

Grandes estruturas no Universo

Roberto Ortiz
EACH/USP

A luz se propaga com velocidade finita. Portanto, quanto mais distante olhamos, há mais tempo foi gerada a imagem...

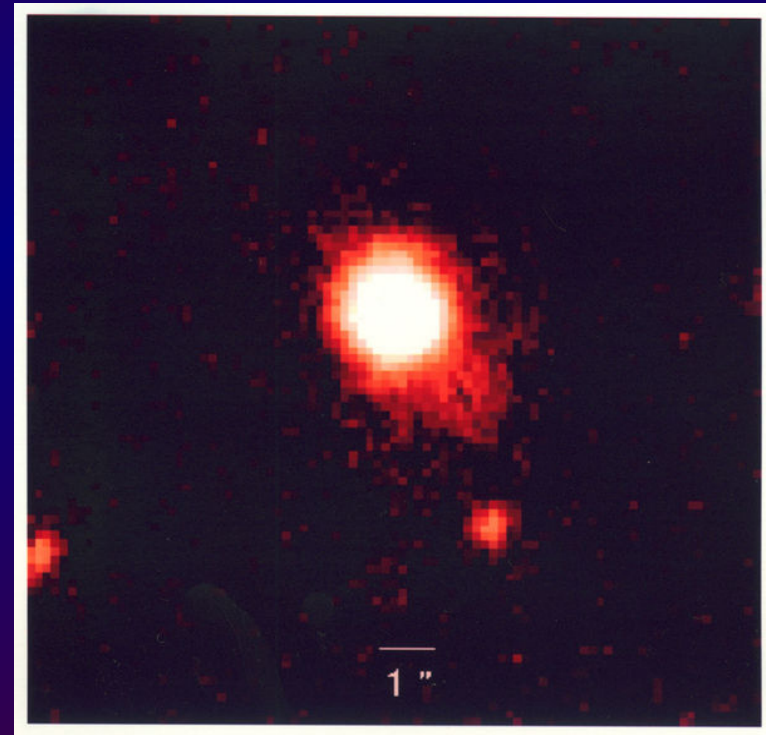
Olhar para longe significa olhar para o passado...



Acima: Hubble *ultra-deep field image*. Há 10 mil galáxias nessa Imagem, com magnitude limite = 30.

Os quasares

- Nos anos 1950, foram detectadas diversas rádio-fontes sem contrapartida visível.
- Radio-telescópios identificaram centenas de fontes semelhantes.
- Em 1960, a radio-fonte designada 3C-48 foi identificada com um objeto pontual, de aparência estelar: um *quasar* (do latim *quasi-stelar*)



