

# RADIOASTRONOMIA: FERRAMENTA DE OBSERVAÇÃO DO UNIVERSO

Profª. Dra Tina Andreolla

Professora Adjunta da UTFPR – Campus Pato Branco

Pesquisadora SEED/MEC

Resumo: Este trabalho traz informações de como podemos “enxergar” o Universo sem utilizar diretamente nossos olhos para coletar informações sobre ele.

## ASTRONOMIA ANTIGA

A Astronomia é uma ciência praticada desde os tempos pré-históricos, ou seja é uma das ciências mais antigas de que se tem conhecimento e trata da natureza do universo.

Desde a antiguidade, o céu vem sendo usado como mapa, relógio e calendário. Os dados mais antigos registrados são de aproximadamente 3000 a. C. e se devem aos chineses, babilônios, assírios e egípcios. Naquela época, não se tinha qualquer conhecimento das leis da Natureza, ou seja, da Física. Os povos acreditavam que os deuses do céu tinham o poder da colheita, da chuva e da vida. Os astros eram então, estudados com objetivos voltados aos interesses diários e a serem utilizados nas atividades práticas dos seres humanos, como medir a passagem do tempo, (calendários), para prever as melhores épocas para cultivar a terra (plantio e colheita) e, também, com objetivos relacionados a astrologia, como fazer previsões do futuro.

Vários séculos antes de cristo, os chineses sabiam a duração do ano e usavam um calendário de 365 dias, baseado em observações dos astros celestes. Deixaram registros e anotações precisas de cometa, meteoros e meteoritos desde 700 a. C. Mais tarde, deixaram registros de eventos no céu, que, pelas anotações, nos dias atuais verificando a região do espaço citada, percebemos que se tratavam de informações de estrelas que chamamos de novas. O babilônios, assírios e egípcios também sabiam a duração do ano desde épocas pré-cristãs. Em outras partes do mundo monumentos foram deixados como evidencia de conhecimentos astronômicos muito antigos, como por exemplo o túmulo Megalítico de Newgrange (figura 1a) no Condado de Meath, Irlanda, construído em 3200 a. C., no qual, no período que inicia o inverno (solstício de inverno) o sol ilumina o corredor e a câmara centra (figura 1b),



Figura 1: Monumento Newgrange (a)



(b)

o Monumento Stonehenge (figura 2), na Inglaterra, que data de 3000 a 1500 a. C., onde cada pedra pesa em média 26 mil quilogramas e, algumas delas estão alinhadas com o nascer e pôr do sol no início do verão e do inverno. A avenida principal que parte do centro do monumento aponta para o local em que o sol nasce no solstício de verão ( dia mais longo do verão).



Figura 2: Monumento Stonehenge

Na América Central, os Maias, também tinham conhecimento de calendário e de fenômenos celestes. Os polinésios aprenderam a navegar por meio de observações do céu. Nas Américas, mais precisamente em Chankillo no Peru foi descoberto o observatório mais antigo de que se tem notícia, construído entre 200 e 300 a. C.

## OLHAR ELETRÔNICO

Temos vários “olhos”, além do nosso olho biológico para enxergar o universo. Em poucos anos, aprendeu-se mais sobre o Universo do que em toda a história da humanidade. Isso aconteceu graças a Astronomia teórica e a Astronomia Observacional. Os observadores do Universo usam vários meios para obter dados sobre diversos fenômenos, que são usados pelos teóricos para criar e testar teorias e modelos, para explicar observações e para prever novos resultados. O observador e o teórico não são necessariamente pessoas diferentes e, em vez de dois campos perfeitamente distintos, há cientistas que dão maior ou menor ênfase na observação e outros na teoria.

Os Campos de estudo desses objetos e fenômenos podem ser divididos quanto ao assunto e quanto a forma de obter a informação.

Quanto ao assunto, em geral é determinado de acordo com a região do espaço a ser estudada, como por exemplo quando a região é a nossa galáxia, chamamos de Astronomia galáctica. Pode ser determinada pelos problemas a ser resolvido como por exemplo, quando se refere a formação de estrelas ou Cosmologia. A categorização quando ao assunto, se aplica tanto a astronomia teórica quanto a observacional.

