

Radio Galáxias

Com o advento dos radiotelescópios iniciou-se uma nova fase no conhecimento do Universo. Em meados da década de 1950 verificou-se que existiam poderosas radio-fontes no espaço. Logo os astrônomos observaram que estas radio-fontes estavam, frequentemente, associadas a galáxias elípticas gigantes.

A estes objetos deu-se o nome de radio galáxias.

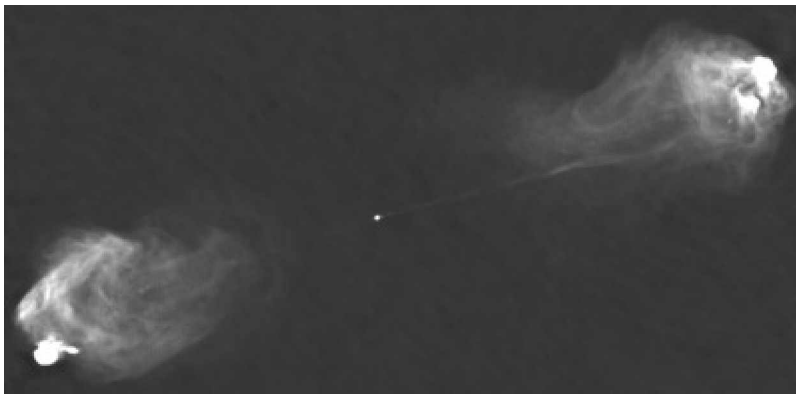
Para os astrônomos isto foi uma grande surpresa. Todos sabemos que as galáxias são reuniões de bilhões de estrelas, gás (principalmente hidrogênio) e poeira interestelares. No entanto, era difícil explicar esta forte emissão na região espectral radio uma vez que as estrelas, como o Sol, não emitem fortemente nesta região do espectro eletromagnético. Além disso, a nossa Galáxia também não é uma fonte poderosa de emissão radio, embora ela possua uma fonte radio fraca, Sagittarius A, bem no seu centro.

No entanto, estas radio-galáxias, tais como algumas galáxias elípticas gigantes classificadas de galáxias gE, emitem uma quantidade enorme de energia radio. Muitas vezes a quantidade de energia emitida por estas galáxias na faixa radio supera, por um fator maior do que 100, a intensidade luminosa emitida, ao mesmo tempo, pelas centenas de bilhões de estrelas que existem na própria galáxia!

A curiosa estrutura das radio galáxias

A primeira radio-galáxia descoberta foi Cygnus A. Esta poderosa radio-galáxia está localizada na constelação Cygnus, a 700 milhões de anos-luz de nós. Ela é uma das radio-galáxias mais próximas de nós e também é uma das fontes mais brilhantes em radio no céu.

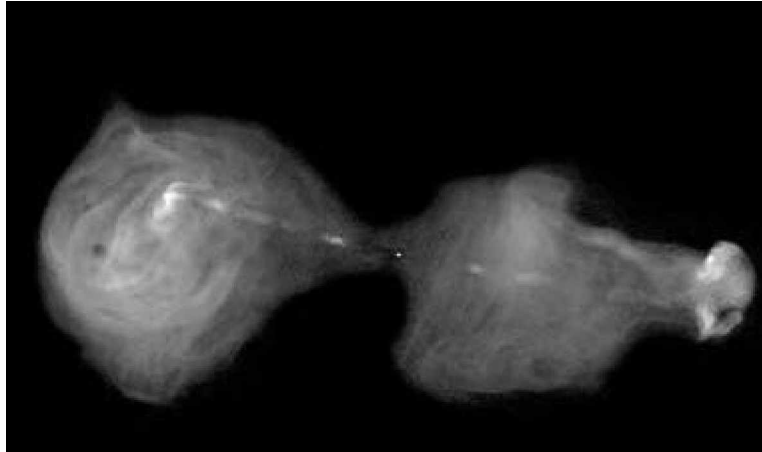
A imagem abaixo mostra a sua estrutura radio, um desenho típico produzido pelas radio-galáxias gigantes.



copyright: National Radio Astronomy Observatory / Very Large Array

As radio-galáxias são bem conhecidas graças às suas fontes radio duplas, em geral muito extensas. A emissão radio provém, principalmente, destes gigantescos lobos radio que se espalham por regiões situadas muito além das partes visíveis da galáxia. Algumas vezes estes lobos radio se estendem por vários milhões de anos-luz.