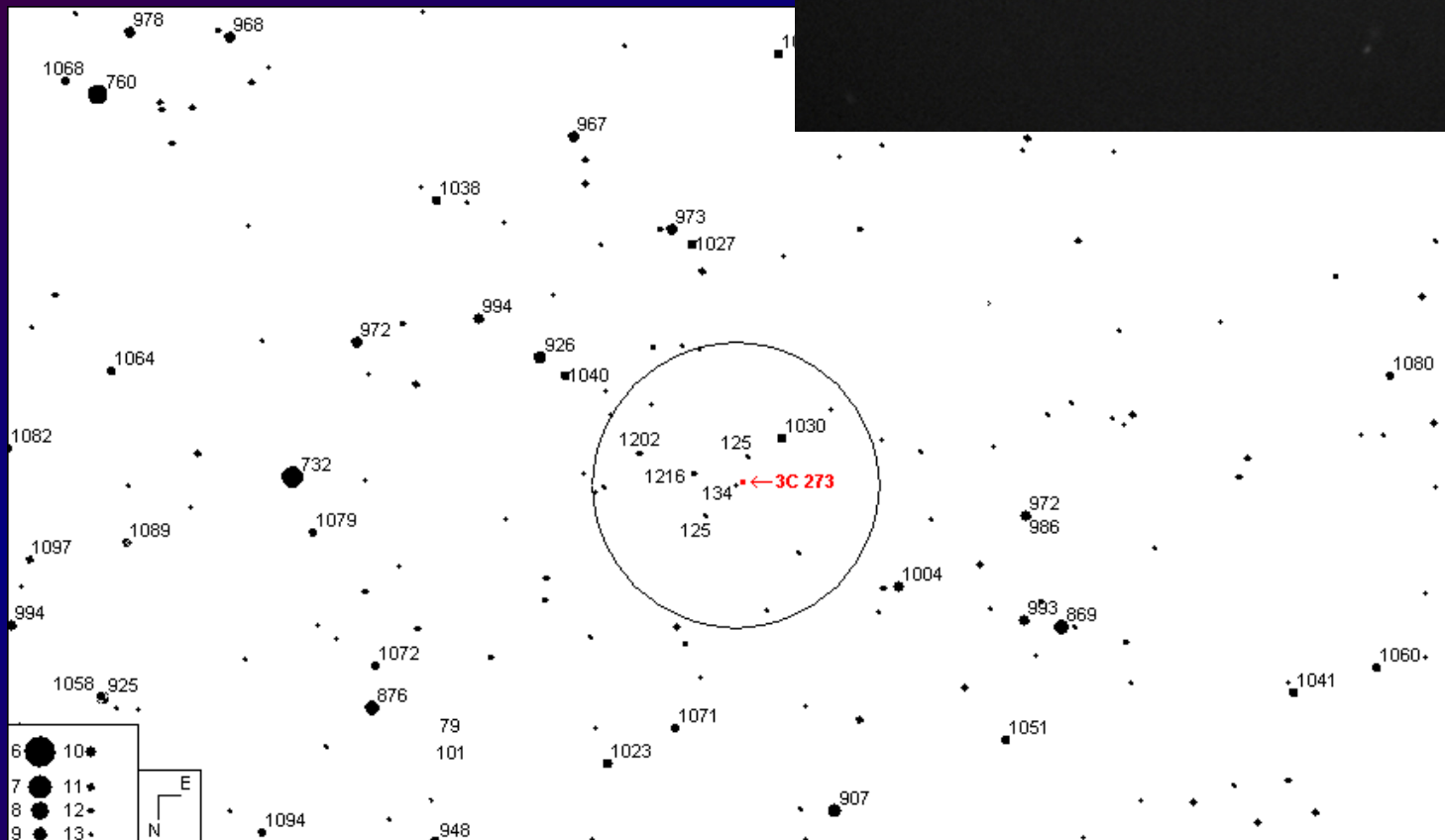
3C-48

- O quasar 3C-273 foi inicialmente detectado em ondas de rádio.
 - Problema: em baixas frequências os radiotelescópios geram uma imagem “borrada” dos objetos com pequeno tamanho aparente.
 - Por conseguinte, não se sabia a localização exata do quasar 3C-273.
-
- Em 1962, uma ocultação do quasar 3C-273 pela Lua foi acompanhada pelo radiotelescópio de *Parkes*, na Austrália.
 - O momento exato em que o fluxo de rádio fosse interrompido assinalaria a posição precisa do objeto.

