



---

# A AURORA CÓSMICA

Orientanda: Karla Beatriz do Carmo Batista

Orientador: Prof. Dr. Armando Flavio Rodrigues

# Plano da apresentação

- ▷ O que é a aurora cósmica?
- ▷ O que tínhamos até 2015.
- ▷ O que é redshift?
- ▷ Série de Lyman
- ▷ Eras do Universo
- ▷ Métodos Espectrográficos
- ▷ Relação entre o JWST e as primeiras estrelas.
- ▷ O que esperar do JWST

O que é a aurora cósmica?

É o momento em que surgiu a primeira luz do universo

**Também é conhecida como o “amanhecer cósmico”.**

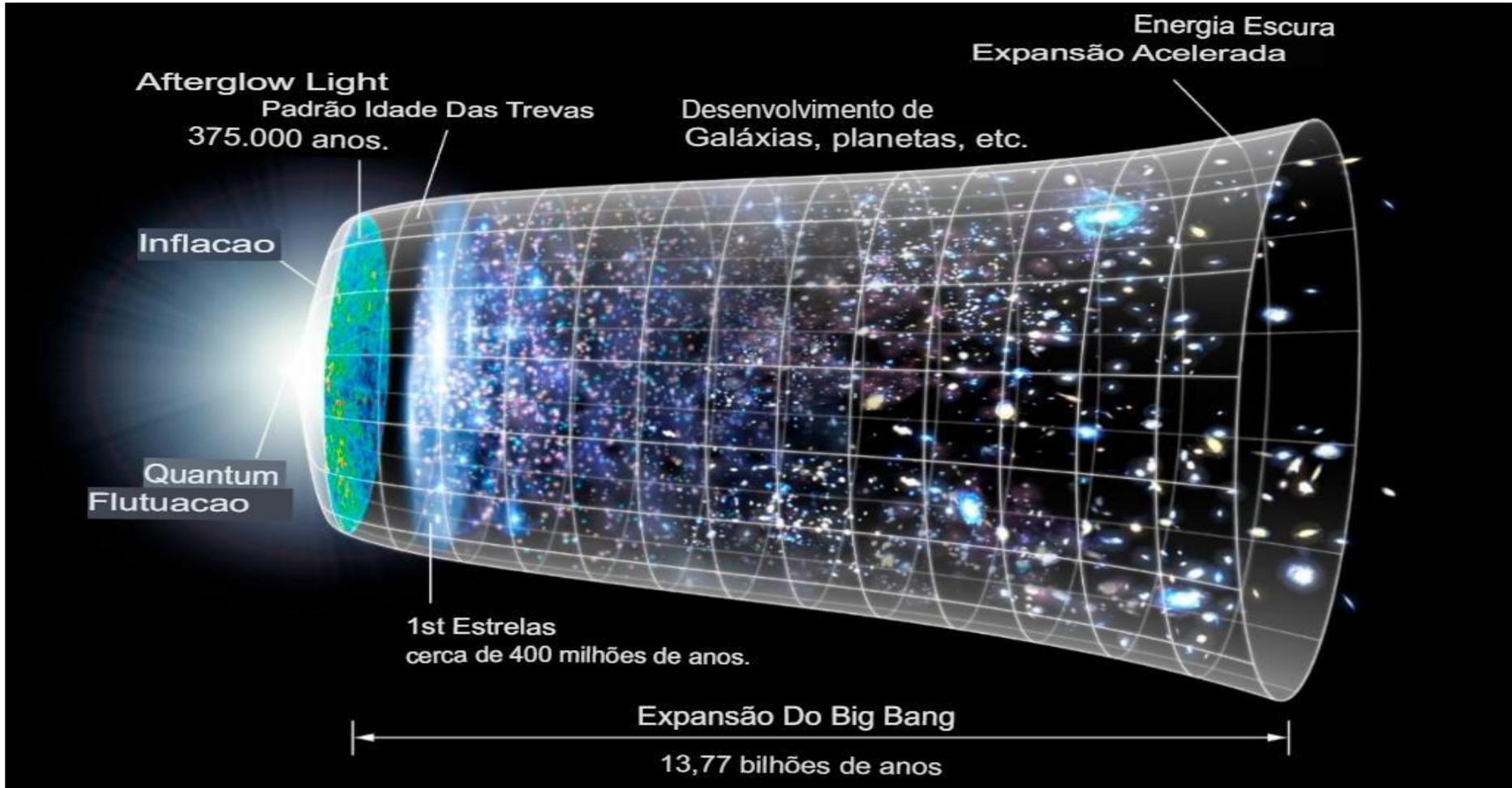
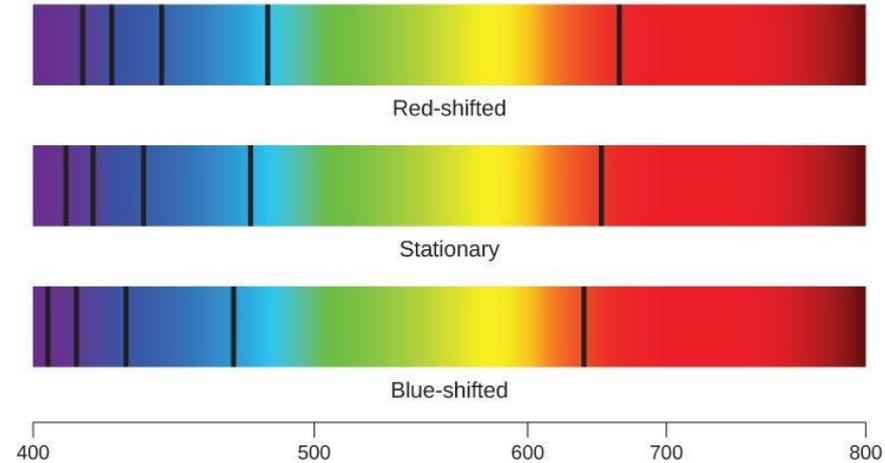
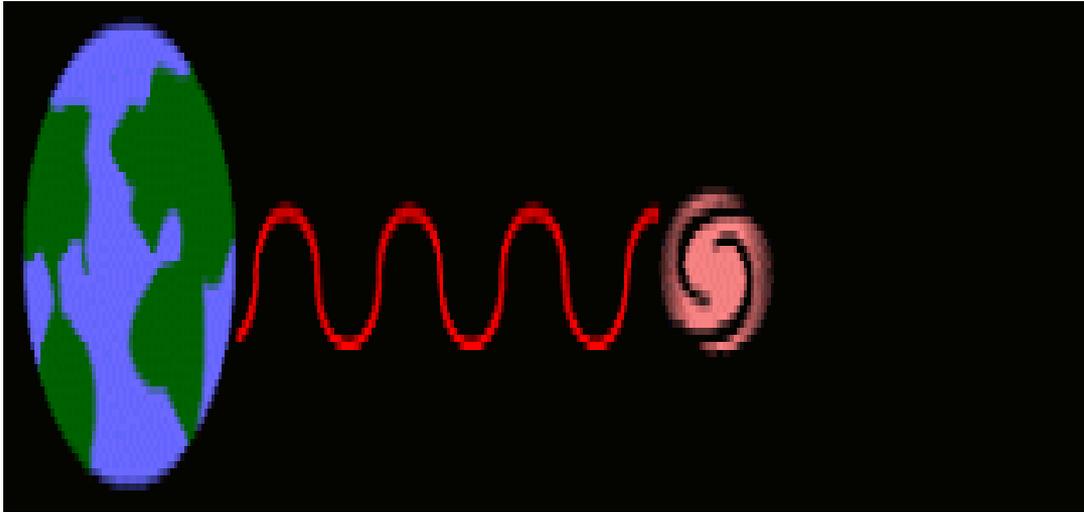


