

Observando o Cosmos

Introdução: o universo observado

- A Via Láctea e sua vizinhança
- Galáxias, galáxias e mais galáxias
- A Lei de Hubble
- A distribuição de galáxias

- Qual a receita? Composição química e nucleosíntese primordial
- Matéria escura; Curvas de rotação
- Radiação cósmica de fundo em microondas
- Formação das estruturas: simulações numéricas

1. Os gregos cunharam o termo "galaxies kuklos" para "círculo lácteo" para descrever a via Láctea, uma faixa clara no céu noturno. Eles não tinham idéia do que era aquilo.
2. Com seu telescópio, Galileo constatou que eram estrelas.
3. A via Láctea nos cerca, então sabemos que somos parte dela. Não era claro o que era uma galáxia no século retrasado.
4. Ao final do século XVIII, os astrônomos William e Caroline Herschel mapearam as distâncias a estrelas em várias direções. Determinaram que a via Láctea era uma nuvem em forma de disco de estrelas com o Sol entre elas.

1. Em 1781, Charles Messier catalogou várias nebulosas (faixas luminosas) no céu.
2. No século XX, Harlow Shapely fez várias medidas e determinou que a Terra está a 28.000 anos luz do centro da galáxias, perto das constelações de Sagitário e Escorpião.
3. Mais tarde Shapely argumentou que as nebulosas espirais descobertas por Messier eram Universos ilha, ou galáxias. Heber Curtis dizia que eram parte da via Láctea. O debate continuou por anos. Foram necessários muitos anos e novos telescópios para definir a questão.
4. Em 1924, Edwin Hubble resolveu o debate usando o telescópio de Monte Wilson na Califórnia (100 polegadas). As nebulosas espirais tinham as chamadas Cefeidas variáveis, como na via Láctea e ele pode medir sua distância.
5. Elas estavam muito além da via Láctes. O mundo é muito maior ...

Uma galáxia é um sistema gravitacionalmente ligado, com estrelas, gases, restos de estrelas, e Matéria Escura (DM). A palavra galáxia vem do grego galaxias (γαλαξίας), que significa “teitoso” como referência à via Láctea. Há galáxias anãs com milhões de estrelas (10^8) e gigantes com trilhões (10^{14}).

Galáxias podem ser elípticas, espirais, irregulares. Algumas têm Buracos Negros supermassivos em seu centro (galáxias ativas). No centro da via Láctea está o Buraco Negro conhecido como Sagitário A, com quatro milhões de massas solares. A GN-z11 existe desde que o Universo tinha 400 milhões de anos, e está a 32 bilhões de anos luz de distância.

Há cerca de 2 trilhões de galáxias conhecidas (2×10^{12}) ou até mais, o que dá mais estrelas que o número de grãos de areia no planeta Terra. A maioria tem 1,000 a 100,000 parsecs de diâmetro sendo separadas por pelo menos 30,000 parsecs. Andrômeda é a galáxia mais próxima e está a 780,000 parsecs de distância.

O espaço intergaláctico contém gás, com uma densidade de menos de um átomo por metro cúbico.

As galáxias formam grupos, aglomerados e superaglomerados. A via Láctea está no grupo Local, dominado por Andrômeda, parte do Superaglomerado de Virgem.

Em escalas maiores, há imensos filamentos e vazios. A maior das estruturas conhecidas, Laniakea, contém o superaglomerado de Virgem.

