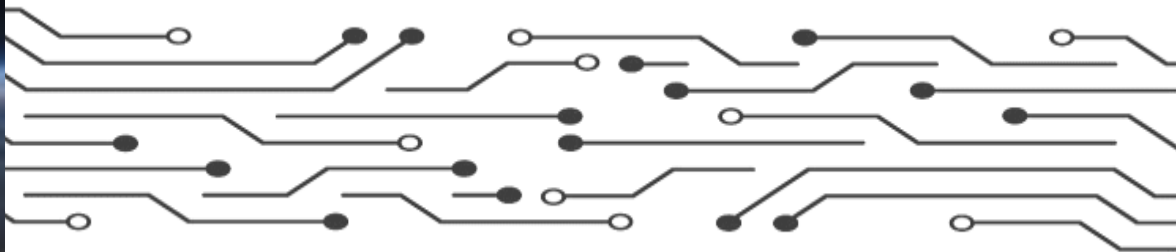




# TELECOMUNICAÇÕES



#NetBR Ed.320

**DVBRAZIL**

# Nesta Apresentação...

... A NETBR vai até o espaço, abordando a missão Artemis II da NASA, seus objetivos, e especialmente suas formas de telecomunicações com as bases em solo terrestre. Não abordaremos aspectos mais técnicos, como cálculos orbitais, eletrônica, e protocolos.

O conteúdo em texto desta apresentação é livre de IA, com curadoria, redação e revisão efetuados exclusivamente por humanos.

Caso tenha dúvidas, ou algo para acrescentar, poderá tecer comentários e contribuições ao final da apresentação, ou na página desta edição ao website [dvbrazil.com.br](http://dvbrazil.com.br)



# A Missão Artemis II

## 5 Como foi a trajetória



Artemis II foi o primeiro voo tripulado do programa Artemis e o primeiro voo tripulado da nave Orion. A missão levou quatro astronautas para um sobrevoo lunar, objetivou testar vários componentes críticos de novos sistemas capazes de retomar os programas espaciais, por exemplo levando seres humanos para a Lua novamente, e talvez para Marte.

**O que a missão testou:** sistemas de suporte de vida e habitabilidade; procedimentos de manobras e procedimentos de emergência; novos sistemas de propulsão, de navegação e de geração de energia; nossos sistemas e sensores para coleta de dados; e novos sistemas de telecomunicações. Sendo este último, nosso interesse nessa apresentação adiante.

Na página 4 desta apresentação disponibilizamos um info-gráfico detalhado com detalhes técnicos da missão, caso tenha interesse em conhecer um pouco mais.

### 1 O que foi



Artemis II foi o primeiro voo tripulado do programa Artemis e o primeiro voo tripulado da nave Orion. A missão levou quatro astronautas até a vizinhança da Lua, realizou um sobrevoo lunar e retornou em trajetória de retorno livre para a Terra.

### 2 Tripulação



Reid Wiseman — Comandante



Victor Glover — Piloto



Christina Koch — Especialista de missão



Jeremy Hansen — Especialista de missão (CSA)

### 3 Dados rápidos

Lançamento: 1º de abril de 2026	Distância máxima da Terra: 406.777 km
Veículo lançador: SLS	Passagem mais próxima da Lua: 6.550 km da superfície
Nave: Orion	Retorno: 10 de abril de 2026
Duração: quase 10 dias	Amerissagem: Oceano Pacífico, perto de San Diego
Distância total: 1.118.622 km	

### 4 Linha do tempo da missão



### 5 Como foi a trajetória



### 6 O que a missão testou

- Suporte de vida e habitabilidade da Orion
- Navegação, propulsão e geração de energia
- Operações com tripulação em espaço profundo
- Procedimentos de emergência, reentrada e recuperação
- Coleta de dados para preparar a Artemis III

### 7 Comunicações — ponto de interesse para radioamadores

- Comunicações principais por rádio em banda S
  - Rede usada no espaço profundo: Deep Space Network (DSN)
  - Teste óptico O2O: enlace por laser para altas taxas de dados
  - Atraso do sinal Terra → Lua: ~1,28 s
  - Ida e volta do sinal: ~2,56 s
- ((A))** Na Artemis II, o rádio continuou sendo o elo vital da missão.