Imagem anterior à 2015.

# O que é redshift?

- ▷ Quando as linhas espectrais são frequentemente deslocadas para o azul (blueshift), ocorrendo uma diminuição no comprimento de onda, ou para o vermelho (redshift), ocorrendo um aumento no comprimento de onda. Um blueshift significa que a estrela está se aproximando, enquanto um redshift indica que ela está se afastando.





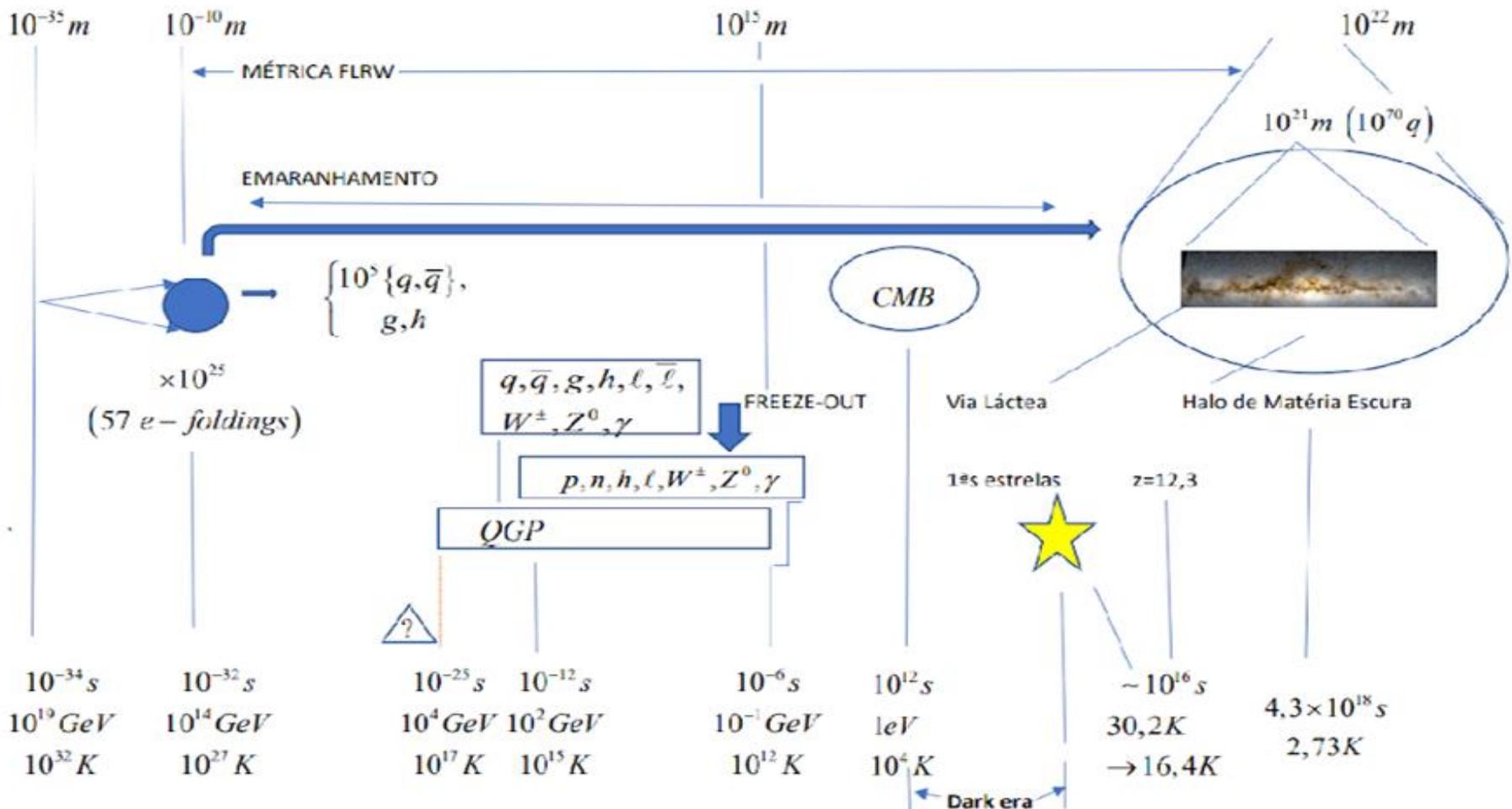
No Universo, veremos mais redshift por causa da expansão do mesmo, porém planetas, estrelas e galáxias próximas podem produzir um “blueshift”, caso estejam vindo de encontro a nós.

# Série de Lyman

- ▷ É o conjunto de raios que resultam da emissão do átomo do hidrogênio quando um elétron transita de  $n \geq 2$  a  $n = 1$  (onde  $n$  representa o número quântico principal referente ao nível de energia do elétron).

As transições são denominadas sequencialmente por letras gregas: desde  $n = 2$  a  $n = 1$  é chamada Lyman-alfa,  $3$  a  $1$  é Lyman-beta,  $4$  a  $1$  é Lyman-gama.

# ERAS DO UNIVERSO



# Métodos espectrográficos principais utilizados:

- ▷ **Método A:** Consiste na identificação do raio de emissão hiperfina do átomo neutro  $\text{H I}$  (hidrogênio) por interação com fótons ultravioletas Lyman- $\alpha$  emitidos na transição  $2 \rightarrow 1$  dos orbitais.

Foi utilizado em 2018 pelo experimento EDGES/NSF/MIT com o objetivo de datar o surgimento das primeiras estrelas em 180 milhões de anos após o big bang.

