

# SGDC

## SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES ESTRATÉGICAS



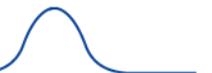
Edson Gusella Junior  
Eng. Eletricista



Satélites são corpos que orbitam ao redor de um planeta e podem ser:

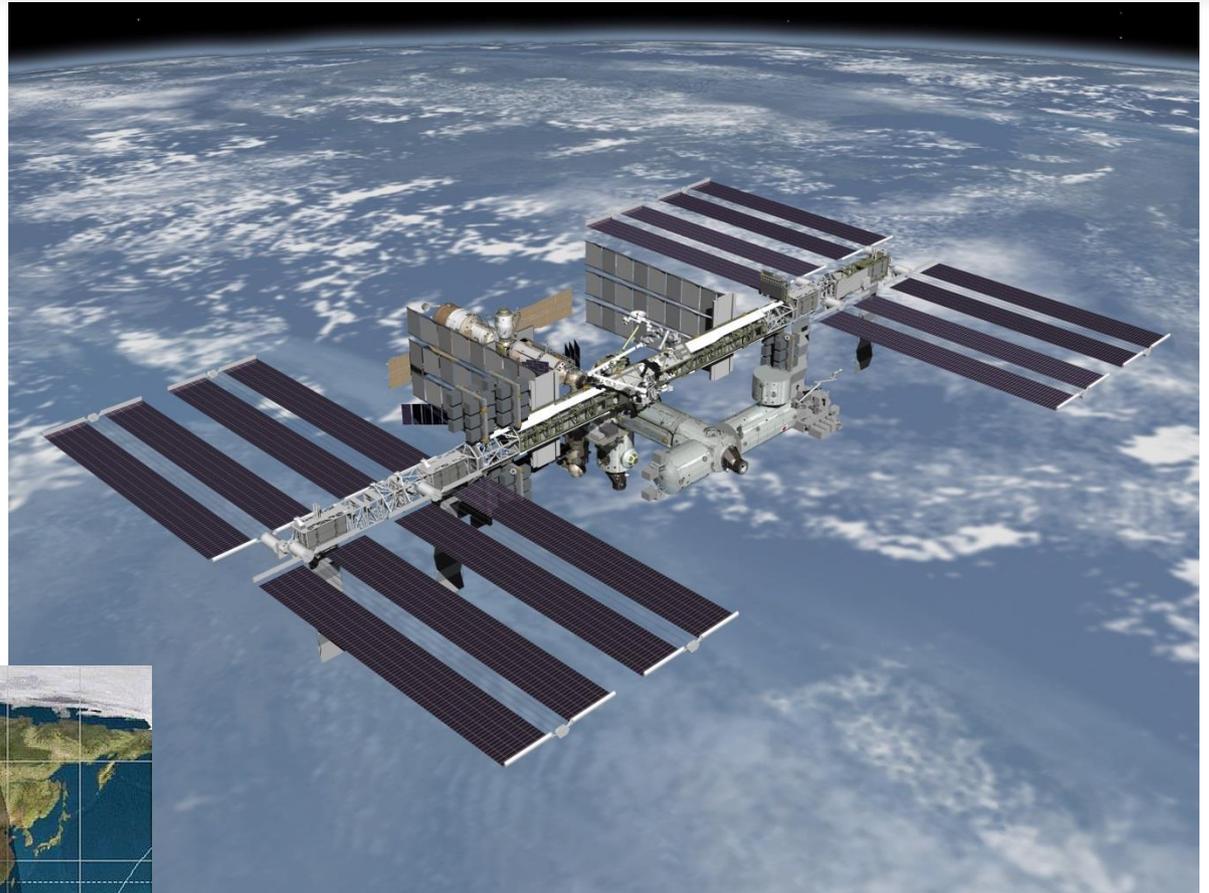
**Naturais** – por exemplo, a **LUA** que orbita ao redor da **TERRA**.

**Artificiais** – construídos pelo homem e colocados em órbita por veículos lançadores.





- Por exemplo, a **ISS**, Estação Espacial Internacional, está numa **órbita baixa**, a 300km de altitude.
- Ela dá uma volta completa na Terra em aprox. 92minutos.



- O primeiro satélite projetado e fabricado no Brasil, o **SCD-1 (Satélite de Coleta de Dados)**, está numa órbita baixa a 750km de altitude.
- Foi lançado pelo foguete norte-americano Pegasus, em 07 de fevereiro de 1993.
- Em 2013, ao completar **20 anos** no espaço, o SCD-1 já tinha dado **105.577** voltas em torno da Terra. (fonte INPE)
- Ainda em operação (com limitações) ...



- Também está numa órbita baixa heliossíncrona o **CBERS** – Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres.
- Nesta órbita, de 778 km de altitude, o **CBERS** cruza o Equador sempre na mesma hora local, às 10h30 da manhã.

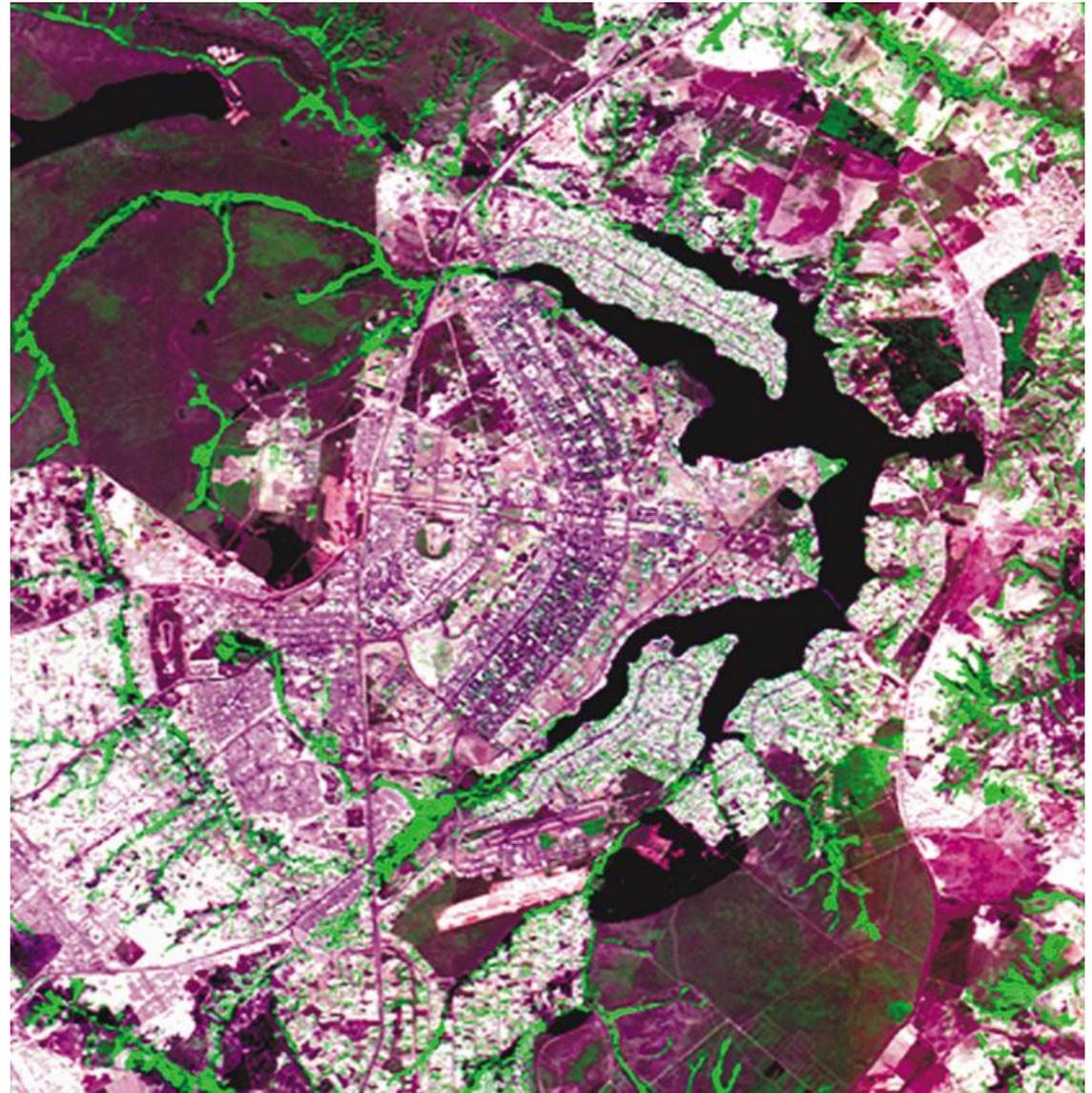
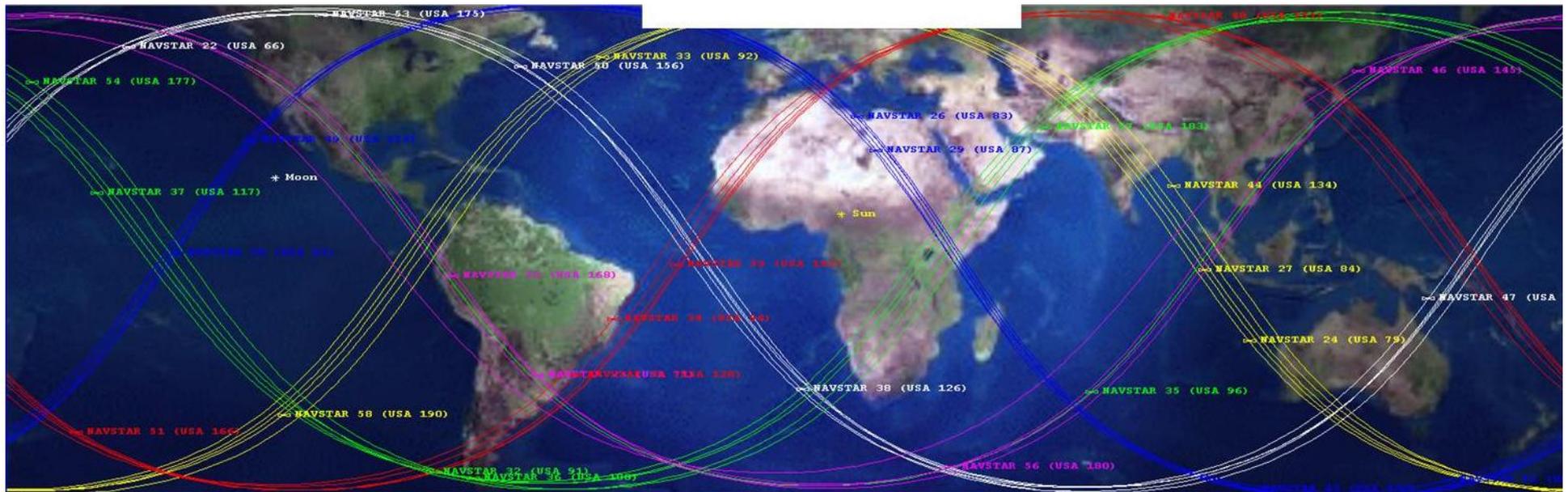
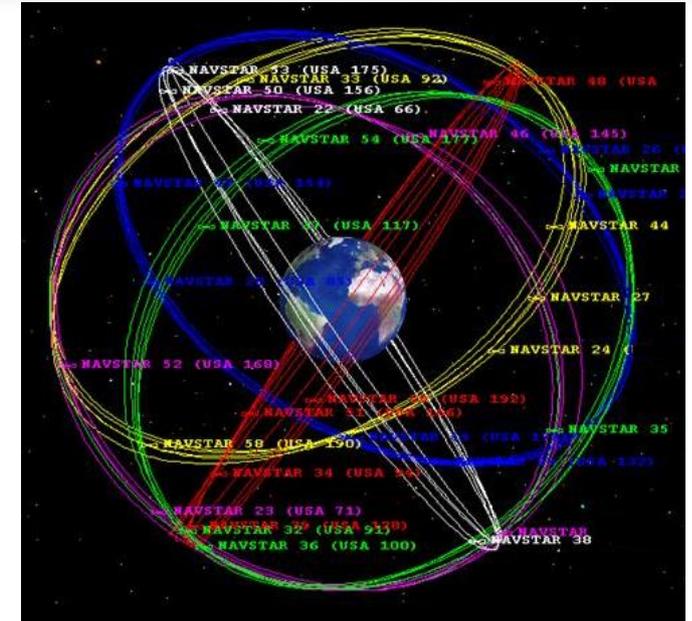


