

A MARINHA DO BRASIL E A HISTÓRIA DA RADIOASTRONOMIA BRASILEIRA

Vera Lucia Requia Kuntz *

Dentre as contribuições da Marinha ao desenvolvimento científico brasileiro, uma área pouco difundida é a associada ao início da radioastronomia no Brasil, uma história interessante em uma relação que começou na década de 1950 e cujos frutos resultaram em um respeitado, nacional e internacionalmente, grupo de radioastronomia, ainda na vanguarda de pesquisas em diferentes áreas da astrofísica, com destaque nas pesquisas solares, onde foram feitas medidas inéditas mundialmente, e nas relações solares terrestres.

ORIGEM

Para falarmos de radioastronomia⁽¹⁾ temos que voltar um pouco no tempo. A radioastronomia tem sua origem na década de 1930⁽²⁾ como uma nova forma de observar e explorar o espaço em faixas de frequência não perceptíveis aos olhos humanos, ampliando o universo até então visto pelos telescópios óticos tradicionais. Enquanto no Hemisfério Norte do planeta essa nova técnica passou a se espalhar com rapidez pelos centros de pesquisas e universidades, no Hemisfério Sul, até a década de 1950, somente a Austrália possuía um radiotelescópio⁽³⁾ e passou a conhecer um céu não observável pelos radiotelescópios no Hemisfério Norte e sendo, desde então, única referência de dados abaixo do Equador, para pesquisadores e programas espaciais.

Rádio Observatório Pierre Kaufmann,
localizado na cidade brasileira de Atibaia
Imagem: Sturm, CC BY-SA 4.0, via
Wikimedia Commons

ASSOCIAÇÃO DE AMADORES DE ASTRONOMIA DE SÃO PAULO

No Brasil da década de 50 as observações astronômicas eram realizadas, como em outras partes do mundo, por telescópios óticos. Em São Paulo, o IAG – Instituto Astronômico e Geofísico da USP (Universidade de São Paulo) era a referência institucional, mas fora dessa instituição e de forma independente, também havia uma vertente de entusiastas em astronomia que crescia em importância; era a Associação de Amadores de Astronomia de São Paulo (AAA-SP), fundada em 1949 e que efetivamente iniciou a radioastronomia no País, colocando o Brasil como segunda referência em radioastronomia no Hemisfério Sul do planeta, pois até então somente a Austrália fazia radioastronomia abaixo do Equador.

Pelo dinamismo e entusiasmo deste grupo de astrônomos amadores pode se dizer que a AAA-SP foi o berço de muitos pesquisadores de renome nas áreas de Astronomia, Astrofísica e Radioastronomia do País. Inicialmente, esse grupo reunia-se nas dependências da faculdade de odontologia da USP, onde foi fundado, até sua mudança para outro endereço na capital paulista e, posteriormente, para as dependências do Planetário Municipal do Ibirapuera⁽⁴⁾, na capital de São Paulo, onde ficou até sua extinção.

Desde sua fundação em 1957, o Planetário de São Paulo, no Parque do Ibirapuera, era operado pelos integrantes da AAA-SP e, por isso, o grupo foi transferido para lá. Além de ser responsável pelo funcionamento do Planetário, a AAA-SP também instalou uma oficina de construção de telescópios ao lado do Planetário, confeccionando instrumentos e colocando-os à disposição do público para sessões de observação astronômica. Com a mudança, os integrantes da AAA-SP tiveram também a oportunidade de adentrarem em novos desafios, entre os quais dispor de um local para instalar antenas de rádio e iniciar os desenvolvimentos da radioastronomia em São Paulo.

