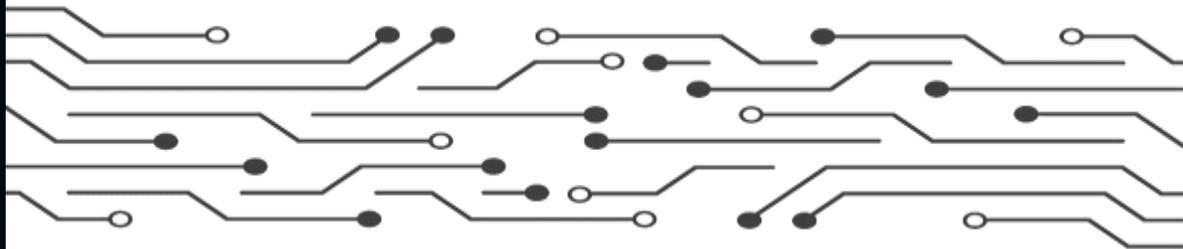




# RADIOASTRONOMIA

## FUNDAMENTOS E CURIOSIDADES



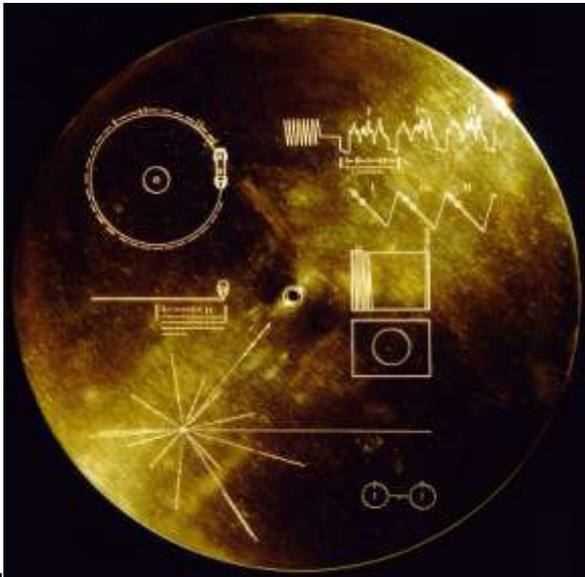
**DV BRAZIL**

#NetBR Ed.305

# Nesta Apresentação

... Abordaremos o tema da RadioAstronomia, uma forma de compreender o universo através das ondas de rádio emitidas (ou refletidas) por objetos celestes. Veremos alguns fundamentos, práticas, equipamentos, e curiosidades.

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)