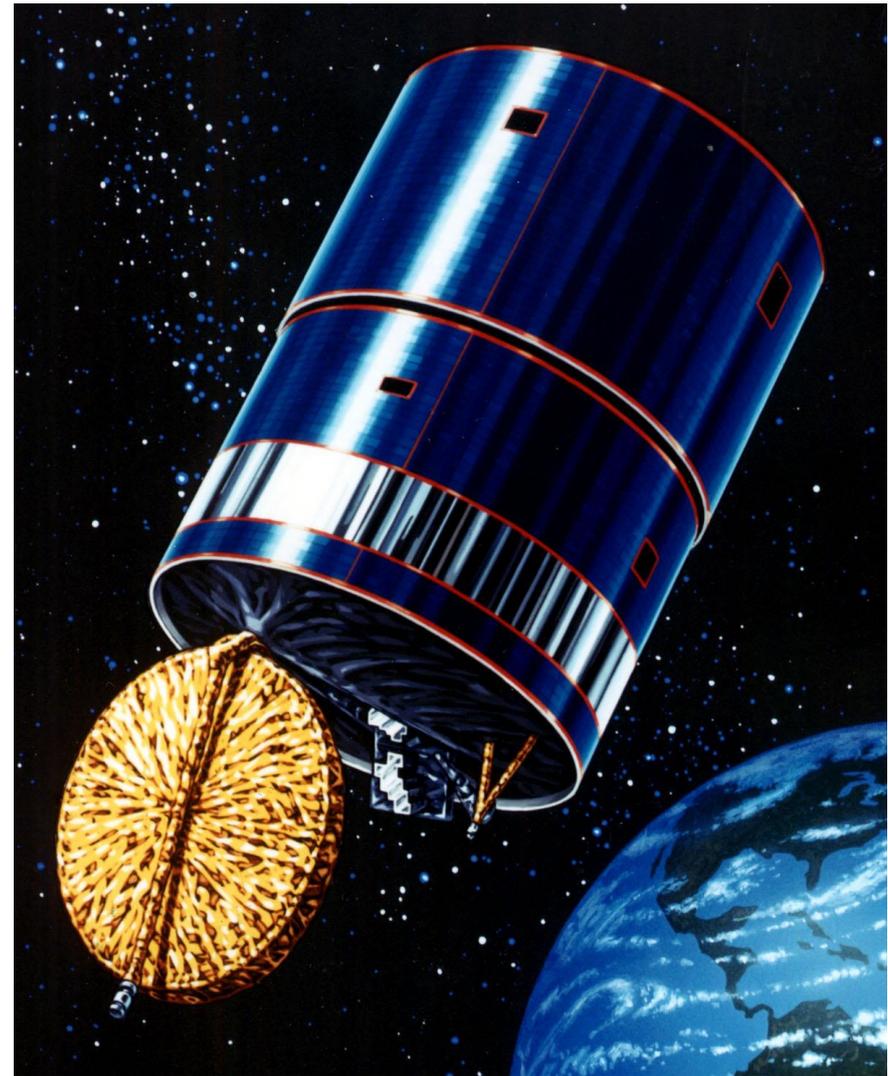
Imagem de Brasília feita pelo **CBERS**. (fonte INPE)

- Encontra-se em órbita média a constelação de satélites do Sistema de Posicionamento Global - **GPS**.
- Eles ficam em órbitas de 20200 km, com de duração de 12h siderais ou 11h 58 min terrestres.





- O primeiro satélite doméstico de comunicação, **Brasilsat A1**, foi lançado em fevereiro de 1985.
- O satélite foi fabricado pela empresa Spar Aerospace Ltd., do Canadá e se destinava a fornecer serviços de telefonia, televisão, radiodifusão e transmissão de dados para todo o país.
- A vida útil prevista de 9 anos foi estendida mais 2 anos até 1996.

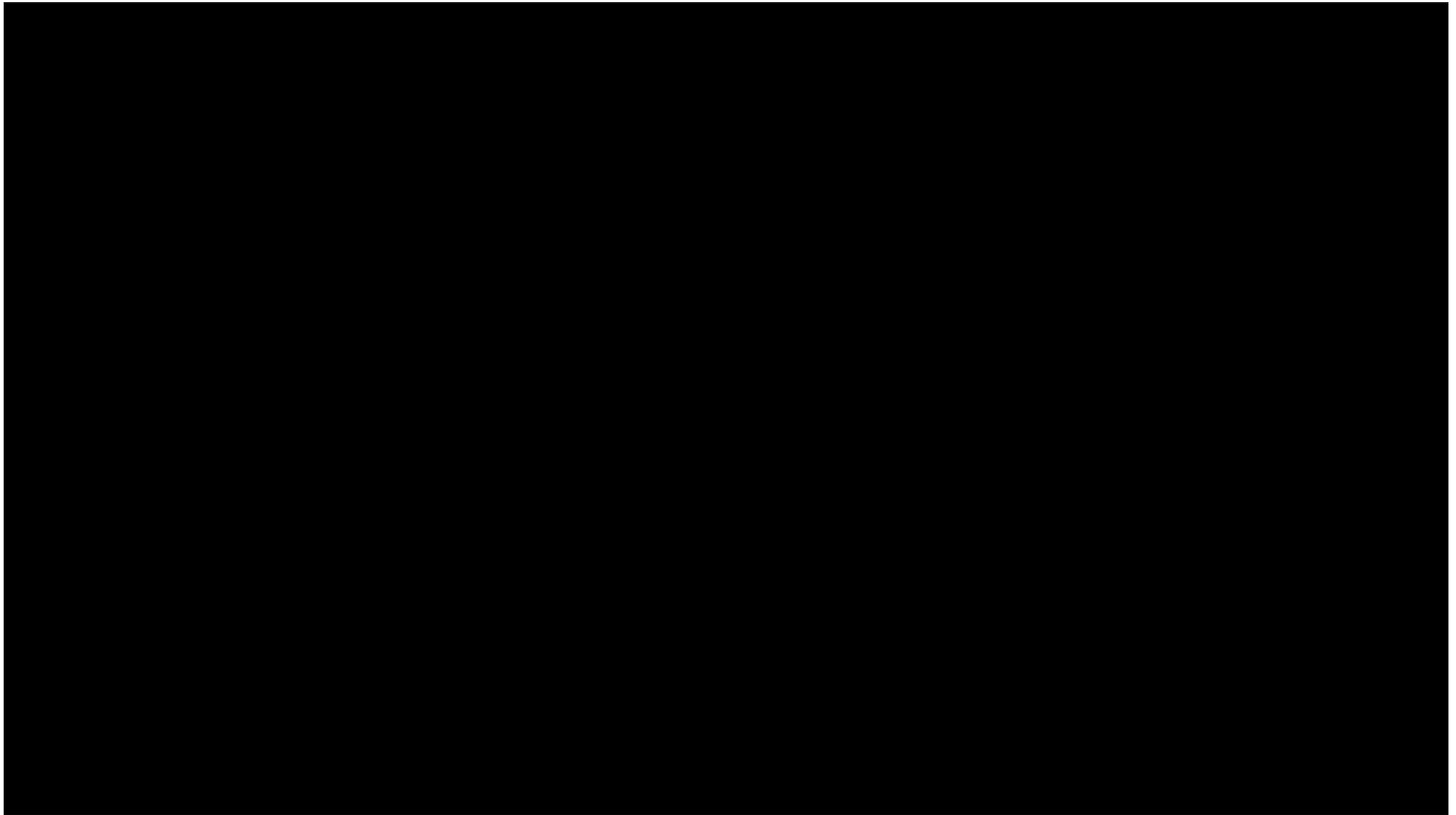


Modelo **HS 376**, fabricado sob licença da Hughes Space.

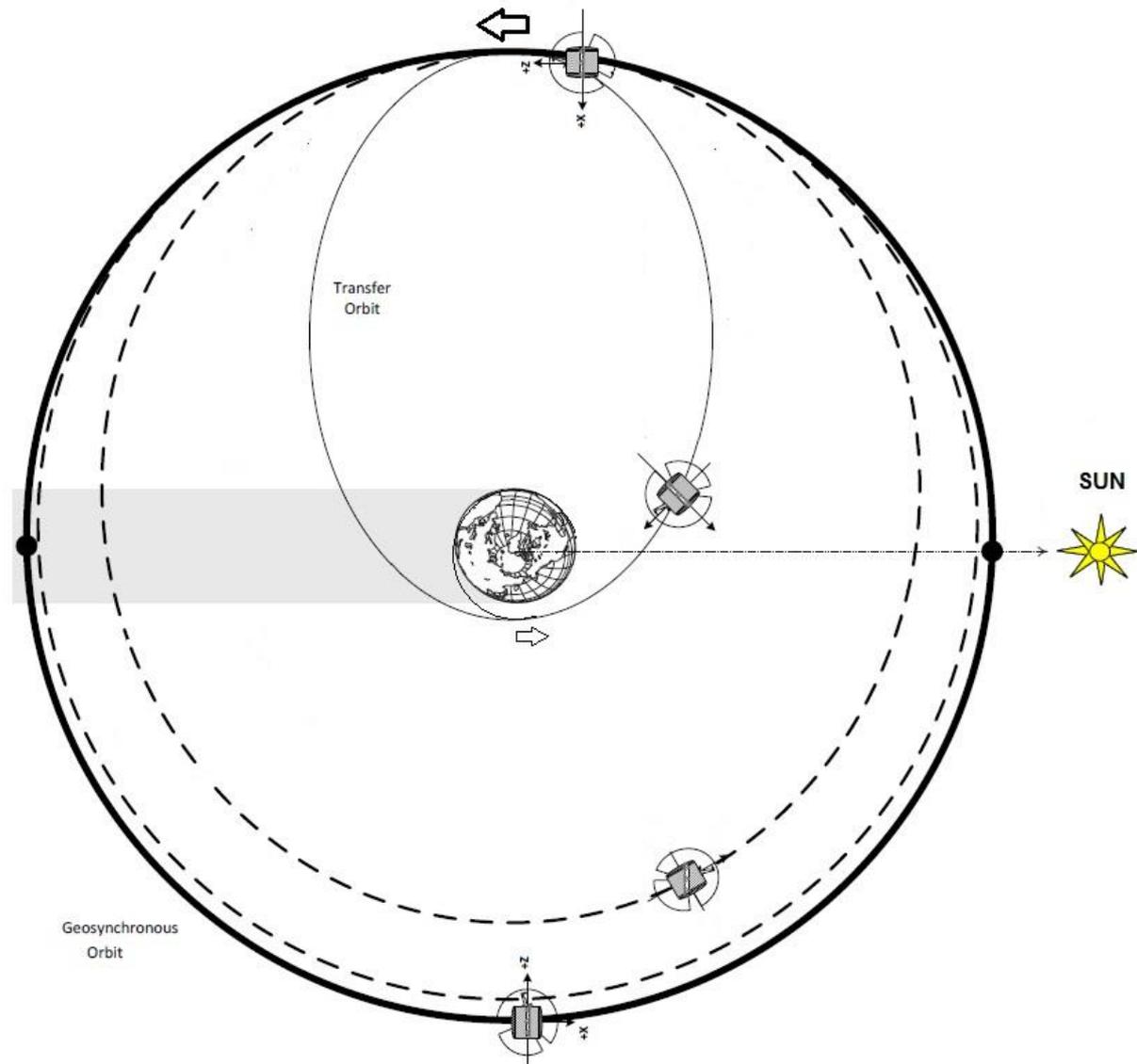
## Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas

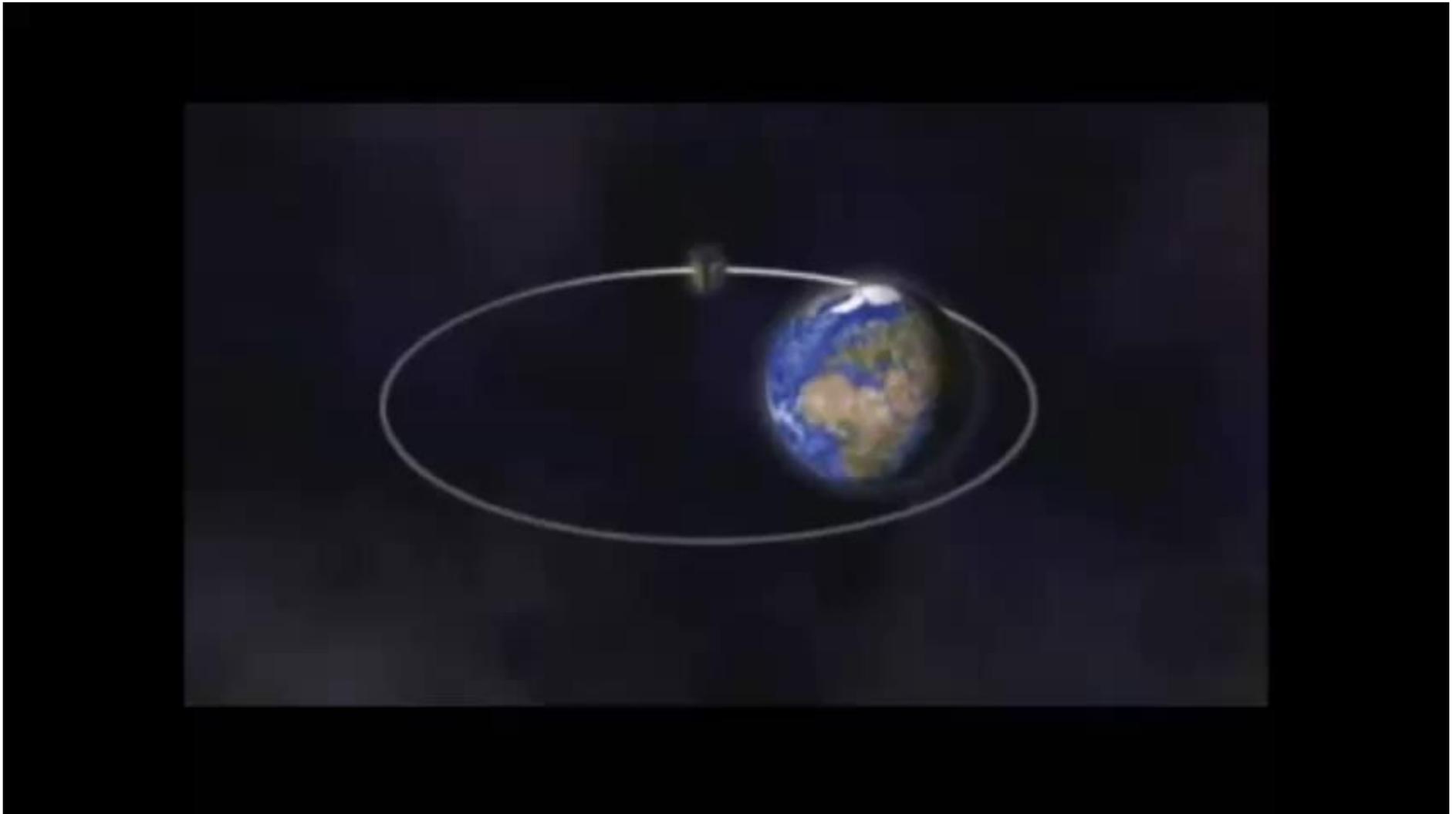


**Lançamento Previsto: Início de 2017**  
Em fabricação pela empresa **Thales Alenia Space**



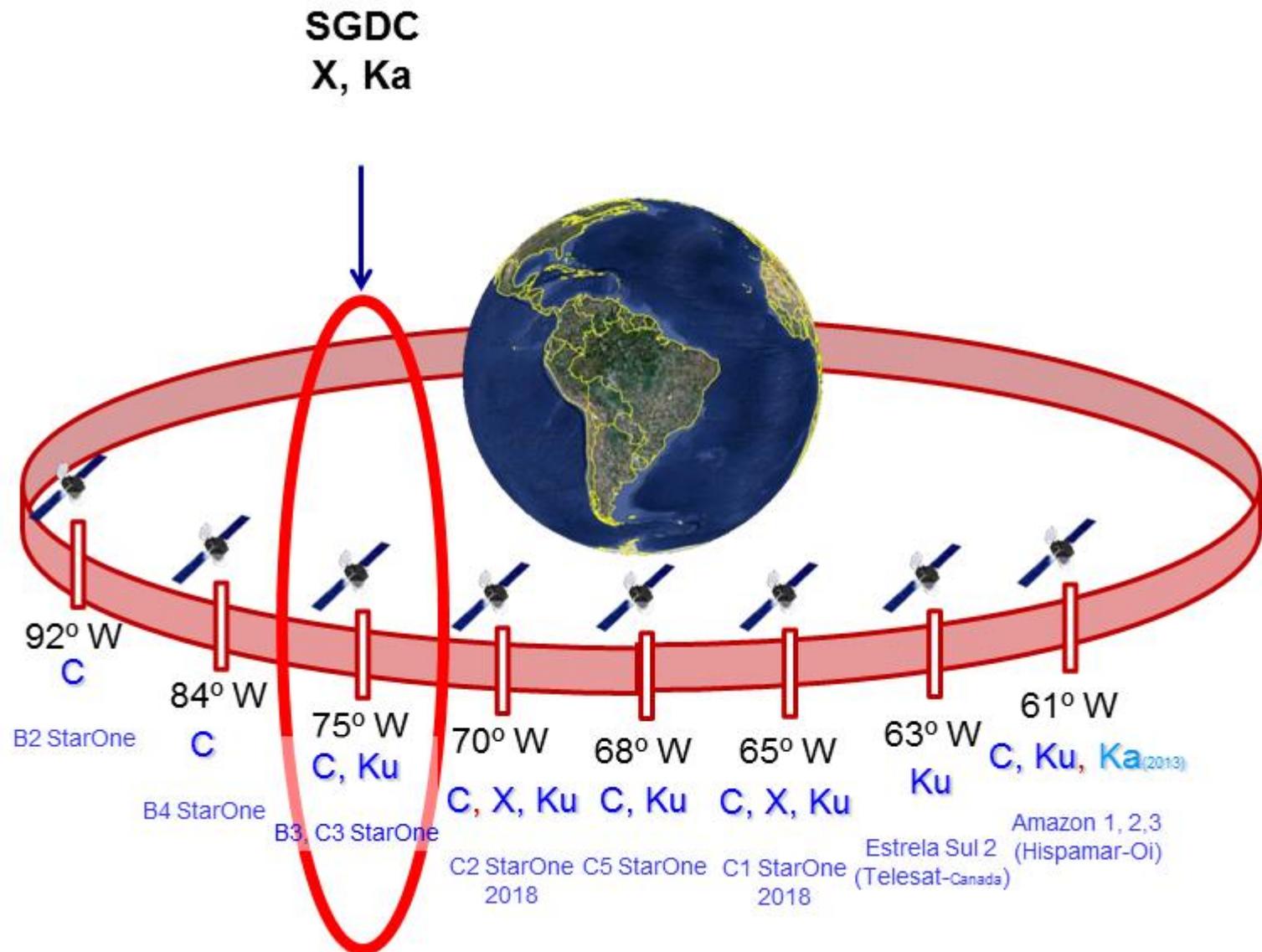
- O SGDC será lançado pelo foguete **Ariane V**, a partir da base de Kourou, na Guiana Francesa.
- O foguete lança o satélite numa órbita elíptica de transferência, com apogeu de aprox. 36 mil km de altitude.
- Satélite usa o **motor de apogeu** para ir da órbita de transferência para a órbita geoestacionária.
- Essa operação consome aprox. 80% do combustível do satélite.





# SGDC – Posição Orbital – 75° W

Colocalizado  
com o  
StarOne C3





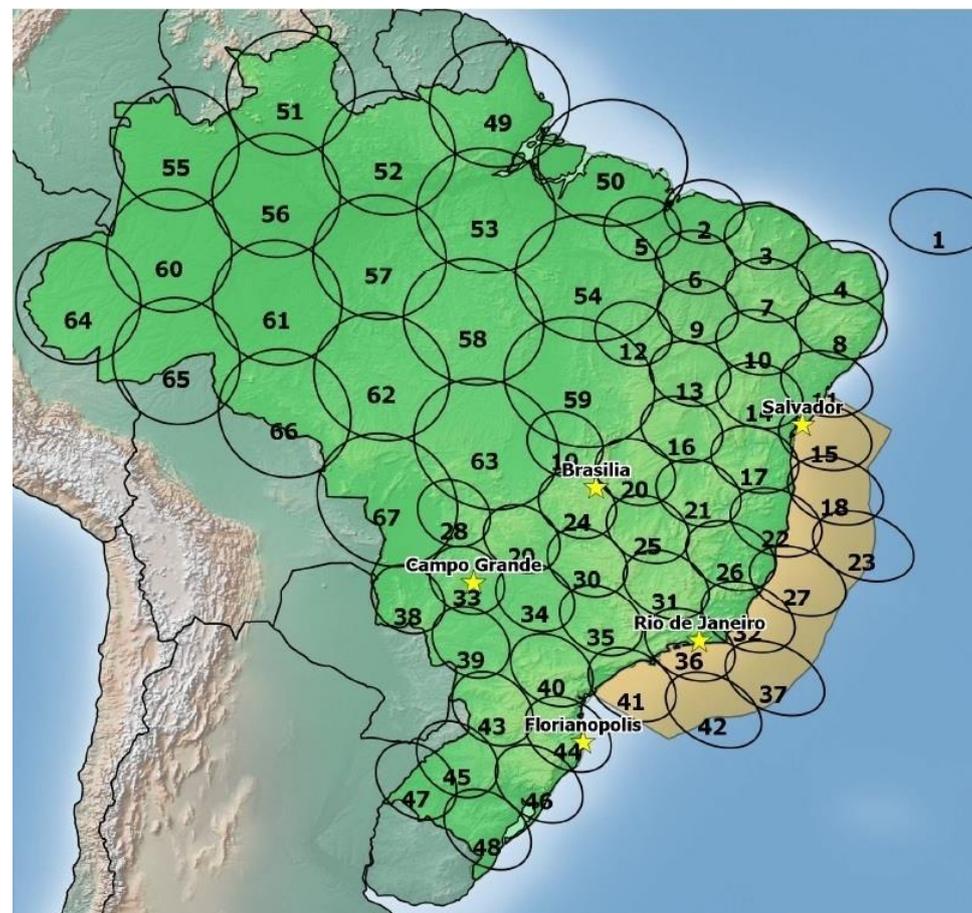
# High Throughput Satellites



# HTS – High Throughput Satellites

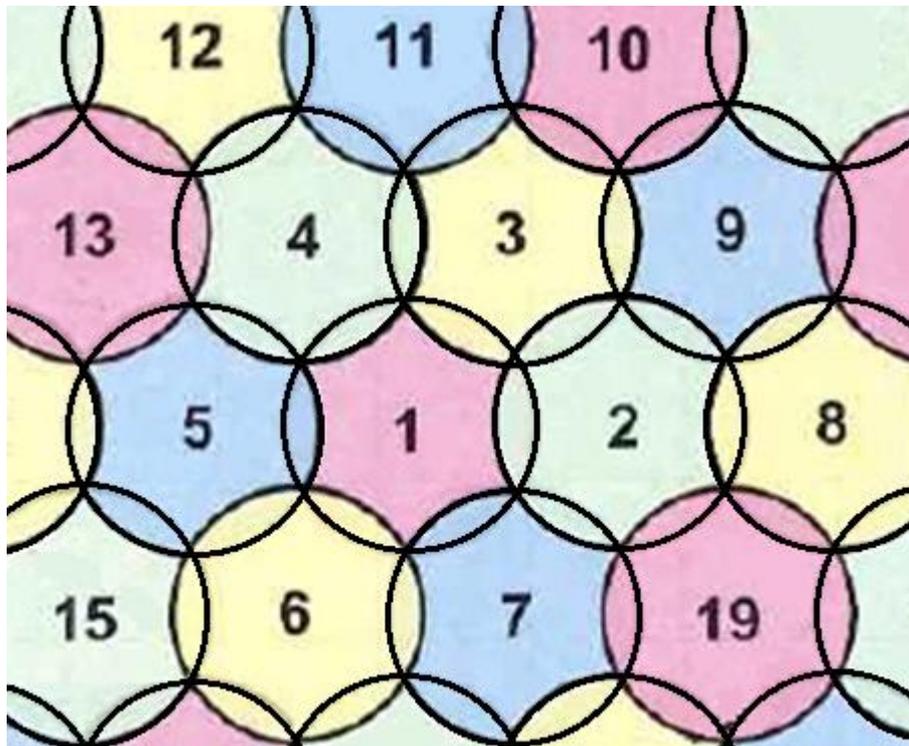
Diferente dos satélites de comunicações convencionais que tem um feixe largo que cobre toda uma região ou país, como os satélites da banda C ou Ku,

os satélites de Alta Capacidade (HTS) possuem vários feixes estreitos, cada um cobrindo uma região limitada.



