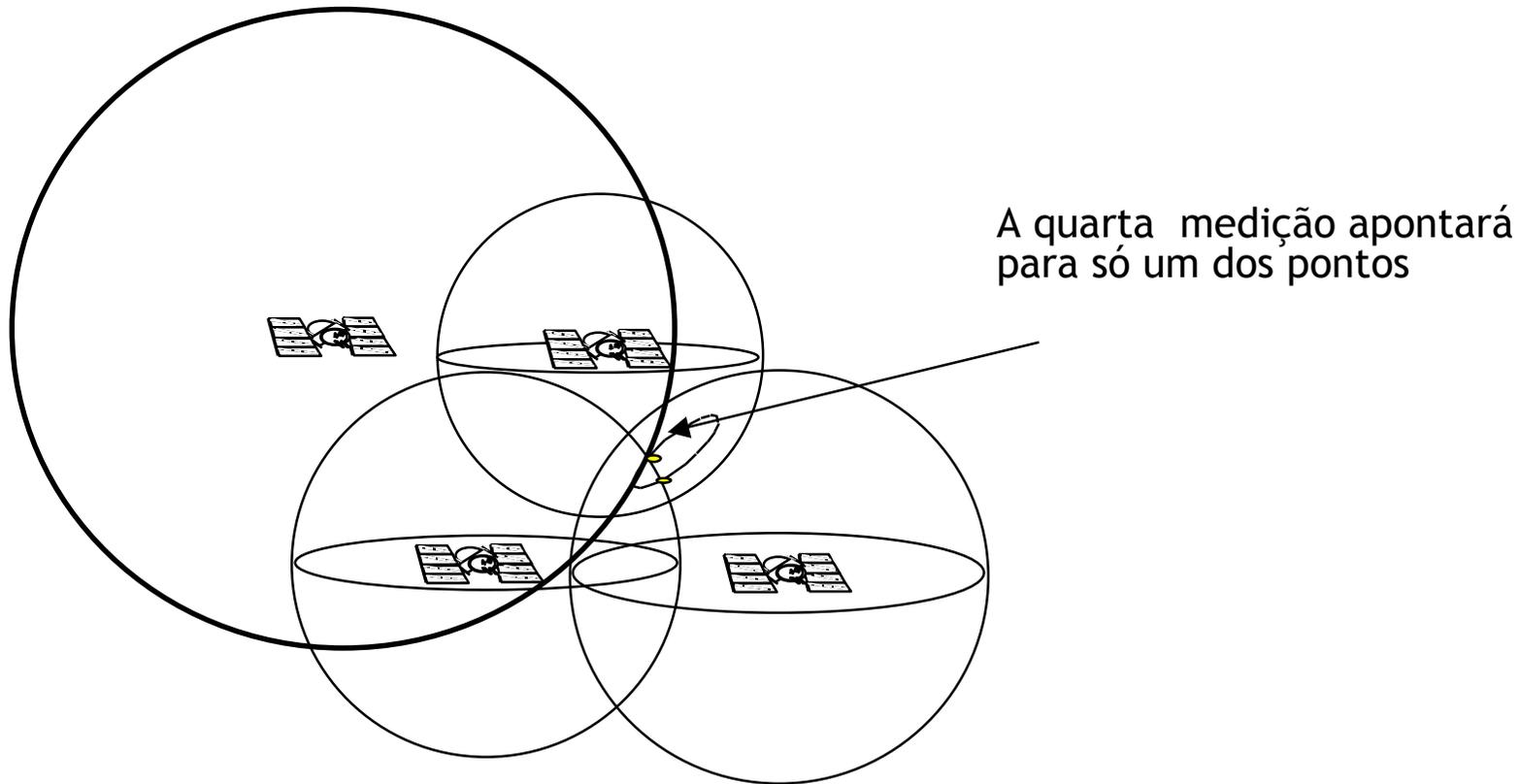


A interseção de três esferas são só dois pontos

---

## 2.5 Determinação da posição

- A quarta medição permite resolver (remover) o erro do relógio (tempo) do receptor



