

SEU FUTURO É A NOSSA ESCOLHA

**ESPECIALIZAÇÃO TÉCNICA APLICADA AO
GEORREFERENCIAMENTO**



....



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br

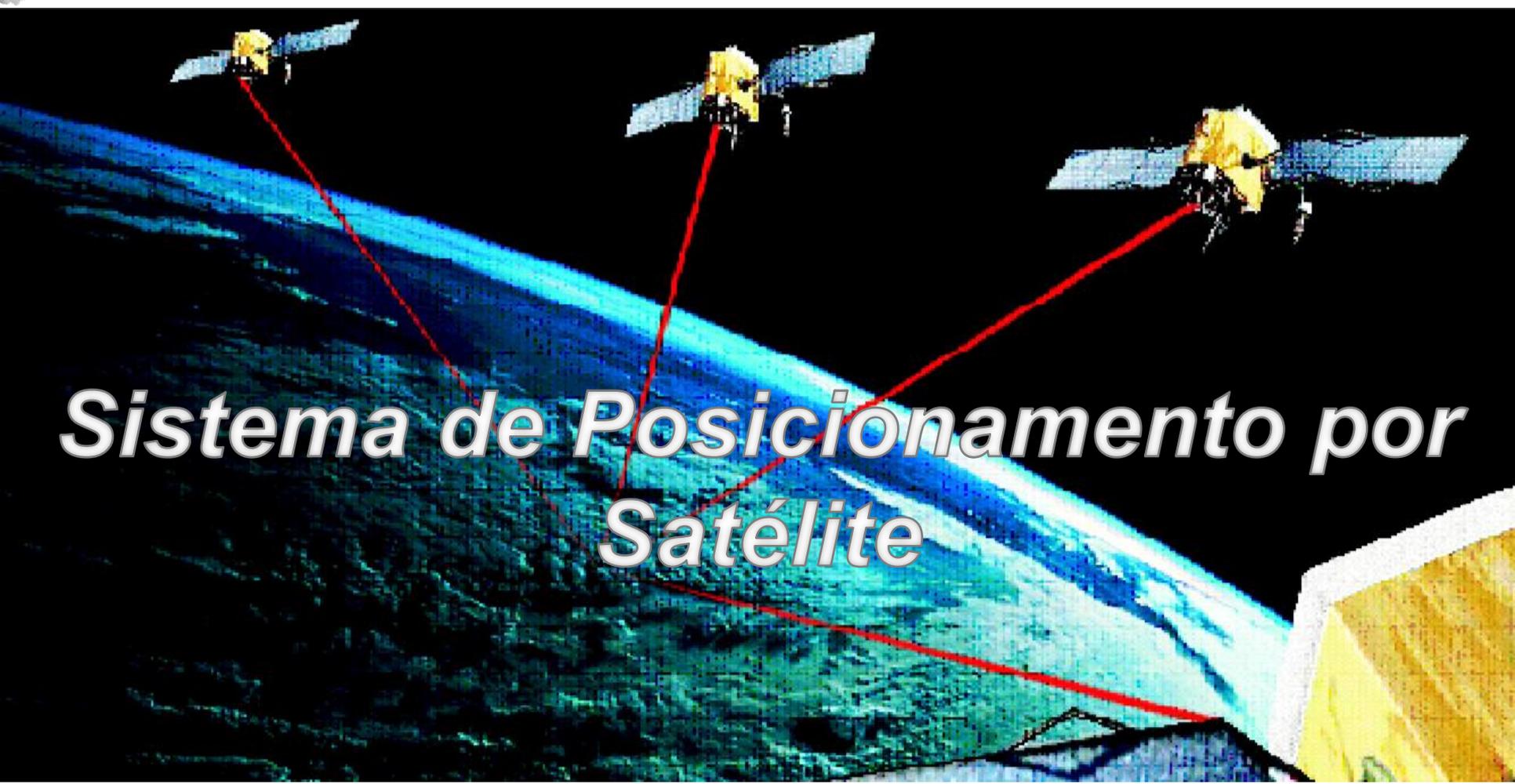


@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03



Sistema de Posicionamento por Satélite



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

O sinal utilizado para a determinação da posição no sistema GNSS inicialmente é gerado no equipamento (Satélite) e posteriormente enviado para a Terra onde é recebido no receptor.

Desde o momento da geração, envio e recepção dos sinais, as ondas portadoras e os respectivos códigos modulados sobre elas, sofrem interferências causando uma série de erros que irão impactar na precisão do posicionamento.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec

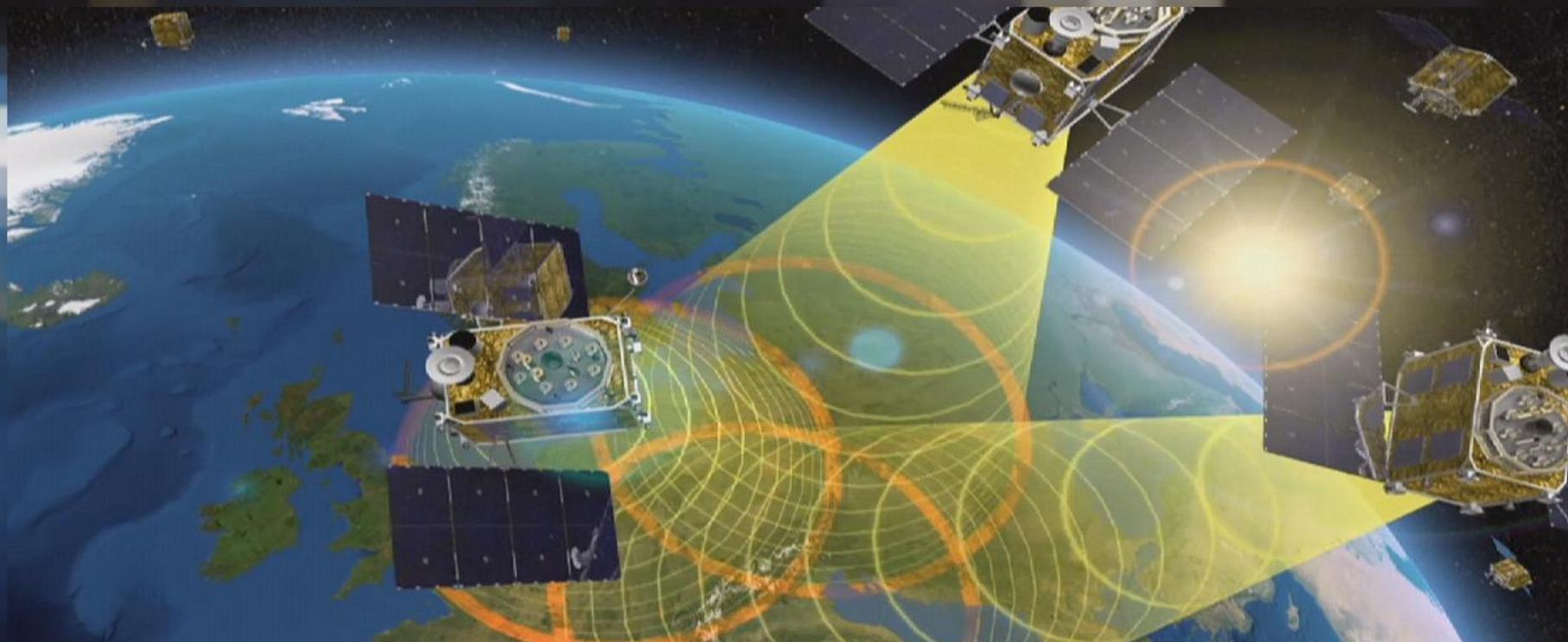


Ine3protec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

Assim, como em todo e qualquer processo, o sistema GPS está sujeito a erros aleatórios, sistemáticos e grosseiros.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec

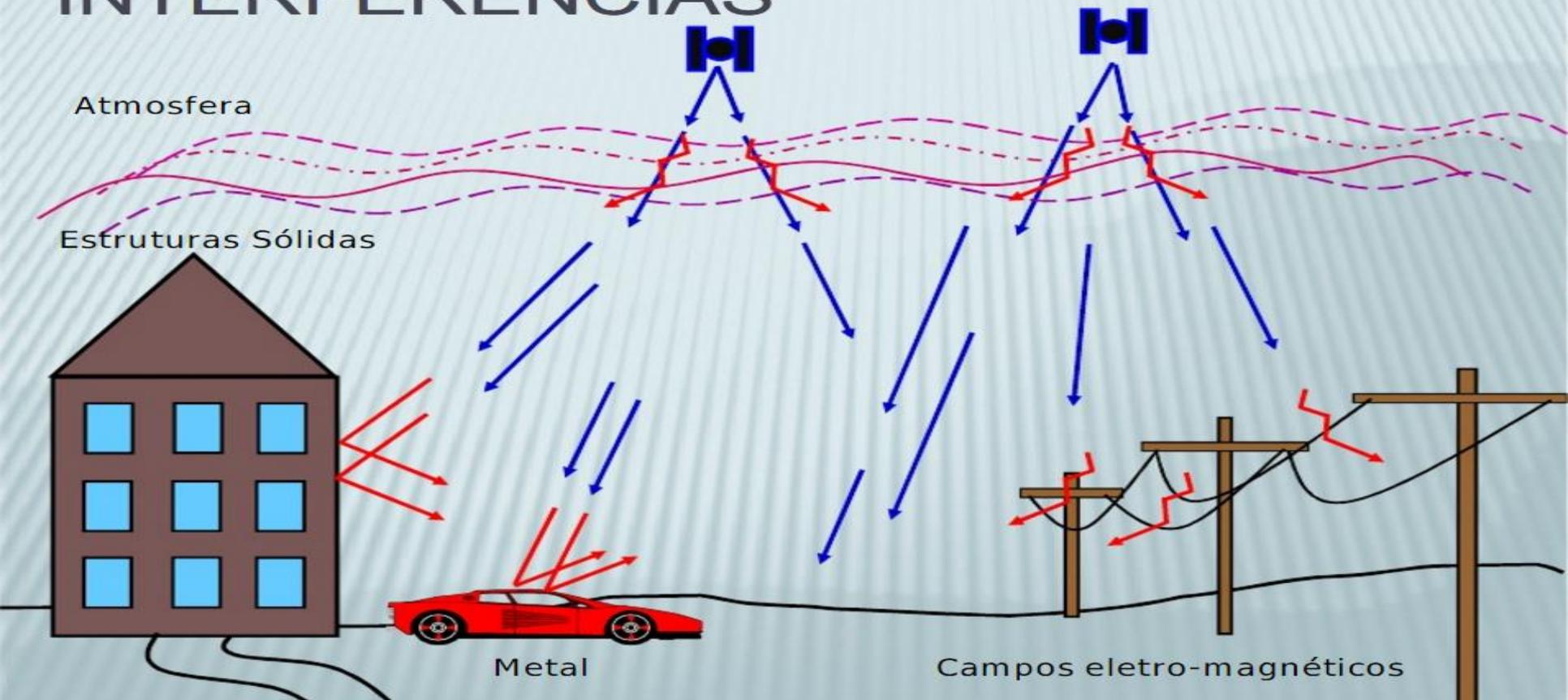


Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

INTERFERÊNCIAS



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ine3protec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema



FONTES	EFEITOS
Satélite	Erro da órbita Erro do relógio Relatividade Atraso de Grupo
Propagação do sinal	Refração troposférica Refração ionosférica Perdas de ciclos Sinais refletidos Rotação da Terra
Receptor/Antena	Erro do relógio Erro entre os canais Centro de fase da antena
Estação	Erro nas coordenadas Marés terrestres Movimento do Pólo Carga dos oceanos Pressão da atmosfera



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
 Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br

