

SAA0167

Princípios de Aviônica e Navegação

Comunicação por Rádio

Prof. Dr. Jorge Henrique Bidinotto

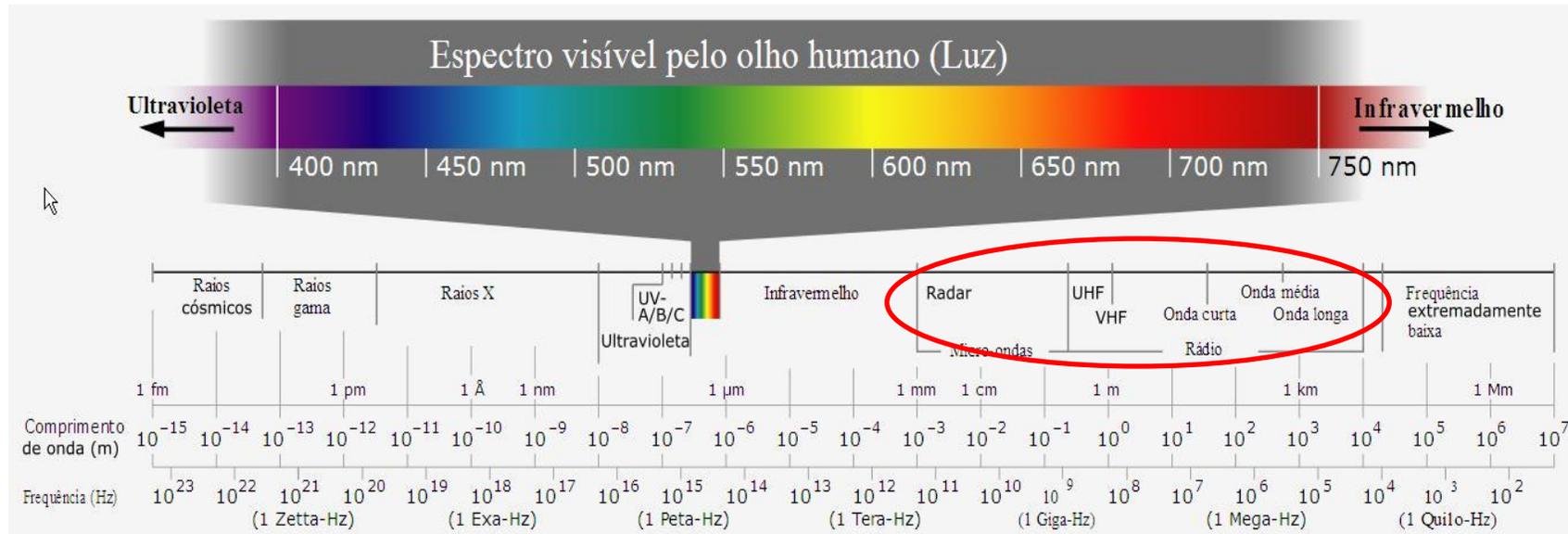
jhbidi@sc.usp.br

- Grupos de 3 a 4 pessoas;
- Formar os grupos até dia 22/10
- Enviar os nomes de cada grupo por e-mail para mim (um envio por grupo)
- Pessoas que não enviarem os grupos até essa data, serão alocados em grupos aleatórios
- Na aula de 27/10 será passado o trabalho final (para entrega em dezembro)

- **Ondas de Rádio**
- **Propagação das Ondas de Rádio**
- **Comunicação via Rádio**