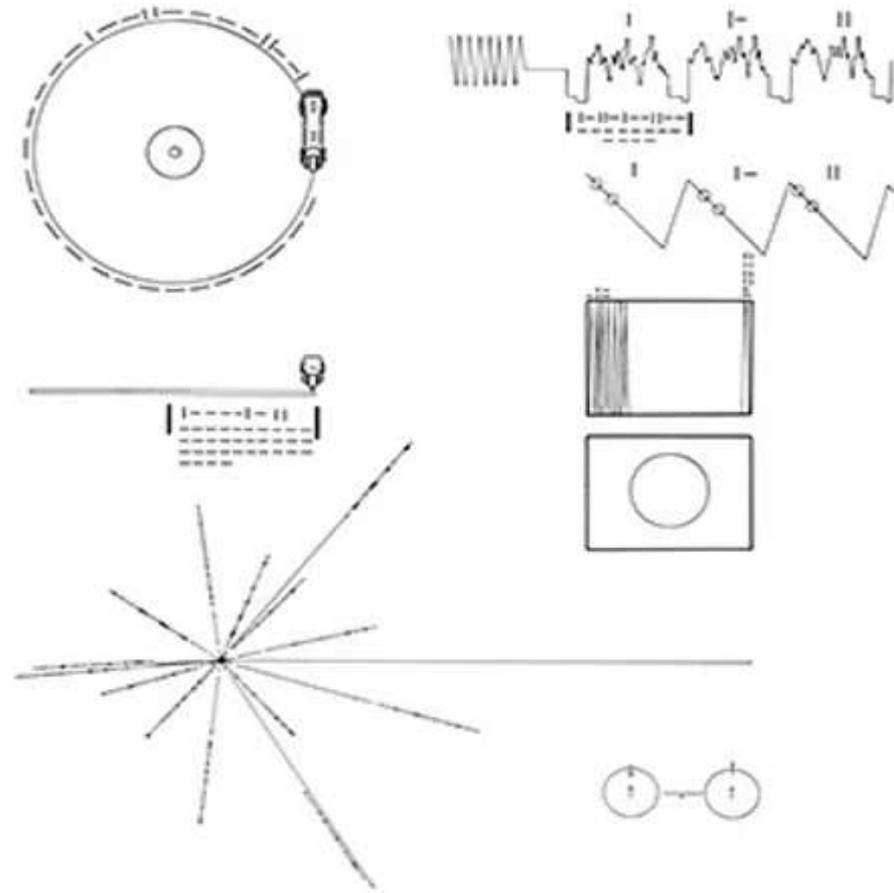


# A QRG do hidrogênio

Em 1977 a NASA lançou ao espaço duas sondas exploratórias chamadas *Voyager* (1 e 2). Inicialmente captaram imagens de alguns planetas próximos, e até hoje ainda enviam dados de sensores magnéticos, de plasma, de raios cósmicos, etc. Atualmente estas sondas estão 24 bilhões de quilômetros distantes de nós, e as transmissões de rádio levam 22 horas para alcançar a Terra, operando em 8,4GHz (NASA DSN).

**Golden Record:** cada sonda levou consigo um disco de ouro, contendo sons de nosso planeta: vozes humanas, músicas, e dados codificados em audio, incluindo a estrutura do DNA humano. O verso do disco continham imagens com instruções sobre como decodificar os dados. A informação inicial mais importante: medidas universais de espaço e tempo.

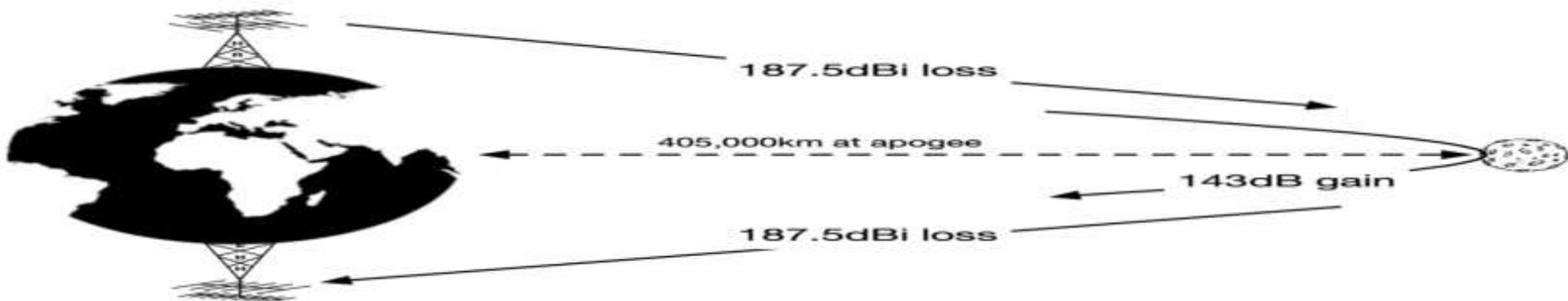
**QRG do hidrogênio:** quando dois átomos de hidrogênio estão ligados, seus elétrons invertem seu *spin* (rotação) quando aproximam-se, e esta transição emite um pulso eletro-magnético na frequência de 1.420,405751 MHz, ou seja, um comprimento de onda de 21,09 centímetros. Este disco e seus dados então atribuíam uma unidade de tempo em 0,7 nano-segundos e uma unidade de espaço em 21,09cm. **Estas mesmas medidas de espaço e tempo são fundamentais na radioastronomia!!!**



## EME – Reflexão lunar (*moonbounce*)

Em radioamadorismo um experimento interessante que podemos fazer é a Reflexão Lunar, conhecido também como “*moonbounce*” ou EME (*Earth-Moon-Earth*, ou Terra-Lua-Terra), uma prática que consiste em usar a lua para refletir sinais de rádio de volta à Terra. Uma estação transmite ondas de rádio em direção a Lua, e outra estação capta o sinal de rádio refletido na Lua. As frequências mais comuns são 144.100MHz, 432Mhz, 1296MHz, e os protocolos mais usados são o CW (telegrafia) e Q65 (semelhante ao FT8, mas especializado para EME). Alguns desafios devem ser observados...

A distância entre Terra e Lua fica numa média de 384mil quilômetros, as ondas de rádio levam 2,56 segundos para ir e voltar, e este longo caminho de ida e volta pode acarretar em perdas de até 250db. A estação transmissora deve utilizar antenas direcionais, como Yagi ou parabólicas, com potência de transmissão mínima viável de 400Watts. A estação receptora deve utilizar antenas direcionais de alta sensibilidade de recepção, dentro do possível com auxílio de amplificador linear e filtros de frequências. Os equipamentos e antenas necessários não são necessariamente caros, mas praticar EME requer um “*setup*” elaborado.