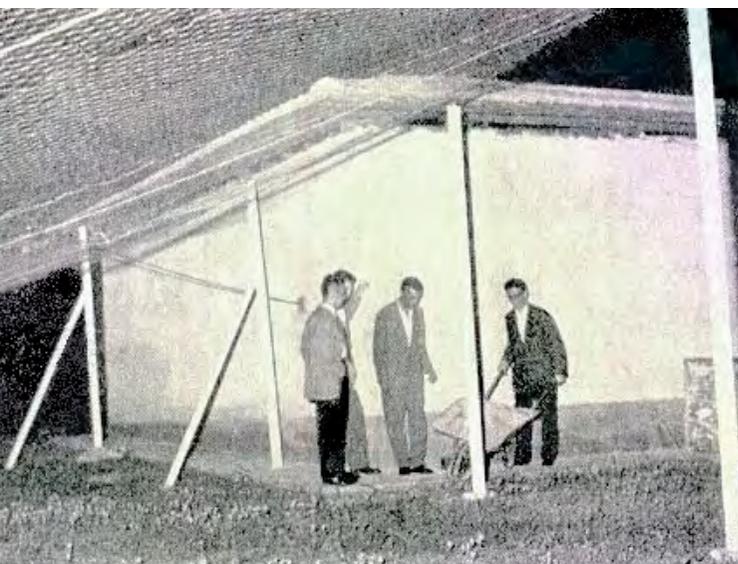
Em função desse novo desafio, foi criado, também no Planetário, por volta de 1957-1958, por Aristóteles Orsini, Diretor do Planetário e fundador da AAA-SP, um Departamento de Radioastronomia, junto à AAA-SP, marco pioneiro destas atividades no Brasil. Desta iniciativa resultaram,

direta ou indiretamente, muitos dos empreendimentos radioastronômicos hoje existentes no País. Nesse Departamento estavam vários jovens entusiastas, muitos dos quais viriam a se tornar importantes pesquisadores brasileiros; entre eles Professor Pierre Kaufmann, na época líder do grupo no Departamento de Radioastronomia e que veio a ser o coordenador do Centro de Rádio Astronomia e Astrofísica Mackenzie, referência mundial em radioastronomia em diferentes áreas de atuação.

Por iniciativa dos integrantes desse Departamento de Radioastronomia, formado por técnicos, radiotécnicos e alunos de Física da Universidade Mackenzie, foi elaborado projeto para a construção de um radiotelescópio na frequência de 300MHz com uma antena parabólica, cujo refletor era um parabolóide de revolução tendo uma superfície construída com tela de arame (tipo tela de galinheiro), de 30m de diâmetro.

Tanto o projeto quanto a antena, todos os receptores e demais instrumentos de medição foram feitos pelos integrantes da AAA-SP. O conjunto todo, com a abertura da antena voltada para o zênite⁽⁵⁾, foi fixado no solo, constituindo um instrumento de passagem meridiana dos astros, tirando proveito da rotação da Terra. A frequência que foi escolhida para a operação desse instrumento (300 MHz) na época era pouco influenciada por interferências radioelétricas artificiais (decorrentes de ação humana). O programa observacional com esse instrumento objetivava levantamento da distribuição e da intensidade das radioemissões da região central da Galáxia, levando em conta que essa região tem suas passagens meridianas próximas do zênite local, o que facilitava tal observação. Em certas épocas do ano era possível também realizar observações da radioemissão do Sol nas suas passagens pelo meridiano local.

Esse radiotelescópio, o primeiro construído no Brasil, contou com auxílio financeiro da própria AAA-SP e com a colaboração da Prefeitura Municipal de São Paulo e foi instalado no Parque do Ibirapuera. O radiotelescópio, montado próximo do local onde seria posteriormente edificada a primeira Escola Municipal de Astrofísica, foi inaugurado pelo prefeito de São Paulo, como parte dos eventos comemorativos do aniversário da cidade em 25 de janeiro de 1960. Segundo declarações de Pierre Kaufmann na inauguração, sen-



O radiotelescópio de 30m sendo montado no Parque do Ibirapuera, na cidade de São Paulo

Acervo particular CRAAM

do esse ramo de observações astronômicas ainda relativamente recente, não havia até então uma padronização definida quanto à parte técnica de um radiotelescópio e, portanto, não havia padrões de concepção de um sistema, a não ser na parte de um refletor parabólico. Assim, o radiotelescópio construído tinha particularidades novas e inéditas a serem aplicadas aos estudos radioastronômicos em São Paulo.