- **Ondas de Rádio**
- Propagação das Ondas de Rádio
- Comunicação via Rádio

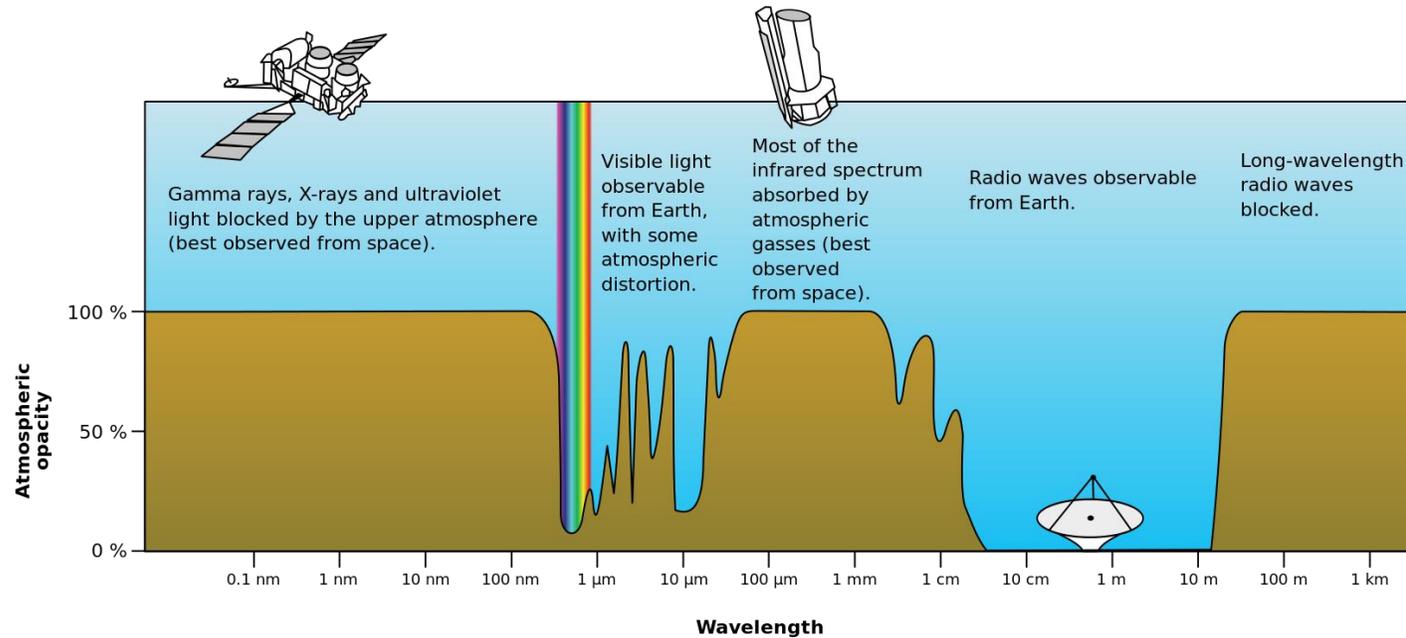
- Parte do espectro Eletromagnético com comprimento de onda entre 1 mm e 10 km



FONTE: lusoacademia.org

- Os comprimentos de onda de aproximadamente 5 cm a 20 m possuem transmitância atmosférica próxima a zero, portanto sofrem muito pouca influência da atmosfera

- Devido a essa baixa interferência, é a melhor faixa de frequências para uso em telecomunicações

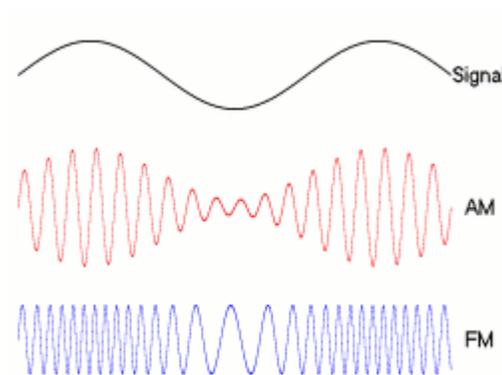


FONTE: Wikipedia

- Para comunicação via ondas de rádio, são necessários os seguintes elementos:
- Transmissor: converte sinais sonoros, analógicos ou digitais em ondas eletromagnéticas, enviando-os para o espaço através de uma antena transmissora, para serem recebidos por um radio-receptor, por exemplo, emisoras de AM, FM ou TV.
- Receptor: decodifica os sinais eletromagnéticos recebidos do espaço, captados pela antena, transformando-os em ondas sonoras, sinais digitais e/ou analógicos. A televisão e o rádio automotivo, por exemplo, são receptores.
O equipamento é conectado a uma antena receptora, um sistema de sintonia e amplificadores de áudio, vídeo e/ou sinais digitais.