A imagem abaixo mostra a estrutura típica de lobos da radio-galáxia 3C 353, uma galáxia elíptica forte emissora de radiação radio, localizada no aglomerado de galáxias Zwicky.



copyright: National Radio Astronomy Observatory / Very Large Array

Frequentemente estas radio-galáxias apresentam uma outra fonte de emissão radio, uma região central radio, que em geral coincide com o núcleo da galáxia visível.

No entanto, as radio-galáxias apresentam uma notável variedade de formas e simetrias. As radio-galáxias cujos lobos radio diminuem suavemente de intensidade ao se afastarem da fonte central são classificadas como Fanaroff-Riley tipo I. As que não seguem este critério são classificadas como Fanaroff-Riley tipo II. Nas radio-fontes FR II os jatos são fracos e muito estreitos, os lobos são bem distintos e são formados "pontos quentes" muito evidentes nas regiões onde estes jatos interceptam as bordas mais externas da radio-fonte. Normalmente encontramos "nós" na parte interna dos jatos FR I enquanto que "pontos quentes" são encontrados principalmente nas extremidades dos jatos FR II. As radio-fontes FR II são, em geral, mais poderosas o que as FR I. A radio-galáxia Cygnus A é um exemplo de radio-fonte FR II.

Os lobos radio das radio-galáxias brilham graças à chamada radiação sincrotron. Esta radiação é produzida quando elétrons espiralam no campo magnético da galáxia com velocidades próximas à velocidade da luz ou seja, ela é produzida por elétrons relativísticos. Este mecanismo é capaz de acelerar os elétrons até energias extremamente intensas, com velocidades acima de 99,99% da velocidade da luz. Este mecanismo sincrotron é a origem da emissão radio de todas as radio-galáxias.

Como vemos na imagem mostrada acima, Cygnus A é formada por dois grandes lobos que são alimentados por jatos de partículas de altas energias provenientes da região central radio da galáxia. Estes gigantes lobos se estendem por uma distância de 500000 anos-luz e se formam quando os jatos de matéria provenientes de sua região central colidem com o material que forma o meio intergaláctico. Isto faz os jatos desacelerarem.

Qual é a fonte de energia das radio-galáxias?