A categorização quanto a forma como se obtém a informação, se refere essencialmente a qual faixa do espectro eletromagnético está sendo utilizada na busca dos dados e se aplica a Astronomia observacional.

Na Astronomia, a principal forma de obter informação é através da detecção e análise da radiação eletromagnética. Quando enxergamos um objeto celeste com nossos olhos, o vemos através do nosso “olho ótico”, que é, um dos meios de obter informações desses objetos e essa informação é obtida através da radiação que chega até os nossos olhos e estimula nossos órgãos visuais e assim compreendemos a informação como sendo luz. Essa faixa do espectro eletromagnético (figura 3) é chamada de Luz Visível. Porém, temos outras formas de obter informações do Universo, sem necessariamente enxergá-lo. Fizemos isso, obtendo as informações através de instrumentos que recebem essas informações utilizando outras faixas de frequência do espectro eletromagnético.

## FORMAS DE OBTER INFORMAÇÃO

Uma divisão tradicional da Astronomia é dada pela faixa do Espectro eletromagnético (figura 3) observado. Os astrônomos observam ondas eletromagnéticas de todas as partes do espectro. Cada tipo de luz, seja ela visível ou invisível, revela uma peça diferente do grande quebra-cabeças que é o Universo.

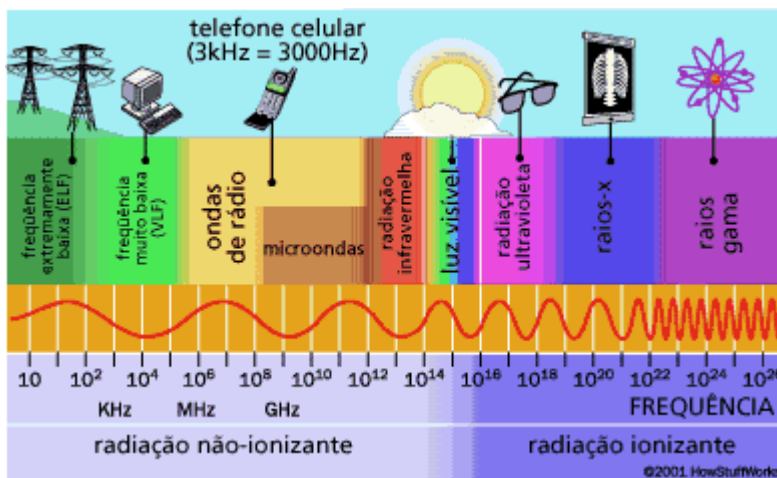


Figura 3: Espectro eletromagnético

Os astrônomos de todo o mundo estudam como funciona o Universo. Hoje em dia, isso se faz através de uma combinação de vários instrumentos e sub-campos de pesquisa, e usando abordagens diversificadas como Telescópios colocados em terra, Telescópios colocados no espaço, Sondas robóticas e Cálculos teóricos e simulações. Eles estudam o Universo não apenas para aprofundar nossa compreensão do cosmos, mas também para desenvolver outros campos da ciência e da tecnologia.

Dependendo da faixa de frequência que é utilizada pelo equipamento de observação, classificamos a Astronomia.

Chamamos de Astronomia ótica às técnicas usadas para detectar e analisar a luz na faixa de frequência do espectro visível ao olho humano. O instrumento mais comum a ser utilizado é o telescópio.

Quando a obtenção dos dados é feita através da detecção de radiação infravermelha (com comprimentos de onda maiores que o da luz Vermelha) chamamos de Astronomia infravermelha. A ferramenta mais comum para este tipo de observação é o telescópio, mas um telescópio que recebe a radiação na faixa de infravermelho. Esses telescópios são colocados no espaço, fora da atmosfera terrestre para que a atmosfera não cause interferência nos dados obtidos. A radiação infravermelha é absorvida pelo vapor de água, por isso os observatórios de infravermelho tem de ser colocados em lugares elevados e secos ou no espaço.

Se as observações são feitas utilizando equipamentos com comprimento de ondas mais energéticas que a luz visível, costuma-se chamar de Astronomia de Altas energias e é subdividida em Astronomia ultravioleta, Astronomia de raios-X e Astronomia de raios gama. A atmosfera é opaca aos comprimentos de onda dessas faixas de frequência por isso as observações tem que ser realizadas em balões ou em observatórios no espaço.