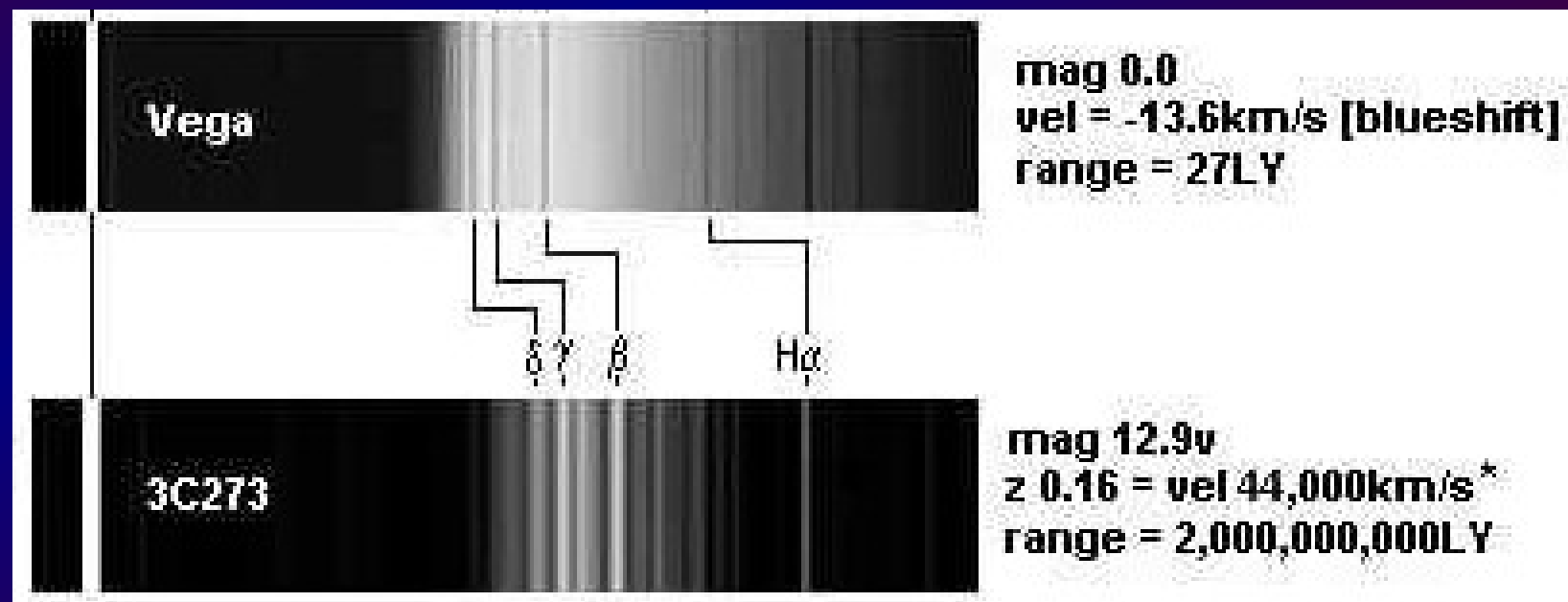


Acima: o radiotelescópio Parkes (Austrália).

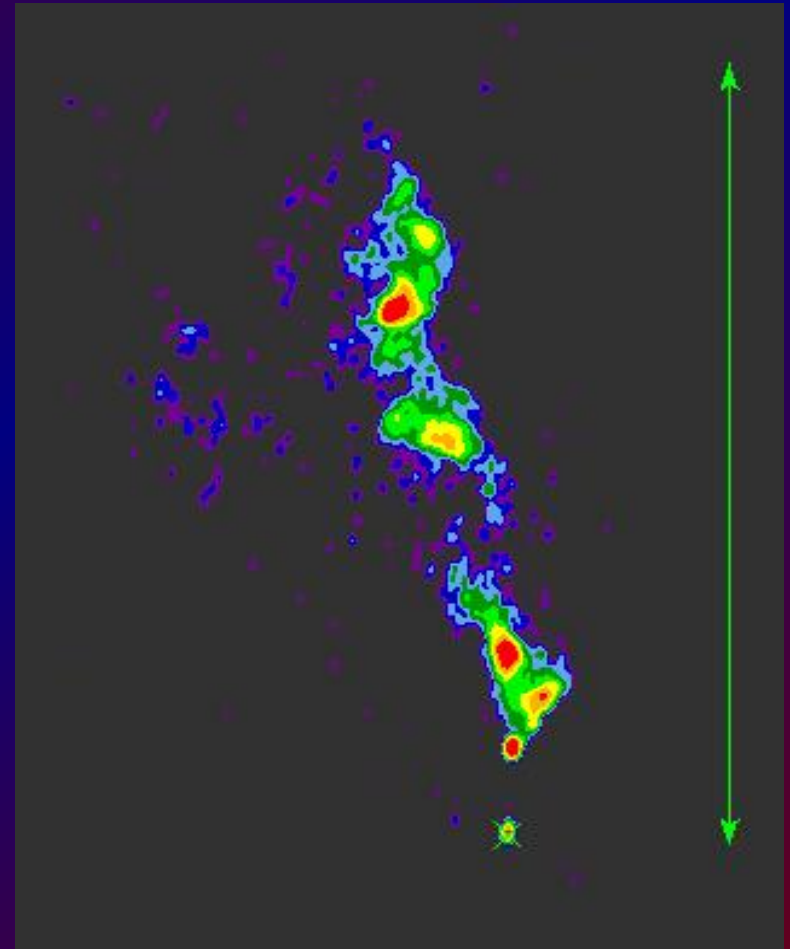
- As medidas foram um sucesso e a radio-fonte identificada com um objeto de aparência estelar: um *quasar*.