- Para comunicação via ondas de rádio, são necessários os seguintes elementos:
- Transceptor: O radio-transceptor, funciona das duas formas, como transmissor e receptor. Exemplos de transceptor são o telefone celular, radares, equipamentos de comunicação em veículos de segurança.
- Todos esses elementos possuem antenas, cuja função é converter ondas de rádio em sinais elétricos ou vice-versa

- Para que o receptor fixe uma única frequência, ele conta com um ressonador, que faz a ressonância de uma determinada frequência ou faixa de frequências, ignorando os demais sinais
- Os sinais de rádio podem ser transmitidos por Amplitude Modulada (AM) ou Frequência Modulada (FM)

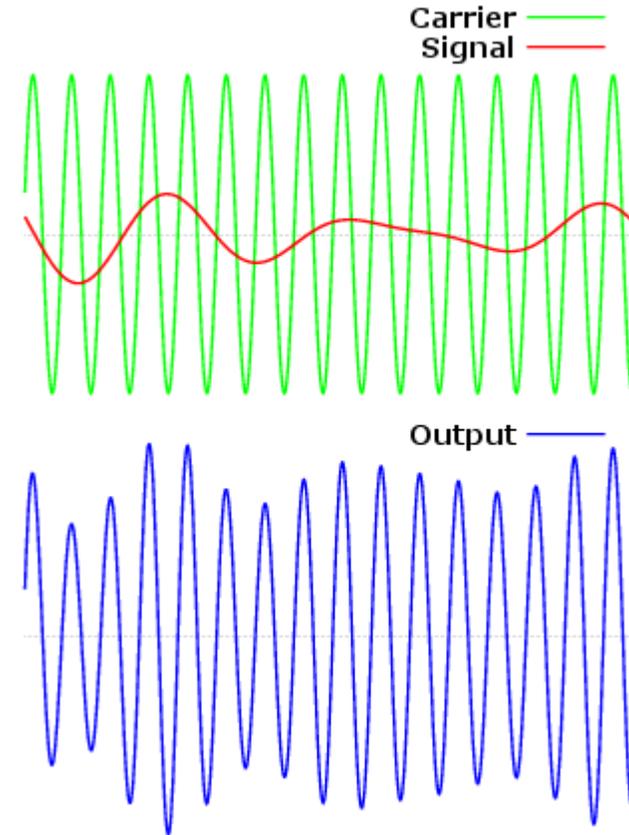


FONTE: Wikipedia

- Transmissão em Amplitude Modulada

Sinal Transmitido = Amplitude Total –
Amplitude da Portadora

Normalmente utilizado em frequências HF

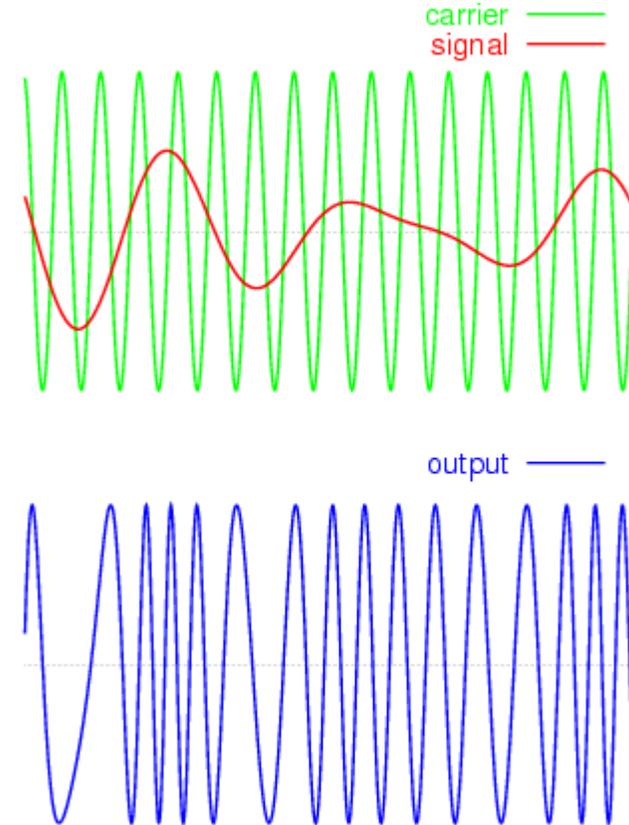


FONTE: Wikipedia

- Transmissão em Frequência Modulada

Sinal Transmitido = Frequência Total –
Frequência da Portadora

Normalmente utilizado em frequências VHF

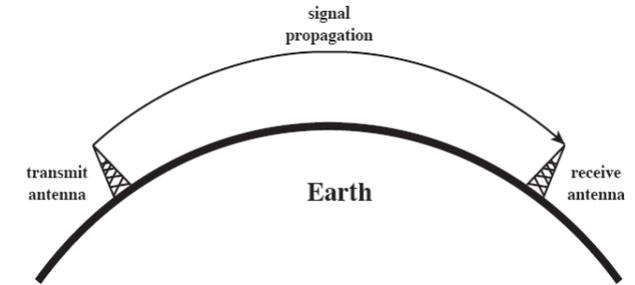


FONTE: Wikipedia

- Ondas de Rádio
- **Propagação das Ondas de Rádio**