Temos ainda o estudo da Astronomia feita através da radiação que chega até a Terra em comprimentos de onda dentro da faixa de frequência de rádio (veja figura 3) que compreende as frequências até  $10^{12}$ GHz. A essa classificação de estudo da Astronomia denomina-se Radioastronomia, a qual é o principal foco desse trabalho. A radioastronomia usa instrumentos completamente diferentes para detectar radiação de comprimentos de onda de milímetros a centímetros, os radiotelescópios.

A astronomia ótica e a radioastronomia podem se feitas em observatórios localizados na superfície da Terra porque a atmosfera é transparente aos seus comprimentos de onda.

Se ao invés de enxergarmos na frequência da luz visível, enxergássemos em outra frequência, quando olhássemos para o céu a noite veríamos a Via Láctea de maneira bem diferente, como mostram as figuras a seguir. A figura 4a mostra como enxergaríamos nossa galáxia se enxergássemos na faixa de frequência de rádio. A figura 4b mostra a imagem em microondas e a 4c a imagem na faixa de frequência do infravermelho.

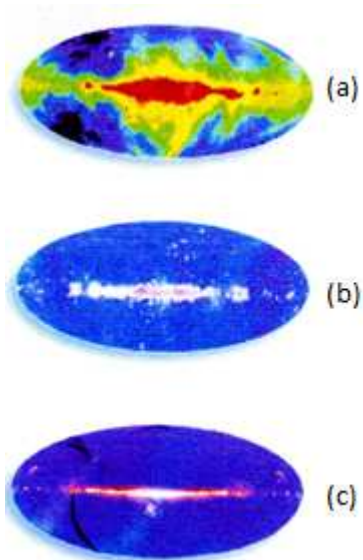


Figura 4: Imagem da Via Láctea em três frequências diferentes

Na imagem 5a temos a imagens como enxergamos a Via Láctea olhando diretamente para o céu pois é a imagem feita através do comprimento de ondas da faixa de frequência da luz visível (óptico). A figura 5b é a imagem no ultravioleta. A figura 5c a imagem feita a partir de observações em raio-X e a 5d em raios gama.

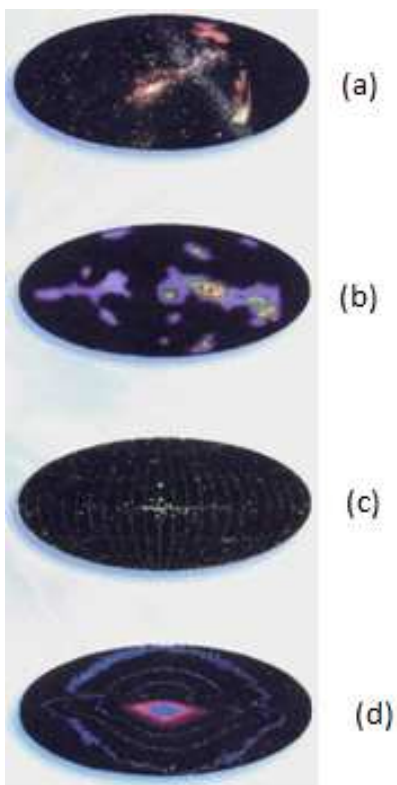


Figura 5: Imagens da Via Láctea

## RADIOASTRONOMIA

Durante séculos o homem limitou-se a “ver” o Universo. Na década de trinta começou a “ouvi-lo”. E isso teve um início não programado e nem contratado. No ano de 1932 a Radio Transatlântica contratou o engenheiro norte-americano Karl Jansky (figura 6) para identificar e eliminar os ruídos que causavam interferência em suas transmissões radiofônica.



Figura 6: Karl Jansky

Usando antenas bem simples (figura 7) ele descobriu que o sinal dos ruídos estava na faixa de 2 a 20 MHz e que a interferência era causada por ondas de rádio bem mais intensas que as do sol e vinham de regiões bem mais distantes que o centro da galáxia. Foi aí que, mesmo sem dar muita importância a descoberta, nasceu a Radioastronomia. Ou seja, pela primeira vez estávamos ouvindo um sinal de radiação emitida no comprimento de onda na frequência de rádio.