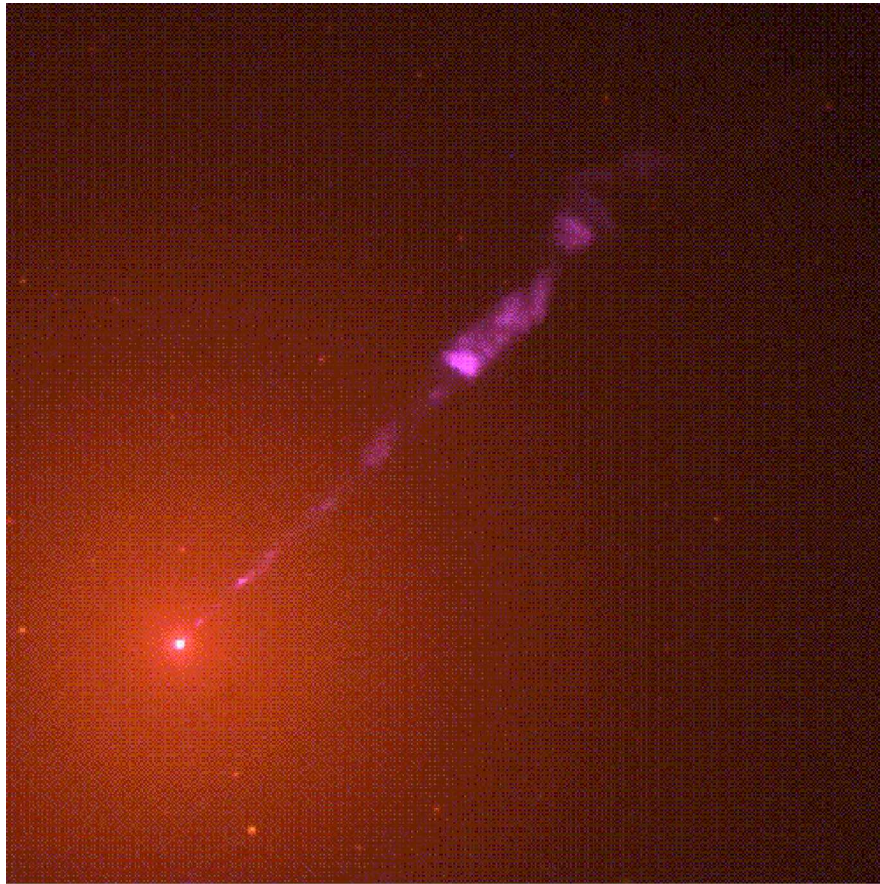
A descoberta de objetos tão poderosos energeticamente sempre cria confusão na astrofísica. Muitas perguntas intrigantes logo surgem e algumas delas são muito difíceis de responder.

Os cientistas logo quiseram saber de que modo as partículas relativísticas, e o próprio campo magnético em torno do qual elas espiralam para produzir a radiação sincrotron, poderiam ser transportadas desde a galáxia, onde elas se originam, até distâncias de milhões de anos-luz.

Para dar uma resposta a esta pergunta, os astrônomos tiveram que rastrear a emissão desta potência radio para trás no espaço, até chegar ao núcleo da galáxia. Isto só foi possível quando os radiotelescópios se desenvolveram a ponto de permitir que estudos na faixa radio, mais detalhados, fossem realizados.

Este estudos mostraram que intensos feixes ou jatos de matéria, movendo-se com velocidades altamente relativísticas, são emitidos pela região nuclear das radio-galáxias. São estes jatos, ou feixes, que transportam os elétrons e o campo magnético para fora da região central, até onde estão os lobos radio.

A imagem abaixo nos mostra o jato de matéria emitido pela radio-galáxia M 87 associada à radiofonte Virgo A.



copyright: John Biretta / Hubble Space Telescope / NASA

Na verdade, estes jatos são exatamente iguais aos jatos que vemos serem emitidos pelos quasares, aqueles jatos que acreditamos serem responsáveis pela sua expansão super-luminal. A diferença está no fato de que, no caso das radio-galáxias, estes jatos não estão apontando para o observador.

Quando estes jatos mergulham nas nuvens de gás intergaláctico ou então no meio interestelar de alguma galáxia vizinha à radio-galáxia, a interação entre o jato e a matéria que compõe o meio ambiente produz estes lobos radio.