---

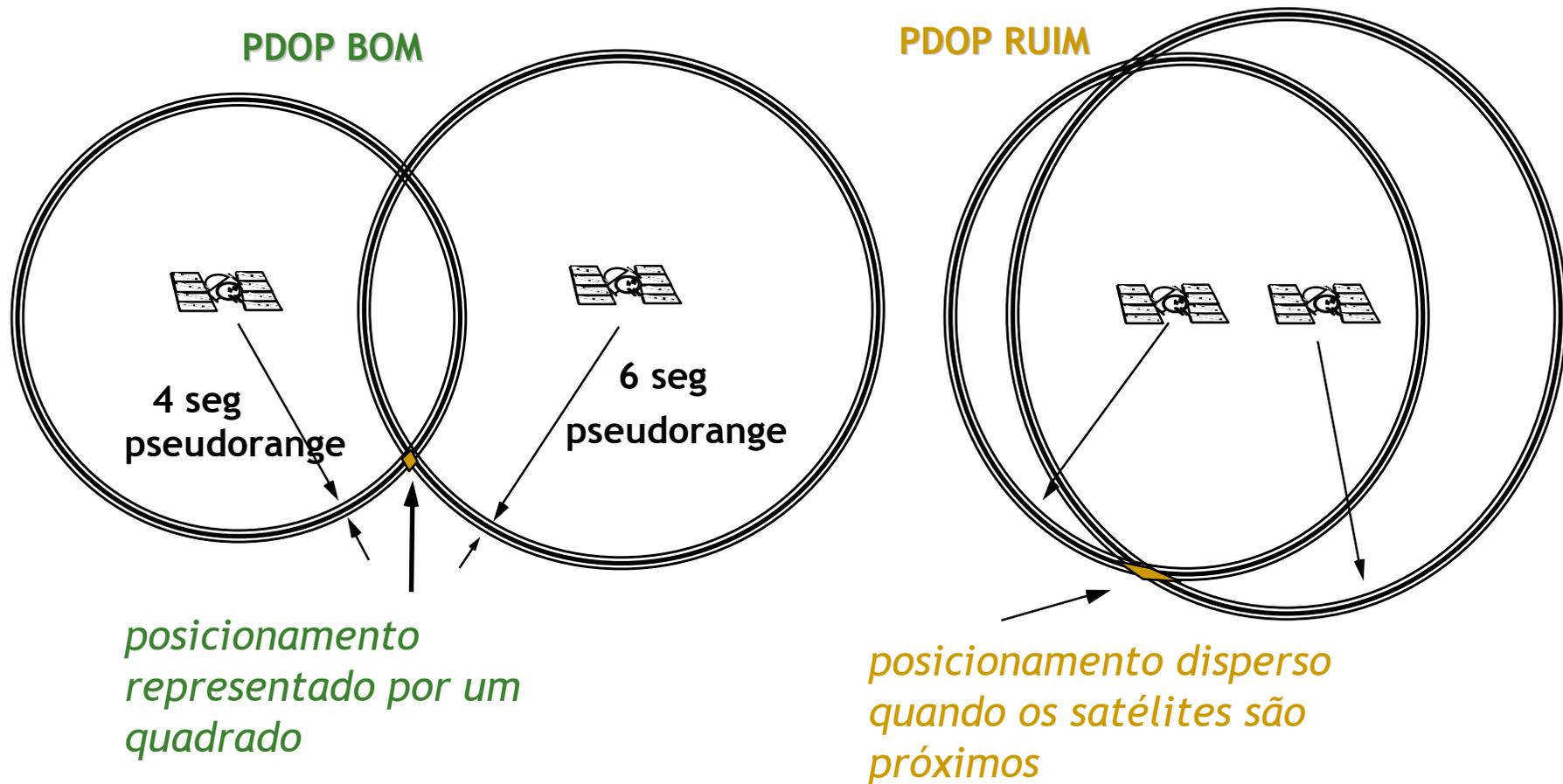
## 2.6 Diluição da precisão - DOP

*Um indicador da estabilidade na posição resultante.*

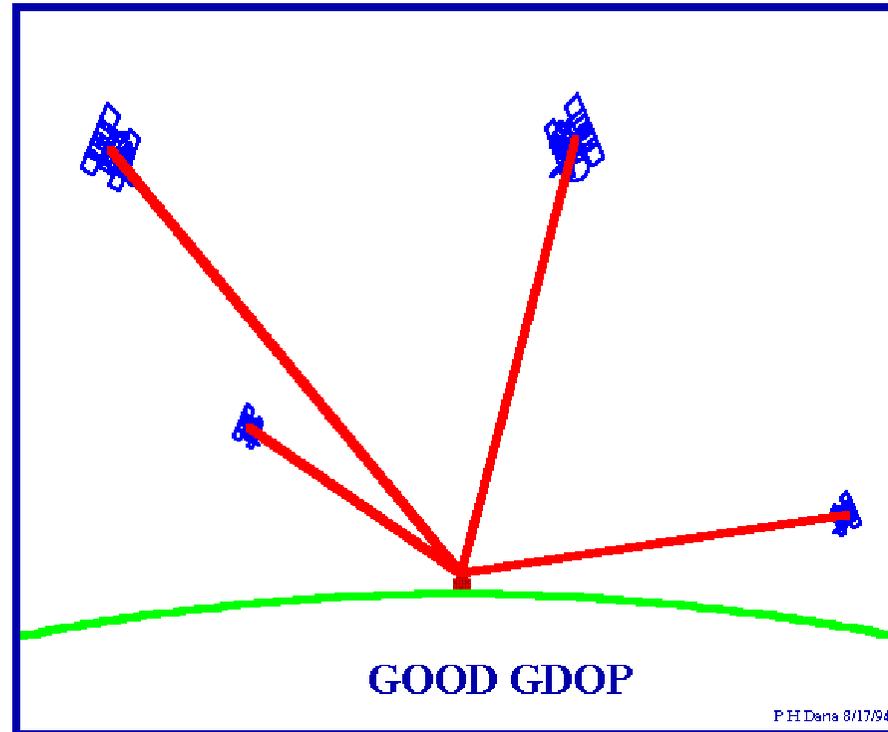
- ◆ DOP depende da geometria da constelação
  - ◆ DOP é um fator multiplicativo que reflete o ruído da medição aos satélites (input) no ruído da solução (output)
  - ◆ Menor DOP => posição mais precisa
  - ◆ Maior DOP => posição menos precisa
  - ◆ Em levantamentos PDOP e RDOP são os mais importantes
    - ◆ PDOP = DOP da posição - referido à geometria instantânea dos SV's
    - ◆ RDOP = DOP relativo - referido à *mudança* na geometria dos SV's no período de observação
-

## 2.6 Diluição da precisão - DOP

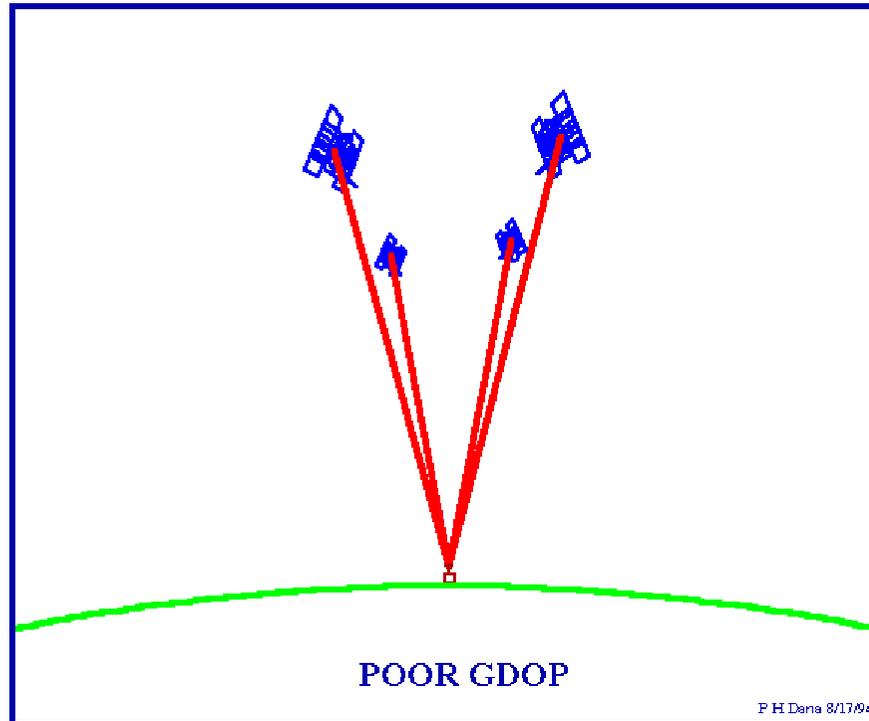
- Posição relativa dos satélites podem produzir erros