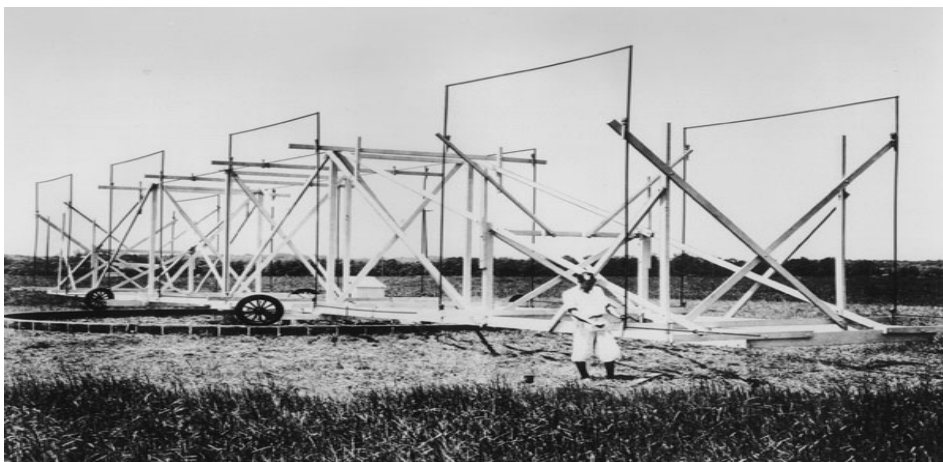


Figura 7: Antena feita de madeira e tubos de latão, medindo 30mx4m, construída por Karl Jansky,

A Radioastronomia faz o estudo dos corpos celestes e das medidas entre eles através da análise das ondas de rádio que emitem. Após a Segunda Guerra, com o grande desenvolvimento dos radares é que os cientistas começaram a se interessar pela Radioastronomia que foi beneficiada com os avanços da eletrônica e dos componentes eletrônicos em estado sólido. Ela possibilita o estudo de emissão de gases presentes no espaço, principalmente o elemento químico primordial para o processo de formação estelar, o Hidrogênio. Através dela foi possível ouvir ruídos emitidos por corpos celestes como o [sol](#)

([http://www.youtube.com/watch?v=ZbIffp40U8w&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=ZbIffp40U8w&feature=player_embedded)) e o planeta Júpiter (<http://www.youtube.com/watch?v=e3fqE01YYWs&feature=fvw>).

## EQUIPAMENTO

Os equipamentos utilizados para realização pesquisas em Astronomia, na frequência de Rádio são os radiotelescópios. O primeiro radiotelescópio de antena parabólica (Figura 8) foi construído por Grote Reber, eletrotécnico formado na universidade de Illinois, em 1937, que, ao tomar conhecimento dos estudos de Jansky se deu conta de que a intensidade dos sinais recebidos era muito baixa e, assim como a luz as emissões do espaço são radiações eletromagnéticas. Então, supôs que poderia construir uma antena que usasse o mesmo princípio da ótica geométrica para criar um sistema de antenas que recebesse sinal de uma grande área do espaço, concentrando os sinais em um foco e, criar um mecanismo de forma que esses sinais pudessem se somados.



Figura 8: Radiotelescópio de Grote Reber com antena de 9,5m de diâmetro

Os radiotelescópio possuem um coletor das emissões de ondas rádio num comprimento entre  $10^{-3}$  a  $10^3$  m, as quais são coletadas por antenas parabólicas e levadas a um receptor (figura 9).



Figura 9: Radiotelescópio Arecibo, com 305 m de diâmetro, localizado em Porto Rico.

Muitas fontes emitem fracamente na frequência da luz visível e fortemente em rádio. As vantagens dos radiotelescópios e tornar essas fontes observáveis. Muitas fontes também, são inobserváveis porque a luz visível é fortemente absorvida por poeira interestelar, em rádio, elas se tornam observáveis. Um exemplo é o centro da nossa galáxia. Outra vantagem é que os radiotelescópios são bem sensíveis para detectar radiofontes bem fracas e distantes com tempos de observação curto, se, associarmos mais do que uma antena com os pratos coletores a uma distancia grande entre eles, como no caso do VLA (figura 10) que é um radiotelescópio de 27 antenas tendo cada uma delas 25 metros de diâmetro.