- Comunicação via Rádio

- Apesar de ondas de radiocomunicação serem “transparentes” para a atmosfera, elas sofrem interferência de prédios, árvores ou outros obstáculos que estejam no caminho
- O tipo de interferência e o quanto vai interferir varia com o modo que essas ondas vão se propagar
- Existem quatro tipos de propagação de onda:
 - Ground Wave
 - Sky Wave
 - Visada Direta
 - Space Wave

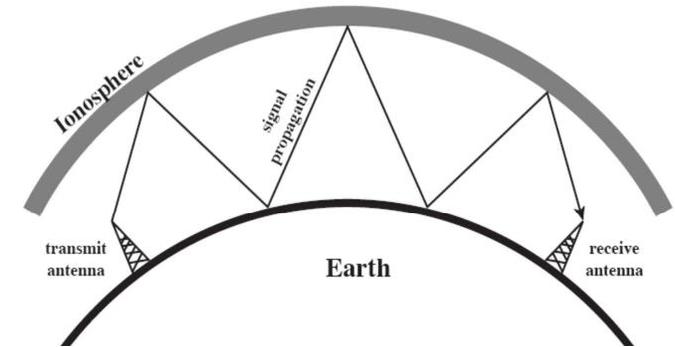
- **Ground Wave**
- Ondas se propagam seguindo o contorno a Terra
- Adequado para ondas de frequências mais baixas
- Quanto menor a frequência, maior o alcance da onda
- As ondas sofrem difração e são espalhadas pela atmosfera
- Utilizado tipicamente em frequências até 1 MHz, podendo ser usado até 3 MHz



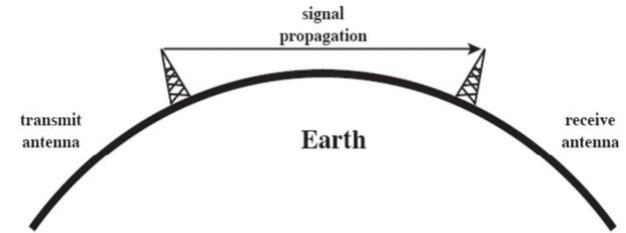
FONTE: ccs.neu.edu

- Sky Wave
- Propagação mais utilizada em frequências entre 1 e 30 MHz (HF)
- Boa para longas distâncias
- As ondas são “refletidas” pela ionosfera
- Podem ser utilizadas para transmissão de mensagens transoceânicas
- Não são utilizadas para navegação, pois apresentam muito ruído. Estão sujeitas a atividade solar
- Estão entrando em desuso, sendo trocadas por transmissão via satélite