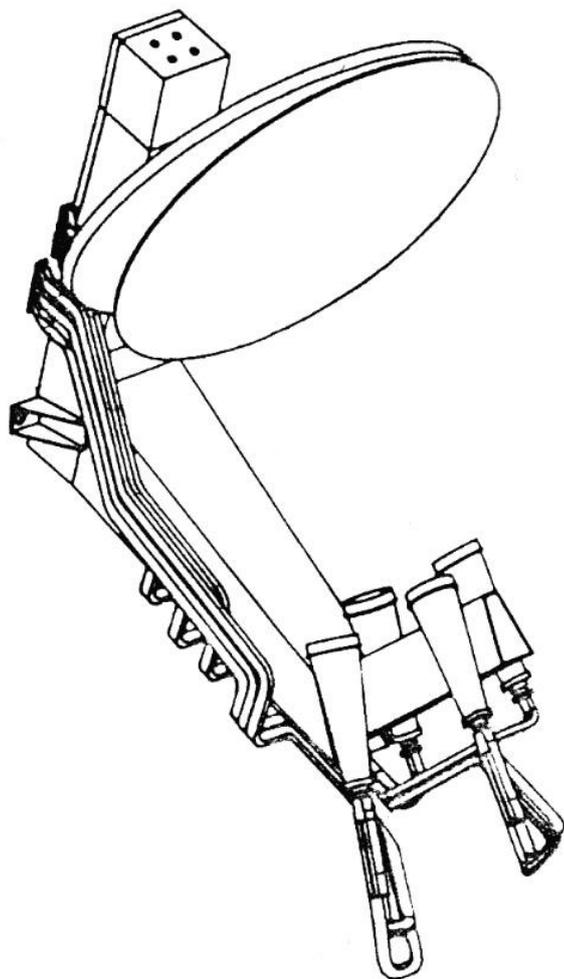
## Reuso de Frequências

### Diagrama de 4 cores

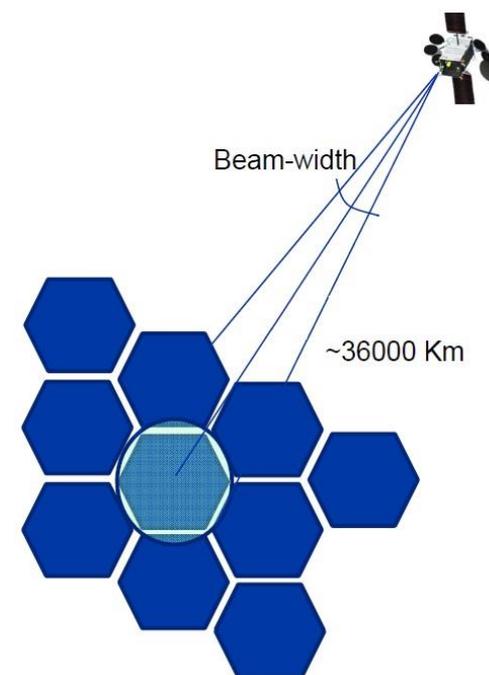
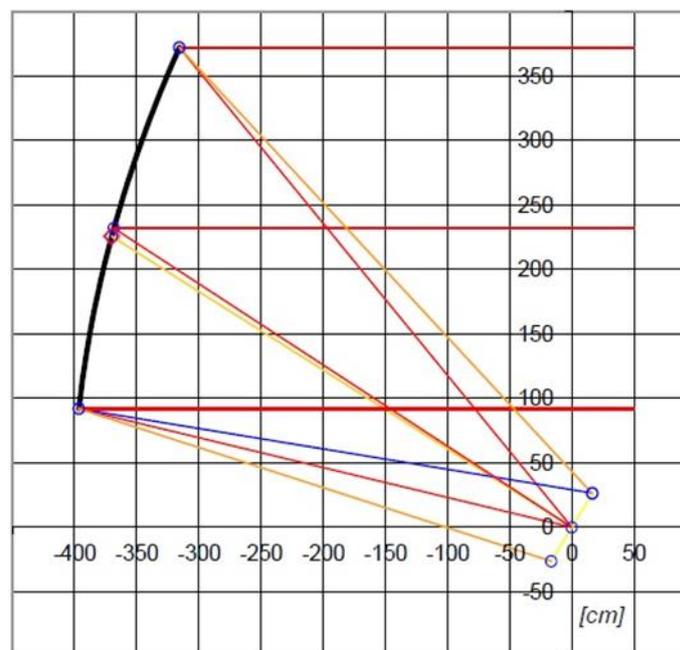


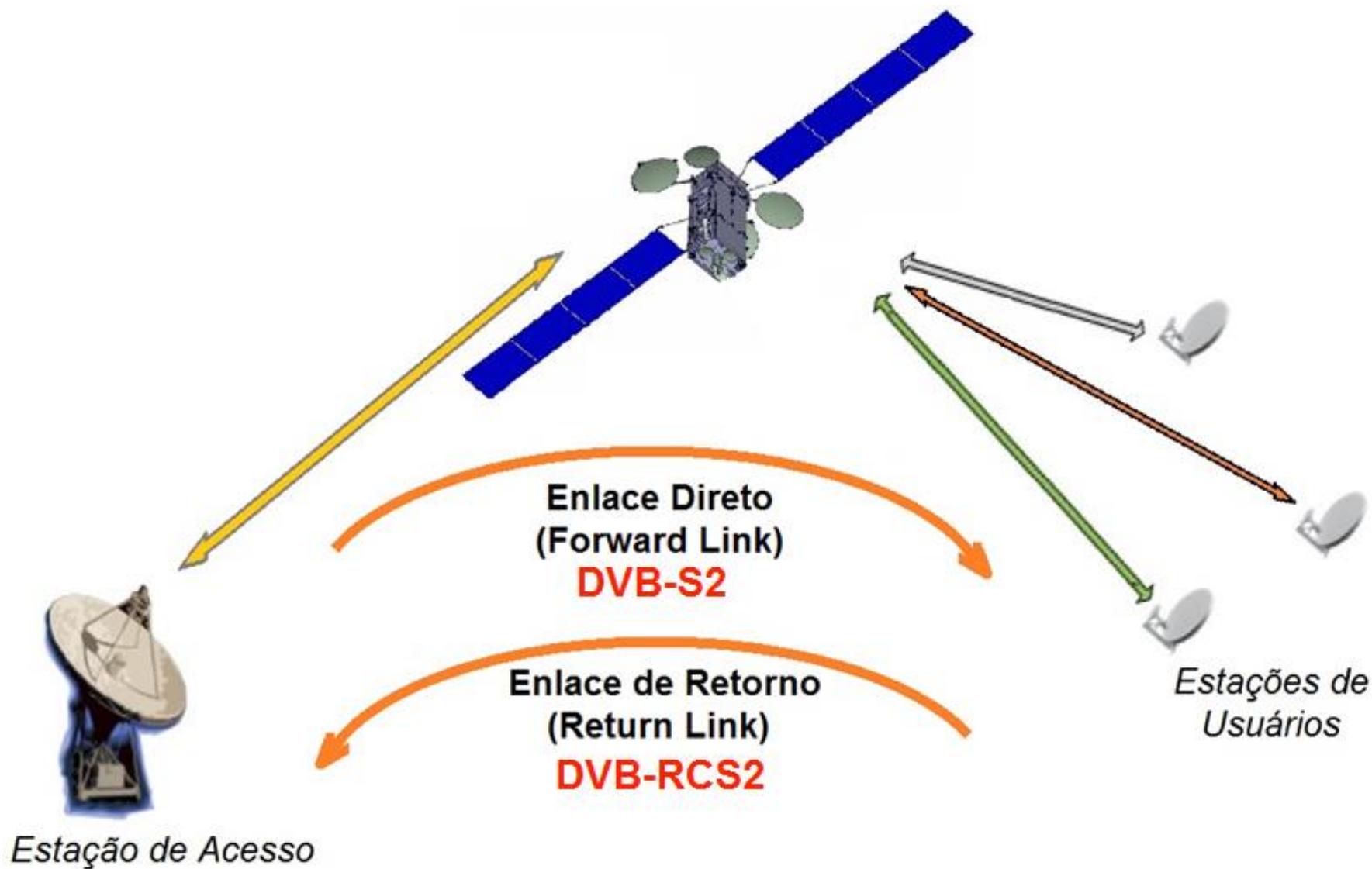
- Cada círculo no mapa representa a região de cobertura de um feixe (*beam*).
- Para cada uma das 4 cores foi atribuído um conjunto de frequências ou polaridade distintas, de forma que as áreas de cobertura de uma mesma cor não se toquem.
- Como os feixes adjacentes apresentam faixas de frequências ou polarização distintas, eles satisfazem o princípio básico do **SDMA** – Space-Division Multiple Access.

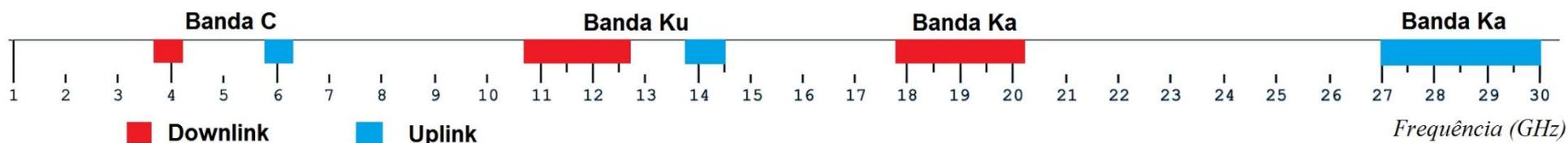
## Alimentadores Múltiplos



Para se conseguir múltiplos feixes, emprega-se antenas com múltiplos alimentadores, um para cada feixe.







## Banda C

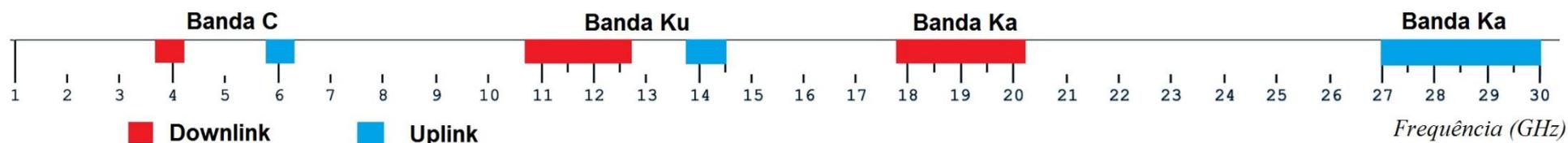
- *Downlink*  
3,7 a 4,2 GHz
- *Uplink*  
5,9 a 6,4 GHz
- Banda  
500MHz

## Banda Ku

- *Downlink*  
10,7 a 12,7 GHz
- *Uplink*  
13,75 a 14,5 GHz
- Banda  
750MHz

## Banda Ka

- *Downlink*  
17,8 a 20,2 GHz
- *Uplink*  
27,0 a 30,0 GHz
- Banda  
2500MHz



## Banda C

$$BW_{\text{Total}} = 2 \text{ polaridades} \times 500 \text{ MHz} = 1 \text{ GHz}$$

$$R_b = 1 \text{ GHz} \times 2,5 \text{ bit/Hz} = 2,5 \text{ Gbps}$$

## Banda Ku

$$BW_{\text{Total}} = 2 \text{ polaridades} \times 750 \text{ MHz} = 1,5 \text{ GHz}$$

$$R_b = 1,5 \text{ GHz} \times 2,5 \text{ bit/Hz} = 3,75 \text{ Gbps}$$

## Banda Ka

$$R_b = 18,0 \text{ GHz} \times 2,5 \text{ bit/Hz} + 12,0 \text{ GHz} \times 1,6 \text{ bit/Hz} = 64,2 \text{ Gbps}$$

Capacidade Total da Banda Ka em Céu Claro  
(Eficiência espectral típicas: 2,5 bit/Hz **FWD** e 1,6bit/Hz **RTN**)

## Enlace direto (FWD)

$$BW_{\text{Total}} = 2,25 \text{ GHz} \times 2 \text{ Polaridades} \times 4 \text{ Gateways} = \mathbf{18,0GHz}$$

$$R_{\text{b-FWD}} = 18,0 \text{ GHz} \times 2,5 \text{ bit/Hz} = \mathbf{45 Gbps}$$