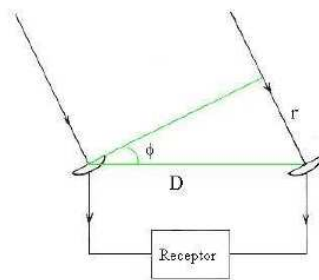


Figura 10: VLA, localizado em San Agostin no Novo Mexico



Fazendo a associação de antenas, forma-se o que chama-se de radio-interferômetros através do qual é possível somar os sinais obtidos de duas em duas antenas (figura 11) e com isso aumentar a qualidade dos dados obtidos e ampliar a área de observação.

## Rádio-interferômetros



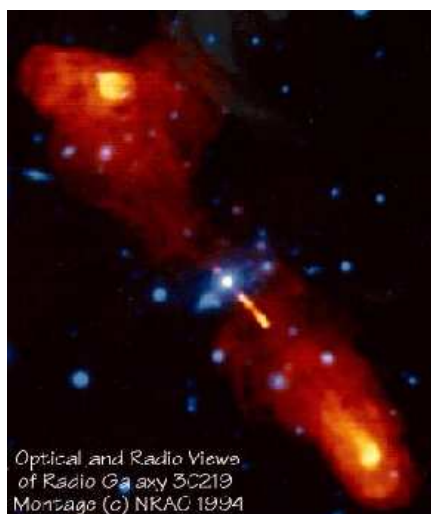
Esquema de um interferômetro de duas antenas

Diametro efetivo do interferômetro ( $D$ ) = distância entre os pratos mais distantes do arranjo

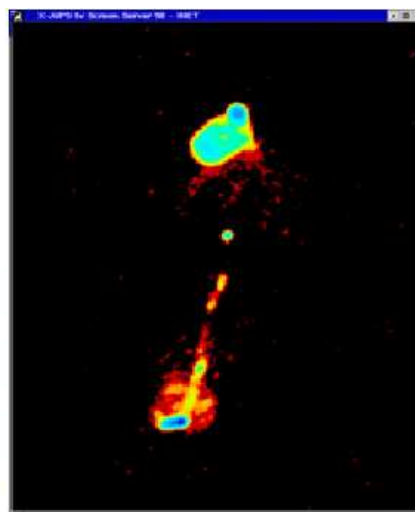
Quanto maior  $D$  (linha de base): melhor o poder de resolução

Figura 11: Esquema de radio-interferômetro

Radiofontes, são fontes que emitem radiação intensa na frequência de rádio. Como por exemplo as Radiogaláxias e os Quasares (figuras 12 a e 12b).



(a)



(b)

Figura 12: figura (a) Radiogaláxia 3C219; figura (b) Quasar 3C14

Temos no Universo radiofontes galácticas (que estão localizadas na nossa galáxia) e radiofontes extragalácticas (localizadas fora dos limites da nossa galáxia). As imagem da figura 12 são exemplos de radiofontes extragalácticas.

As partes principais de uma radiofonte extragaláctica são um buraco negro localizado no centro da galaxia e um disco de acreção (tórus), ao redor do buraco negro, que gira em altíssima velocidade. A imagem em rádio dessas radiofontes apresentam jatos, lobos, núcleo e hotspots, (que se localizam ao redor dos lobos), conforme o esquema apresentado na figura 13, que é o mapa da imagem em rádio do quasar 3C14 (ANDREOLLA, 2002)