FONTE: ccs.neu.edu



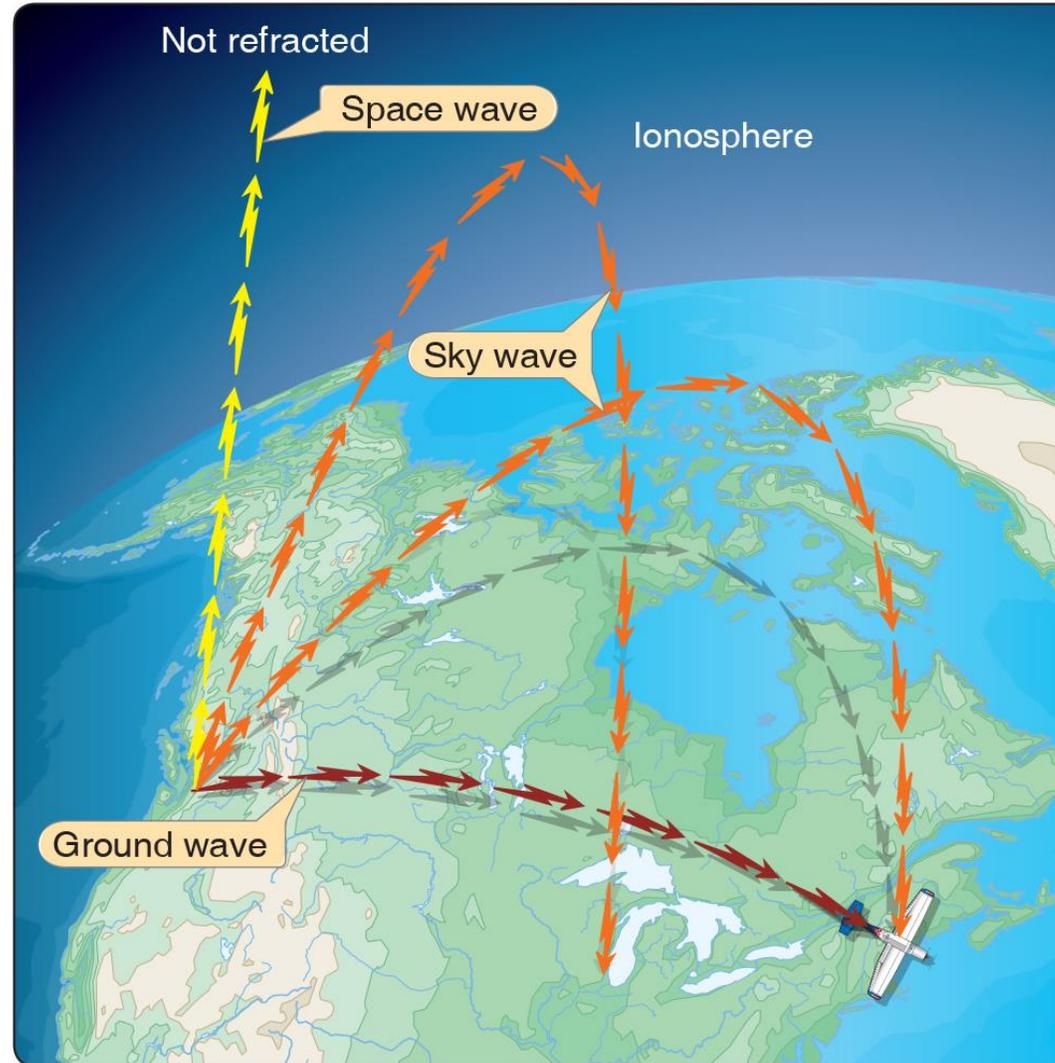
- **Visada Direta**
- Ondas se propagam pelo ar de forma direta
- Adequado para ondas de frequências mais altas, acima de 30 MHz
- Quanto menor a frequência, maior o alcance da onda
- Normalmente é o tipo de propagação mais utilizado em navegação, porque faz o caminho direto, sem reflexão, entre a fonte e o destino
- Sujeito a interferência de obstáculos e da curvatura da Terra



FONTE: ccs.neu.edu

- **Space Wave**
- Parte das ondas com frequência acima de 15 MHz e praticamente toda onda acima de 100 MHz passam diretamente pela ionosfera e atingem o espaço
- Receptores nessa frequência, se não estiverem na “linha de visada” do transmissor, perdem o sinal e ele é todo enviado para fora da Terra
- É o tipo de sinal enviado para satélites ou bases fora da atmosfera

Propagação de Ondas de Rádio



FONTE: FAA-H-8083-15B (2012)

- Ondas de Rádio
- Propagação das Ondas de Rádio
- **Comunicação via Rádio**

- Hoje em dia vai além de comunicação por voz, graças ao Data Link
- Antes de tratar da Navegação via Rádio, é importante falarmos dos instrumentos de comunicação que utilizam esse tipo de transmissão. São eles:
 - Transmissão/recepção via HF
 - Transmissão/recepção via VHF e ACARS (Aircraft Communications and Reporting System)
 - Transmissão/recepção via UHF – normalmente usado em comunicação militar
 - SATCOM (Satellite Communications), incluindo telefone de passageiros
 - Controle de Comunicação
 - ATC (Air Traffic Control) e Transponder
 - TCAS (Traffic Collision and Avoidance System)