## Enlace de retorno (RTN)

$$BW_{\text{Total}} = 1,5 \text{ GHz} \times 2 \text{ Polaridades} \times 4 \text{ Gateways} = \mathbf{12,0GHz}$$

$$R_{\text{b-RTN}} = 12,0 \text{ GHz} \times 1,6 \text{ bit/Hz} = \mathbf{19,2 Gbps}$$

$$\text{Capacidade total (FWD + RTN)} = 45 + 19,2 = \mathbf{64,2 Gbps}$$



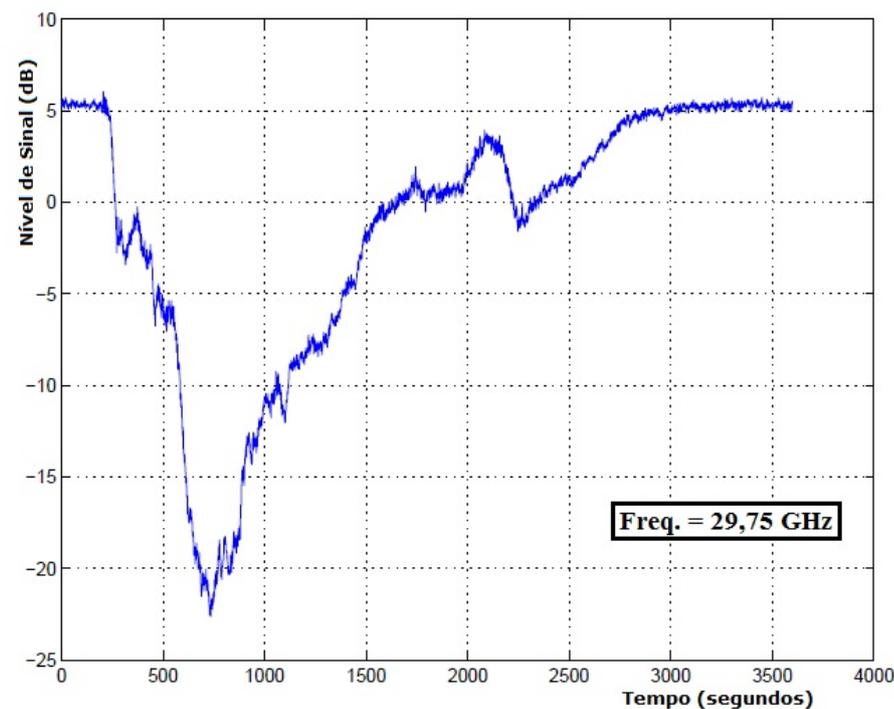


# Satélites em Banda Ka



- A principal **vantagem** de se trabalhar em **Banda Ka** é que o custo do Mbps (Mega bit/segundo) é mais barato do que nas demais faixas de frequência.
- É a consequência de se ter um satélite com uma capacidade de transmissão de uma ordem de magnitude maior.

- A **desvantagem** é que, em **Banda Ka**, a atenuação atmosférica devido à chuva é maior que nas bandas de frequências menores.



Ridha Chaggara, Les Modulations à Phase Continue pour la Conception d'une Forme d'Onde Adaptative. Docteur Thèse.

- O gráfico anterior mostra picos de atenuação devido à chuva que podem atingir 27 dB, na frequência de 29,75GHz.
- Para mitigar os efeitos destas atenuações, que são esporádicas em muitas regiões, sem superdimensionar os equipamentos, emprega-se 3 tipos de técnicas:

**UPC** – (Uplevel Power Control) – Controle de Potência no enlace de subida

**ACM** – (Adaptive Code Modulation) – Código e Modulação Adaptativos

**DRA** – (Dynamic Rate Adaptation) – Adaptação Dinâmica da Taxa de Símbolos

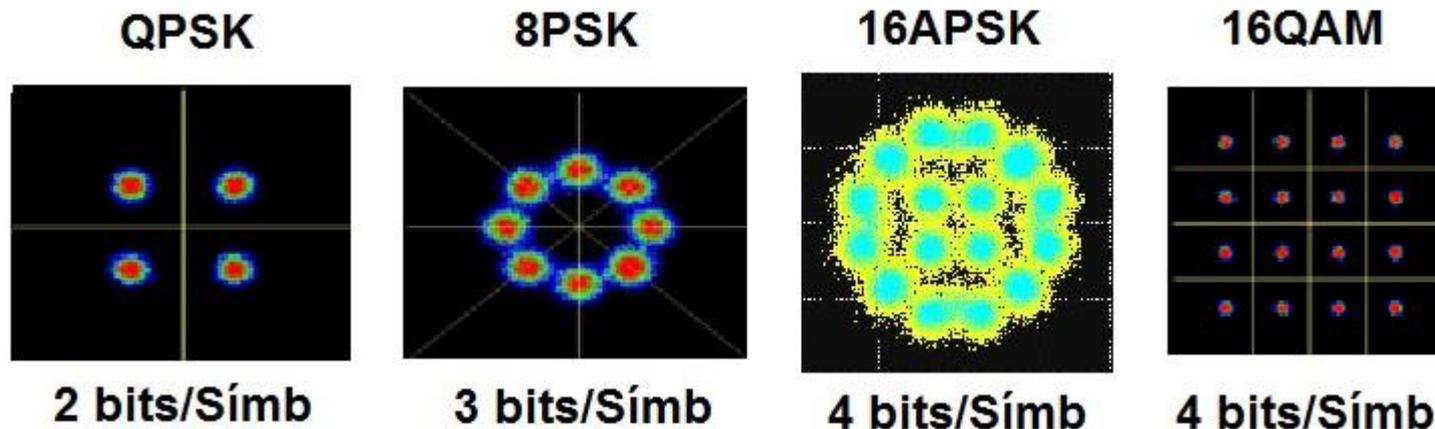


## Controle de Potência no Enlace de Subida

- Pode ser empregado tanto no **Enlace** de subida **Direto** como no de **Retorno**.
- No **Enlace Direto** o controle de potência é realizado pela própria **Estação de Acesso**, através da monitoração do sinal de Beacon do Satélite.
  - Quando, devido à chuva, a Estação de Acesso detecta uma atenuação do sinal recebido, o sistema de controle da Estação aumenta a potência do sinal que ela transmite.
- No **Enlace de Retorno** o controle da potência da **Estação de Usuário** também é realizado pela Estação de Acesso, que monitora a potência do sinal recebido do usuário. A Estação de Usuário, por ser mais simples, não monitora o sinal de Beacon do Satélite.
  - Quando, devido à chuva, a Estação de Acesso detecta uma diminuição da potência do sinal recebido pelo usuário, ela envia um comando para a Estação de Usuário aumentar a potência do sinal transmitido.

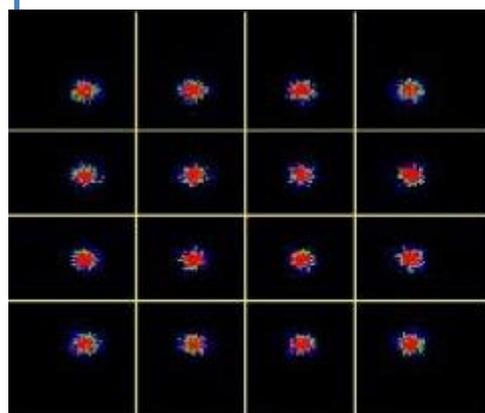


- **Modulações Digitais** transmitem informações de forma discreta empregando **Símbolos**.
- Os **Símbolos Digitais** normalmente utilizados em comunicações via satélite são:

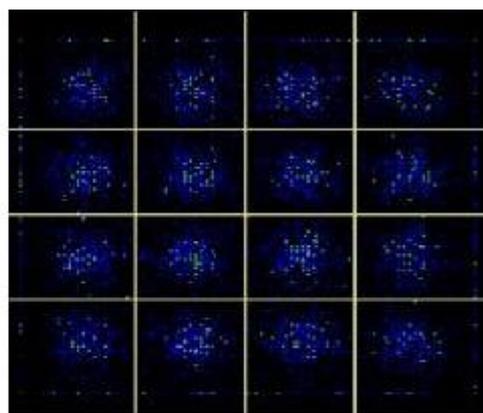


- **Eficiência Espectral** mede a quantidade efetiva de bits que cada modulação é capaz de transportar.
  - É medida em termos de número de bits por Símbolo.

- O efeito do Ruído num sinal com modulação digital é provocar o espalhamento do símbolo.
- Quanto maior a relação C/N (Portadora/Ruído), menor a dispersão dos símbolos.

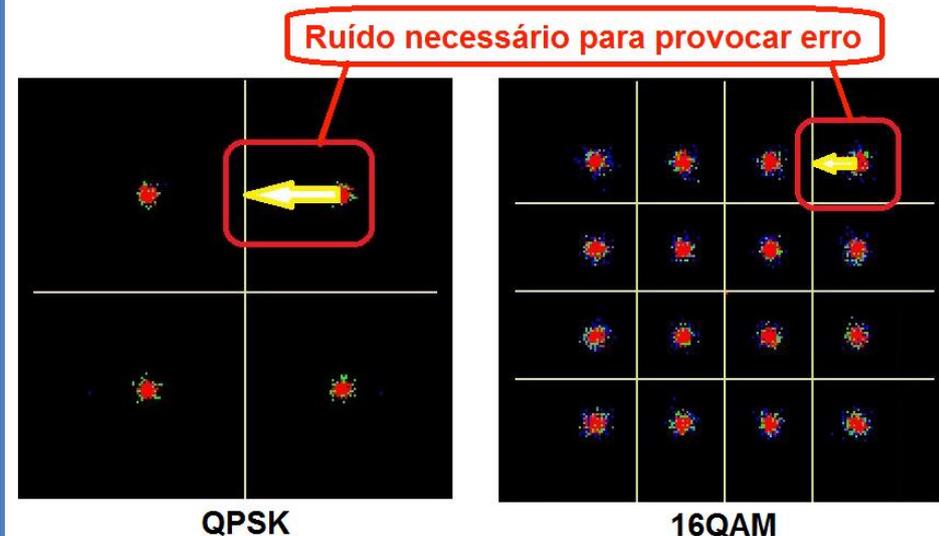


C/N = 34,6dB



C/N = 20,9dB

- Quanto menos informação (menos bits) um símbolo carrega, maior deve ser a potência de ruído, relativa à portadora, para provocar um erro de símbolo.