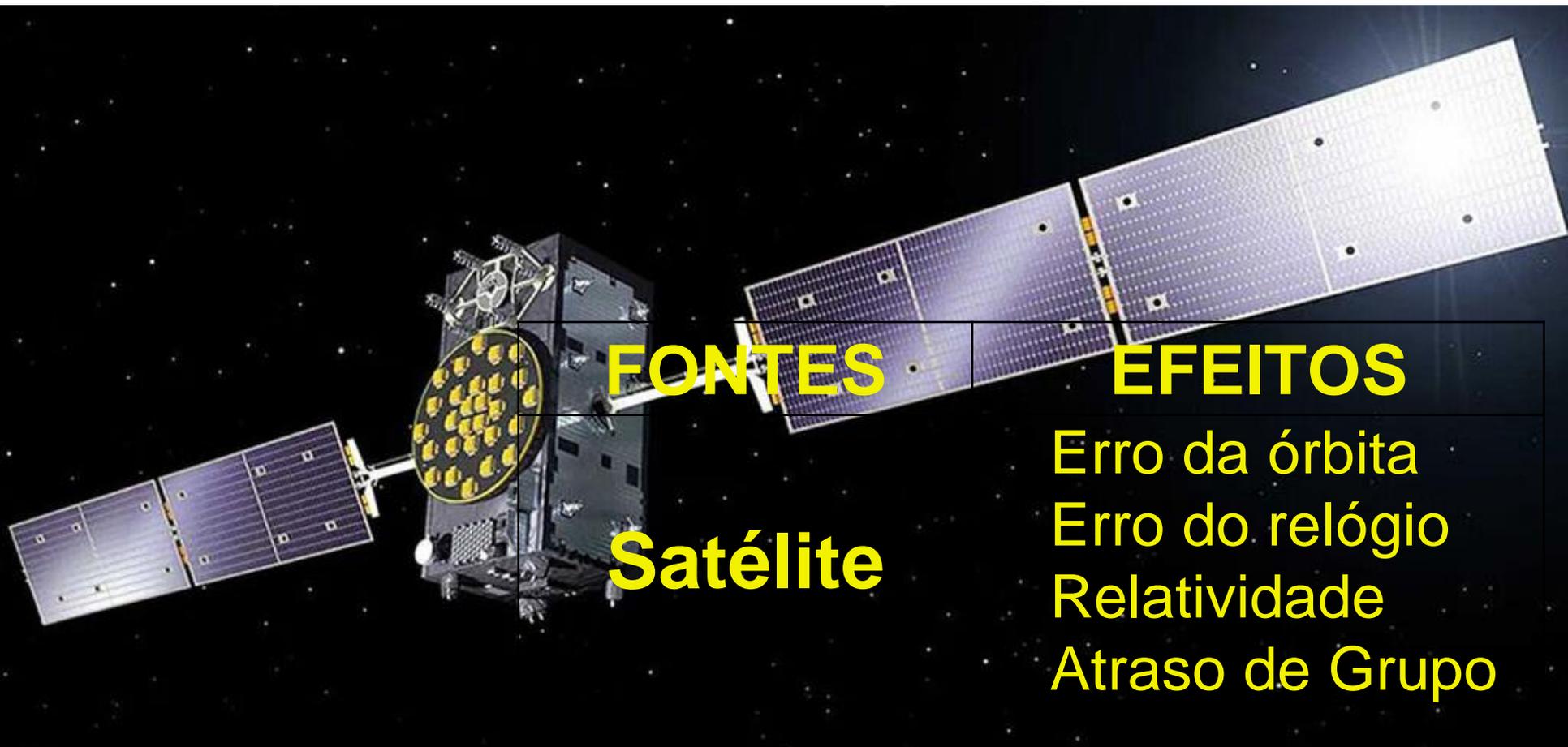


@ineprotec



Ineprotec

Principais Erros do Sistema



FONTES

Satélite

EFEITOS

Erro da órbita
Erro do relógio
Relatividade
Atraso de Grupo



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec

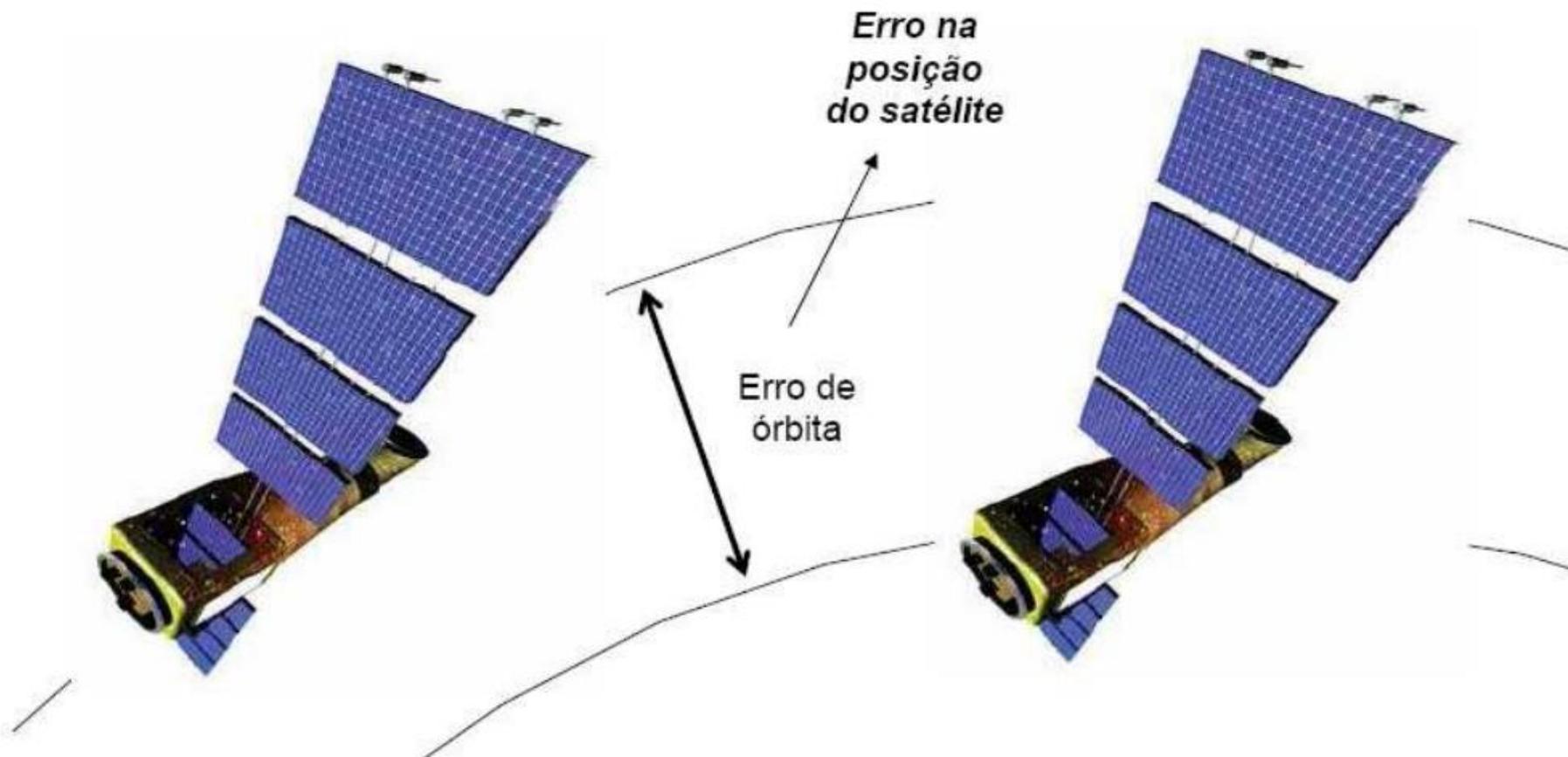


Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

SATÉLITE: ERRO DE ÓRBITA



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec

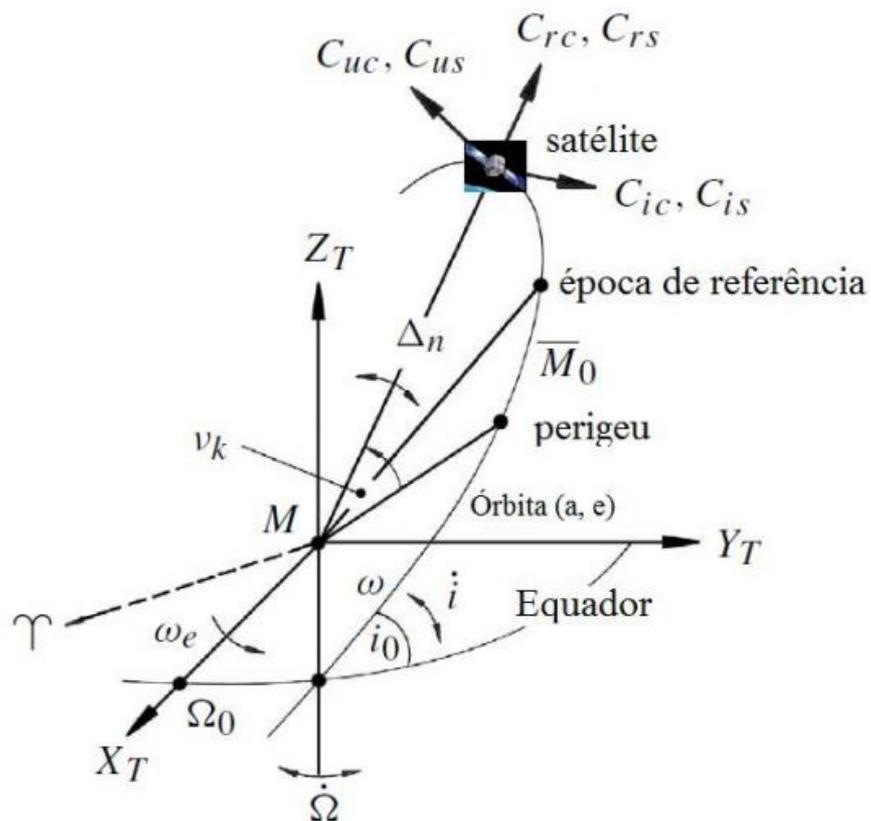


Ine8protec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

SATÉLITE: ERRO DE ÓRBITA



- Efeméride em astronomia significa uma tabela astronômica em que, com intervalos de tempo regulares, se registra a posição relativa de um astro.