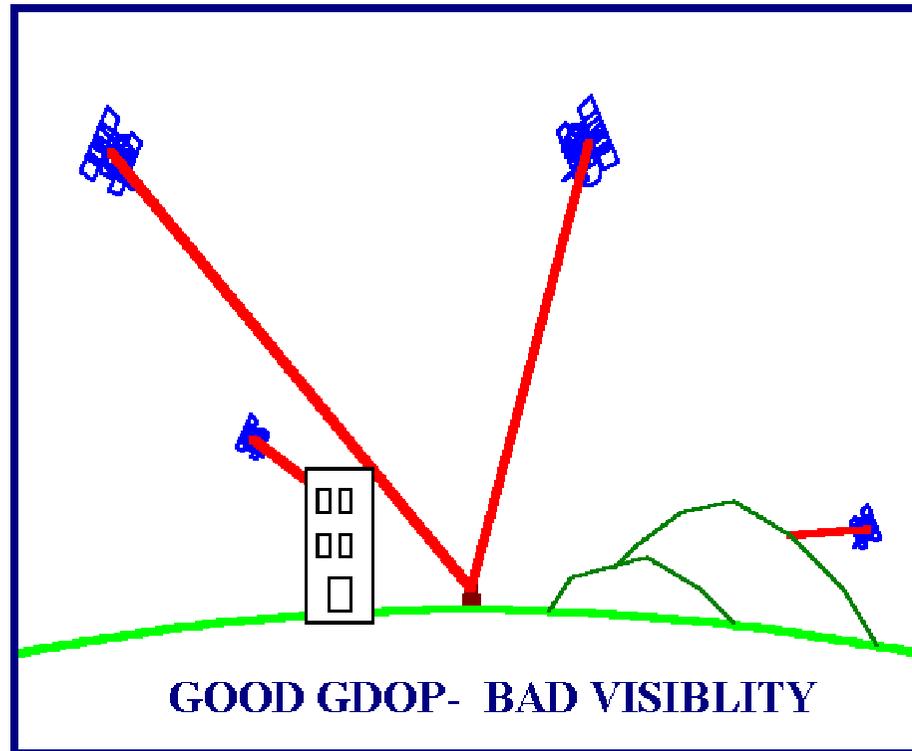
## 2.6 Diluição da precisão - DOP



## 2.6 Diluição da precisão - DOP



## 2.6 Diluição da precisão - DOP



---

## 2.7 Métodos de posicionamento

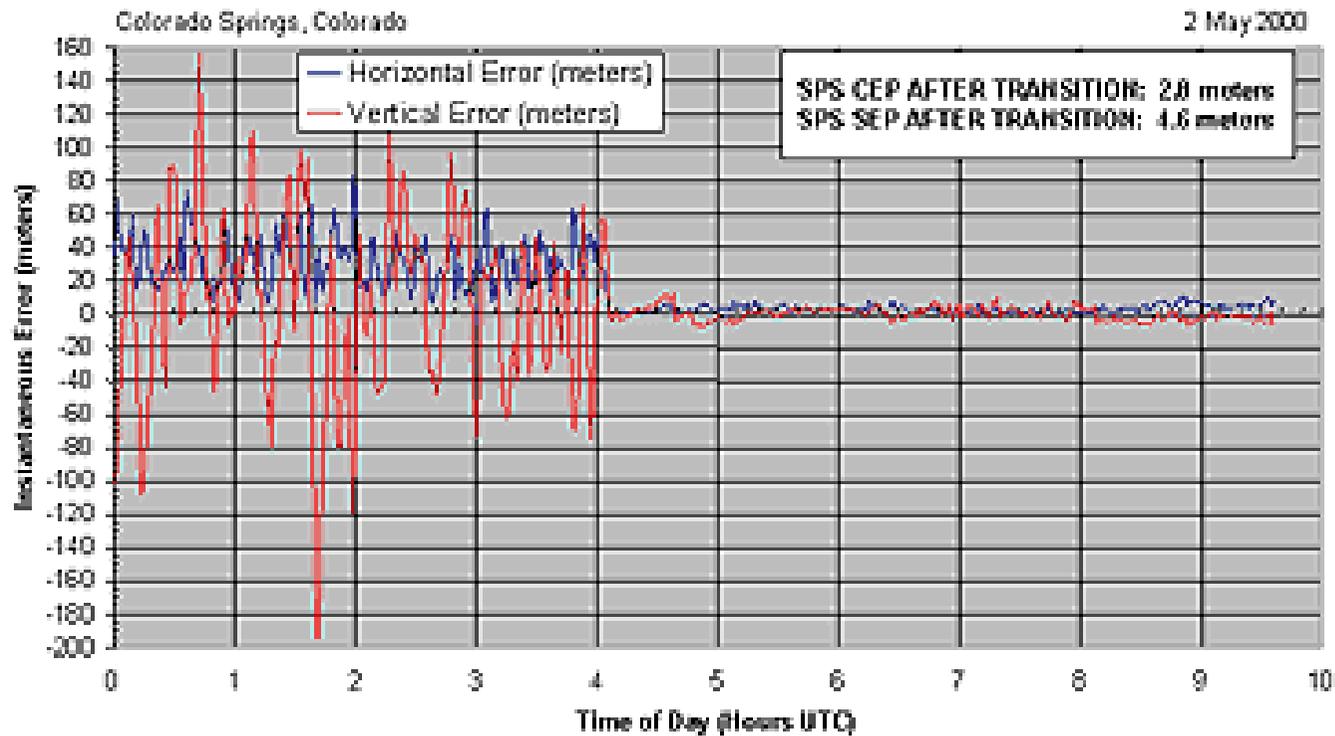
- O posicionamento, que consiste da determinação da posição de objetos, parado ou em movimento, na superfície terrestre ou próximo a ela, utilizando GPS, pode ser realizado na forma absoluta, relativa ou DGPS (*Differential* GPS). Pode então ser classificado em:
    1. posicionamento absoluto (ou por ponto), quando as coordenadas estão associadas diretamente ao geocentro;
    2. relativo, no caso em que as coordenadas são determinadas com relação a um referencial materializado por um ou mais vértices com coordenadas conhecidas;
    3. DGPS, um receptor GPS é posicionado numa estação de referência, onde são calculadas correções de coordenadas ou de pseudodistâncias, que são transmitidas para os usuários da estação a ser posicionada.
-

---

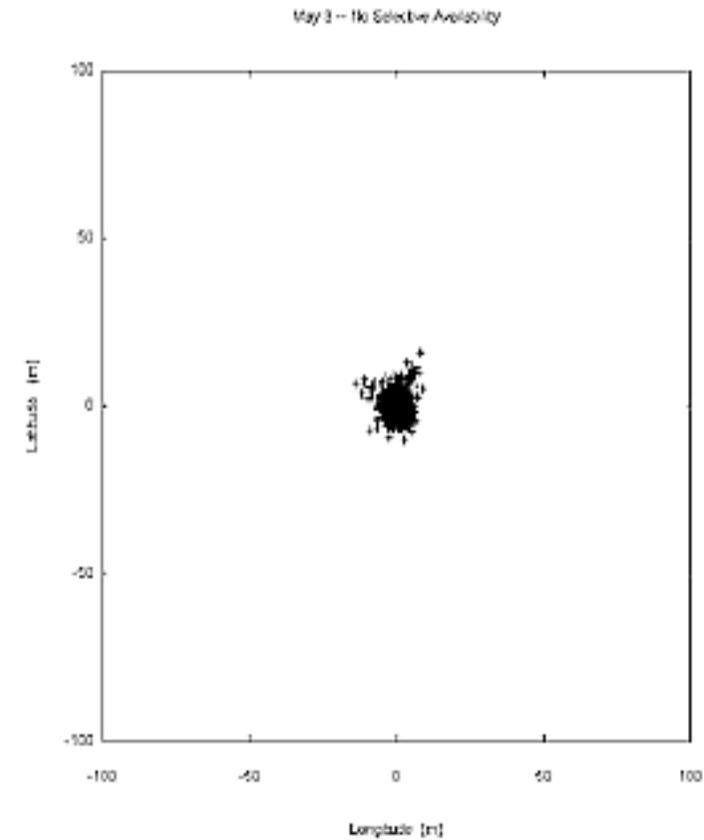
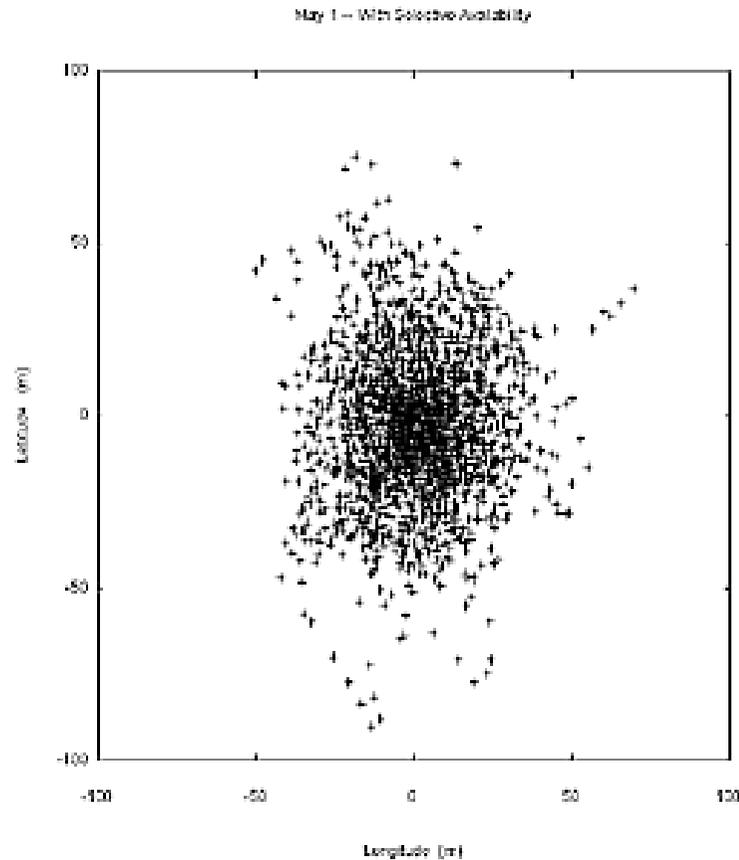
## 2.7.1 Posicionamento absoluto

- No posicionamento absoluto utiliza-se apenas de um receptor. Esse método de posicionamento é muito utilizado em navegação de baixa precisão e em levantamentos expeditos. O posicionamento instantâneo de um ponto, isto é, em tempo real, usando a pseudodistância derivada do código C/A presente na portadora L1, apresentava, até o dia 1 de maio de 2000, precisão planimétrica melhor que 100 m e altimétrica de 140 m, durante 95% do tempo (Monico, 2000). Após a desativação da SA, houve uma melhora de 10 vezes nos resultados. Mesmo se a coleta de dados, sobre um ponto estacionário, for de longa duração, a qualidade dos resultados não melhora significativamente, em razão dos vários erros sistemáticos envolvidos na observável utilizada. Esse método não atende aos requisitos de precisão intrínsecos ao posicionamento topográfico e geodésico (Monico, 2000).
-