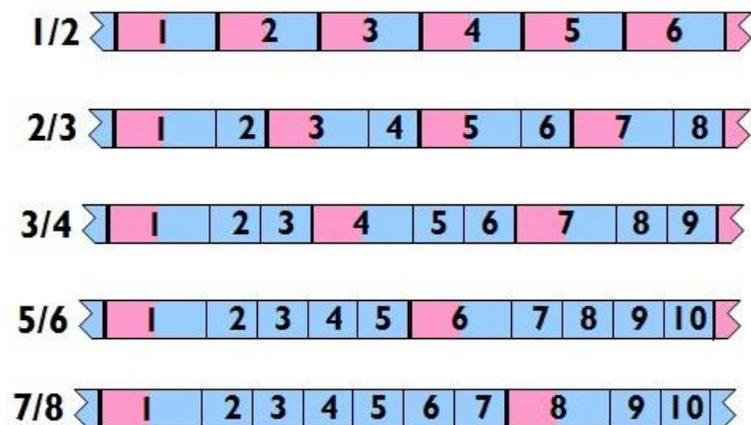


QPSK

16QAM

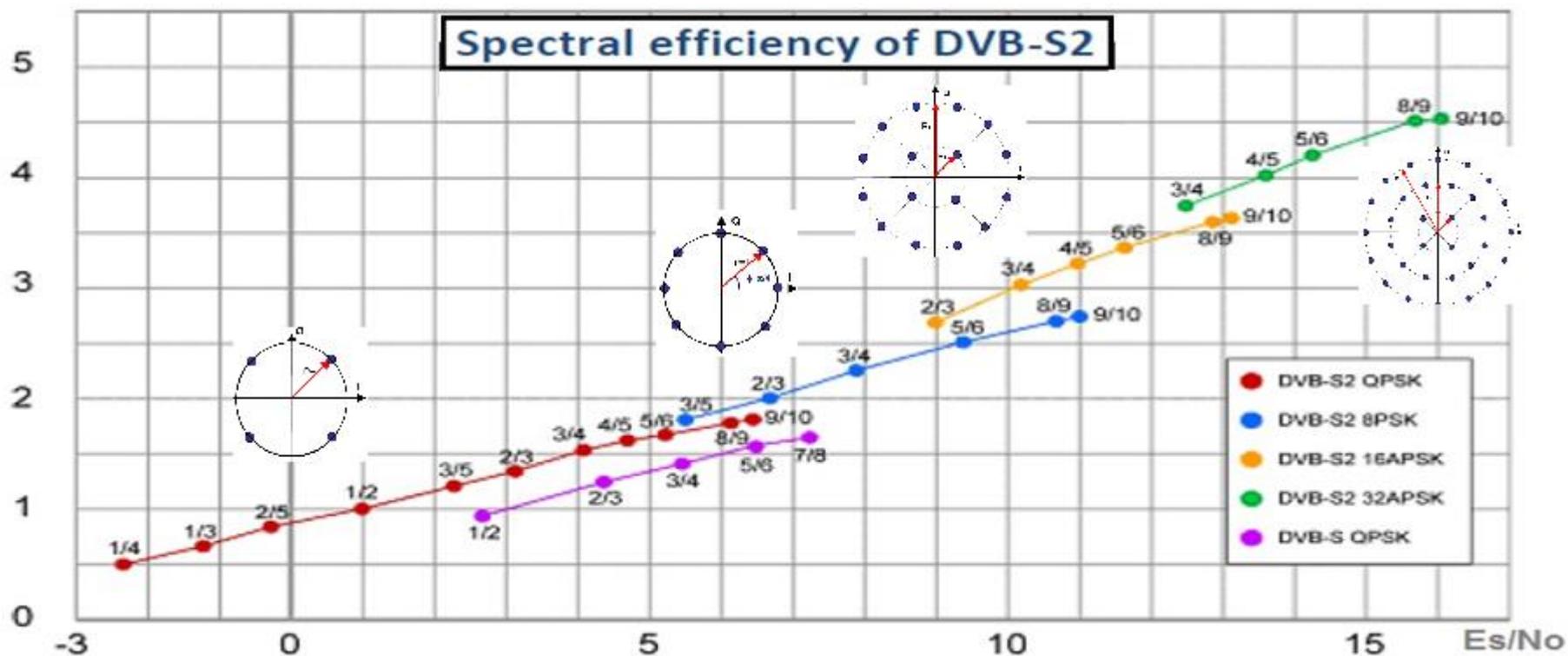


- Para proteger os sinais digitais de erros que podem ocorrer devido à presença de **Ruídos**, utilizam-se **Códigos Corretores de Erros**.
- Para proteger a informação, o codificador introduz bits adicionais. Os quadradinhos **azuis** representam os **bits de informação** e os quadradinhos **rosa** representam os **bits adicionais** introduzidos pelo codificador.

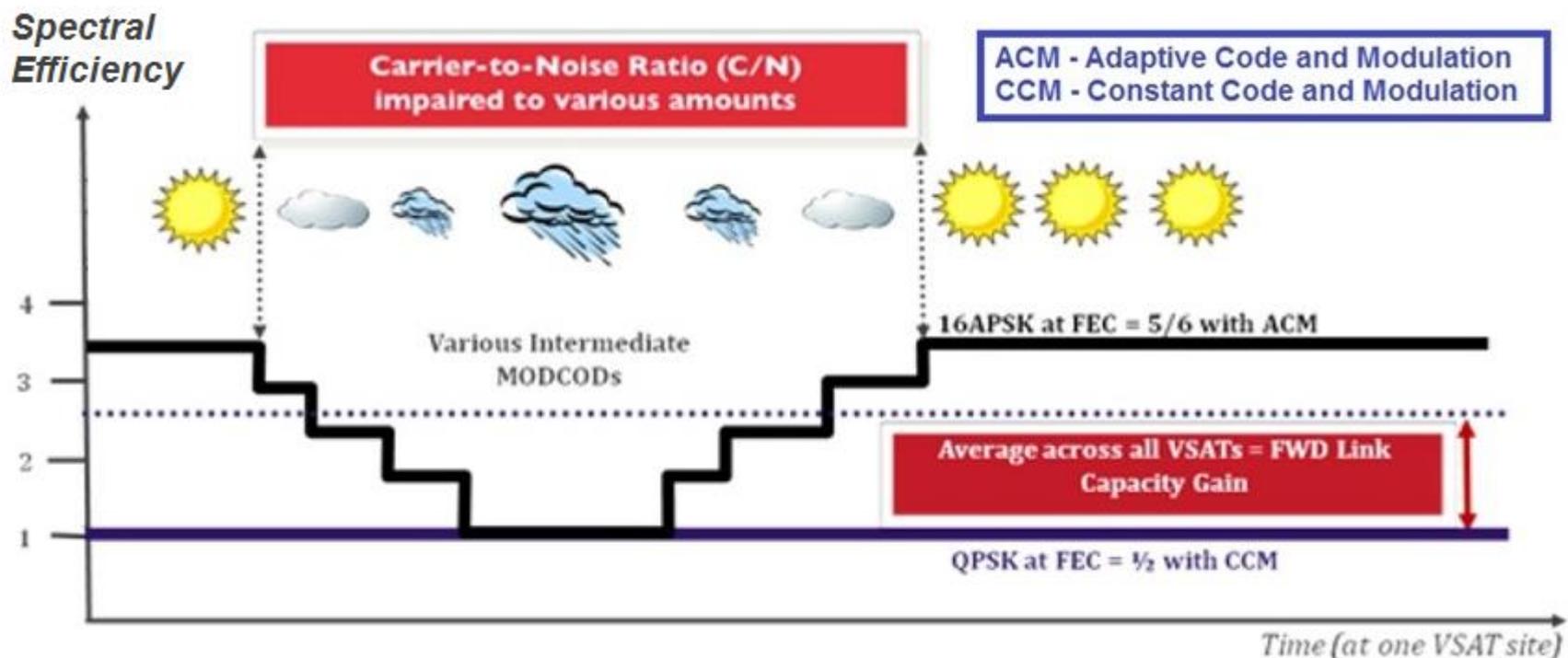


- Por exemplo, na taxa de código  $2/3$ , para cada **2 bits de informação**, o codificador acrescenta **1 bit de codificação**, transmitindo 3 bits.
- Existe um compromisso entre **proteção** e a **quantidade de informação** que o sinal transmite. Quanto **mais robusto**, **menos informação**.

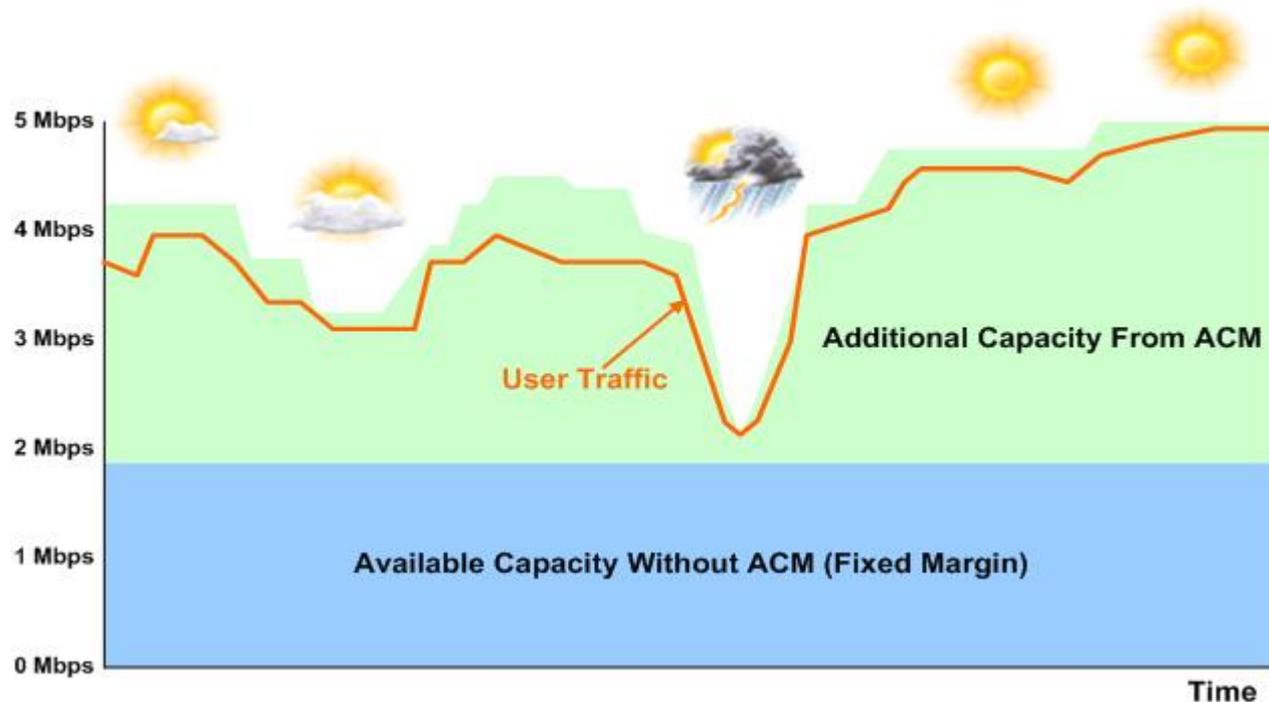
- Para que cada par de **Modulação e Taxa de Código (ModCod)** opere de forma adequada, é necessário uma relação mínima da potência da **Portadora** sobre a potência do **Ruído (C/N)**.
- Assim, para cada **ModCod**, a **Eficiência Espectral** é proporcional à relação **(C/N)**, que é proporcional à **Energia do Símbolo** sobre a **Densidade Espectral de Ruído (Es/N0)**.



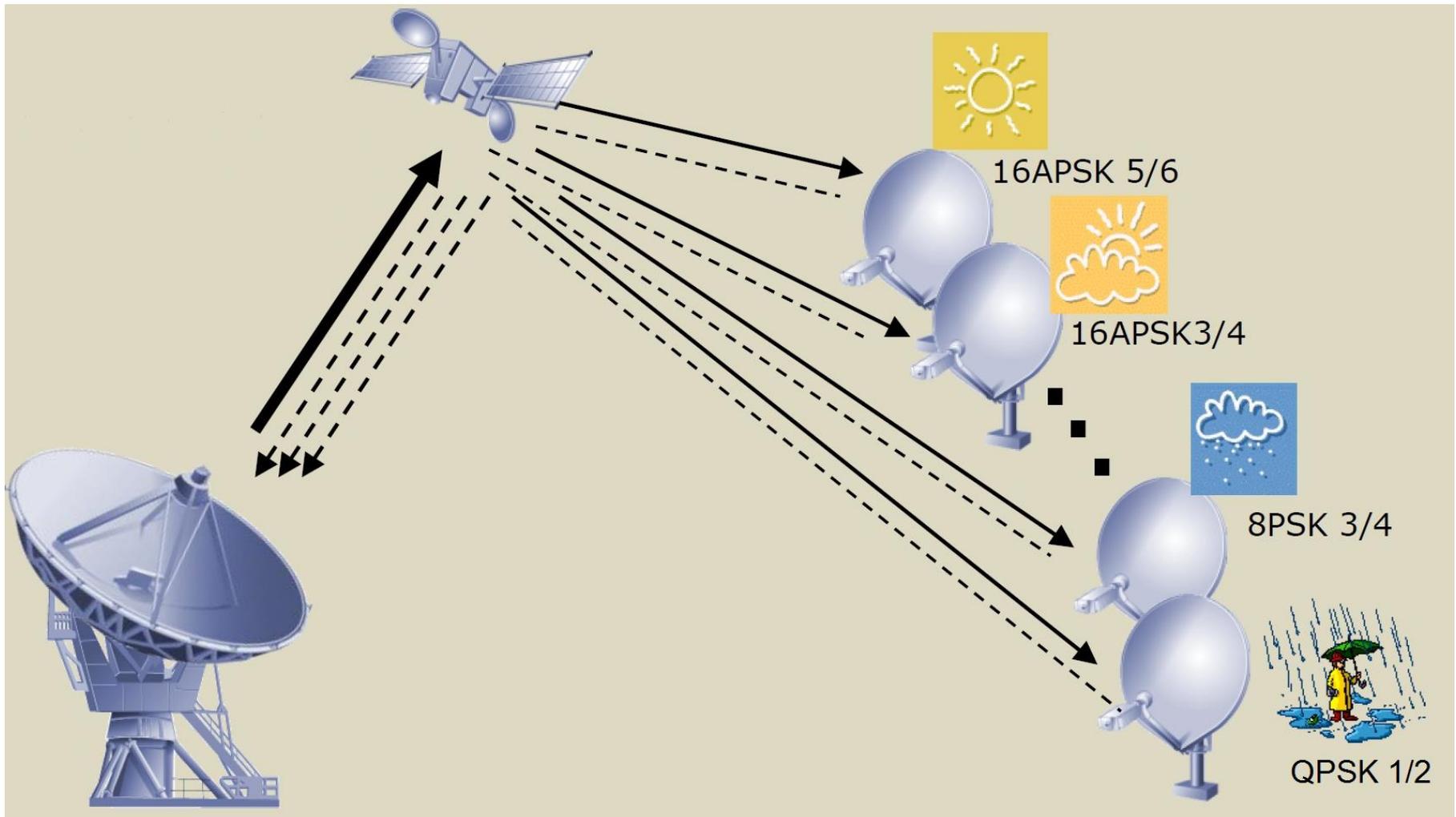
- É utilizado para mitigar o efeito da atenuação atmosférica causada pelas chuvas, tanto no **Enlace Direto** como no de **Retorno**.
- Ao se operar com uma **Eficiência Espectral** menor e um **ModCod** mais robusto, o sistema consegue receber sinais com relações **C/N** reduzidas sem tirar o sistema de funcionamento.