- Assim, o conhecimento da **posição do satélite** e sua **velocidade** corresponde a **EFEMÉRIDE** do satélite.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec

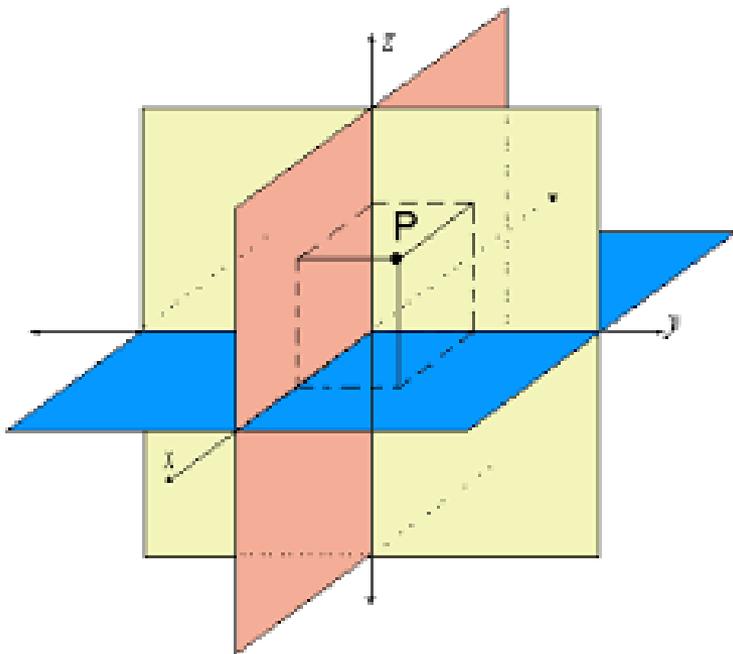


Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

SATÉLITE: ERRO DE ÓRBITA



- Informações orbitais podem ser obtidas a partir das efemérides transmitidas pelos satélites ou das pós-processadas, denominadas efemérides precisas.
- Tanto a efeméride transmitida quanto as efemérides precisas são apresentadas na forma de coordenadas geométricas cartesianas X, Y e Z que informam a posição do Satélite num certo instante particular (época) do dia, referidas ao sistema geodésico referencial do GPS,