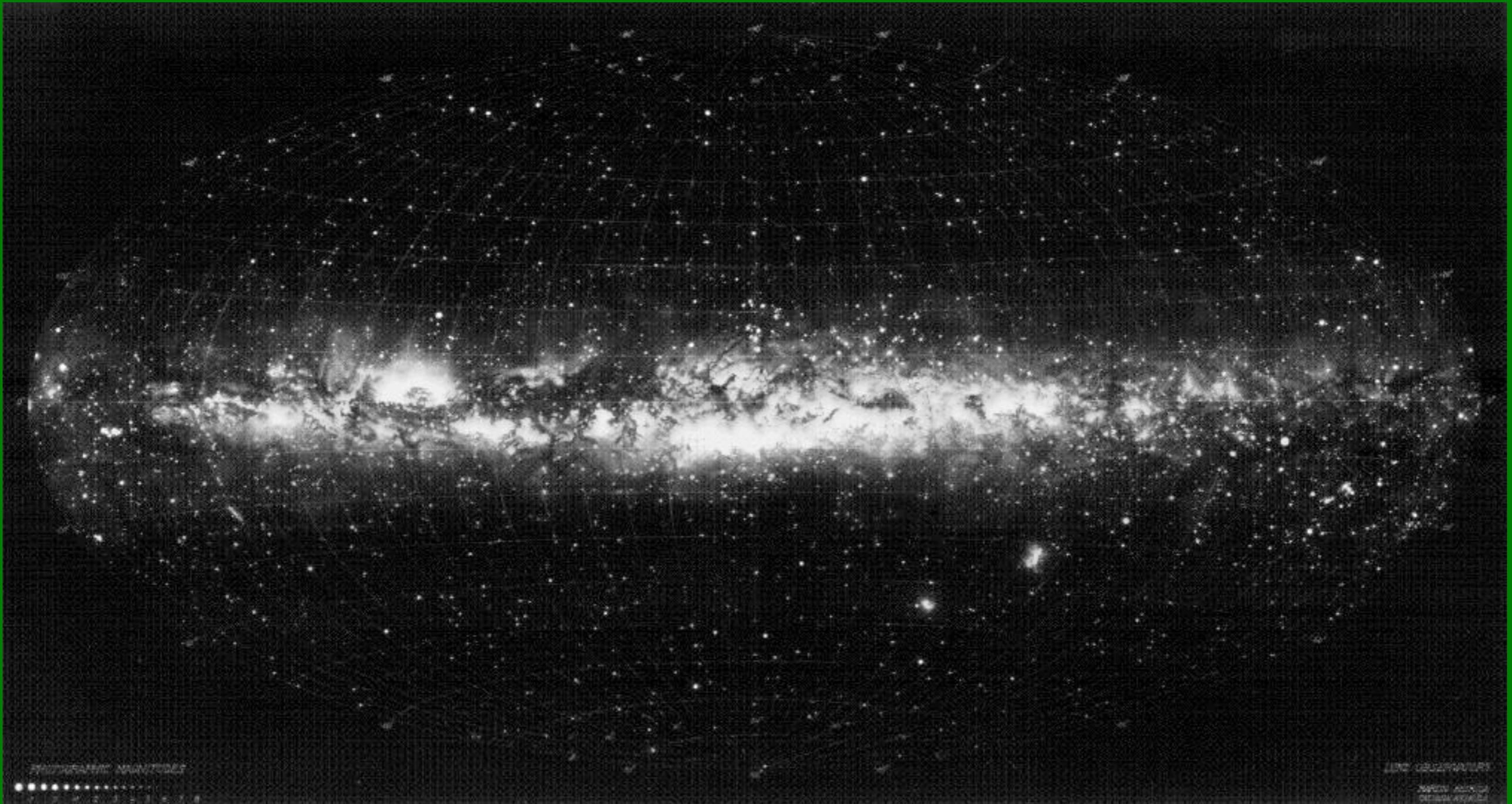
O filósofo grego Demócrito (450-370 AEC) propôs que a faixa brilhante no céu noturno conhecida como Via Láctea pudesse consistir em estrelas distantes. Aristóteles (384–322 AC), no entanto, acreditava que a Via Láctea era causada pela "ignição da exalação ardente de algumas estrelas que eram grandes, numerosas e próximas umas das outras" e que a "ignição ocorre na parte superior do atmosfera, na região do mundo que é contínua com os movimentos celestiais. " O filósofo neoplatonista Olympiodoro, o Jovem (c. 495-570 dC), criticou essa visão, argumentando que se a Via Láctea é sublunar entre a Terra e a Lua) deve parecer diferente em diferentes momentos e lugares da Terra e deve ter paralaxe, o que não ocorre. Na sua opinião, a Via Láctea é celestial.