- Em sistemas interativos, existe um ganho que pode chegar a **200%** quando se usa **ACM** em vez de **CCM** (Código e Modulação Constantes).
- Isso acontece por que, quando opera com **CCM**, o sistema é configurado para o **pior caso** e não tira proveito de que, na maior parte do tempo, se opera com condições de propagação atmosféricas mais favoráveis.



- Cada **Estação de Usuário** pode operar com o melhor MODCOD possível e ainda ter garantia de conectividade.

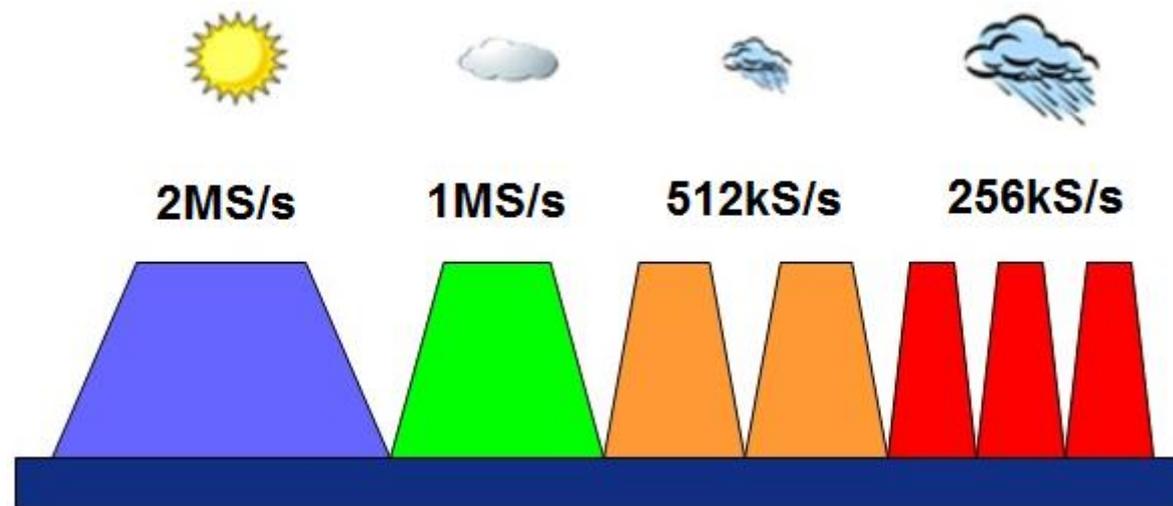


## Adaptação Dinâmica da Taxa de Símbolos

- É um recurso utilizado no **Enlace de Retorno**
- Quando a atuação do UPC na Estação do Usuário chega ao limite de potência, o **DRA** é o recurso empregado para manter a qualidade do sinal recebido:

$$\left(\frac{C}{N}\right) = \left(\frac{C}{N_0 \cdot \Delta f}\right)$$

- Visa aumentar a Densidade Espectral de Potência diminuindo a **Taxa de Símbolos** e, conseqüentemente, a banda do sinal transmitido  $\Delta f$ .





# Programa de Absorção de Tecnologia

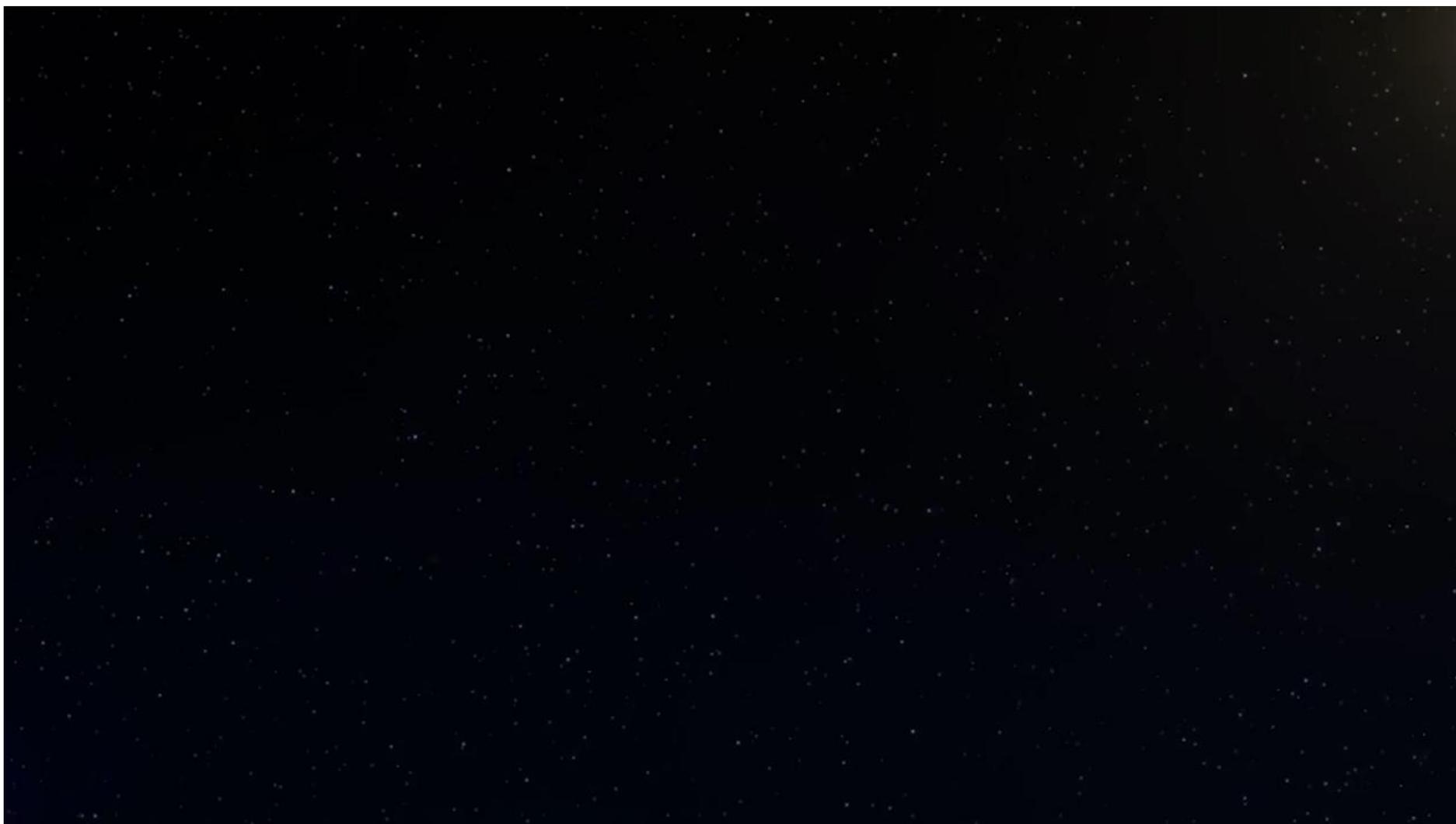


- 36 profissionais brasileiros, a maioria constituída de engenheiros, participaram do Programa de Absorção de Tecnologia na empresa **Thales Alenia Space**, em Cannes e Toulouse na França, acompanhando a fabricação do SGDC de 2014 a 2016.



- Instituições participantes
  - Visiona
  - Telebras
  - Ministério da Defesa
  - INPE e AEB
- Curso Inicial introdutório
- Cursos Avançados em 12 áreas de atuação.
- OJT – On Job Training



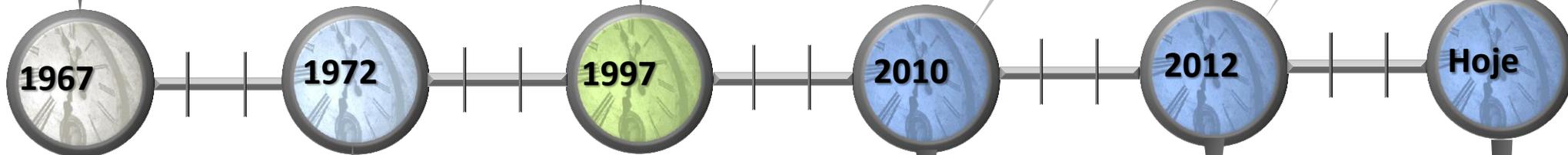




**Hoje**



# TELEBRAS Hoje



**TELEBRAS**

**Holding**  
Monopólio das Telecomunicações

Desativação após  
privatização

**Reativada**  
Implantar a  
Universalização do  
serviço de Banda  
Larga e a REDE  
privativa de  
comunicação da  
ADMINISTRAÇÃO  
PÚBLICA FEDERAL