## 2.7.1 Posicionamiento absoluto



## 2.7.1 Posicionamiento absoluto



---

## 2.7.1 Posicionamiento absoluto



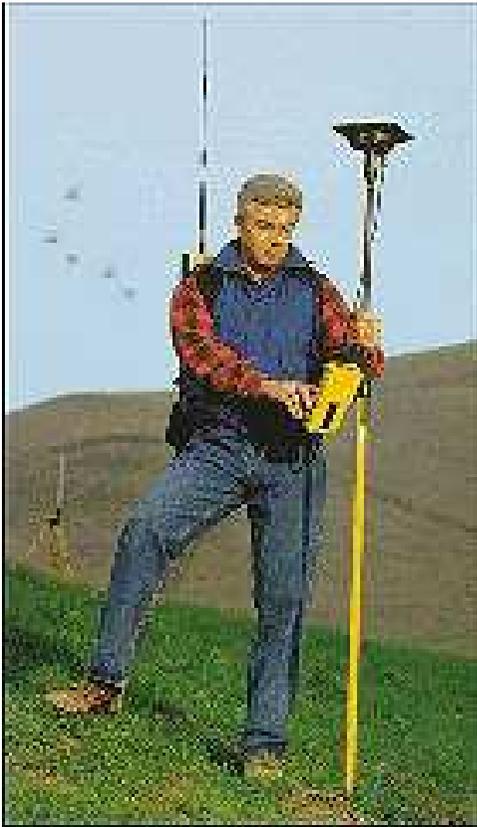
---

## 2.7.2 Posicionamento relativo

- No posicionamento relativo, um receptor é instalado em um ponto cujas coordenadas são conhecidas, que constitui a base do levantamento, e um receptor móvel percorre os pontos a serem posicionados, para coleta de dados.
  - No posicionamento relativo, o usuário deve dispor de, no mínimo, dois receptores, ou utilizar apenas um, e dispor de dados obtidos de uma ou mais estações de referência dos Sistemas de Controle Ativos (SCA), como por exemplo, a RBMC. Neste método, a posição de um ponto é determinada em relação à de outro(s), cujas coordenadas são conhecidas. As coordenadas do(s) ponto(s) conhecido(s) devem estar referenciadas ao WGS 84, ou a um sistema compatível, como o ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*). O posicionamento relativo pode ser feito por meio dos métodos: estático, estático-rápido, cinemático e semi-cinemático etc.
-

---

## 2.7.2 Posicionamiento relativo



---

## 2.7.2 Posicionamento relativo

- Método Estático:
    - ◆ L1 ou L1/L2
    - ◆ 60 minutos de observação (recomendado)
    - ◆ Uma ocupação (estação) por arquivo de dados
    - ◆ Dados normalmente gravados a cada 15 segundos - taxa de sincronismo
-

---

## 2.7.2 Posicionamento relativo

- Método Estático Rápido:
    - ◆ L1/L2 com código P
    - ◆ Tempo de ocupação varia entre 5-20 minutos, dependendo do número de SV's
    - ◆ Ocupação múltipla é possível num só arquivo de dados
    - ◆ Dados normalmente gravados a taxa de sincronismo de 5 ou 15 segundos
-

---

## 2.7.2 Posicionamento relativo

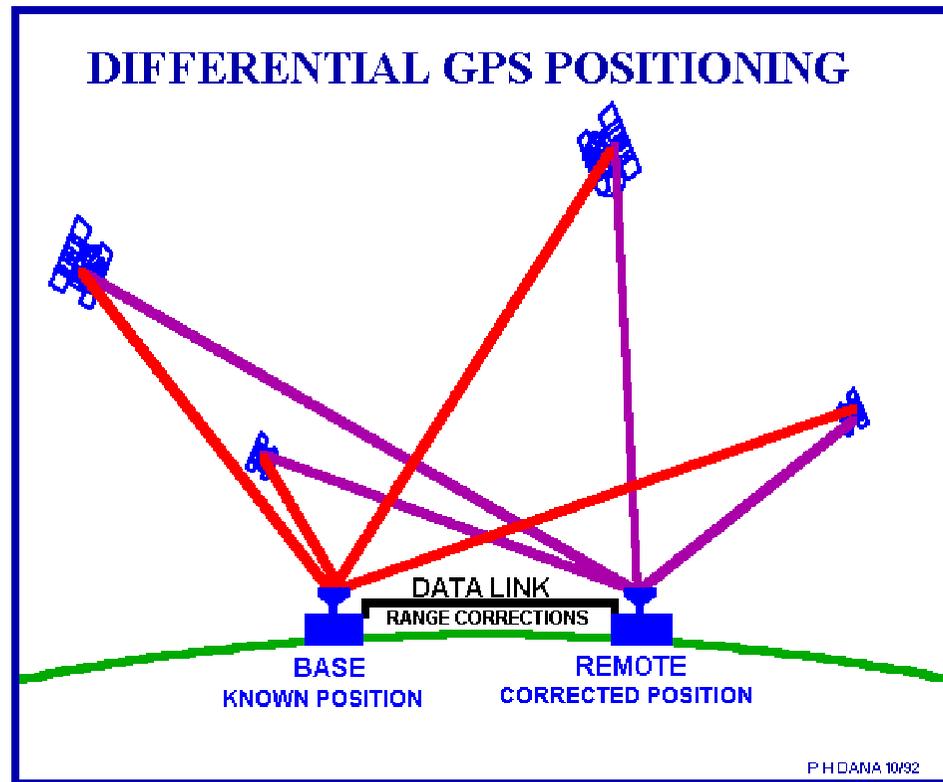
- Método Cinemático:
    - ◆ L1 é suficiente
    - ◆ Varias estações num só arquivo de dados
    - ◆ Taxa de sincronismo normalmente 2 - 5 segundos (ou até 15 segundos, dependendo da velocidade da antena)
    - ◆ Deve-se manter o sinal de no mínimo 4 SV's o tempo todo, ou reocupar uma base (dx,dy,dz) conhecida
-

---

## 2.7.3 Método Diferencial

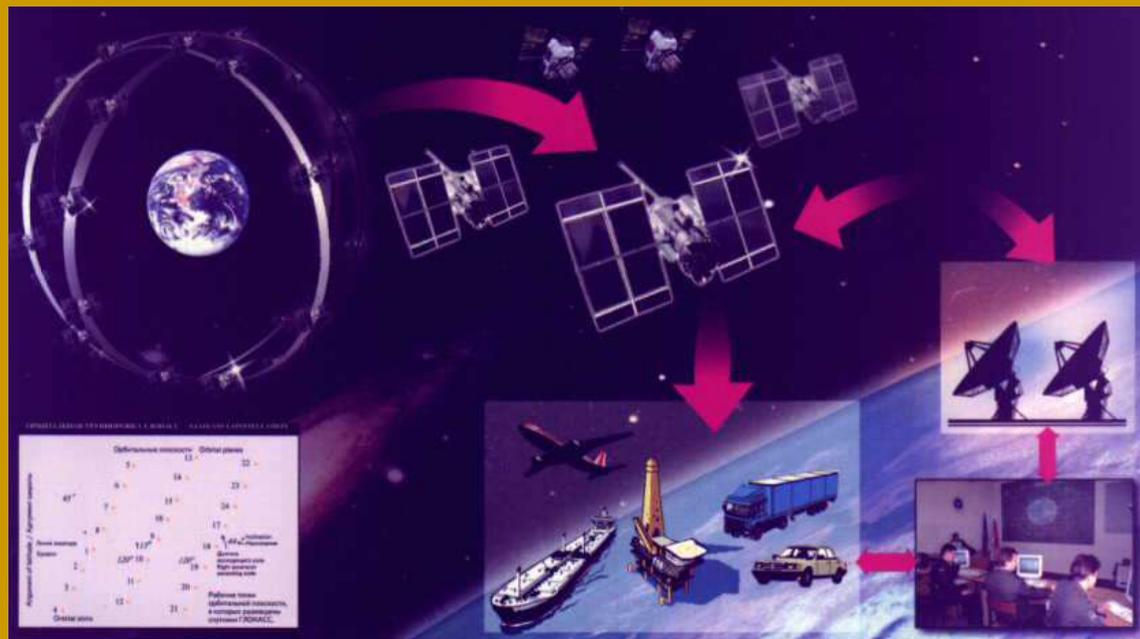
- **DGPS** (*Differential GPS*) - um receptor GPS é estacionado numa estação de referência, onde são calculadas correções de coordenadas ou de pseudodistâncias, que são transmitidas para os usuários da estação a ser posicionada. Este método foi desenvolvido visando a reduzir os efeitos da SA imposta ao GPS no modo absoluto. É uma técnica que não só melhora a acurácia, mas também a integridade do GPS. Estando a estação base localizada nas proximidades da região de interesse, há uma forte correlação entre os erros calculados na estação base e os erros da estação móvel.
-