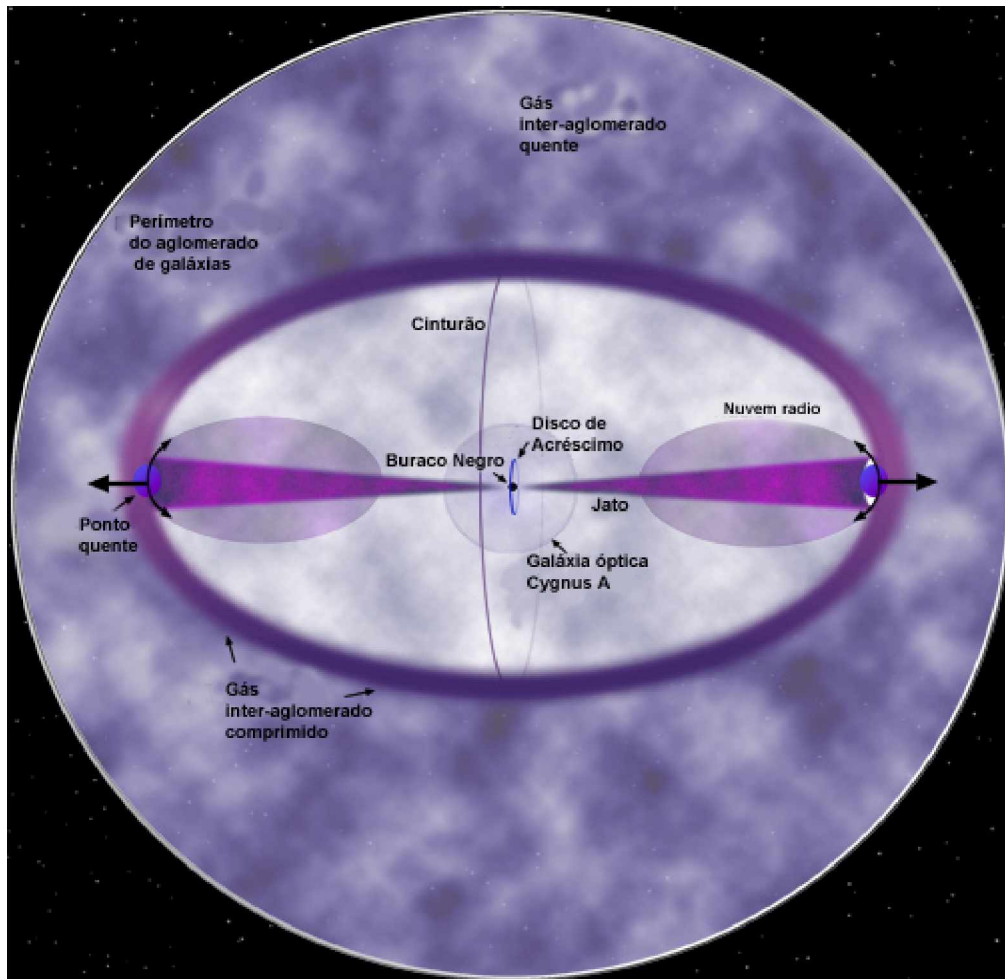
No entanto, os elétrons irradiam rapidamente sua energia. Como então eles poderiam manter velocidades tão altas durante uma jornada ao longo dos lobos, que pode levar milhões de anos? Como estes elétrons se deslocam a velocidades que podem chegar a 99,99% da velocidade da luz, o princípio da relatividade, de Albert Einstein, nos diz que eles sofrerão o efeito relativístico da dilatação do tempo. Este efeito relativístico permite que os jatos transportem os elétrons síncrotron até os lobos radio antes que eles consigam emitir a maior parte de sua energia.

Faltava ainda responder uma última (?) pergunta, óbvia e sempre a mesma: qual é a fonte capaz de produzir a tremenda energia radio final emitida por estes objetos?

Os astrofísicos discutiram muito quais poderiam ser os mecanismos capazes de produzir quantidades tão enormes de energia. Hoje, a maioria dos astrônomos suspeita que, do mesmo modo que nos quasares, as poderosas radio-galáxias são alimentadas por um buraco negro massivo que existe na sua região central.

Abaixo mostramos, esquematicamente, como deve ser a estrutura da radio-galáxia Cygnus A segundo o entendimento atual dos astrofísicos. A radio-galáxia Cygnus A não está isolada no espaço. Ela faz parte de um grande aglomerado de galáxias que possui um gás extremamente quente espalhado entre elas. Este gás deve ter a temperatura de dezenas de milhões de Kelvins. Embora este gás tenha uma densidade muito

baixa ele fornece resistência suficiente para retardar o movimento dos jatos de partículas de altas energias emitidos pela região central de Cygnus A. Os jatos terminam criando "pontos quentes" situados a cerca de 300000 anos-luz do centro da galáxia. Além disso, existe um buraco negro localizado bem no centro desta galáxia.



copyright: NASA / UMD / A. Wilson et al. / Chandra X-ray Observatory