# EME – Considerações

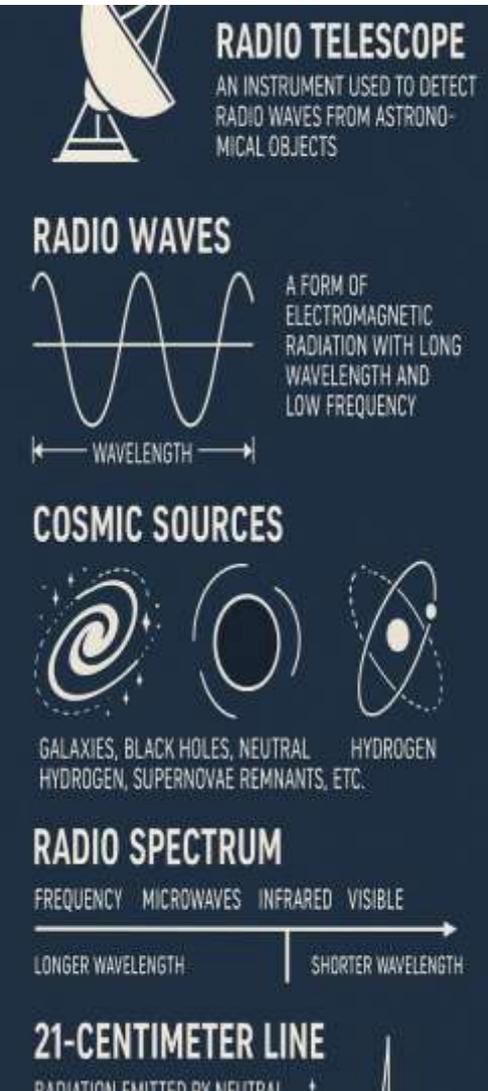
**Legislação:** diversos países (incluindo o Brasil por meio da Anatel) estabelecem frequências específicas para reflexão lunar no radioamadorismo. É importante que **TODOS** os radioamadores conheçam estas frequências e evitem transmitir nelas ou muito próximos a elas, uma mera transmissão de 1Watt pode arruinar a prática de alguma outra estação que esteja a dezenas de quilômetros. Para a prática de reflexão lunar, como estação transmissora, verifique se sua licença o autoriza a transmitir com as altas potências necessárias, e utilize somente equipamentos homologados para evitar interferências em outras frequências.

**Operacional astronômico:** apontar para a lua não é uma tarefa tão simples quanto parece. A lua possui uma órbita elíptica com suave excentricidade, e uma precessão próxima de 5 graus. Por exemplo, neste momento (em Julho de 2025) a Lua está encerrando uma **fase rara** que ocorre a cada 18,6 anos chamada de “Lunissílio”, onde suas declinações norte/sul estão nos máximos. Lembre também que a Lua move-se rapidamente pelo céu, movendo 1 grau a cada 4 minutos. Considere portanto utilizar algum *software* que informe azimute e inclinação da Lua em sua localidade. Operadores experientes costumam utilizar antenas com rotores automatizados, todavia operadores iniciantes conseguem praticar reposicionamento manual com auxílio de réguas e transferidores.

Trata-se de uma prática gratificante... que requer planejamento.



## RádioTelescópios amadores



O radioamadorismo é uma prática científica que objetiva estudar a propagação das ondas do rádio, alimentando pesquisas em telecomunicações. A radioastronomia também é uma prática científica, que objetiva estudar sinais de rádio de objetos celestes, alimentando pesquisas em astronomia. Ambas são práticas científicas que ao longo do tempo e evolução da tecnologia, passaram a serem praticadas como *hobby* por entusiastas e estudantes, sendo a radioastronomia algo interessante tanto aos entusiastas de rádio quanto aos entusiastas de astronomia.

Os radiotelescópios amadores são basicamente receptores SDR (*software defined radio*, um equipamento receptor de rádio de banda larga operado por *software*) ligado a um computador que analisa as ondas de rádio recebidas. São inúmeras as possibilidades para praticar radioastronomia, tais como: estudar os sinais do sol para detectar explosões e anomalias, estudar os sinais de Jupiter e Saturno para detectar anomalias atmosféricas e magnéticas, detecção de pulsares, detecção de explosões de estrelas, fenomenos atmosféricos, analisar ruído de fundo na procura de emissões anômalas, e até a procura de sinais de vida extra-terrestre. **O campo de estudo vai determinar o tipo de antena e o software utilizado.** Existem projetos de radiotelescópios amadores que podem ser montados em casa ou em sala de aula, tais como o projeto “Radio JOVE” da NASA, o projeto “Inspire VLF”, dentre outros.