**SGDC**  
Telebras +  
Ministério da Defesa

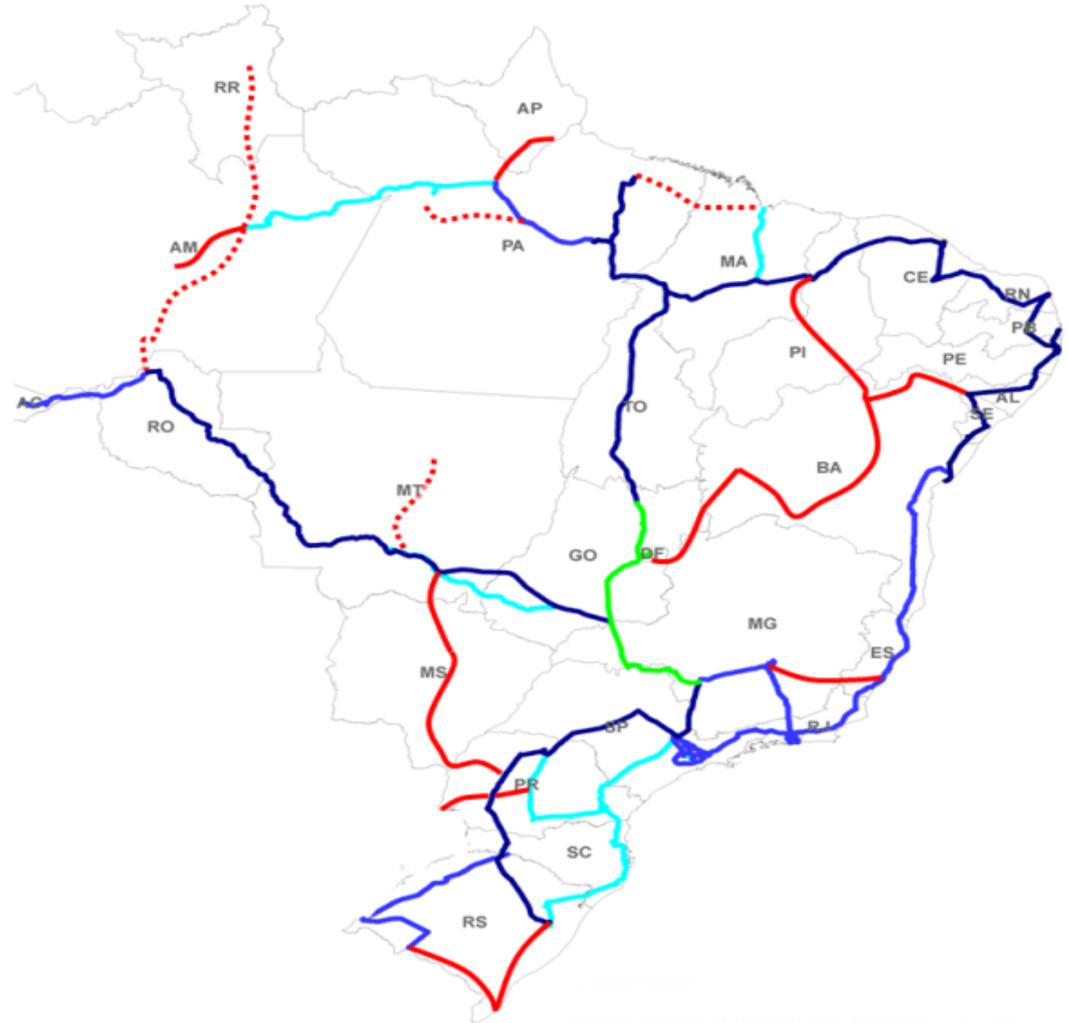
**TELEBRAS**

**Redes de Governo e  
Universalização da Banda Larga**

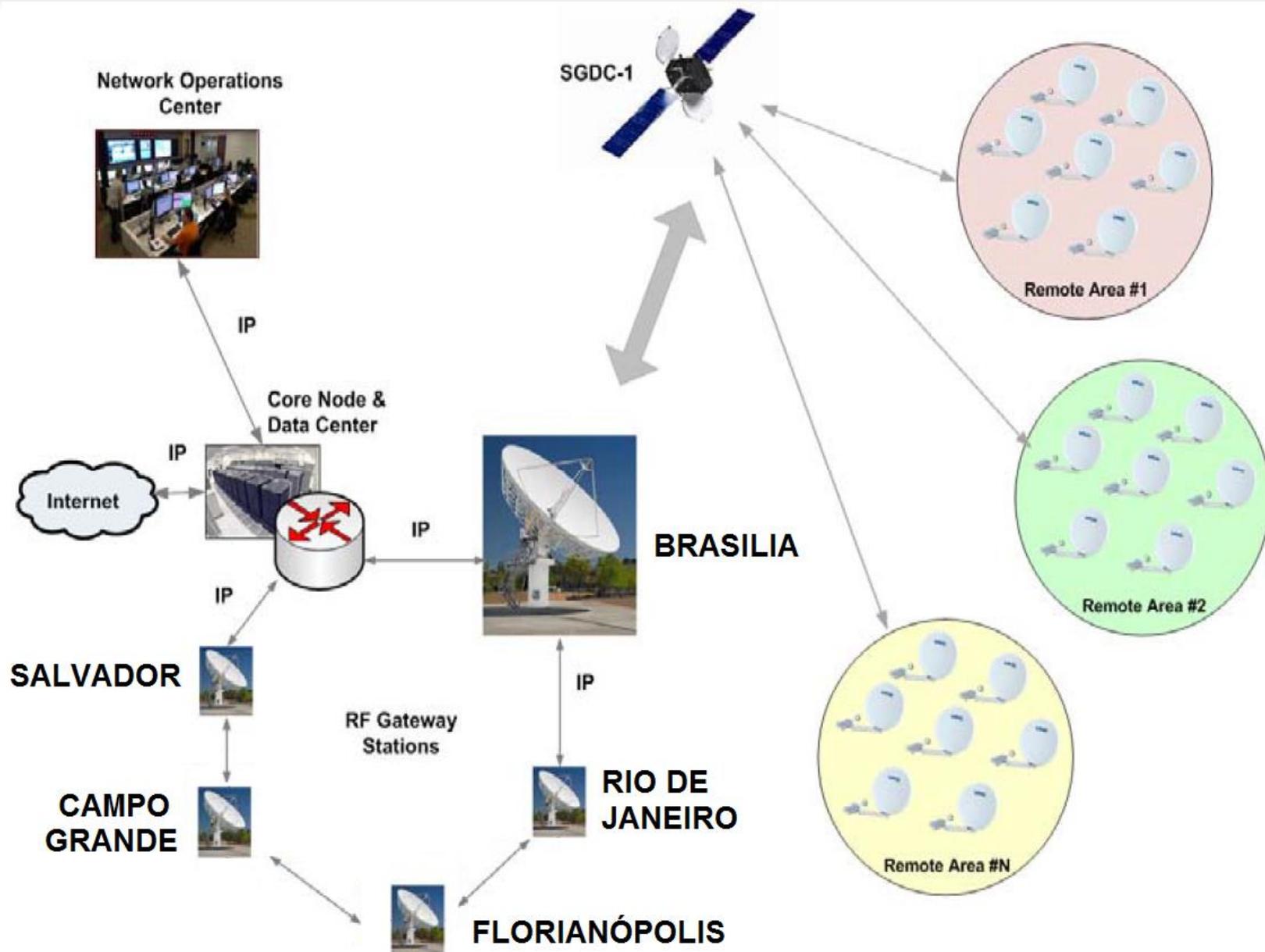


# Rede Terrestre (*Backbone Nacional*)

- 28.000 Km de Fibras Óticas em 2015;
- Capacidade: até 1,6 Tbps;
- 80% sobre OPGW e gasodutos



# Conexão ao *Backbone* Telebras





- Disponibilizar a infraestrutura de banda larga para todo o território brasileiro.
- Promover a inclusão digital, diminuindo a barreira entre os que tem acesso e os que não tem acesso à internet.



## Atendimento ao Cidadão: acesso aos serviços do Estado em todo o país



- ✓ Acesso facilitado aos serviços públicos;
- ✓ Simplificação de obrigações de natureza burocrática;
- ✓ Ampliação dos canais de comunicação entre o Estado e o Cidadão.



- 12 mil agências no Brasil
- Presente em 100% dos municípios brasileiros
- Projetos Estratégicos: Serviços Postais Eletrônicos



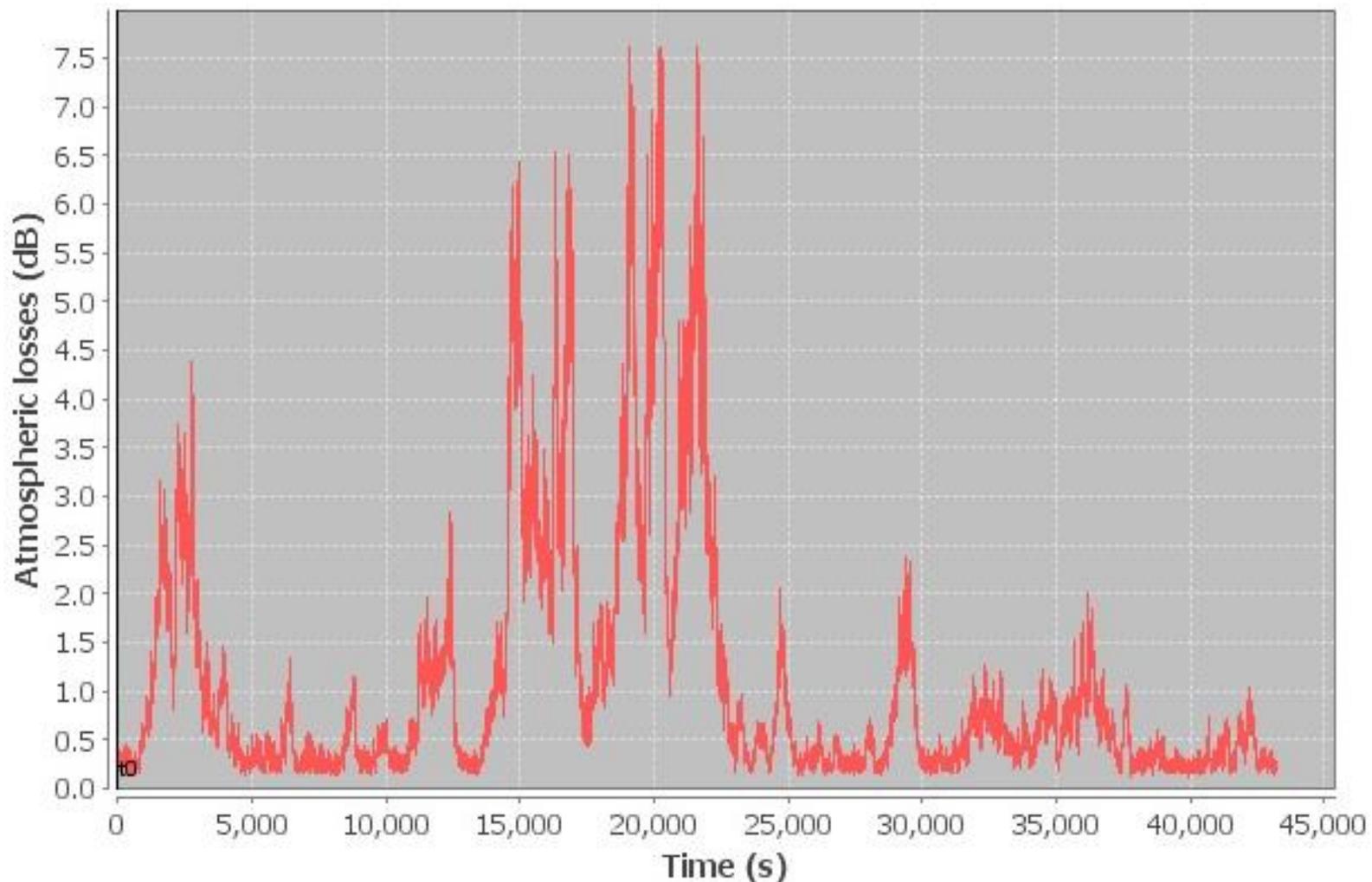
- Serviços de Tecnologia da Informação e Comunicação
- Soluções para o Cidadão: ReceitaNet, CNH, Passaporte e Siscomex
- Inclusão Digital, Governo Eletrônico



# Linhas de Pesquisas



- **Modelos Climáticos:** series temporais de atenuação de propagação atmosférica compatíveis com as recomendações ITU R-P.618-10 e ITU R-P.1853.

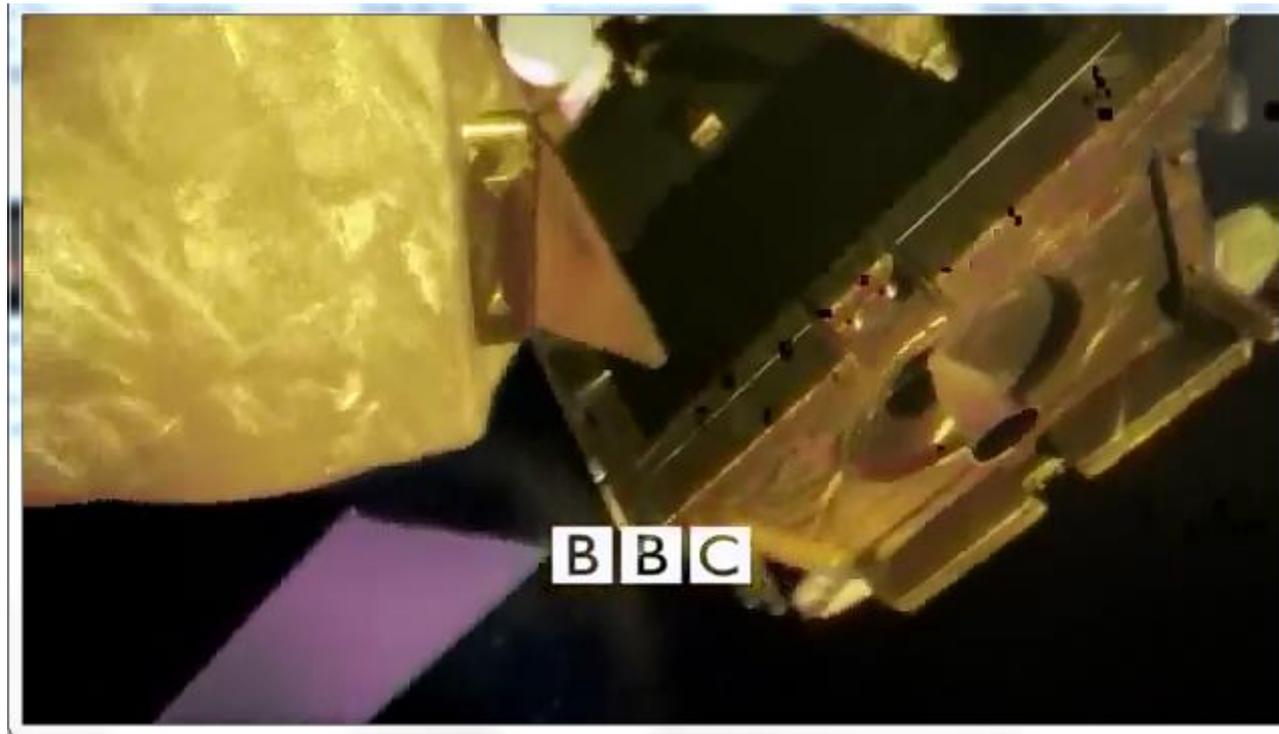




**Hoje**



## BBC - How To Build A Satellite (Youtube)





Contato:

**EDSON GUSELLA JUNIOR**

[edson.gusella@telebras.com.br](mailto:edson.gusella@telebras.com.br)