A prova da Via Láctea, consistir em muitas estrelas, surgiu em 1610, quando Galileu Galilei usou um telescópio para estudar a Via Láctea e descobriu que ela é composta por um grande número de estrelas. Em 1750, o Thomas Wright especulou (corretamente) que a galáxia pode ser um corpo rotativo de um grande número de estrelas unidas por forças gravitacionais, semelhantes ao sistema solar, mas em uma escala muito maior. O disco resultante de estrelas pode ser visto como uma banda no céu, da nossa perspectiva dentro do disco. Em um tratado de 1755, Immanuel Kant elaborou a idéia de Wright sobre a estrutura da Via Láctea.

O primeiro projeto para descrever a forma da Via Láctea e a posição do Sol foi realizado por William Herschel em 1785, contando o número de estrelas em diferentes regiões do céu. Ele produziu um diagrama da forma da galáxia com o Sistema Solar próximo ao centro. Usando uma abordagem refinada, Kapteyn, em 1920, chegou à imagem de uma pequena galáxia elipsóide (diâmetro de cerca de 15 kiloparsecs) com o Sol próximo ao centro. Um método diferente de Harlow Shapley, baseado na catalogação de aglomerados globulares, levou a uma imagem radicalmente diferente: um disco plano com diâmetro de aproximadamente 70 kiloparsecs e o Sol longe do centro. Ambas as análises falharam em levar em consideração a absorção de luz pela poeira interestelar presente no plano galáctico, mas depois que Robert Julius Trumpler quantificou esse efeito em 1930, estudando aglomerados abertos, surgiu a imagem atual de nossa galáxia hospedeira, a Via Láctea.

O céu: Via Láctea e seus arredores

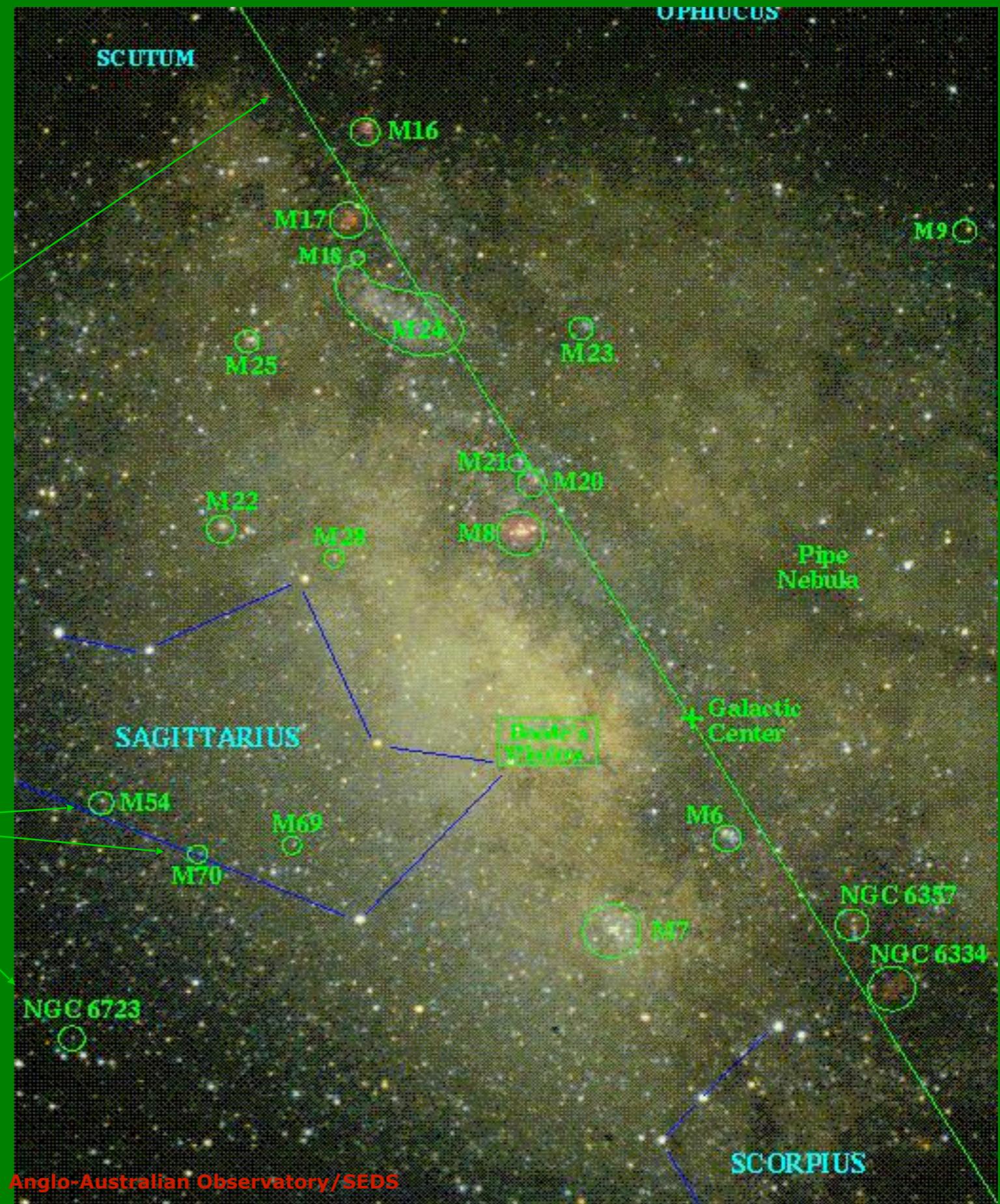
- Se pudéssemos enxergar os 4π do ângulo sólido ao redor da Terra, veríamos o seguinte:



•As observações revelaram inúmeras galáxias, as mais próximas na própria vizinhança da Via Láctea. Esse é o **Grupo Local**

Plano galáctico (equador)

Galáxias do Grupo Local



• Mapa do Superaglomerado local:

Galáxia de Andrômeda

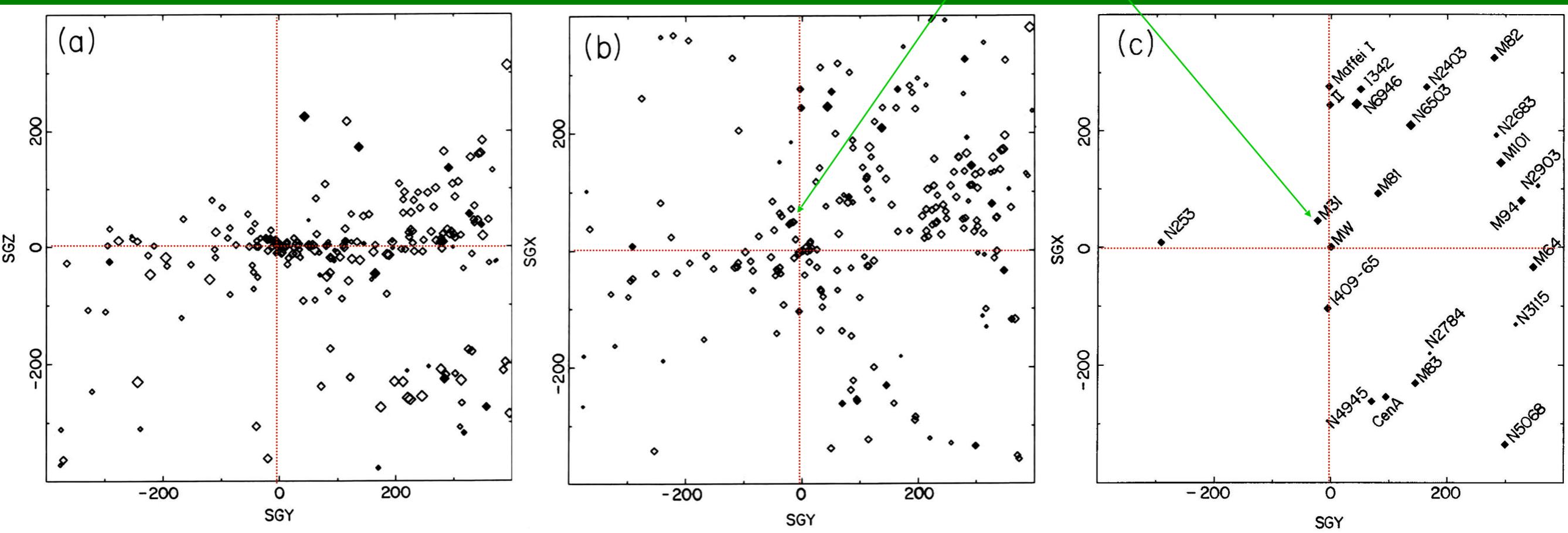
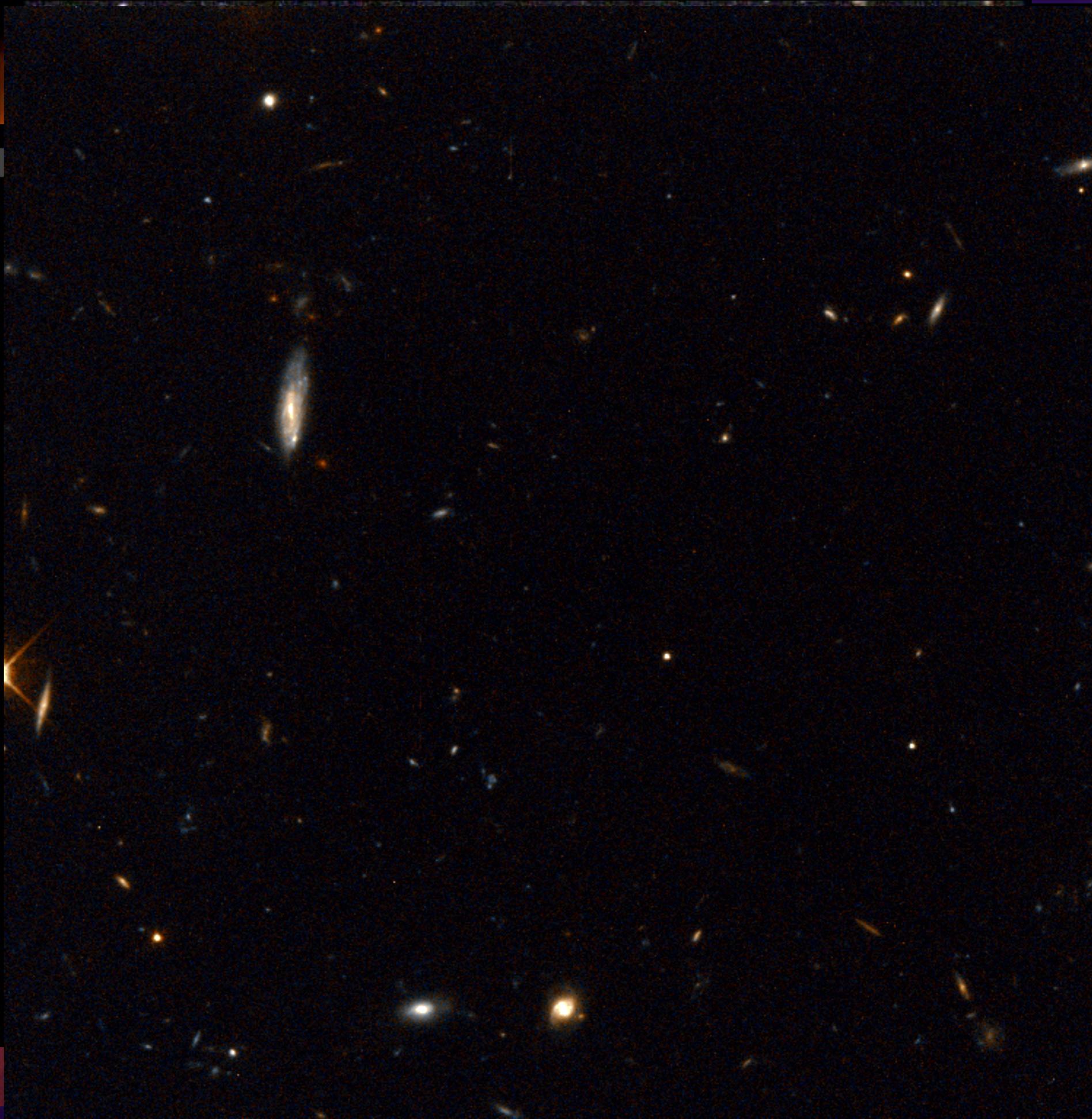


Figure 3.3. Map of the nearby galaxies. The Milky Way is at the center. The distance scale is the redshift, cz . The galaxies with luminosities greater than about 30% of the Milky Way are shown as filled diamonds, the fainter dwarf galaxies as the open symbols. The positions are plotted in the de Vaucouleurs supergalactic coordinates defined at the end of this section. The symbol size increases with increasing value of the coordinate along the projected direction. Panels (a) and (b) are orthogonal projections of the distribution. Panel (c) labels the more luminous galaxies.