# Rádios Telescópios Institucionais



Dentre os maiores radiotelescópios institucionais (agências, acadêmicos, universidades, empresas), podemos citar:

FAST – Na China, com 500 metros de diâmetro, estuda pulsares, ondas gravitacionais, e nebulosas;

GBT – Nos EUA, com 100 metros de diâmetro e orientável, estuda emissões de hidrogênio interestelar, radiação cósmica e pulsares;

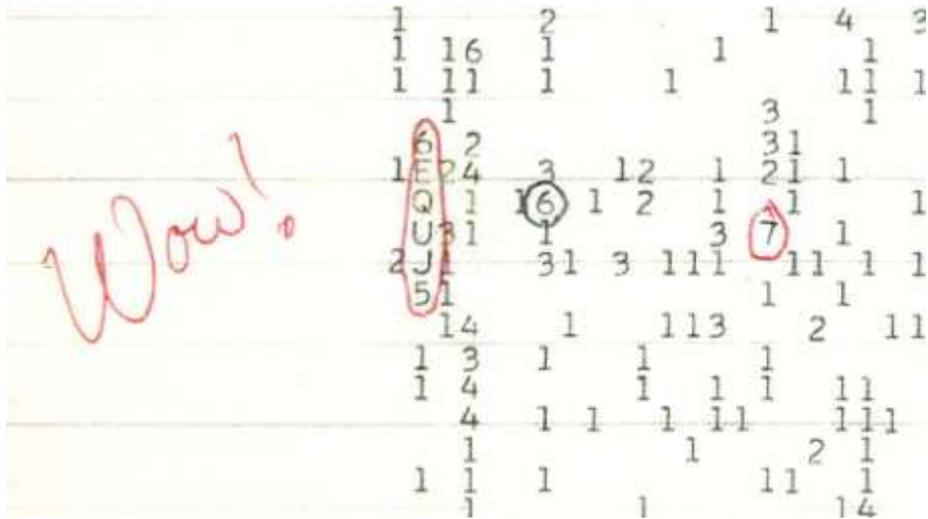
Effelsberg RT – Na Alemanha, com 100 metros de diâmetro, estuda buracos negros, magnetismo de pulsares, quasares, e rádio emissões de outras galáxias;

MeerKAT – Na África do Sul, com 64 antenas de 13 metros de diâmetro, estuda a formação de estrelas e galáxias, a estrutura da Via Láctea, pulsares e nuvens de hidrogênio;

Atacama LM – No Chile, com 66 antenas de 12 metros de diâmetro, estuda a formação de planetas e quasares, discos protoplanetários, detecção de moléculas orgânicas, e cosmologia profunda.

No Brasil, no Observatório de Itapetininga uma antena com 14 metros de diâmetro estuda a geodesia, emissões solares, e galáxias; O Observatório de Euzébio no Ceará, conduz estudos semelhantes. O projeto GEM possui radiotelescópios no interior Paulista, que estudam as emissões de rádio da Via Láctea.

## O sinal “Wow!”



O sinal "Wow!" é um dos eventos mais misteriosos da história da busca por vida extraterrestre — um forte sinal de rádio que supostamente pode ter vindo de fora da Terra, mas nunca mais foi replicado.

Foi um sinal recebido em 15 de agosto de 1977 pelo radiotelescópio *Big Ear*, com duração de 72 segundos, na frequência de 1.420,4556 MHz (próxima da QRG do hidrogênio).

O astrônomo voluntário **Jerry R. Ehman** analisava as impressões de dados do radiotelescópio, ao ver um sinal excepcionalmente forte, com o valor “6EQUJ5”, ele circulo o trecho e escreveu “Wow!” ao lado — daí o nome. (vide imagem acima)

Os dados impressos eram divididos em colunas para diferentes frequências, e nas linhas as coletas individuais ao longo do tempo. Utilizava uma escala de 0 a 1 e depois A até Z para determinar a intensidade do sinal recebido, de 1 vez o ruído de fundo até 35 vezes o ruído de fundo. A coluna contendo o sinal WOW começa com 6, indicando 6 vezes o ruído de fundo, atingiu seu pico em U (30 vezes o ruído de fundo) e voltou a decair.