Embora o Planetário do Ibirapuera ainda se mantenha no mesmo espaço desde sua instalação, na época esse local não era inserido em um parque com a estrutura protegida de hoje e, assim, essa antena ficava vulnerável ao ambiente e, por conta disso, acabou durando pouco tempo, menos de um mês após sua inauguração, pois foi destruída por gado solto na região que, durante pastagem, invadiu a área, destruindo toda a estrutura da antena. Após esse episódio, o grupo precisou pedir recursos financeiros para recomeçar e partir para novos projetos menos vulneráveis. Como os receptores e demais instrumentos que não a superfície da antena não foram danificados, o principal objetivo era conseguir nova antena. Nessa época o grupo conseguiu os primeiros recursos, da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo), sendo um dos primeiros projetos aprovados por essa instituição, no início dos anos 1960.

INSTITUTO ASTRONÔMICO E GEOGRÁFICO

A pedra fundamental de criação do IAG (Instituto Astronômico e Geográfico – USP) foi assentada, em 24 de fevereiro de 1932, no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (ou Parque do Estado), bairro Água Funda, na capital de São Paulo, onde hoje é a Estação Meteorológica Paulo Marques dos Santos, do IAG, por ter sido considerada, na época, a região mais adequada para sua instalação. Durante sua história, o IAG passou por outros endereços e instalações, tendo sido, em uma fase de sua existência, parte anexa da Escola Politécnica (EP) da USP (foi quando passou a ser denominado Instituto Astronômico e Geográfico).

OBSERVAÇÃO DE SATÉLITES ARTIFICIAIS

Nos últimos anos da década de 1950, a atividade espacial foi motivo de atenções tanto do público em geral, como também para muitos pesquisadores, tendo sido, para parte destes, um estímulo para novos desafios observacionais, tanto na faixa de frequências do visível (astronomia ótica), como na faixa de frequências de rádio (radioastronomia) do espectro eletromagnético.

Em São Paulo, essa época de interesse efervescente no espaço e na radioastronomia encorajou os pesquisadores da Escola Politécnica e do IAG-USP, incluindo os Professores Luiz Queiroz Orsini e Antonio Helio Guerra Vieira, a construir, nessa instituição, um radiointerferômetro na frequência de 108MHz, segundo um projeto divulgado pelos americanos para observação de seus satélites artificiais. Ao final de 1957, quando do lançamento do primeiro satélite artificial da Terra – o Sputnik (URSS), o radiointerferômetro em 108MHz permitiu registrar, com precisão, a hora da passagem do satélite pelo meridiano local da cidade de São Paulo. Esse radiointerferômetro era usado para medir o fluxo de ondas de rádio oriundo do centro da galáxia, na sua passagem pelo meridiano local em São Paulo, e também estudar a ionosfera terrestre. O radiointerferômetro podia também ser utilizado em observações de radioemissão solar nessa frequência em 108MHz, o que mostrou-se um estímulo a mais, pois o ano de 1958 coincidia com um período de máxima atividade solar (por isso mesmo tinha sido esco-

lhido para ser o Ano Geofísico Internacional – IGY – *International Geophysical Year*). O satélite artificial americano Explorer I foi lançado em 31 de janeiro de 1958 e, com o radiointerferômetro, foram obtidos, no Brasil, os primeiros registros da emissão de ondas de rádio de fontes extraterrestres, decorrentes desse satélite. Com esse mesmo radiointerferômetro foi também possível realizar o primeiro registro radioastronômico no Brasil; registro da radioemissão solar durante a passagem meridiana do Sol, em fevereiro de 1958. Essas atividades podem ser consideradas também como o ponto de partida para o desenvolvimento da pesquisa espacial no Brasil.

Considerando que o programa de observações de satélites artificiais tinha sido bem-sucedido, a partir daí e contando com o apoio dos pesquisadores do IAG e da Escola Politécnica da USP, Luiz de Queiroz Orsini (então diretor do CERP – Centro de Estudos de Rádio Propagação da Escola Politécnica – USP) e Antonio Helio Guerra Vieira, foi elaborado um projeto para desenvolver a área da radioastronomia no IAG-USP.