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

SATÉLITE: ERRO DE ÓRBITA

- As coordenadas dos satélites calculadas a partir das efemérides são, normalmente, injuncionadas como fixas durante o processo de ajustamento dos dados GPS. Assim sendo, qualquer erro nas coordenadas do satélite se propagará para a posição do usuário.
- No posicionamento por ponto, os erros serão propagados diretamente para a posição do usuário. Já no posicionamento relativo, os erros orbitais são praticamente eliminados, mas erros remanescentes degradam a acurácia da linha base na medida que esta se torna mais longa.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

SATÉLITE: ERRO DE RELÓGIO



- Embora altamente acurados, os relógios atômicos a bordo dos satélites não acompanham o sistema de tempo GPS. A diferença chega a ser, no máximo, de 1 milissegundo. Os relógios são monitorados pelo segmento de controle. O valor pelo qual eles diferem do tempo GPS faz parte da mensagem de navegação na forma de coeficientes de um polinômio de segunda ordem, dado por:

$$dt(t) = a_0 + a_1 (t - t_{0c}) + a_2 (t - t_{0c})^2$$

Onde:

t_{0c} : tempo de referencia de relógio (clock);

a_0 : estado do relógio do tempo de referência;

a_1 é a marcha linear do relógio e;

a_2 é a variação da marcha do relógio.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

12

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

SATÉLITE: RELATIVIDADE

- Para a relatividade, os relógios nas estações de monitoramento e de bordo estão situados em locais com potenciais gravitacionais diferentes, além de mover-se com velocidades diferentes. Isto provoca uma aparente alteração na frequência dos relógios de bordo com relação aos terrestres. Os efeitos são compensados pela redução da frequência nominal dos relógios dos satélites



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

SATÉLITE: RELATIVIDADE

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Onde:

t_0 : tempo de referencia

v^2 : velocidade do objeto

c^2 : velocidade da luz

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{2MG}{rc^2}}}$$

Onde:

M: massa da Terra

r: raio da Terra

G: constante gravitacional



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



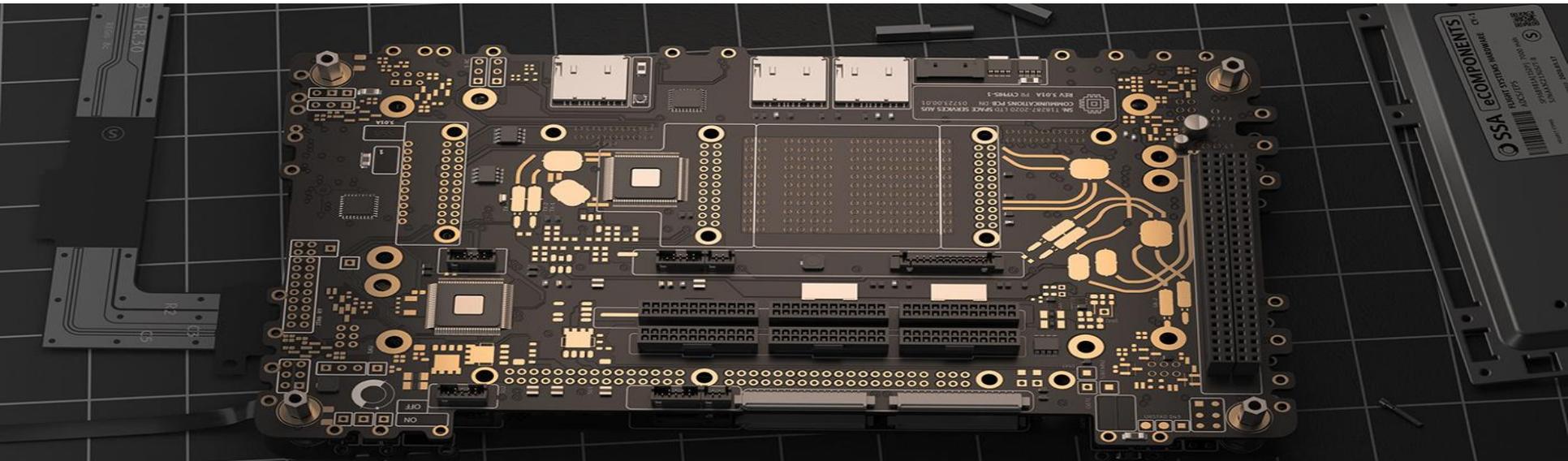
Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

SATÉLITE: ATRASO DE GRUPOS

- No atraso de grupo ocorre o retardo dos sinais quando estes passam através do hardware do satélite, afetando o tempo de propagação do sinal. No entanto, a calibração durante a fase de testes dos satélites permite determinar a magnitude do atraso e introduzi-la como parte dos coeficientes do polinômio do relógio.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

FONTES

Propagação do sinal

EFEITOS

Refração troposférica
Refração ionosférica
Perdas de ciclos
Sinais refletidos
Rotação da Terra