- O astrônomo holandês Maarten Schmidt obteve o espectro óptico de 3C273 utilizando o telescópio de 5m de Monte Palomar (EUA).
- O espectro apresentava linhas de emissão com um imenso desvio para o vermelho, equivalente a 16% da velocidade da luz!
- Portanto 3C273 (e outros quasares) seriam objetos extremamente distantes, em um Universo ainda jovem.

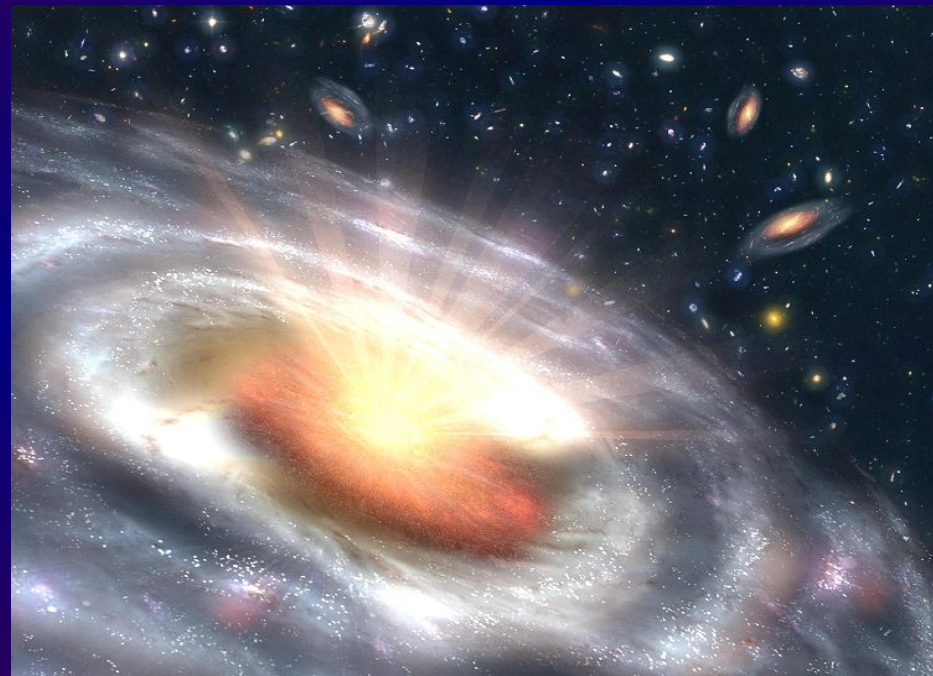


- Graças aos novos telescópios, de alta tecnologia, sabe-se hoje que os quasares são núcleos ativos de galaxias.
- Esses núcleos são muito luminosos e “ofuscam” o brilho do restante da galaxia.
- Observações cuidadosas revelam que os quasares possuem uma estrutura complexa, incluindo jatos de matéria.