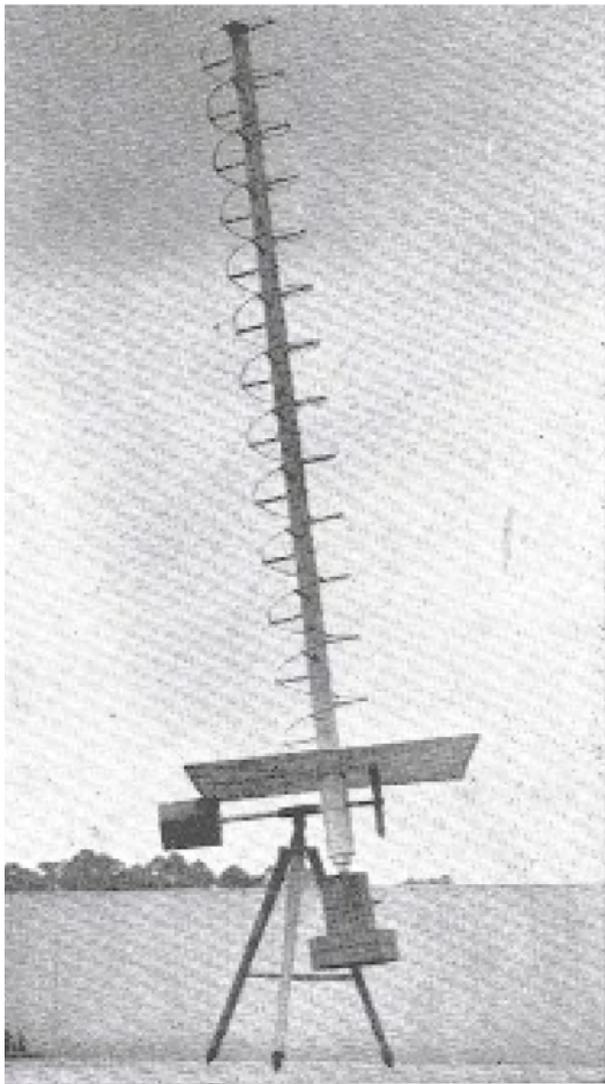
Como início do projeto, em meados de 1958, o IAG recebeu, do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), uma antena parabólica de radar, com 5,2m de diâmetro, em montagem altazimutal, para ser utilizada na construção de um radiotelescópio que ficaria instalado no Parque do Estado, na capital de São Paulo. Para esse projeto, além da antena, foi assinado um convênio entre a USP e o Ministério da Marinha, visando ao desenvolvimento de pesquisas de radiopropagação. O convênio incluía o estudo de física da ionosfera, de propagação radioelétrica e de radioastronomia, e utilizaria recursos e pessoal da Marinha nessa parceria. Como fase preparatória do projeto, teve início, no ano de 1959, um programa de monitoramento contínuo do comportamento do ruído radioelétrico, no sentido de avaliar a viabilidade da instalação do radiotelescópio no local pretendido. Mas, apesar de ter conseguido obter do IPqM a antena parabólica de 5,2m de diâmetro, este projeto não teve continuidade e, assim, foram encerrados os trabalhos nessa área no IAG-USP. Em 1961, a convite do Instituto de Pesquisas da Marinha e Escola Politécnica da USP, o pesquisador francês André Boisshot, do Observatório de

Meudon, França, veio ao Brasil para colaborar no preparo de um projeto de radioastronomia a ser realizado no País. Esse pesquisador, durante sua visita, ministrou também um curso de radioastronomia solar, no Instituto de Pesquisas da Marinha. Apesar de todo o esforço despendido nesse sentido, esse projeto também não se concretizou.

CENTRO DE RÁDIO ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA MACKENZIE: A CRIAÇÃO DO GRAM

Na Universidade Mackenzie, o então diretor da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, por meio de comunicado interno datado de 23 de setembro de 1960, determinou que fosse constituído, junto a essa Faculdade, sob a supervisão de Pierre Kaufmann, o Grupo de Rádio Astronomia Mackenzie (GRAM), anexo ao Departamento de Física Geral e Experimental. Por meio de convênio, as atividades que vinham sendo desenvolvidas no Departamento de Radioastronomia da AAA-SP por membros que, na maioria, eram alunos da Universidade Mackenzie, foram anexadas ao GRAM, conferindo assim cunho acadêmico a essas atividades. Nessa fase foi construído, por esse grupo, o segundo radiotelescópio brasileiro, um radiotelescópio experimental com antena helicoidal de treze espiras, em montagem equatorial, operando também na frequência de 300MHz. Esse radiotelescópio ficou pronto em 1961 e foi destinado inicialmente para a observação de passagens meridianas do Sol. Instalado no terraço da Escola Municipal de Astrofísica no Parque do Ibirapuera, produziu bons registros da radioemissão solar, ficando comprovado o seu desempenho para o monitoramento contínuo do Sol.