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



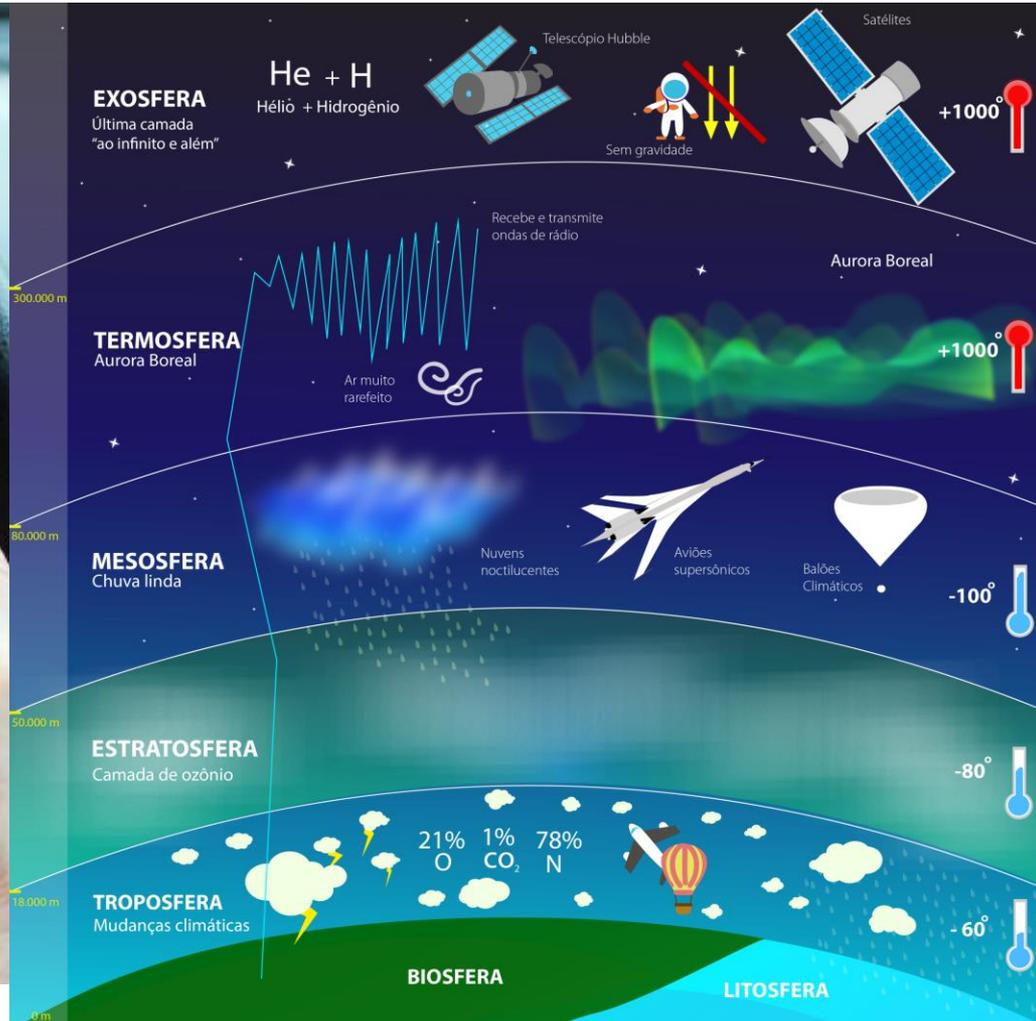
@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema PROPAGAÇÃO DO SINAL – TROPOSFERA/IONOSFERA



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

PROPAGAÇÃO DO SINAL – TROPOSFERA/IONOSFERA

- A troposfera se estende da superfície terrestre até aproximadamente 50 km e comporta-se como um meio não dispersivo, isto é, a refração é independente da frequência do sinal.
- A ionosfera é um meio dispersivo (a refração depende da frequência), o que significa que a fase da portadora e a modulação sobre ela serão afetadas de forma diferentes.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec

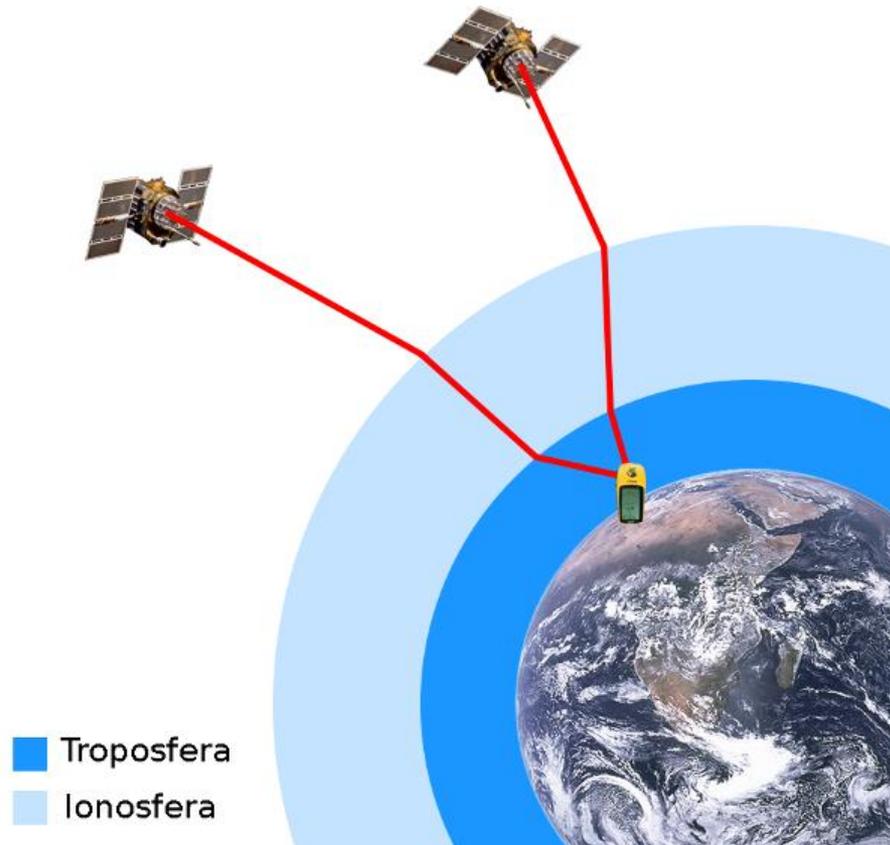


Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

PROPAGAÇÃO DO SINAL – TROPOSFERA/IONOSFERA



- Os sinais provenientes dos satélites atravessam a atmosfera onde sofrem refração, resultando numa trajetória curva associada a um atraso na chegada do sinal.
- A trajetória curva se deve ao fato do sinal passar através de vários níveis de densidade variáveis.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