Serão estudados em outras seções desse curso

- Antenas típicas em uma aeronave



FONTE: Boeing

777 GENERAL - ANTENNA LOCATIONS

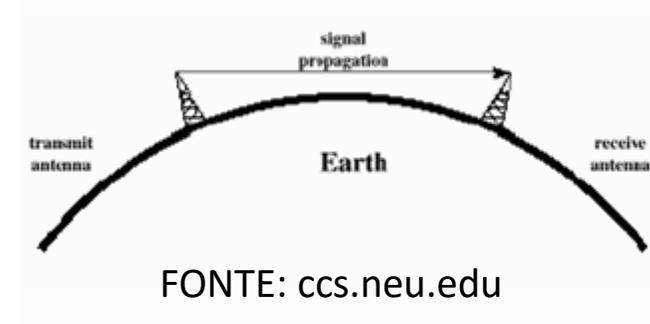
- **High Frequency (HF)**
- Cobre a faixa entre 3 e 30 MHz
- A comunicação é AM com frequências entre 2,000 e 29,999 MHz, com espaços de 0,001MHz (1 kHz)
- Propagação via sky wave ou ground wave
- Pode ser passado, além de voz, mensagens ou dados de voo da aeronave. Esse recurso é conhecido como Data Link
- Normalmente comunicação de voz via HF é usada apenas como backup

- **High Frequency (HF)**
- Para ampliar o alcance, algumas estações de solo são mantidas para auxiliar essa transmissão de dados



- **Very High Frequency (VHF)**
- Tipo de comunicação mais utilizado em aviação civil
- Frequência VHF: 118,000 a 135,975 MHz, espaçadas em 25 kHz (0,025 MHz)
- Atualmente em alguns lugares do mundo este espaçamento tem mudado para 8,33 kHz (0,00833MHz)
- Limitação: rádios VHF operam apenas em “linha de visada”, portanto não emitem sky waves e o receptor deve sempre ser “visto” pelo transmissor

- **Very High Frequency (VHF)**
- Dessa forma, a curvatura da terra passa a ser um limitador importante
- Outros obstáculos, como formações rochosas, construções ou árvores também podem atrapalhar a transmissão em VHF
- Existe também um sistema de troca de mensagens em VHF, chamado ACARS (Aircraft Communication and Reporting System), que transmite informações da aeronave para o centro de manutenção



- **Controle de Frequências**
- Ambas as frequências (HF e VHF) são comandadas pelo aparelho chamado Selective Calling (SELCAL)
- As aeronaves podem operar simultaneamente ao menos 2 frequências VHF e uma HF. Em geral opera-se 3 VHF e 2 HF



FONTE: aircraftengineering.wordpress.com



FONTE: code7700.com

- Controle de Frequências
- Aeronaves com aviônica digital mostram no PFD as frequências selecionadas para comunicação



FONTE: Garmin

- **Comunicação via Satélite**
- Conhecida como SATCOM (Satellite Communications)
- É um sistema de comunicação que utiliza uma constelação de 4 satélites geoestacionários criados inicialmente para uso da marinha inglesa
- A companhia que lançou e administra o sistema é a INMARSAT
- Os satélites transmitem às aeronaves em frequência entre 1626,5 e 1660,5 MHz e recebem mensagens nas frequências 1530,0 a 1559,0 MHz