# O Projeto SETI

O Projeto SETI (*Search for Extraterrestrial Intelligence*, ou Procura por Inteligência Extra-terrestre) é um conjunto de iniciativas científicas internacionais voltadas para detectar sinais de vida inteligente fora da Terra, por meio de radioastronomia. O primeiro esforço sério foi o projeto Ozma (1960), liderado por **Frank Drake**, que usou um radiotelescópio para escutar estrelas próximas. A famosa equação de Drake, criada por ele, estimava a quantidade de civilizações detectáveis na galáxia. O projeto funciona com radiotelescópios ao redor do planeta, escaneando os céus nas frequências "silenciosas", como a QRG do hidrogênio (1.420 MHz), procurando por sinais estreitos, repetitivos, coerentes, e que diferem dos sinais naturais. Os dados são coletados e depois analisados usando algoritmos de detecção de padrões, inteligência artificial, e computação distribuída. O programa de computador SETI@home criado em 1999 e descontinuado em 2020, usava computação descentralizada (computadores domésticos).

Nenhum sinal foi confirmadamente identificado como de origem alienígena até hoje. O mais famoso candidato foi o sinal "Wow!" em 1977 (conforme vimos). Sinais estranhos surgem ocasionalmente, mas são geralmente atribuídos a interferência terrestre.



# Curiosidades em radioastronomia

## 1. Você é uma fonte de rádio!

O corpo humano emite pequenas quantidades de radiação eletromagnética em micro-ondas, principalmente por causa do calor do corpo. Se você ficasse na frente de um radiotelescópio sensível, ele te "veria" como uma fonte de ruído!

## 2. Pulsares foram confundidos com alienígenas

Em 1967, a estudante Jocelyn Burnell detectou sinais extremamente regulares vindos do espaço. O primeiro foi chamado de LGM-1 (*Little Green Men*) e parecia artificial, mas era na verdade uma estrela de nêutrons girando rapidamente, um pulsar.

## 3. Você pode "ouvir" o universo

Alguns sinais de rádio captados por radiotelescópios (como explosões solares ou pulsos de Júpiter) podem ser convertidos em áudio audível. O som é estranho e hipnótico, como assobios, estalos, ou trovões espaciais.

## 4. O radiotelescópio de Arecibo já enviou uma mensagem para o espaço

Em 1974, o radiotelescópio de Arecibo, em Porto Rico, transmitiu uma mensagem codificada em direção ao aglomerado de estrelas M13, contendo dados sobre a humanidade. A resposta, se vier, levará cerca de 50.000 anos.

## 5. O *Big Bang* deixou um eco em rádio

A radiação cósmica de fundo, o "brilho" residual do *Big Bang*, foi detectada por acaso em 1965 por dois técnicos da *Bell Labs*, Penzias e Wilson, enquanto tentavam eliminar "ruído" da antena. Era o universo falando sobre sua origem.

## 6. Há um "zumbido cósmico" constante, o QRM de fundo

O universo emite um fundo de ruído de rádio constante, causado por galáxias distantes, supernovas, buracos negros, estrelas e gás interestelar, uma verdadeira sinfonia silenciosa do cosmos. Para nós radioamadores, trata-se daquele chiado de fundo ao abrir todo o *squelch*.

# Considerações Finais

Via de regra a radioastronomia apenas recebe sinais de rádio, portanto dispensa licenças de operação. Todavia é interessante possuir licenciamento em radioamadorismo ou em astronomia, caso desejar registrar oficialmente suas descobertas junto à comunidade científica.



Nesta apresentação vimos alguns conceitos da radioastronomia, suas aplicações, alguns projetos, e também abordamos a prática de reflexão lunar por radioamadores – o que não deixa de ser radioastronomia, pois envolve ondas de rádio e um corpo natural celeste. Aliás, vale aqui uma **consideração importante: a procura por sinais de vida extra-terrestre não é um objetivo primário da radioastronomia**, mas sim, uma prática que faz uso da radioastronomia como ferramenta. Talvez a audiência tenha notado a ausência de assuntos como: comunicação com a ISS (estação espacial internacional), comunicação com os satélites AO, SO, e o famoso QO-100, detecção de *beacons* e sondas espaciais, satélites OSCAR e MILSATCOM (os bolinhas), etc. Apesar de serem objetos artificiais no cosmos e que emitem ondas de rádio, estes assuntos fogem ao tema de radioastronomia. Pensando bem, o tema de comunicação satelital e *space-tracking* forneceria uma rica edição num futuro próximo...

O que você acha desta ideia?

**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.305**



•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.