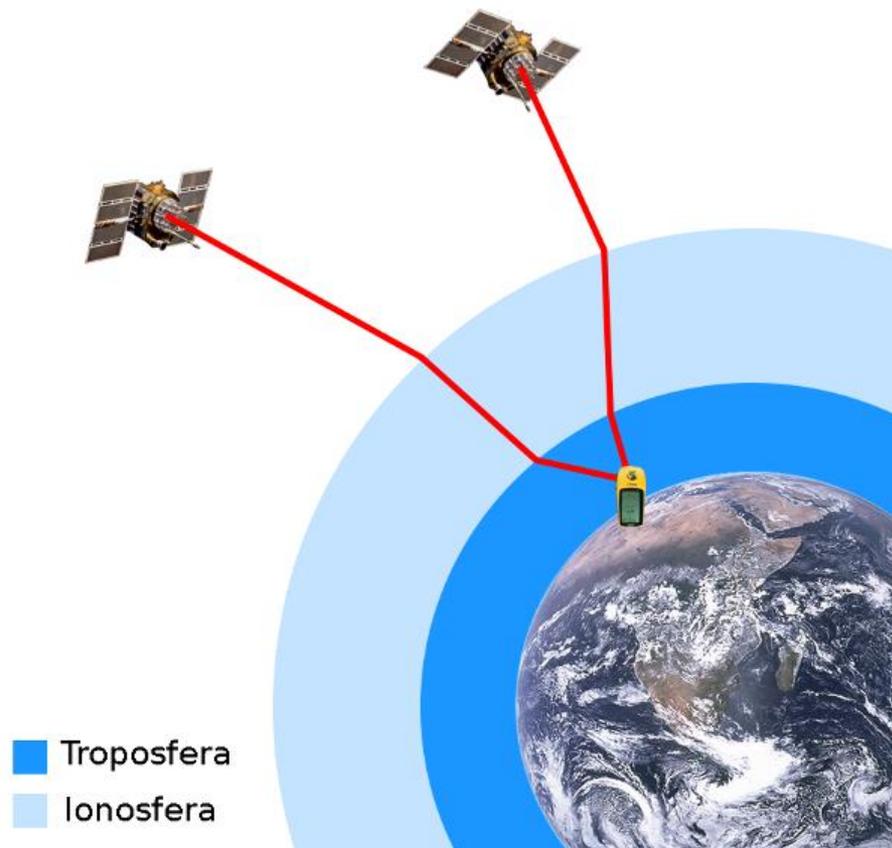
Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

PROPAGAÇÃO DO SINAL – TROPOSFERA/IONOSFERA

- O retardo do sinal é uma consequência da diferença entre a velocidade do sinal na atmosfera e no vácuo.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec

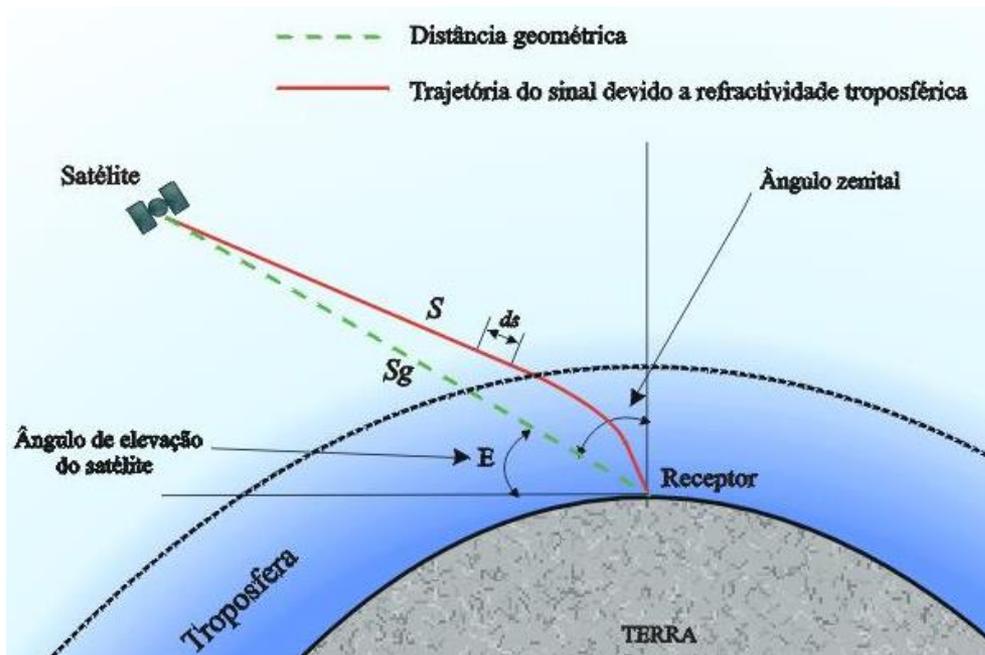


ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

PROPAGAÇÃO DO SINAL – TROPOSFERA/IONOSFERA



De um modo geral, o efeito da ionosfera e troposfera provoca uma diferença na determinação da distância entre receptor e satélite permitindo a generalização de que o sinal executa uma curva entre a emissão e a recepção aumentando a distância entre o satélite e o receptor.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

PROPAGAÇÃO DO SINAL – TROPOSFERA/IONOSFERA

- A dependência da frequência torna possível eliminar os efeitos de primeira ordem quando se coleta os dados com um receptor de dupla frequência. Para receptores de frequência simples, a ionosfera é a maior fonte de erro. No posicionamento relativo, sobre distâncias curtas (10 a 20 km), a maioria dos erros é eliminada.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

PROPAGAÇÃO DO SINAL – PERDAS DE CICLO

- As medidas de fase são, normalmente, contínuas com respeito ao período de uma sessão de observação. Quando há uma não continuidade na medida da fase diz-se que ocorreu perda de ciclos. Isto pode ser devido a bloqueio do sinal, aceleração da antena, variações bruscas na atmosfera, interferências de outras fontes de rádio e problemas com o receptor e software.
- Quando ocorre perda de ciclos, é de se esperar que a parte fracional permaneça correta; somente o número inteiros de ciclos sofre um salto. É necessário, e na maioria das vezes é possível, corrigir a fase da portadora do número inteiros de ciclos provocando a descontinuidade. Diversas técnicas têm sido desenvolvidas para este fim. Uma outra opção é introduzir uma nova ambigüidade como incógnita no modelo de ajustamento.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