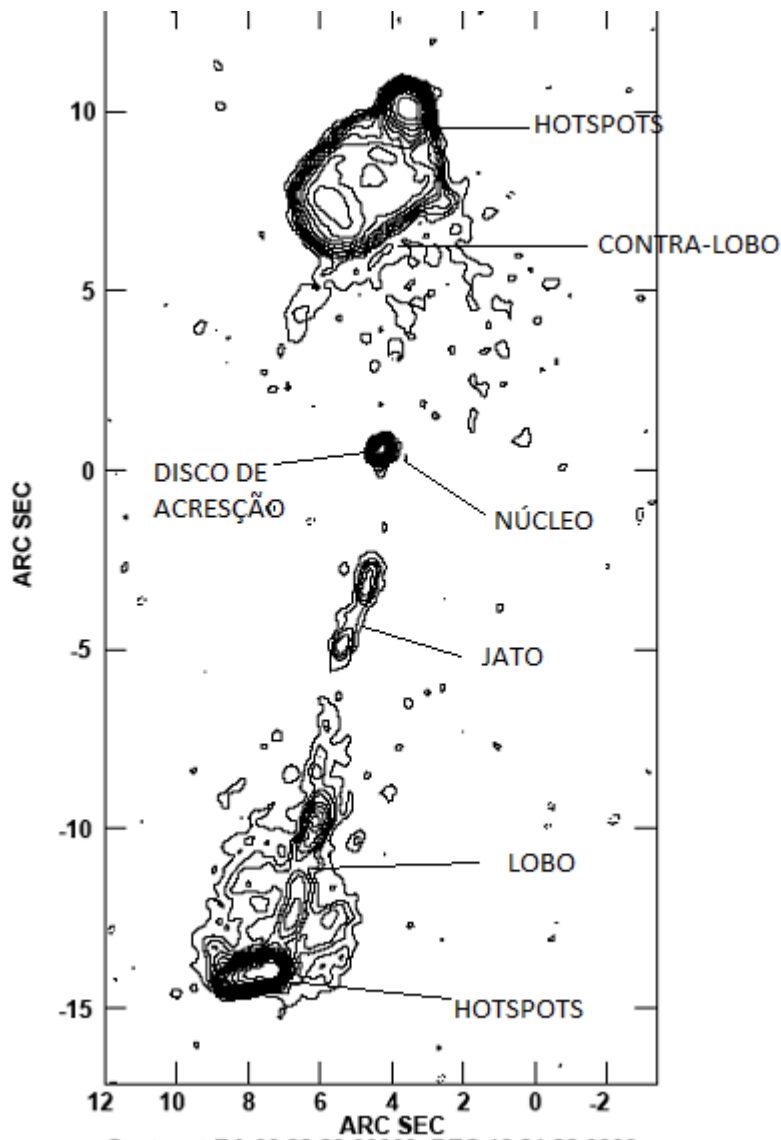


Figura 13: Imagem em rádio do Quasar 3C14 em 5GHz

Para as informações de uma radiofonte a partir da observação em rádio, precisamos escolher um instrumento (radiotelescópio), realizar as observações da radiofonte para coleta dos dados. Os dados coletados são gravados em fitas e

posteriormente tratados com a ajuda de softwares computacionais que auxiliam no tratamento dos dados que chamamos de calibração, procedimento este que passa pelas fases apresentadas no esquema da figura 14.