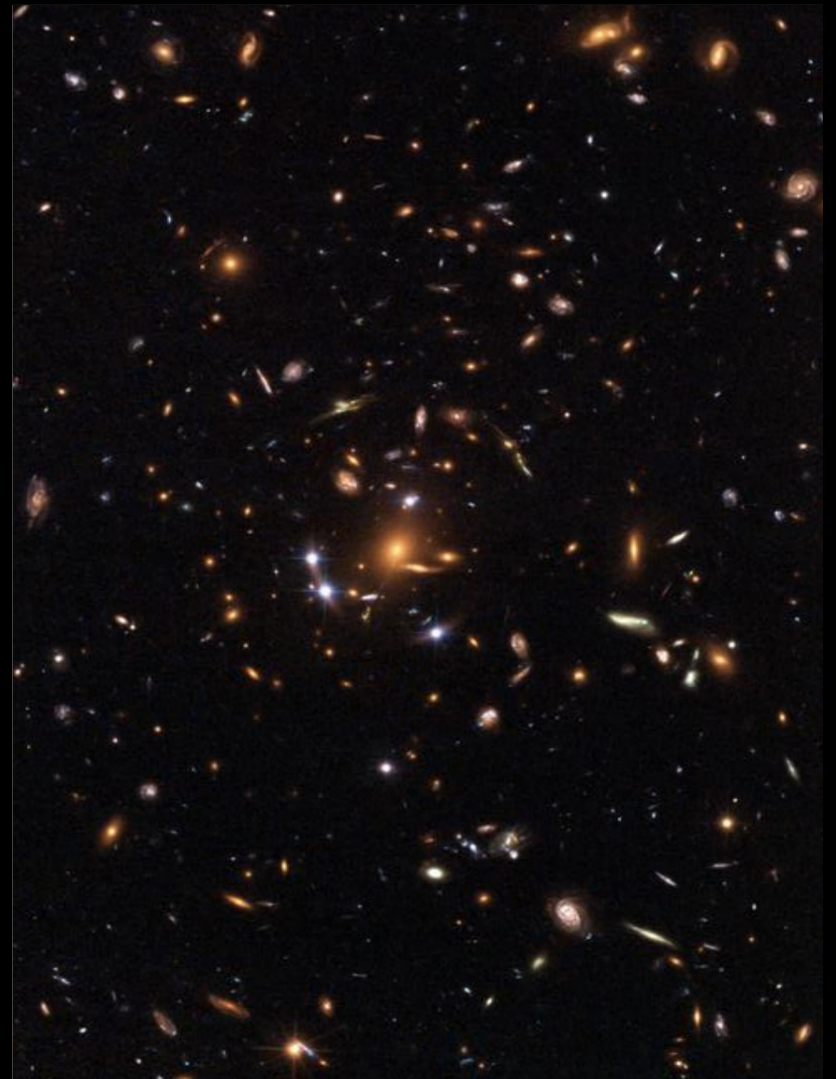
Acima: Quasar 3C-48 na constelação de *Triangulum*. Ele se afasta a uma velocidade de 110 000 km/s. Dois jatos de matéria são expelidos do núcleo da galáxia na direção norte-sul (para cima e para baixo na figura).

- Os quasares emitem num amplo espectro de frequências, do infravermelho aos raios-X.
- Geralmente são intensas fontes de rádio.
- A geração de energia se dá devido à acreção de matéria num buraco negro supermassivo, localizado no núcleo da galáxia hospedeira.



A distribuição de galáxias no Universo

- A observação do céu mostra que as galáxias acham-se distribuídas em grupos e aglomerados.
- Os membros de um grupo ou aglomerado de galáxias têm intensa interação gravitacional entre si.



Propriedades dos grupos:

- Geralmente contêm menos de 50 galáxias.
- Diâmetro do grupo: 1 – 2 Mpc.
- Massa total: $10^{13} M_{\odot}$.
- É gravitacionalmente ligado.