Como já dissemos, a antena fixa montada no solo ao lado do Planetário Municipal do Ibirapuera durou pouco, menos de um mês após sua instalação. Mas isso não desencorajou os entusiastas do então Departamento de Radioastronomia da AAA-SP que partiram para novos desafios. Essa antena foi substituída por outros instrumentos, também instalados no Parque do Ibirapuera, além de um detector de explosões solares e um receptor que operava em faixa de frequências muito baixas (VLF), doado à AAA-SP por um astrônomo ama-



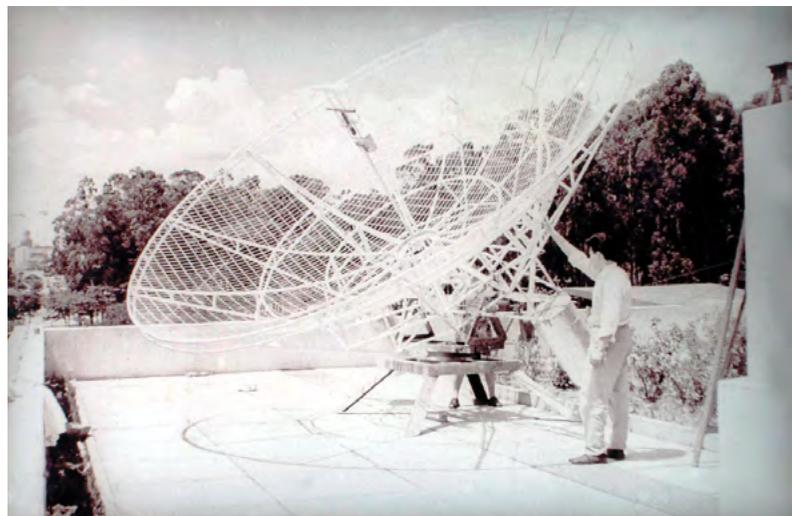
Antena helicoidal em sua montagem equatorial sobre o edifício da Escola Municipal de Astrofísica no Parque do Ibirapuera, em São Paulo (Kaufmann, 1963)

dor norte-americano, através de um dos membros dessa associação.

Em 1962, ainda instalado na Escola Municipal de Astrofísica do Parque do Ibirapuera, mas já ligado à Universidade Mackenzie, o Departamento de Radioastronomia da AAA-SP recebeu da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) auxílio financeiro para ser aplicado em bolsas de estudos e em equipamentos necessários às suas atividades, o que permitiu, então, que fosse colocado em prática um intenso programa de pesquisas no Parque do Ibirapuera, nas dependências da Escola Municipal de Astrofísica, operado pela referida AAA-SP. Além dos projetos, o grupo também constituiu um laboratório de ele-

trônica para desenvolvimento, manutenção e controle do instrumental nos diversos projetos.

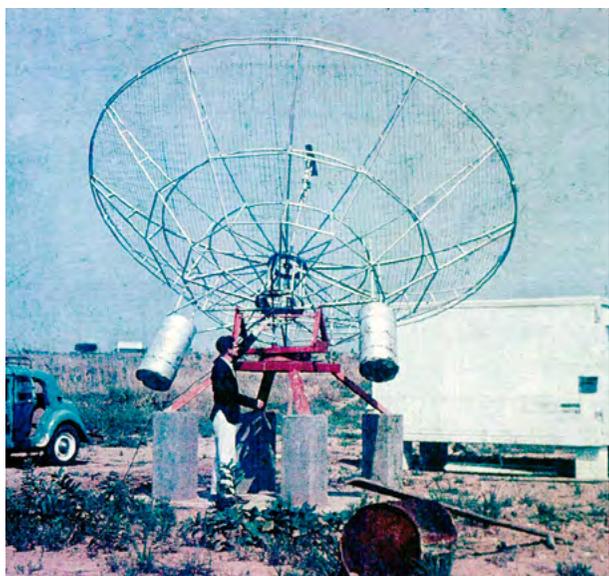
Com parte do auxílio recebido foi possível construir, no período de 1962 a 1963 outro radiotelescópio na frequência de 300MHz, um dos projetos do programa de pesquisas do GRAM. Para a construção desse radiotelescópio foi utilizada a antena parabólica com 5,2m de diâmetro sobre montagem altazimutal manual, que foi doada à AAA-SP pelo Instituto de Pesquisas da Marinha, através de participação do Professor Luiz Queiroz Orsini, Diretor do CERP da Escola Politécnica da USP. Essa antena era a que o IAG-USP tinha recebido, por doação, do Instituto de Pesquisas da Marinha para o projeto de radioastronomia em 1958 que, como não tinha sido utilizada, na época estava abandonada, exposta à deterioração por ação do tempo, nas dependências da oficina mecânica do Departamento de Física Geral e Experimental da USP, na Cidade Universitária. A recuperação da antena e sua montagem como parte de um radiotelescópio pelo GRAM visava sua aplicação para ser utilizada em observações de ruído solar e em programa de observações usando a determinação da distribuição de ruído cósmico no hemisfério celeste sul. Montada inicialmente no terraço da Escola Municipal de Astrofísica, aí foram realizadas observações do centro da galáxia e do Sol durante as passagens meridianas dessas