## 2.7.3 Método Diferencial



# 3 O sistema GLONASS

## GLONASS (RÚSSIA)



---

## 3 O sistema GLONASS

- O GLONASS (*Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema* - Sistema de Navegação Global por Satélite) foi desenvolvido pela ex-URSS , no início dos anos 70, sendo atualmente mantido pelo governo russo através da *Russian Federation Space Force*. Tem como principal objetivo proporcionar posicionamento 3-D, velocidade e tempo sob qualquer condição climática e em todo o globo.
  - O sistema apresenta dois tipos de sinais de navegação: o sinal de precisão padrão (SP - *Standard Precision*) e o sinal de alta precisão (HP - *High Precision*). O posicionamento e serviço de tempo no módulo SP é fornecido a todos os usuários civis de maneira contínua e ao redor do globo com precisão horizontal de 57 m a 70 m, vertical de 70 m, velocidade de 15 cm/s e tempo com acurácia de 1 ns, com probabilidades de 99,7% (GLONASS, 2002).
-

---

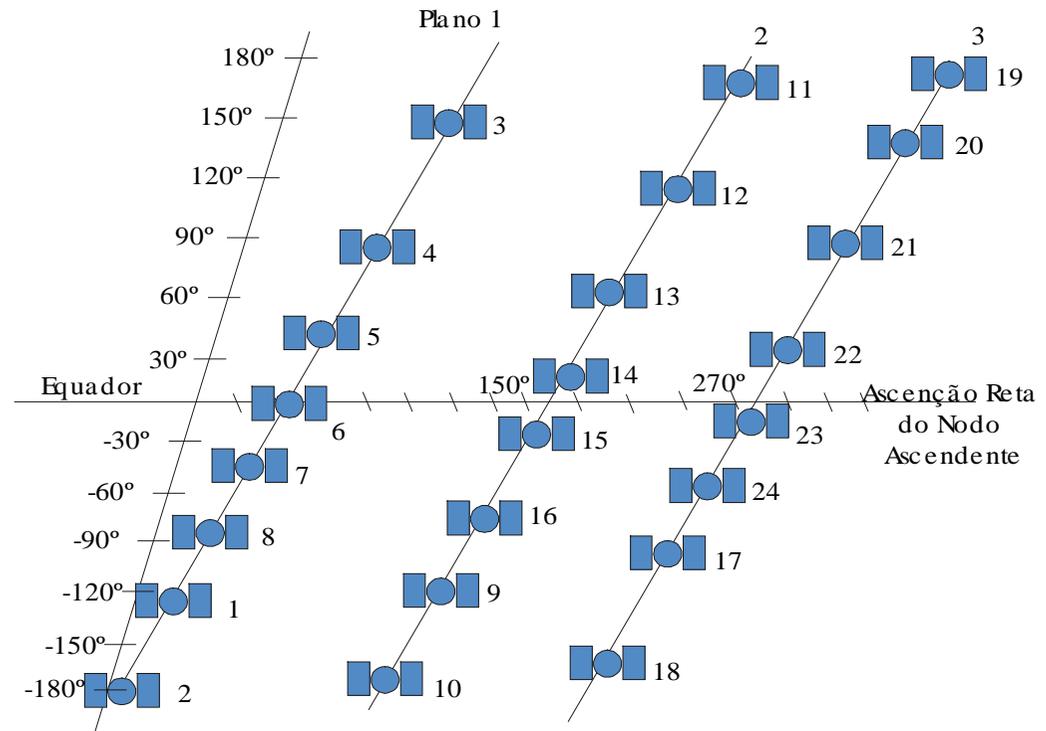
## 3 O sistema GLONASS

- Da mesma forma que o sistema GPS, o sistema GLONASS também é composto por três segmentos: o espacial, de controle e de usuários.
  - O *segmento espacial* foi planejado para uma constelação de 24 satélites ativos e um de reserva. Os satélites são divididos em três planos orbitais separados de  $120^\circ$  e com inclinação de  $64,8^\circ$  em relação ao plano do Equador. Cada plano orbital contém 8 satélites igualmente espaçados (intervalos de  $45^\circ$ ). As órbitas apresentam uma altitude de aproximadamente 19.100 km e período orbital de 11 horas e 15 minutos.
-

# 3 O sistema GLONASS



Constelação GLONASS



Distribuição dos satélites GLONASS nos planos orbitais

---

## 3 O sistema GLONASS

- O *segmento de controle e monitoramento* encontra-se totalmente em território russo. Ele é composto pelo sistema de controle central (*Ground-based Control Complex* ou GCS) na região de Moscou e pelas estações de comando e rastreamento (*Command Tracking Station* - CTS) localizadas em St. Petersburg, Ternopol, Eniseisk e em Komsomolsk-na-Amure (GLONASS, 2002).
  - Os CTS rastreiam os satélites GLONASS obtendo informações de distância e telemetria de cada um. Estes dados são enviados e processados no sistema de controle central para a determinação do estado do relógio do satélite e de suas órbitas.
-

---

## 3 O sistema GLONASS

- O *segmento do usuário* é composto pelas antenas e receptores, que têm como função determinar posições, velocidades e obter tempo com grande precisão.
  - Uma primeira geração de receptores GLONASS foi constituída por instrumentos grandes e pesados com 1, 2 e 4 canais, a segunda e mais atual é baseada numa larga escala de circuitos integrados e processamento digital de sinal o que a tornou mais leve e compacta, com 5, 6 e 12 canais.
  - A maioria dos fabricantes de equipamentos produzem receptores capazes de rastrear simultaneamente satélites GPS e GLONASS, o que torna possível a integração dos dois sistemas.
-

---

## 3 O sistema GLONASS

- O sistema GLONASS, assim como o GPS, também transmite sinais em duas bandas (L1 e L2). Porém, diferente do GPS, onde todos os satélites apresentam as mesmas frequências, no GLONASS cada satélite apresenta a sua própria. As frequências GLONASS são definidas a partir de uma frequência central dos canais, dadas por:
    1.  $L1 = 1602 + 0,5625 * n$  (MHz).
    2.  $L2 = 1246 + 0,4375 * n$  (MHz),
  - onde  $n = 1, 2, 3, \dots, 24$  são os números dos canais de cada satélite.
-

---

## 3 O sistema GLONASS

- Assim como no GPS, existem dois códigos PRN no GLONASS: o código C/A, disponível para todos os usuários civis com frequência de 0,511 MHz, e o código P, para usuários autorizados com frequência de 5,11 MHz, ambos são modulados na portadora L1 e a portadora L2 é modulada somente pelo código P. Estes códigos são os mesmos para todos os satélites GLONASS.
-