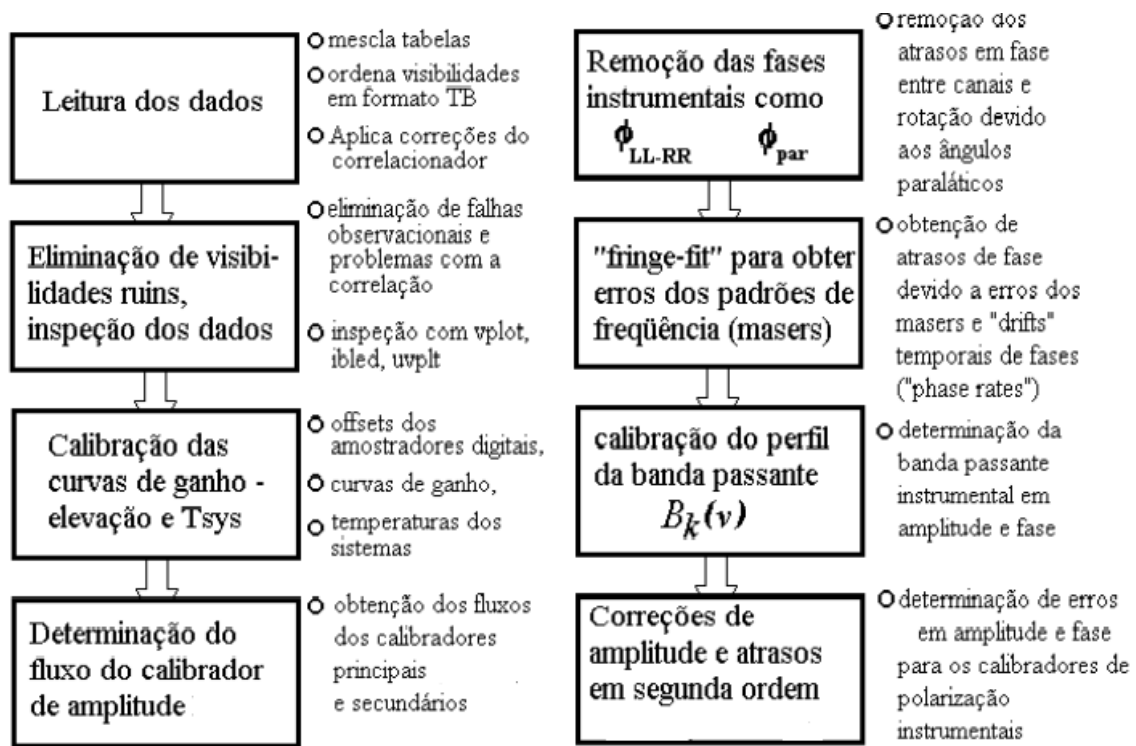


Figura 14: Esquema das fases para tratamento dos dados em rádio (ANDREOLLA, 2007)

A qualidade dos dados, é verificada, a partir da calibração, por um gráfico que mostra a distribuição da variação do fluxo pela frequência, da radiofonte (figura 14), onde, se os pontos estão concentrados ao invés de espalhados pela área apresentada pelo gráfico, os dados estão bons e prontos para gerar a imagem.

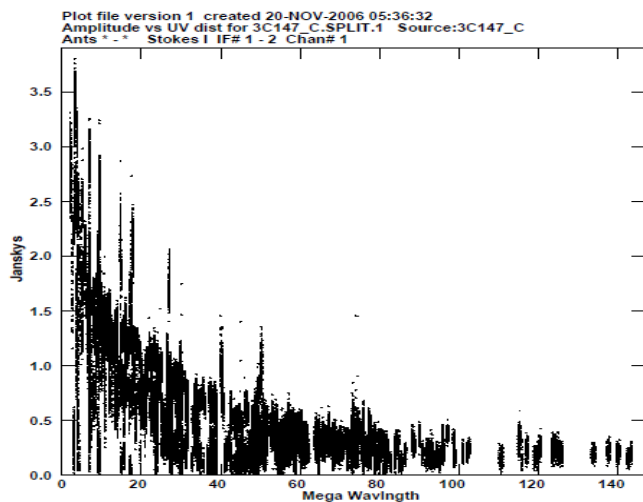
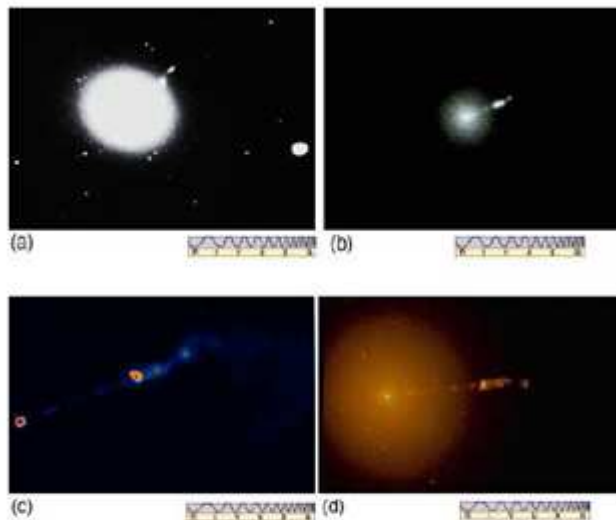


Figura 15: variação do fluxo pela frequência, mostrando a qualidade dos dados da radiofonte (ANDREOLLA, 2007).