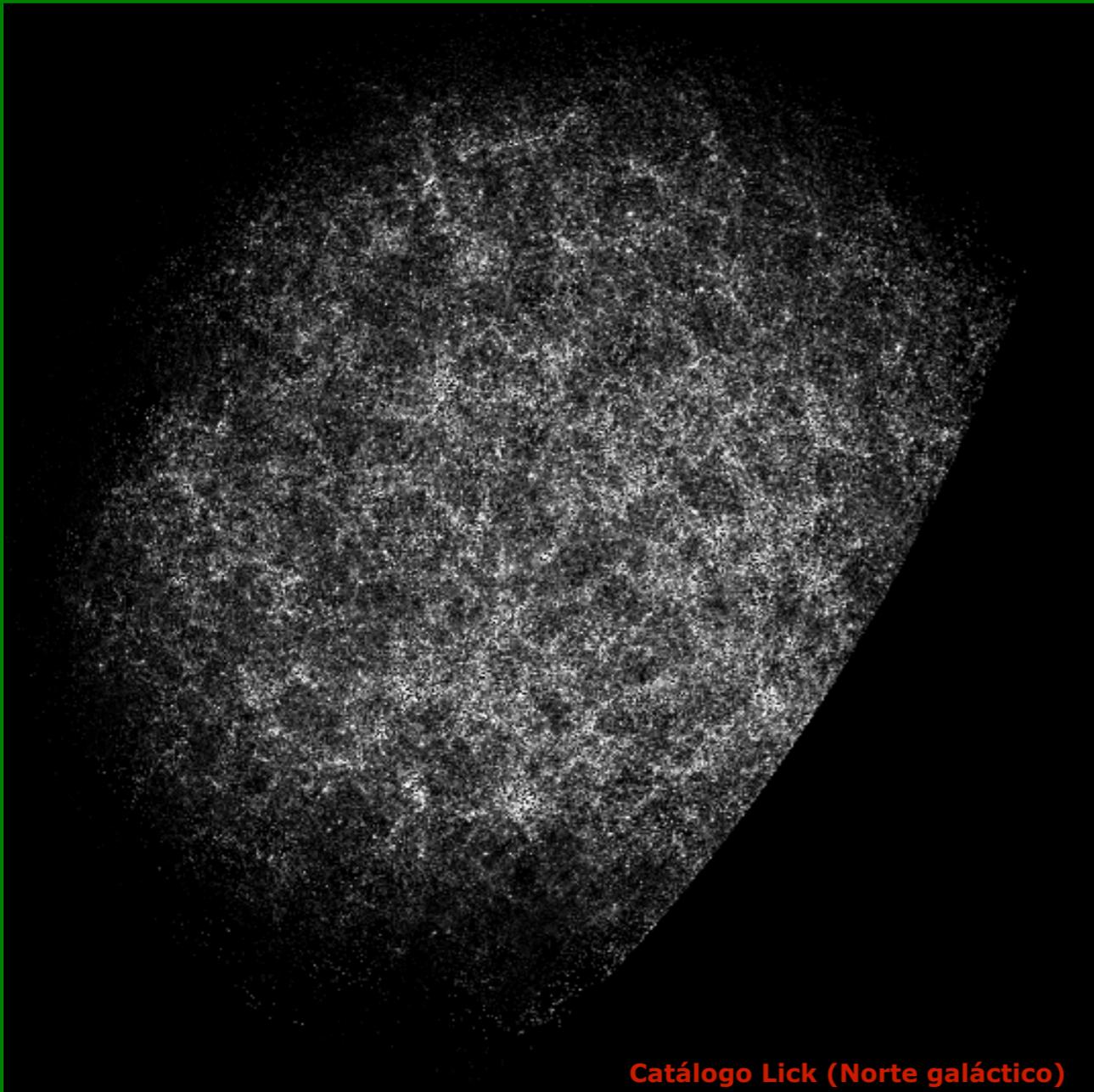
P.J. Peebles

- Bolas cheias: galáxias mais brilhantes
- Bolas vazias: galáxias mais escuras