Radiotelescópio com a antena de 5,2m (doada pela Marinha) montado sobre o edifício da Escola Municipal de Astrofísica no Parque do Ibirapuera, na capital de São Paulo
Acervo particular CRAAM

fontes. Mas, devido ao aumento das interferências radioelétricas artificiais, em função do crescente desenvolvimento urbano da região, o tempo de observação sem interferências ficava bastante limitado, levando o grupo a procurar outro local para a instalação desse radiotelescópio.

Para superar essas dificuldades foi feito um acordo de cooperação entre a AAA-SP/GRAM e a Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE), precursora do atual INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), pelo qual os equipamentos radioastronômicos que se achavam instalados no Parque do Ibirapuera seriam instalados nas dependências da CNAE na cidade de São José dos Campos, no Vale do Paraíba, interior de São Paulo.



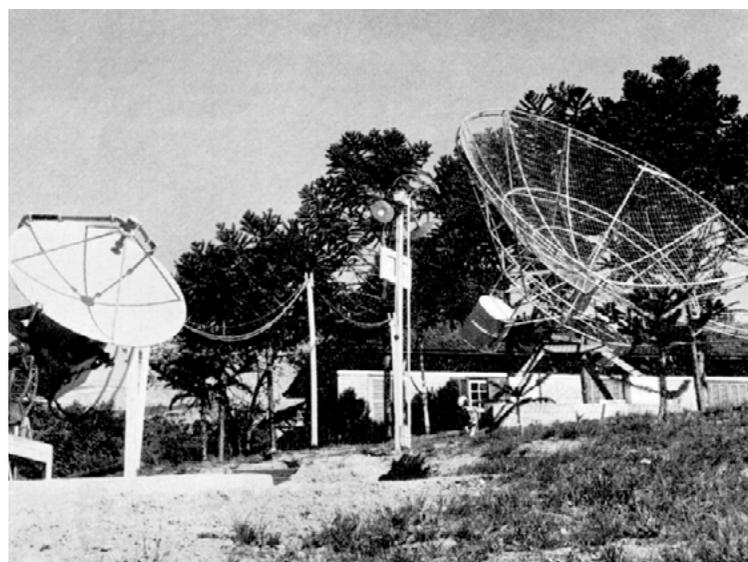
Antena de 5,2m (doada pela Marinha) sendo montada nas dependências do CNAE
Acervo particular CRAAM

RÁDIO OBSERVATÓRIO DO UMUARAMA

Em virtude do surgimento de problemas relativos à manutenção dos equipamentos instalados na CNAE, que só poderia ser realizada nos fins de semana, chegou-se à conclusão de que seria necessário buscar, novamente, um outro local adequado para a instalação dos equipamentos. Em 1964, o GRAM obteve da Universidade Mackenzie a aprovação de programação básica para a subsistência das suas pesquisas, como também a verba necessária para a instalação de estação própria. O novo local escolhido foi uma área no

município de Campos do Jordão, a 190km da capital de São Paulo, aproveitando as instalações já existentes e pertencentes ao Instituto Mackenzie, entidade mantenedora da Universidade Mackenzie, que se encontravam desativadas.