Após a calibração dos dados, é gerado o mapa da imagem em radio da radiofonte (figura 13) e a imagem em falsas cores (figura 12b).

O estudo de uma fonte em mais do que uma frequência é importante pois a imagem de um instrumento ajuda a complementar as informações obtidas em outras frequências e com isso termos informações mais precisas e aproximadas da real característica da fonte, como mostra os exemplos a seguir, mostrados nas figuras 16 e 17.



**Galáxia M87 (ou Virgo A): rádio-galáxia tipo "core-halo" gigante.**  
(a) imagem visível (longa exposição) mostrando o halo externo;  
(b) curta exposição, mostrando o núcleo;  
(c) rádio-imagem do jato (escala maior que em (a));  
(d) imagem no infravermelho próximo mostrando o jato.

**Elisabete M. de Gouveia Dal Pino**

Figura 16: Imagens da galáxia M87, em radio e no ótico.

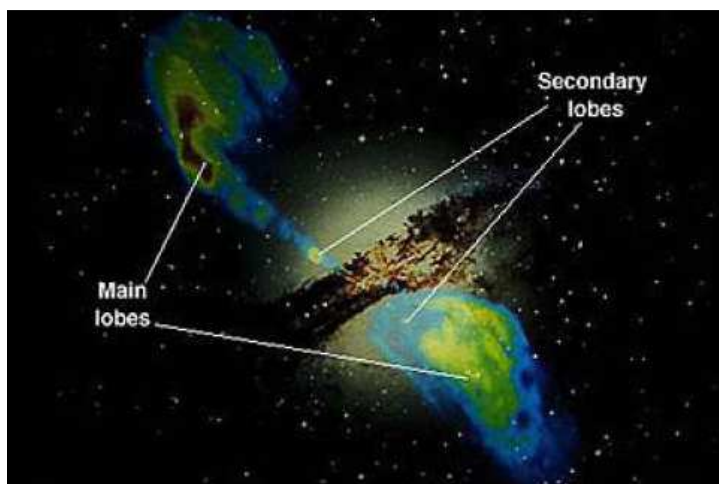


Figura 17: Imagem ótica da Ceentaurus A(no centro) superposta à imagem rádio (em azul e amarelo)

## REFERENCIAS

ANDREOLLA, Tina: OBSERVAÇÕES MULTIFREQUENCIA DE QUASARES CSS's UTILIZANDO O VLBA, ufsm. 2007.

ANDREOLLA, Tina:ANÁLISE MORFOLOGICA DOS QUASARES 3C9 E 3C14 REALIZADA COM O VLA , ufsm, 2002.

ANDREOLLA,Tina ; LÜDKE, Everton . CORE MAGNETIC FIELDS IN ULTRA-CAOMPACT RADIO SOURCES, 2005.

REICHERT, Dalia ; ANDREOLLA,Tina ; LÜDKE, Everton . MAGNETIC FIELDS IN THE HOTSPOTS JET OF 3C200, 2005.

LÜDKE, Everton ; ANDREOLLA,Tina ; COELHO, Sandro Xavier ; LIMA NETO, Onofre Felix de . INTRINSIC JET PARAMETERS FROM MULTIFREQUENCY VLA PALARIZATION OBSERVATIONS OF ARCHETYPICAL FRII QUASARS AND RADIO GALAXIES. Journals Cambridge, EUA, v. 222, p. 333-334, 2004.

ANDREOLLA,Tina ; LÜDKE, Everton . MORFOLOGIA DOS QUASARES 3C9 E 3C14. In: III EPCC, 2003, MARINGÁ-PR. ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO CESUMAR. MARINGÁ-PR : CESUMAR, 2003. v. III.

FRANÇA, Olhar Eletrônico, 2008.

<http://www.clubedeastronomia.com.br/main.php>

<http://www.on.br/>

<http://www.astronoo.com/pt/galaxias.html>

<http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>

<http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>

<http://www.fis.unb.br/plasmas/gem.htm>

<http://lief.if.ufrgs.br/~gentil/index.html>

<http://www.angelfire.com/vt/efo/jupter.html>

<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/radiofontes/radioastronomia.htm>

<http://universoevida.blogspot.com/2008/03/hubble-10-fotos-mravailhosas.html>