O experimento EDGES é fruto de um projeto MIT/NSF ao longo de mais de 20 anos de planejamento, instalado em uma região deserta da Austrália para minimizar interferências de emissões eletromagnéticas terrestres.

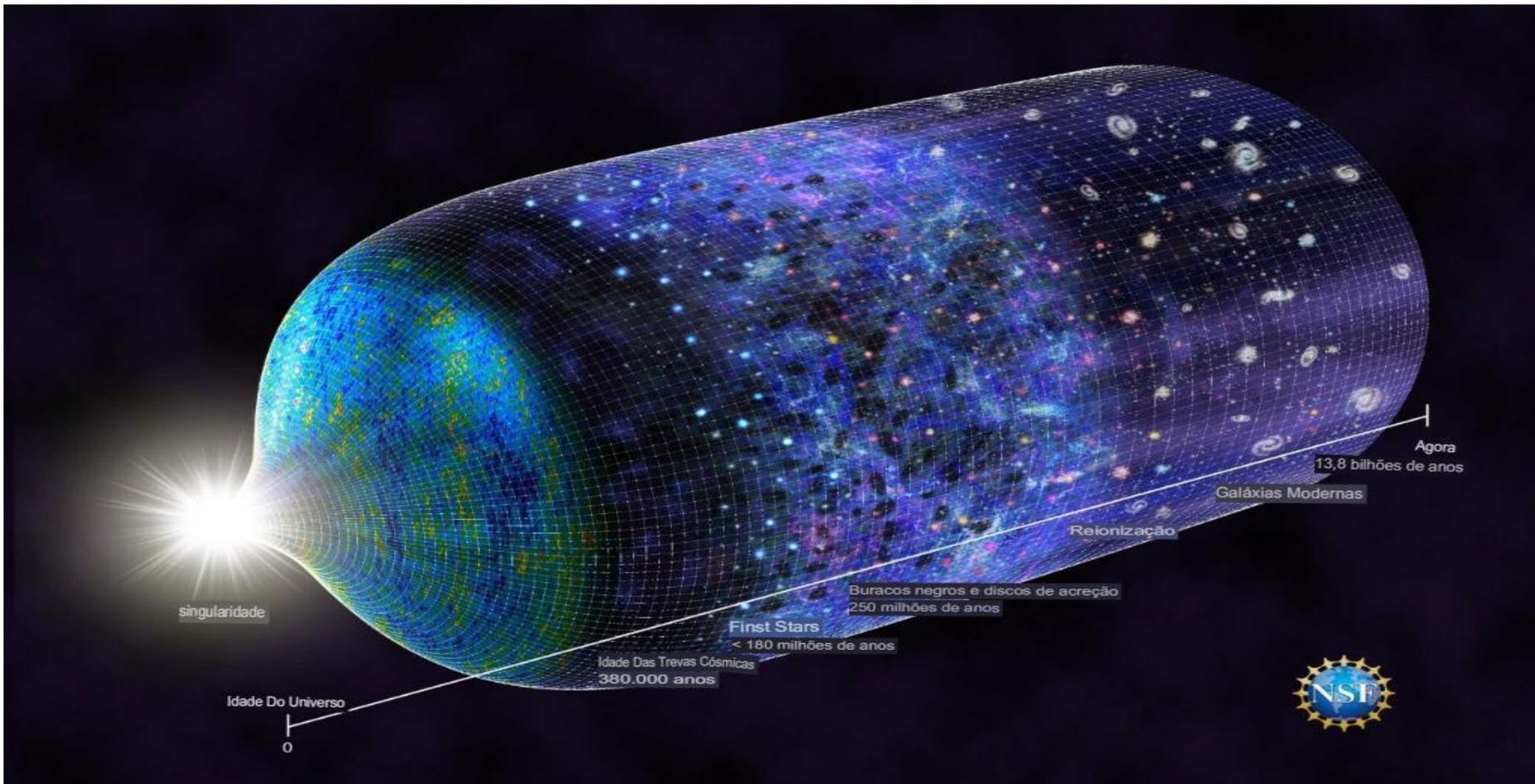


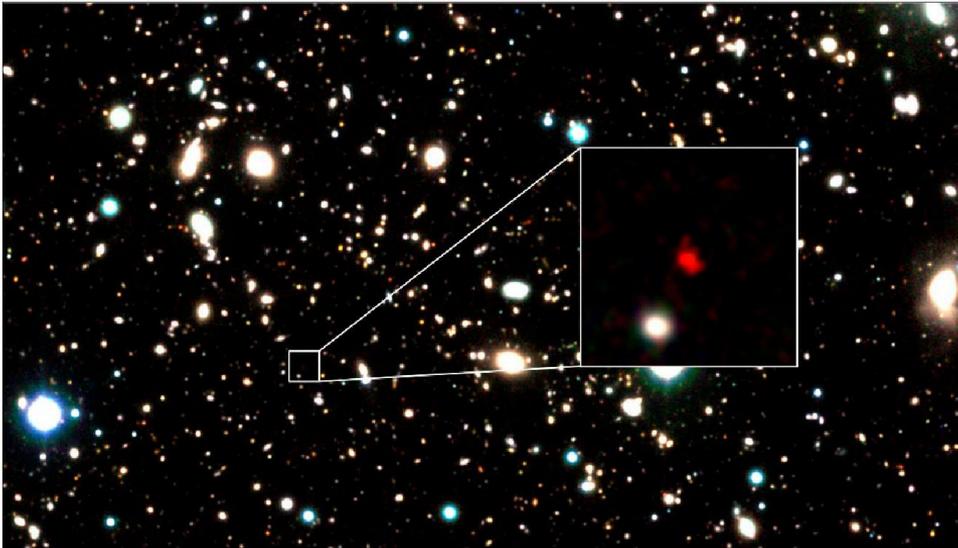
Imagem de 2018, RESULTADO DO EXPERIMENTO EDGES/MIT.

- ▷ Em 2018, tivemos alguns resultados publicados, “já existiam estrelas produzindo um fundo de radiação de fótons ultravioletas Lyman- $\alpha$  180 milhões de anos após o Big Bang”

# Métodos espectrográficos principais utilizados:

- ▷ **Método B:** Consiste na identificação da emissão de fótons pelo oxigênio mono ionizado Oii, por observação direta e após confirmação pelo observatório chileno ALMA (atacama large-millimeter/submillimeter array), buscando galáxias pelo limite de Lyman no raio ultravioleta de 912Å (angstrom)  $9,12 \times 10^{12}$  m entre números atômicos  $z=12$  e  $z=16$ .
- ▷ Esse método vem sendo usado por astrônomos japoneses, em conjunto com observações em outros espectros, obtendo em 2022 a datação de galáxias primordiais em 332 milhões de anos.

- ▷ Em 2022, a segunda descoberta foi publicada como "A Search for H-Dropout Lyman Break Galaxies at  $z \sim 12-16$ " em 10 de abril no The Astrophysical Journal, e resultou de “mais de 1.200 horas de dados observacionais obtidos pelo Subaru Telescope, VISTA Telescope, UK Infrared Telescope, e Spitzer Space Telescope.”



O pontinho em vermelho é a galáxia HD1, com 332 milhões de anos de idade após o big-bang.

Galáxias são compostas por estrelas, e estas, independente do seu brilho, são individualmente invisíveis a tais distâncias. Portanto, os resultados do EDGES se mostram consistentes com a existência de galáxias primordiais como a HD1.

- ▷ Retrocedendo assim o fim das dark ages - “idade das trevas” e acrescentando um ponto de interrogação “primeiras estrelas?”