# 4 O sistema GALILEO

**GALILEO (UNIÃO EUROPEIA)**



---

## 4 O sistema GALILEO

- Será um sistema de navegação global por satélite próprio da Europa, que fornecerá um serviço altamente exato, garantido sob o controle civil. Será compatível com GPS e GLONASS, oferecendo duplas frequências como padrão. Garantirá a disponibilidade do serviço, sobretudo nas circunstâncias mais extremas, e informará aos usuários dentro de segundos uma falha no satélite. Isto será importante para as aplicações onde a segurança é essencial.
  - O sistema completo terá 30 satélites (27 + 3 sobressalentes operacionais), posicionados em três planos médios circulares da órbita da terra (MEO - *Medium Earth Orbits*) em 23.616 km de altitude, e em uma inclinação dos planos orbitais de 56° em referência ao plano equatorial. O grande número de satélites junto com a otimização da constelação, e a disponibilidade dos três satélites de reposição ativos, assegurarão que a perda de um satélite não tenha nenhum efeito para o usuário.
-

---

# 4 O sistema GALILEO

- Além da questão de soberania, outras questões foram importantes para criação do Galileo, entre elas:
    1. A integração GPS e GLONASS inclui o Galileo no sistema de navegação global (GNSS) que, com um maior número de satélites, permitirá a determinação de posições exatas para a maioria de lugares na terra, inclusive onde hoje existe a obstrução do sinal;
    2. Colocando seus satélites em órbitas mais inclinadas em relação ao plano equatorial do que o GPS, o Galileo conseguirá melhor cobertura em latitudes elevadas;
    3. Com o Galileo, a Europa entra no mercado de exploração de navegação por satélite, o que é de grande importância para os usuários, pois a concorrência fará com que o custo dos receptores e a qualidade dos sistemas melhore cada vez mais.
-

---

## 4 O sistema GALILEO

- A estrutura do sinal do Galileo será baseada em até 4 portadoras da banda L. Dependendo de acordos internacionais, duas frequências poderão ser idênticas às do GLONASS e outras duas iguais às do GPS.
  - Quanto ao segmento de serviços e desempenho, 3 opções poderão ser disponibilizadas:
    1. **OAS** (*Open Access Service* - Serviço de Acesso Aberto), que será o serviço básico oferecido ao público, sem custos diretos, pelo menos até que o **SPS** (*Standard Positioning Service*) do GPS, também o seja.
    2. **CAS1** (*Controlled Access Service 1* - Serviço 1 de Acesso Controlado), para usuários que exigem um serviço garantido e com contrato de responsabilidades. Sobre este serviço será cobrada uma taxa dos usuários que vierem a utilizá-lo.
    3. **CAS2** (*Controlled Access Service 2* - Serviço 2 de Acesso Controlado), para uso militar e aplicações críticas em segurança.
-

---

## 4 O sistema GALILEO

- Quanto à performance, o Galileo deverá proporcionar pelo menos o mesmo desempenho a ser alcançado com a modernização do GPS. Para usuários autônomos, realizando posicionamento por ponto em tempo real, utilizando apenas observáveis resultante do código (pseudodistâncias), está prevista uma acurácia horizontal de 4,0 m, vertical de 7,0 m e de tempo 30 ns.
-

---

# 5 O sistema GNSS

- O atual GNSS é o resultado da junção dos sistemas GPS, GLONASS e GALILEO, com a finalidade de garantir melhoria na geometria, disponibilidade para todas as regiões do globo terrestre, integridade e confiança aos usuários.
  - O desenvolvimento do Sistema GNSS passa por duas considerações distintas:
    1. A geração GNSS-1, que consistiu da ampliação dos sistemas GPS e GLONASS. Neste contexto o sistema WAAS (Wide Area Augmentation System) faz parte desta etapa e já está em funcionamento;
    2. A geração GNSS-2 resultará num sistema completamente novo, com nova tecnologia para os satélites e os meios de comunicação. Nesta geração serão incluídos os satélites do Bloco IIF do GPS e o GALILEO. O controle deste sistema será realizado por uma comissão civil internacional visando a atender a comunidade civil.
-

---

# 5 O sistema GNSS

CHINA:

Sistema BEIDOU (COMPASS) (2020)



---

# 6 Aplicações do GNSS nas Ciências Agrárias

*Não se pretende esgotar: muitas aplicações, limitadas pela imaginação. Relação custo/benefício, oportunidade, prazos etc.*

## **1. Mapeamentos topográficos**

- *plantas topográficas, perimétricas ou cadastrais;*
  - *redes de pontos de apoio para levantamentos topográficos (vértices das diversas ordens, densificação)*
  - *pontos de apoio para restituição fotogramétrica*
  - *altimetria / perfis topográficos*
  - *etc.*
-

---

# 6 Aplicações do GNSS

## 2. Locações

- *obras de engenharia: construções, estradas, barragens, açudes, terraços etc.*
- *talhões, piquetes, pastos, APPs, Reservas Legais etc.*

## 3. Georreferenciamento de objetos (feições) para entrada em SIGs

- *inventários (p.ex. florestal): árvores ou parcelas, florestas plantadas, naturais (manejo sustentado)*
  - *pontos a serem usados na geração de MDEs (posição + atributo(s)): solo, água, planta, meteorológicos*
  - *estruturação de cadastros*
-