Quinteto de Stephan

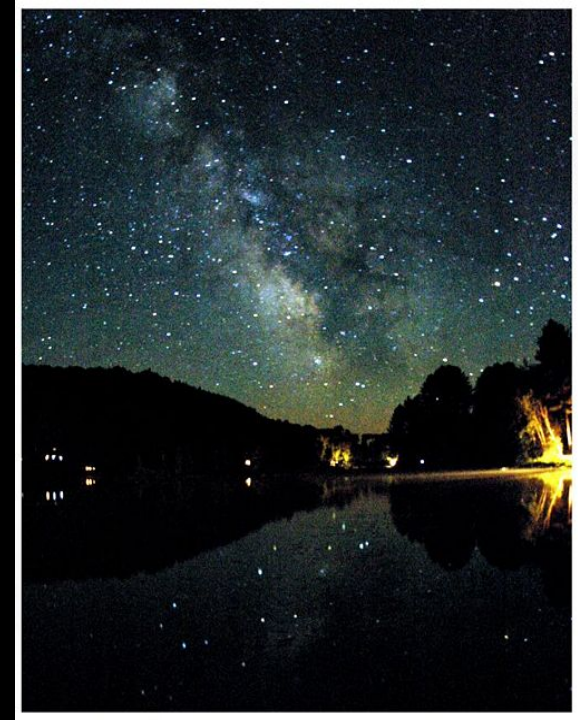
O “grupo local”

- A *Via-Láctea* faz parte do *grupo local*, que contém cerca de 40 membros.
- As galáxias mais importantes desse grupo são:
 - *Andrômeda* (M31)
 - *Via-Láctea*
 - M33 (em *Triangulum*)



M31 e duas galaxias-satelite:
M32 e M110

- Essas 3 galáxias são espirais.
- As demais galáxias do grupo local são todas elípticas-anãs e/ou irregulares.



Via-Láctea



M33 (Triangulum)



M31 (Andrômeda)

- A *Via-Láctea* tem diversas galaxias “satélites”.
- As principais são a Grande e a Pequena Nuvem de Magalhães.



Pequena Nuvem de Magalhães



Grande Nuvem de Magalhães

Outros membros satélites da *Via-Láctea*

Leo-I



Leo-II



Fornax



Sculptor



Os aglomerados de galáxias

- Os *aglomerados* contêm mais membros do que os *grupos* de galáxias. Enquanto os *grupos* contêm menos que 50 galáxias, há *aglomerados* que possuem mais de 1000 membros.
- Os aglomerados de galáxias são constituídos de:
 - galáxias
 - gás
 - matéria escura



Aglomerado de Coma

Propriedades físicas dos aglomerados

- A massa total de um aglomerado é de cerca de $10^{14} - 10^{15} M_{\odot}$.
- O diâmetro típico é de cerca de 2 – 10 Mpc.
- Medidas de raios-X mostram que existe gás intra-aglomerado à temperatura de $10^7 - 10^8$ K.
- A massa do gás é cerca de duas vezes maior que a massa total de suas galáxias.



Aglomerado de Virgo

Portanto...

- Num aglomerado, somente cerca de 5% da massa total está sob a forma de galáxias.
- Cerca de 10% da massa está sob a forma de gás.
- O restante da massa (85%) é composta de matéria escura.
- Os aglomerados constituem-se na maior estrutura do Universo que é gravitacionalmente ligada.
- Aglomerados podem estar associados sob a forma de *superaglomerados*.

A “*grande parede*”

- No final da década de 1970 o Center for Astrophysics (CfA, Harvard, USA) iniciou um levantamento da distribuição de galáxias no Universo.
- O levantamento fez uso de diversos telescópios, inclusive o Observatório do Pico dos Dias (Laboratório Nacional de Astrofísica).
- A distância das galáxias foi calculada individualmente utilizando-se a Lei de Hubble.
- Ao plotar graficamente as posições das galáxias uma enorme estrutura é visível, chamada “grande parede”, cuja extensão supera 100 Mpc, mas possui apenas 7 Mpc de espessura.

A grande parede



Para saber mais...



- *Hubble: a expansão do Universo*, Augusto Damineli Neto, Odisseus editora.
- *No coração das galaxias*, Sueli M.M. Viegas
- *No reino dos astrônomos cegos*, Ulisses Capozzoli, cap. 1
- *Astronomia & Astrofísica*, S.O. Kepler & M.F. Saraiva