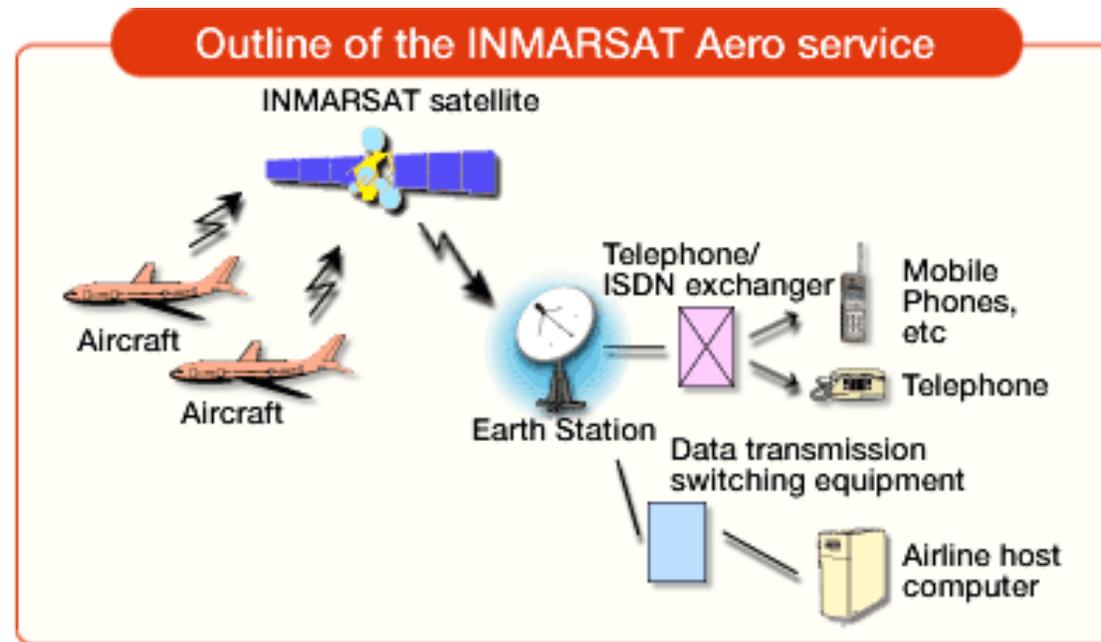
- **Comunicação via Satélite**



FONTE: Boeing

777 GENERAL - ANTENNA LOCATIONS

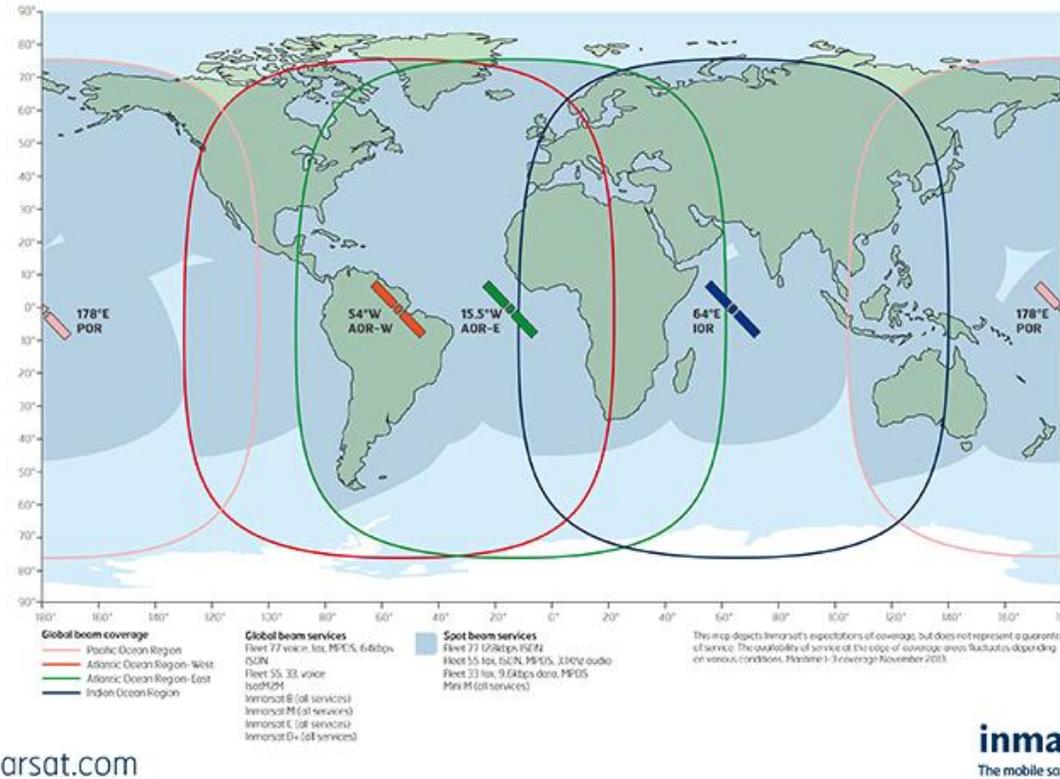
- **Comunicação via Satélite**
- Sistema de comunicação via SATCOM
- A comunicação entre satélite e estações em solo é feita em frequências entre 4 e 6 MHz