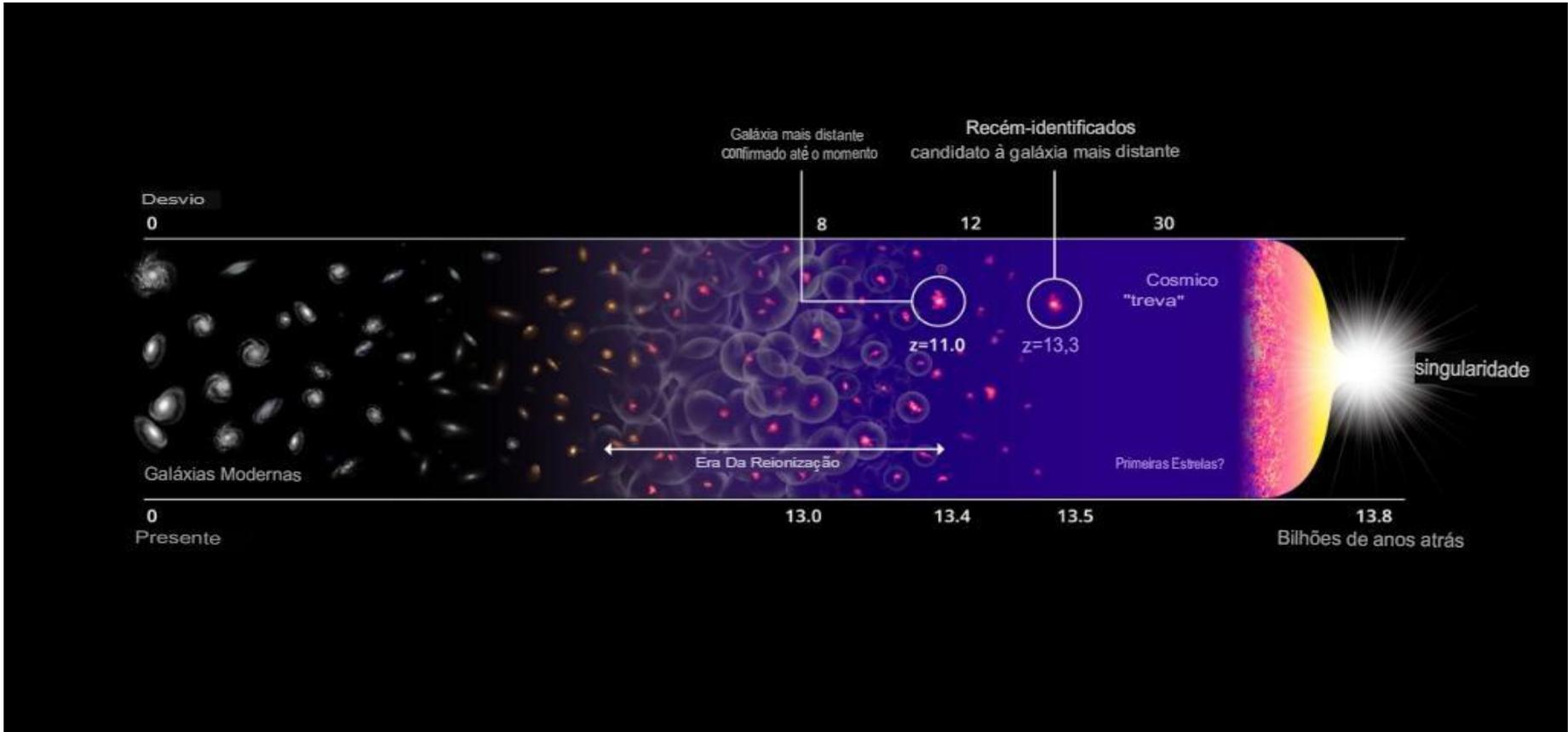


Imagem deste ano, 2022.

O que podemos esperar

- ▷ O JAMES WEBB SPACE TELESCOPE foi lançado pela NASA em 25 de dezembro de 2021, e as primeiras imagens registradas pelo MIRI – Mid-InfraRed Instrument, que é mantido em uma cápsula criogênica a 7K ( $-206^{\circ}$  C) – começaram a ser divulgadas em 12 de julho de 2022.

# Primeiras estrelas e o JWST

- ▷ Observamos que é acrescentando um ponto de interrogação à legenda “primeiras estrelas?”, e é neste momento que precisamos registrar que, com o James Webb Space Telescope – JWST – os resultados observacionais incluirão faixas do espectro infravermelho que o Hubble não registra, e que podem chegar às idades primordiais do universo, pelo menos até o final da “idade das trevas” – dark ages –, também chamada de “universo transparente”.

# Hubble x JWST



- ▷ Embora o JWST seja o substituto do Hubble, as capacidades de ambos "não são idênticas". "O Webb se dedica a observar o Universo em luz infravermelha, enquanto o Hubble continuará a estudá-lo principalmente em ondas ultravioleta e ópticas, embora tenha alguma capacidade de infravermelho".

## O que esperar do JWST:

- ▷ Observações com mais precisão à datação do final da Idade das Trevas cósmica, a nossa AURORA CÓSMICA.
- ▷ Espera-se que o JWST alcance no seu primeiro ano de funcionamento distâncias cada vez maiores, contribuindo decisivamente para a datação da Cosmic Dawn, o início da nossa AURORA CÓSMICA

# Referências

- ▷ Bowman, Judd et al., Nature 25792 (2018)
- ▷ Yuichi Harikane et al., The Astrophysical Journal, 929:1, 2022 April 10
- ▷ <https://petapixel.com/2022/07/12/the-first-five-stunning-photos-captured-by-the-james-webb-telescope/>

# Obrigada!

Você pode me encontrar em:  
[kbeatriz@id.uff.br](mailto:kbeatriz@id.uff.br)