### 8 Por que a Artemis II foi importante?

- Primeira missão tripulada além da órbita baixa da Terra em mais de 50 anos
- Primeiro voo tripulado da Orion
- Novo recorde moderno de distância percorrida por humanos no espaço profundo
- Passo essencial para abrir caminho à Artemis III



Baseado em informações oficiais da NASA (2026).



# Deep Space Network

Para falarmos sobre tele-comunicações com naves e sondas no espaço, antes precisamos conhecer um pouco sobre a DSN. A **Deep Space Network**, ou DSN, é a rede de antenas gigantes da NASA usada para comunicações com objetos e naves além da órbita terrestre. A NASA descreve a DSN como um sistema para comandar, rastrear e monitorar espaçonaves e sondas em locais distantes, além de permitir experimentos de ciência por rádio.

A DSN tem três complexos principais, separados em torno do globo: Goldstone na Califórnia (EUA), o Madrid na Espanha, e um em Canberra na Austrália. Essa separação é essencial porque a Terra gira. Quando uma nave “se põe” no horizonte de Goldstone, por exemplo, Madrid ou Canberra podem assumir o enlace de rádio. Cada um destes complexos possui dezenas de antenas apontadas para os céus, e 3 antenas parabólicas gigantes. Os complexos são independentes da infra-estrutura local de telecomunicações e energia, comunicam-se entre si e com os centros espaciais através de satélites da NASA.

Estas 3 parabólicas são de 70 metros, 34 metros, e 26 metros. Isso em raio, não em comprimento de onda. Estas antenas podem pesar até **2700 toneladas**, e a superfície dos refletores precisam manter precisão da ordem de 1 cm, pois pequenos desvios já causam prejuízos e perdas na operação em frequências altas e em distâncias literalmente astronômicas.



## Telecomunicações por Rádio

**ORION + DSN**  
Comunicação por rádio

BANDA S  
-2,2 GHz

O QUE VAI NO SINAL

- Telemetria
- Comandos
- Voz
- Dados

DSN NA TERRA

- Goldstone EUA
- Madrid Espanha
- Canberra Austrália

COMO FUNCIONA

UPLINK  
Terra → Orion

DOWNLINK  
Orion → Terra

Terra → Lua: 1,28 s  
Ida e volta: 2,56 s

- Phased array
- DSN até 70 m
- Blackout atrás da Lua

O rádio foi o elo vital da missão.

A Orion falava com a Terra principalmente em banda S, usando antenas *phased array*, e a DSN fazia o papel de estação terrena: receber telemetria, voz digitalizada, vídeo, imagens, dados de engenharia, medir *Doppler/ranging*, e também enviar informações e comandos.

Para a Orion na Artemis II, a informação pública mais relevante é: o sinal de retorno/*downlink* da Orion estava configurado na faixa de 2200 a 2290 MHz, em banda S, faixa usada para operações espaciais. O “*forward/uplink*” operando 2025–2110 MHz.

A Orion usa um sistema de comunicações de alta velocidade com quatro antenas *phased array* no módulo de tripulação e duas *phased array* no módulo de serviço. Antenas *phased array* permitem apontar/controlar o feixe eletronicamente, sem girar mecanicamente a antena. Diferente de uma parabólica mecânica tradicional, a Orion “*forma*” o feixe por controle eletrônico de fase. É como uma antena direcional cujo apontamento é feito por processamento RF, não por motor.

A NASA não publica o “*stack*” operacional de rádio da Artemis II. Observadores conseguiram registrar/decodificar sinais S-band da Orion: há *dataset* com *frames AOS Space Data Link* em 2261,5 MHz, e análise independente de sinal em 2216,5 MHz descreveu **modulação OQPSK** a 2M símbolos/s, CCSDS LDPC  $r=1/2$ ,  $k=1024$ , com os dados úteis aparentemente criptografados.

Há rumores de um sistema *backup* para voz e telegrafia em VHF 260MHz, porém esta informação **não é confirmada pela NASA.**

## O2O - Telecomunicações por Laser



O O2O é o sistema *Orion Artemis II Optical Communications System*. É o terminal de comunicação óptica/laser instalado na Orion para testar enlaces entre a nave e a Terra. Ele não substituiu o rádio: a comunicação primária da Artemis II continuou sendo feita pelo *Deep Space Network*, enquanto o O2O funcionou como um canal óptico de alta capacidade para vídeo, imagens e dados.