---

# 6 Aplicações do GNSS

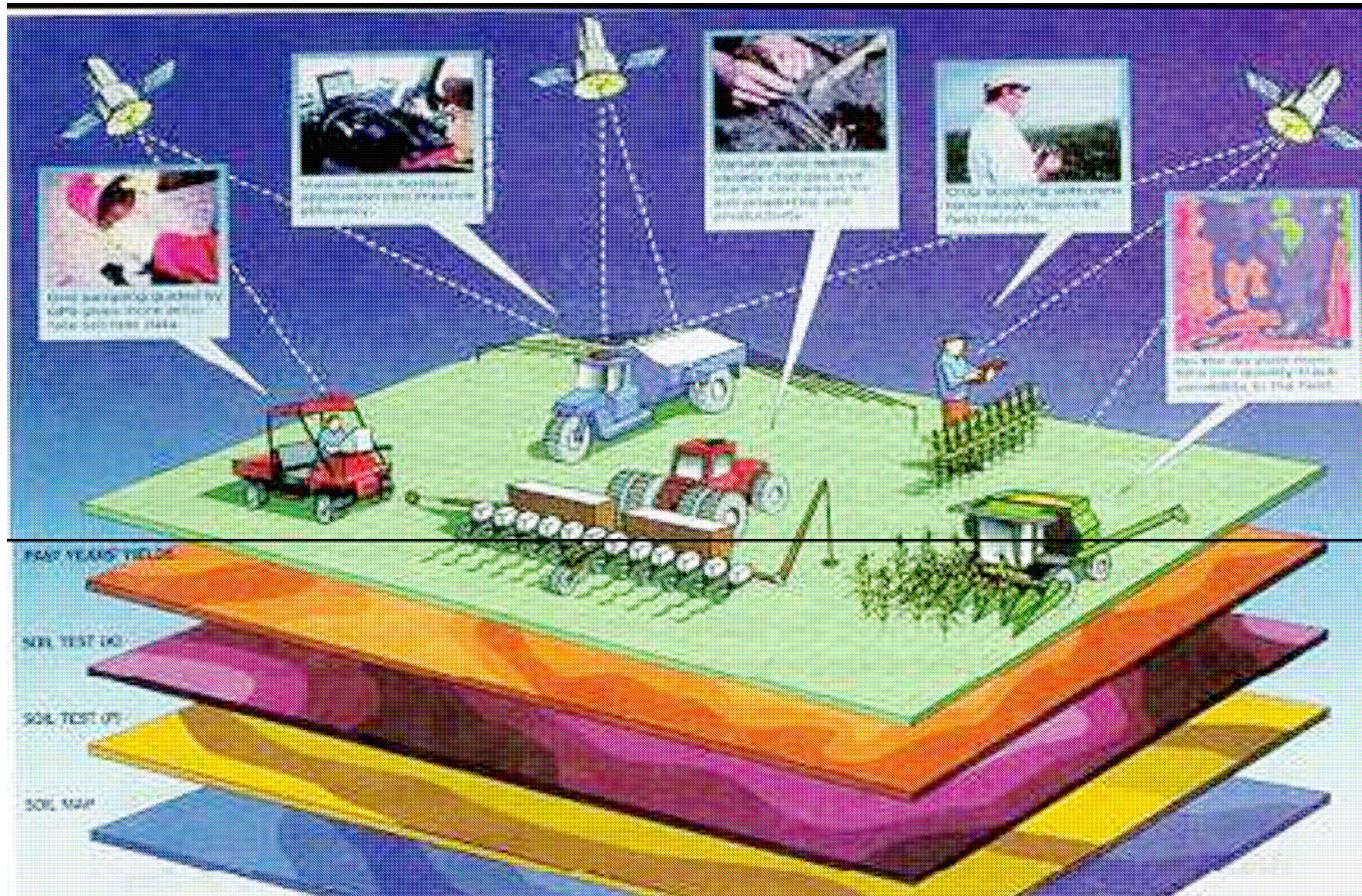


# 6 Aplicações do GNSS

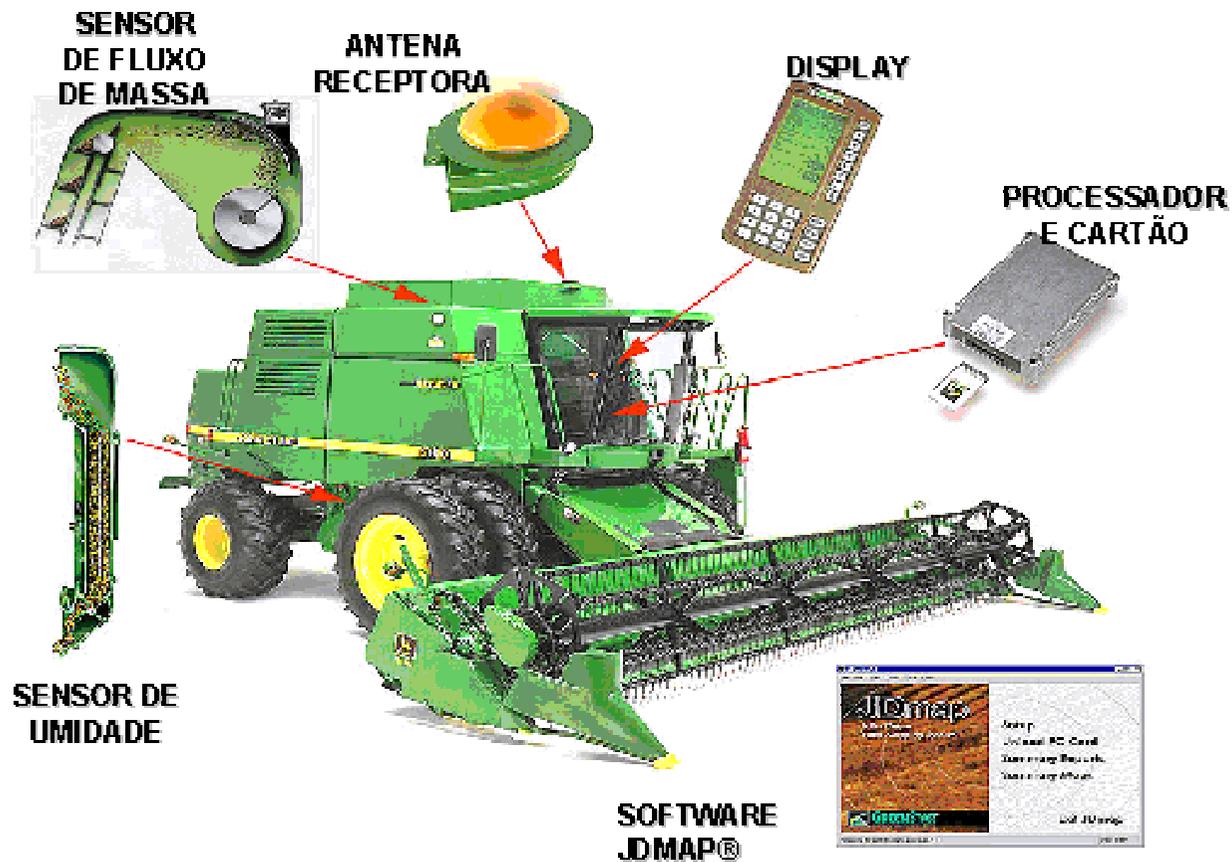
## 4. Agricultura de Precisão

- *GPS com operador a pé ou em quadriciclos. Para georreferenciamento de amostras, medições, contagens: grade amostral (regular, irregular): mapas de fatores: zonas de manejo.*
- *GPS embarcado (máquinas e implementos): mais conhecido: monitor de colheita (colhedora + sensores + GPS); avaliação da qualidade das operações (p.ex. subsolagem, pulverizações)*
- *Aplicação localizada de insumos*
- *Controle da semeadura (stand, sementes / m linear etc.)*
- *Levantamento de plantas atacadas por pragas, doenças, deficiência nutricionais, toxidez etc.*

# 6 Aplicações do GNSS



# 6 Aplicações do GNSS



---

# 6 Aplicações do GNSS

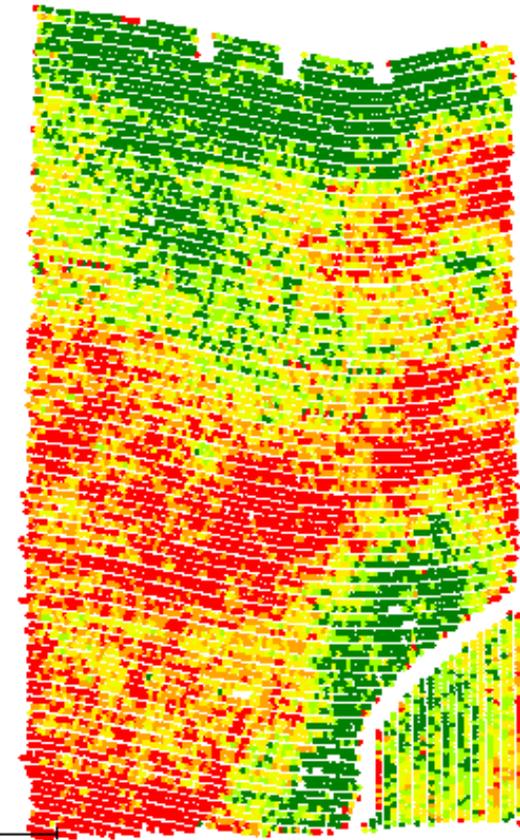
## 5. Silvicultura de Precisão

- *similar à AP*
  - *colheita e outras operações florestais: GPS em harvester, p.ex.*
  - *georreferenciamento de parcelas e plantas em áreas de florestas naturais manejadas sob regime sustentado.*
  - *delimitação de áreas hidrologicamente sensíveis*
  - *etc.*
-

# 6 Aplicações do GNSS



*Colheita*

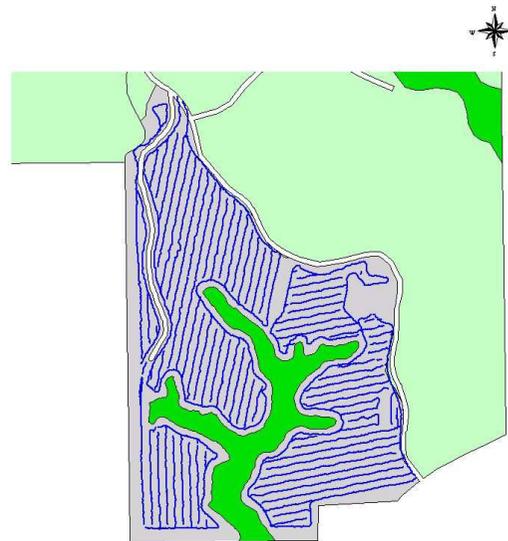


Taylor (2004)