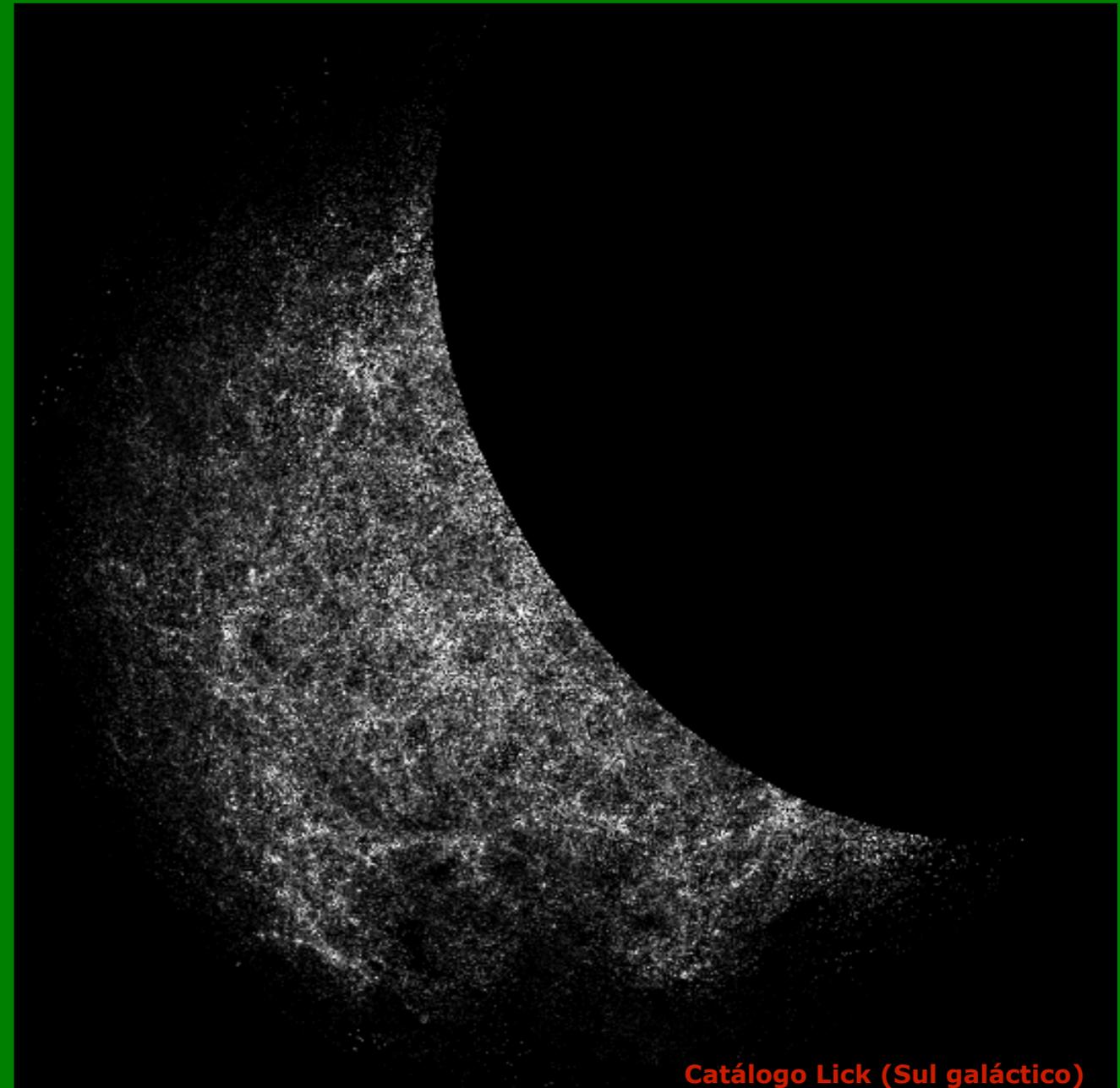


Galáxias a perder de vista

- Catalogando galáxias: as visíveis...