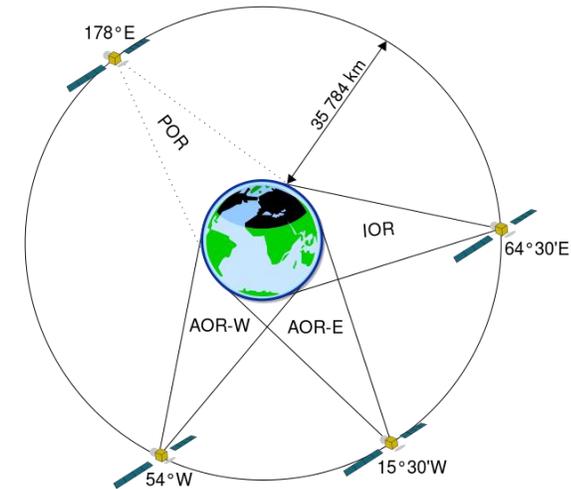
FONTE: sigidwiki.com

- Comunicação via Satélite

Inmarsat-3 satellite coverage

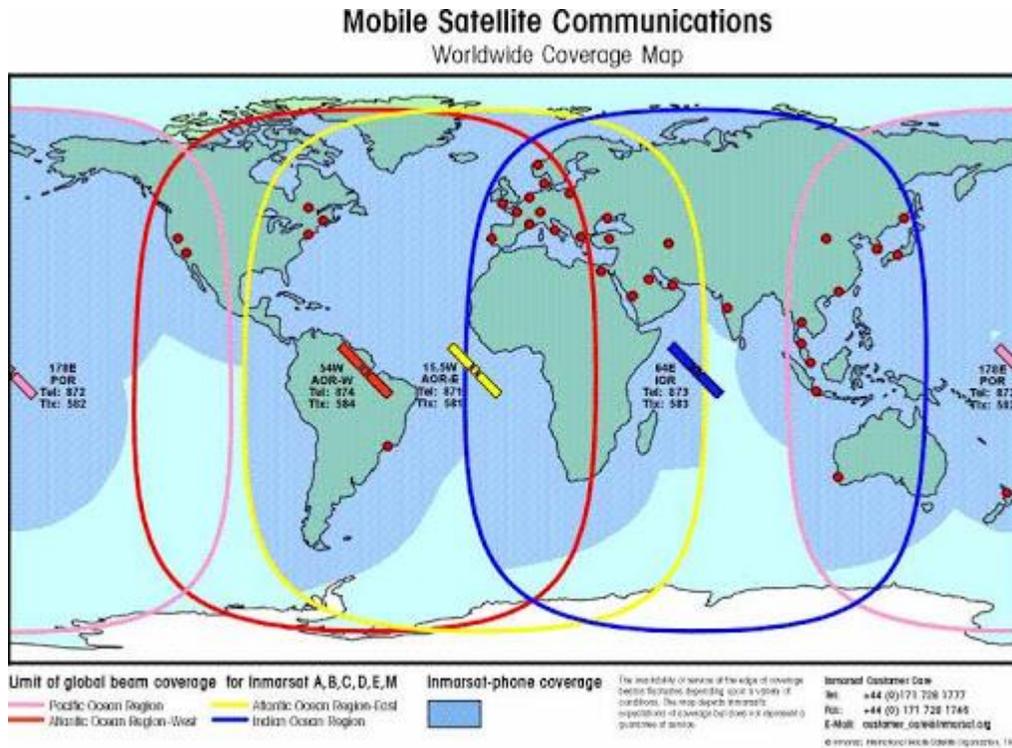


FONTE: inmarsat.com



FONTE: Wikipedia

- Comunicação via Satélite
- Estações em solo INMARSAT



FONTE: wikimapia.org

FONTE: crescentcitysat.tripod.com

- **Comunicação via Satélite**
- Existem 4 tipos de antenas SATCOM:
 - Aero-H: antenas de alto ganho, que permitem comunicação da aeronave com as estações em solo. Presentes em aeronaves de grande alcance
 - Aero-I: Ganho intermediário. Mesma função da Aero-H, mas com alcance menor
 - Aero-C: Permite comunicação dos passageiros com o meio externo utilizando telefone digital ou PC
 - Aero-M: Comunicação simples, para uso em aviação geral

- **Comunicação via Satélite**
- Em geral, o controle de SATCOM é feito pelo FMS



FONTE: Wikipedia

- **Controles de Comunicação**
- Alternativamente, todos os sistemas de comunicação (HF, VHF, DataLink, ACARS, SATCOM, etc.) podem ser feito utilizando o FMS



FONTE: code7700.com