---

# 6 Aplicações do GNSS

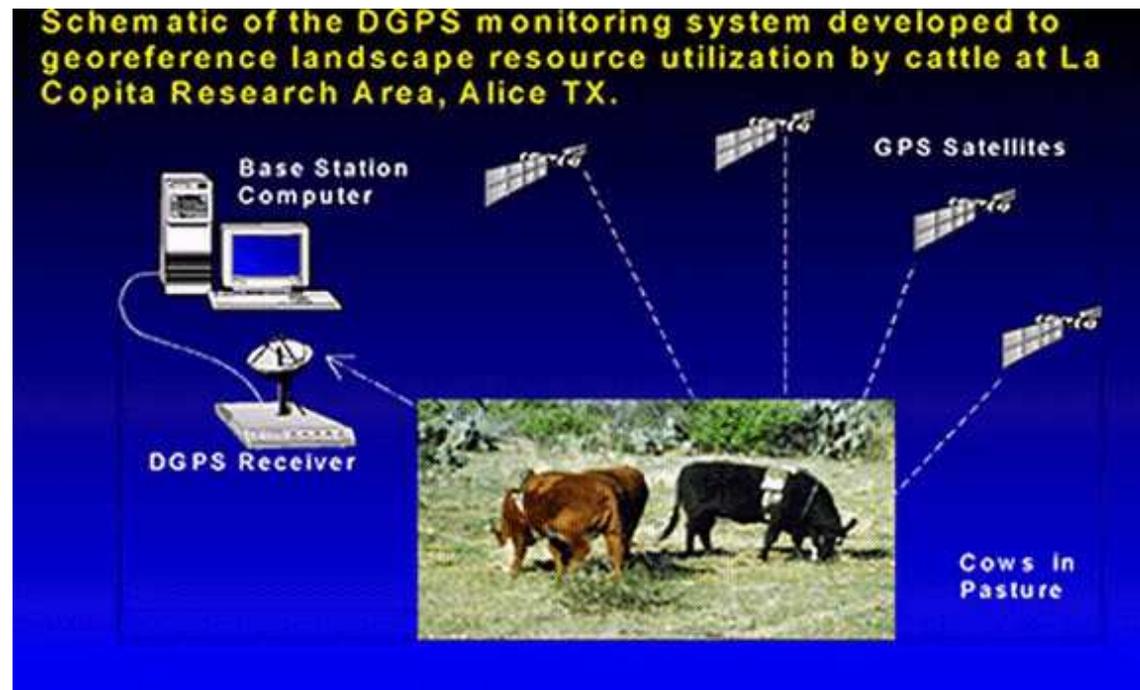
## *Aplicação de herbicida*



# 6 Aplicações do GNSS

## 6. Zootecnia de Precisão

- *Ex: monitoramento da utilização da pastagem e outros recursos (água, sal mineral etc.) pelo gado.*



---

# 6 Aplicações do GNSS

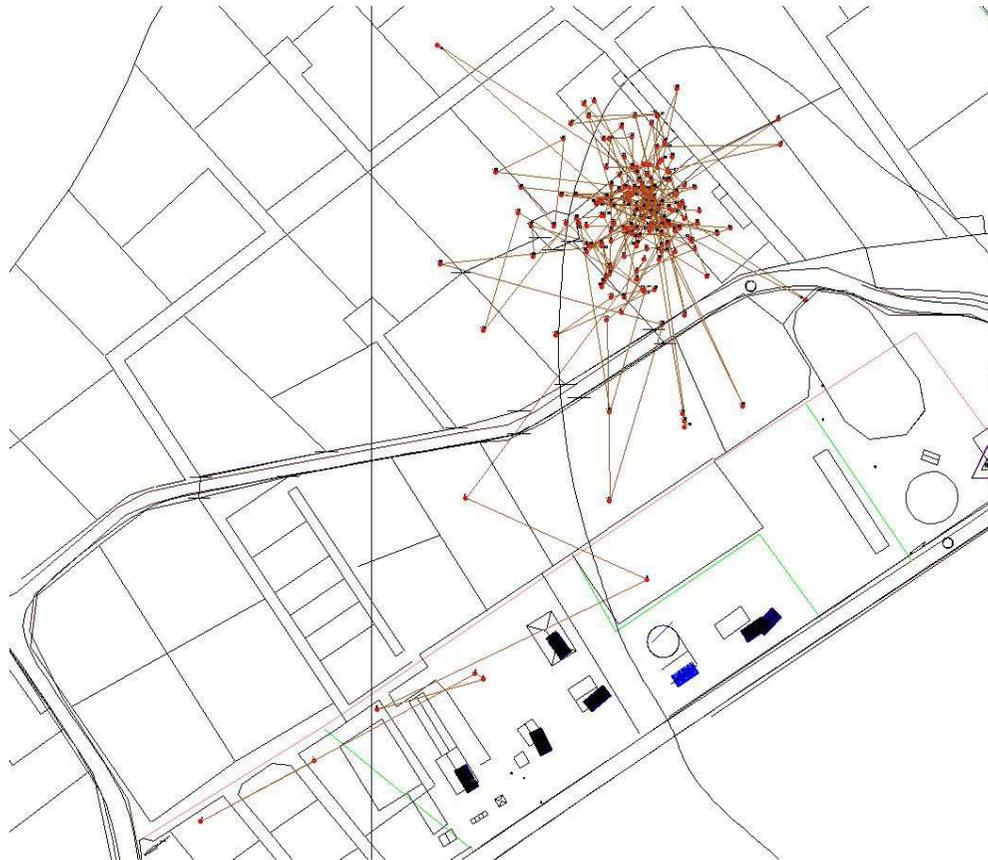
## 6. Zootecnia de Precisão



---

# 6 Aplicações do GNSS

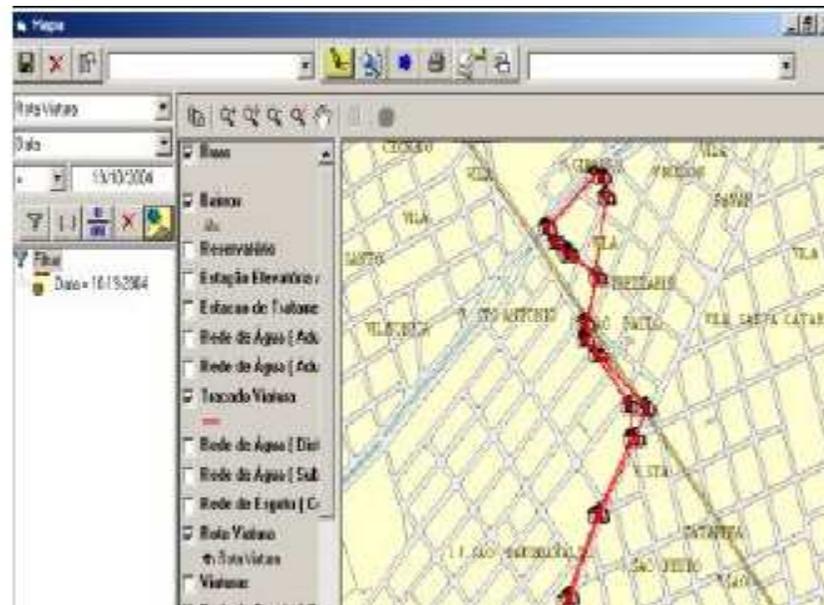
## 6. Zootecnia de Precisão



# 6 Aplicações do GNSS

## 7. Logística

- *Rotas mais adequadas*
- *Gerenciamento de frotas*



---

## 6 Aplicações do GNSS

*ETC.*

*ETC.*

*ETC.*

---

---

# Bibliografia Consultada

1. Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: Descrição, fundamentos e aplicações - João Francisco Galera Monico- Editora UNESP - 2000
  2. GPS - Sistema de Posicionamento Global - Paulo César Lima Segantine - EESC / USP - 2005
  3. Sites específicos na web
-