Catálogo Lick (Norte galáctico)



Catálogo Lick (Sul galáctico)

- ... e as que detectamos somente no infravermelho.

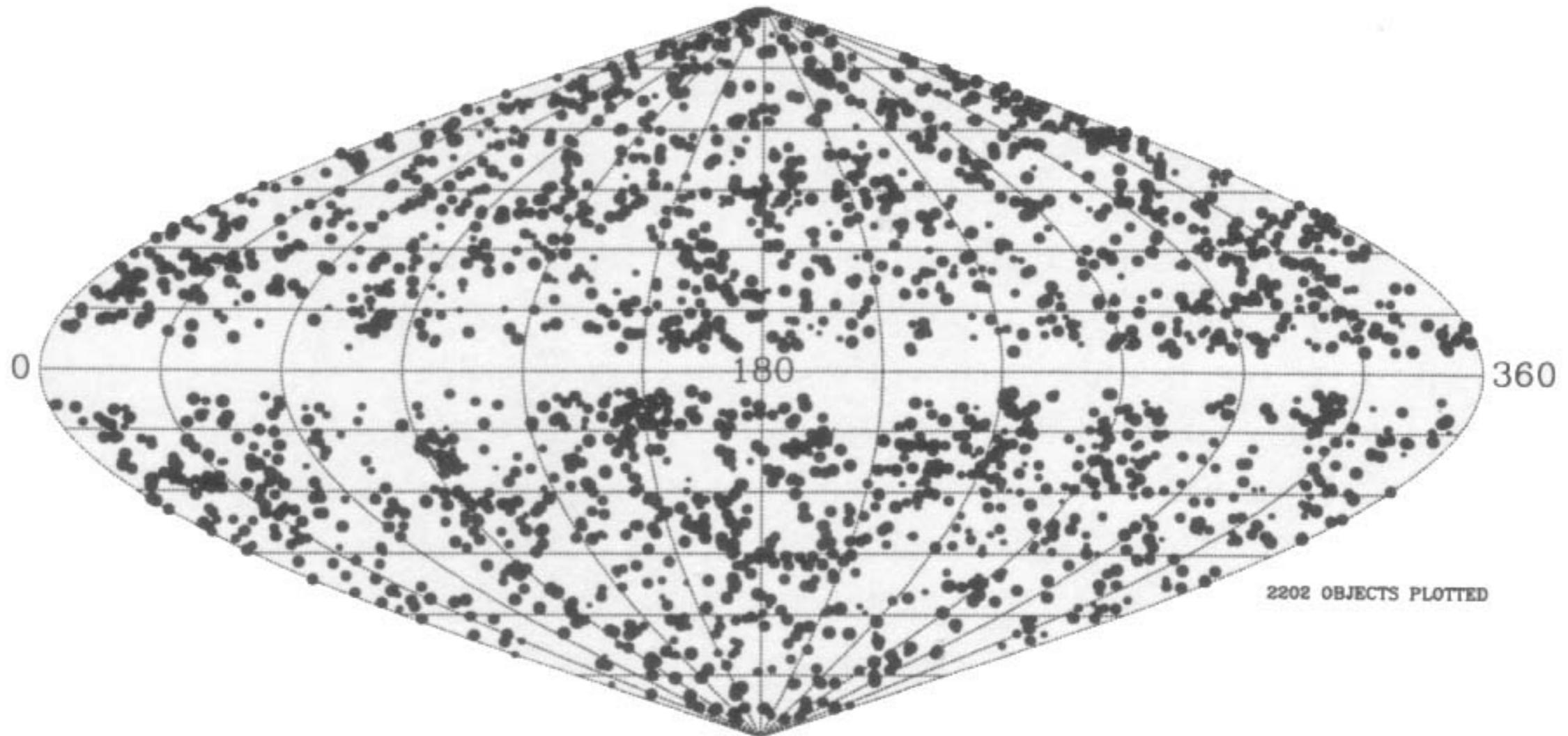


Figure 3.8. Distribution of more distant IRAS (infrared bright) galaxies (Strauss 1992; Strauss et al. 1992a). The symbol size decreases with increasing redshift in the range 6000 km s^{-1} to $20,000 \text{ km s}^{-1}$.