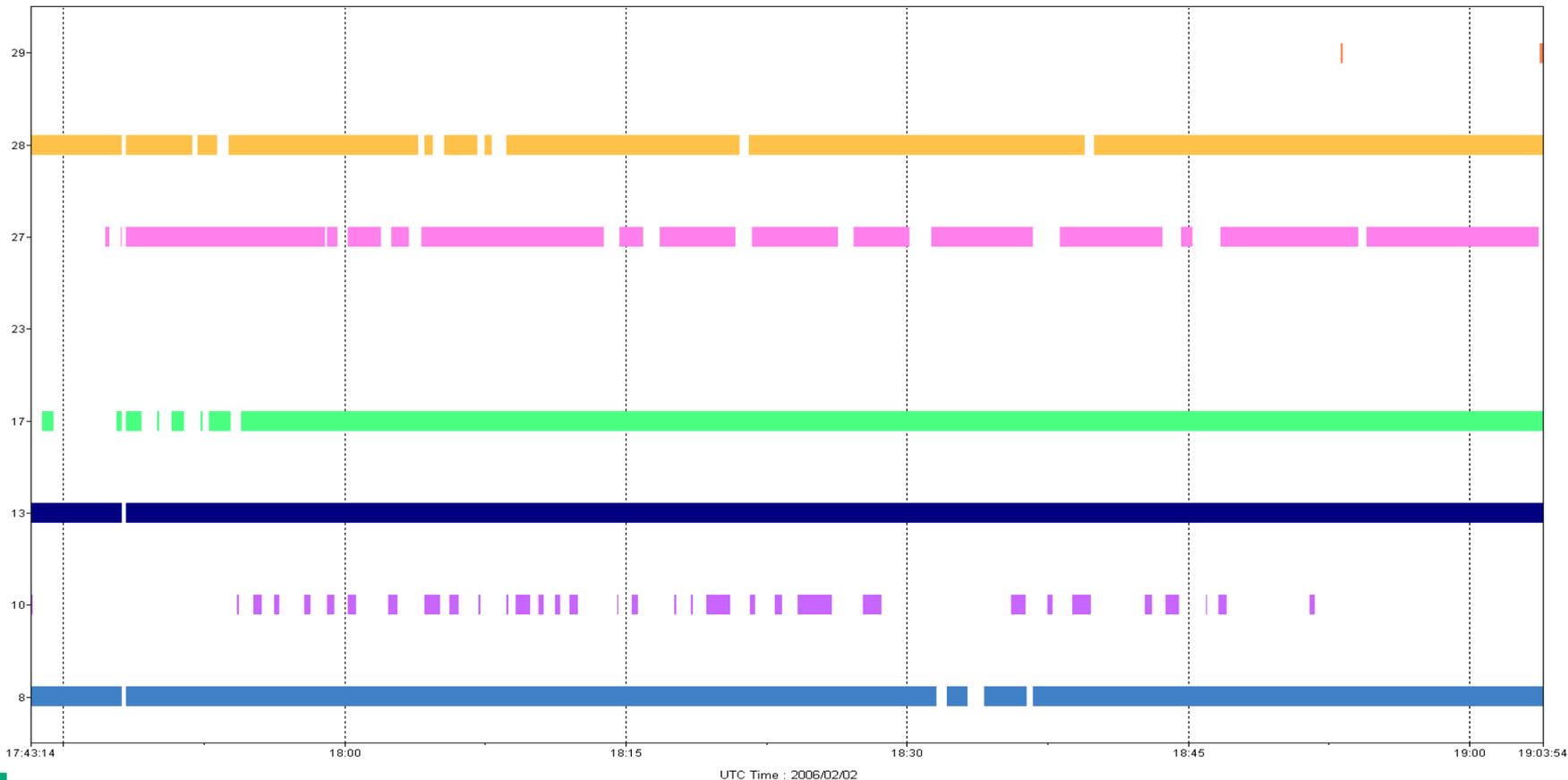
ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

PROPAGAÇÃO DO SINAL – PERDAS DE CICLO

Observed Satellites



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



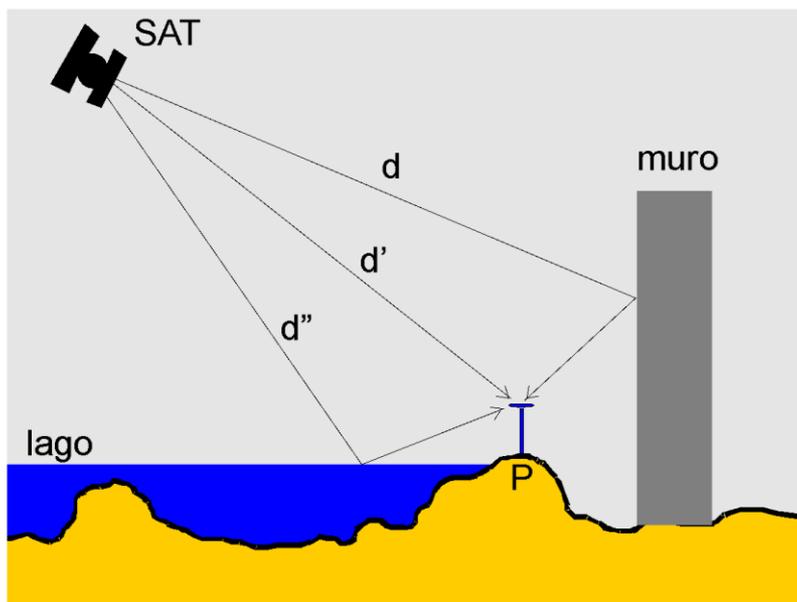
Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

PROPAGAÇÃO DO SINAL – REFLEXÃO

- O receptor pode, em alguma circunstância, receber além do sinal que chega diretamente a antena, sinais refletidos em superfícies vizinhas à mesma (*multipath*). Tal circunstância depende da relatividade do meio onde se posiciona a antena, características da antena e de técnicas utilizadas para impedir sinais refletidos.
- Estes efeitos são normalmente considerados como erros aleatórios, muito embora, em alguns casos, pode-se comportar como efeitos sistemáticos. Desta forma, a recomendação mais efetiva é evitar levantamentos em locais propícios a estes efeitos.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Principais Erros do Sistema

PROPAGAÇÃO DO SINAL – ROTAÇÃO DA TERRA

- Durante a propagação do sinal, o sistema de coordenadas rotaciona com relação ao satélite, alterando suas coordenadas. As coordenadas originais do satélite devem ser rotacionadas sobre o eixo Z de um ângulo α , definido como o produto do tempo de propagação pela velocidade de rotação da Terra.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



ineprotec

26

CNPJ: 08838975/0001-03