Em vez de transmitir dados por ondas de rádio, o O2O usa luz infravermelha invisível. A vantagem é que a frequência da luz infravermelha é muito maior que a de rádio, permitindo trafegar mais dados em uma única transmissão. O O2O foi projetado para operar com *uplink* de 10 a 20 Mbps e *downlink* de 40 a 260 Mbps. Os testes previam pelo menos 1 hora de serviço óptico por dia durante a missão.

O terminal O2O tem três partes principais: módulo óptico, modem e controlador. O módulo óptico usa um telescópio de 4 polegadas com dois *gimbals* para apontar o feixe para estações ópticas na Terra. O modem converte dados em pulsos laser e vice-versa. O controlador conversa com a aviônica da Orion e gerencia o apontamento do telescópio.

O O2O tem três limitações principais: **Linha de visada obrigatória**; **Clima na estação terrestre** com nuvens e turbulências prejudicando o enlace óptico; e **Apontamento crítico** pois o feixe laser é muito mais estreito que um feixe RF.

## Latência Espacial



Algo que não parece tão relevante no radioamadorismo mas é sensível em telecomunicações, **é a latência**, que é o tempo que um sinal de rádio leva para chegar do ponto A ao ponto B. Por exemplo, nas comunicações com a Orion, a latência chegou a 1,28 segundos, ou seja, um sinal transmitido da Terra levava mais de 1 segundo para chegar até a nave, e quase 3 segundos até o centro espacial receber uma confirmação.

Nas sondas em Marte, em condições favoráveis de orbita (proximidade) podem levar até 4 minutos para chegar e mais 4 minutos para voltar. Em orbitas mais distantes este tempo pode saltar para até 24 minutos em um único sentido. Nas sondas Voyager, o sinal leva 24 horas para chegar até a sonda, e mais 24 horas para confirmar.

Na Lua, a latência de ida é cerca de **1,28 s**. Isso permite comunicação de voz relativamente natural, mas com atraso perceptível. Em uma ligação comum, 2,5 s de ida e volta já atrapalha interrupções, sobreposição de fala e coordenação.

Ou seja, as comunicações espaciais até podem ser *full-duplex*, com a nave ou sonda enviando e recebendo dados ao mesmo tempo, porém não há como serem síncronas, as comunicações são sempre assíncronas. As comunicações espaciais são baseadas em pacotes, com poderosos mecanismos para correção de erros.

Imagine enviar um comando para a sonda Voyager e ter de aguardar por 2 dias.

# Considerações Finais

As tele-comunicações espaciais são consideradas de caráter militar, e para todos os fins. Não tente transmitir nestas frequências, você não conhece os protocolos nem possui as antenas adequadas, e ainda pode causar sérios distúrbios nas operações militares e espaciais.



Nesta apresentação conhecemos superficialmente a missão Artemis II da NASA, uma missão tripulada ao redor da Lua, para testes de novos equipamentos e sistemas, a qual partiu em 1º de Abril de 2026 e retornou 10 dias depois. Um feito enorme para a pesquisa espacial, sendo a primeira vez após 5 décadas que um Humano sobrevoou a Lua. Também conhecemos um pouco sobre as comunicações por rádio entre a nave e o controle em solo.

E você? Acompanhou esta incrível missão espacial?

Conte aqui para nós, ou deixe seu comentário na página desta edição.

**Caso tenha interesse por um ou mais assuntos abordados, recomendamos que faça suas próprias buscas e pesquisas, tendo este material e conteúdo aqui apresentado como mera referência.**



## AGRADECEMOS PELA ATENÇÃO

# #NetBR Ed.320

•O Autor deste artigo (PY2UTU) e seus divulgadores (DVBrazil) não assumem responsabilidade sobre atos ou omissões de terceiros que venham mencionar o conteúdo deste artigo em outros conteúdos e materiais e meios. Algumas imagens presentes são de domínio público, as demais imagens presentes neste conteúdo foram geradas por AI e cedidas a DVBrazil. Reprodução ou divulgação, ainda que parcial, requer prévia autorização da DVBrazil.