A escolha de Campos do Jordão foi feita não só pelas facilidades locais, mas também pelas condições meteorológicas satisfatórias e por apresentar pouca ou nenhuma interferência de ruídos radioelétricos artificiais. Algum tempo depois da transferência dos equipamentos do GRAM para o novo local, houve a transformação do GRAM em CRAAM, Centro de Rádio Astronomia e Astrofísica Mackenzie, denominação pelo qual ainda é conhecido. As atividades que ali passaram a ser desenvolvidas foram o rastreamento contínuo do Sol em 300MHz com a antena helicoidal, determinação diária do fluxo da emissão solar, também em 300MHz, durante alguns trânsitos do Sol pelo feixe da antena parabólica de 5,2m, em diferentes distâncias zenitais com apontamentos executados manualmente e um outro programa com equipamento em VLF (*Very Low Frequency*) para medir o ruído da ionosfera terrestre e suas variações no amanhecer e anoitecer e na ocorrência de erupções solares. Ficou assim constituído o Rádio Observatório do Umuarama, o primeiro rádio observatório instalado no Brasil.



O Rádio Observatório do Umuarama em Campos do Jordão, SP, vendo-se da esquerda para a direita a antena de 1,5m do radiopolarímetro em 7GHz e a antena de 5,2m do receptor em 300MHz (Kaufmann, 1968)

O desenvolvimento da astrofísica indicava que os recursos experimentais do CRAAM no Rádio Observatório do Umuarama eram insuficientes, sendo necessário pensar em projetos experimentais mais atualizados. Além disso, o Rádio Observatório do Umuarama passou a apresentar problemas no fornecimento de energia elétrica que impactavam na condução das observações. E ainda, devido à distância até São Paulo, perdia-se muito tempo na viagem até Campos do Jordão e vice-versa. Mas a procura de um novo local estava condicionada também às características do novo projeto que viesse a ser programado. Pensou-se então na possibilidade de um projeto com um radiotelescópio tendo antena parabólica de dimensões médias, para realizar observações em ondas milimétricas em diversos tipos de programas de pesquisa. Como já estava programada a transferência do Rádio Observatório do Umuarama para as proximidades de São Paulo, a escolha do local para essa transferência ficou vinculada a algumas condições, entre outros critérios, à alta ocorrência de dias claros, baixo nível de interferências radioelétricas artificiais, condições climáticas favoráveis e proximidade de São Paulo. O local considerado mais apropriado foi uma área com configuração ligeiramente côncava, fator importante para a proteção do local contra radiointerferências espúrias. A área em questão fazia parte de uma fazenda no município de Atibaia, situada nas proximidades do Pico do Itapetinga, não muito distante do Pico da Pedra Grande. A área foi adquirida por Waldemar Clemente, membro do Conselho Deliberativo do Instituto Mackenzie, e doada ao CRAAM para a instalação do rádio observatório. O Rádio Observatório do Itapetinga (ROI), atualmente Rádio Observatório Pierre Kaufmann (ROPK), foi oficialmente inaugurado em 20 de outubro de 1973 e concretizou uma base definitiva para abrigar as pesquisas brasileiras pioneiras na área de radioastronomia no Brasil e América do Sul. A antena possui um diâmetro de 13,7m e fica abrigada numa redoma de 20m de diâmetro, para protegê-la de intempéries e não permitir a influência de ventos. O êxito obtido pelo CRAAM nas suas pesquisas foi decisivo para a sua consolidação como centro de pesquisa e de pós-graduação em radioastronomia e astrofísica.



Rádio Observatório Pierre Kaufmann (ROPK), onde se vê a redoma protetora, com 20m de diâmetro

Foto arquivo pessoal

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Duas décadas depois da doação da antena de 5,2m ao CRAAM, integrantes deste, então vinculado ao INPE e sob a direção de Pierre Kaufmann, participaram da Primeira Expedição Brasileira à Antártica (verão 1982-1983) com um projeto de pesquisa de ciências da atmosfera, para estudo de propagação de ondas de rádio em frequência muito baixa (VLF – *Very Low Frequency*) em reflexão pela baixa ionosfera, projeto esse sendo um dos desenvolvidos durante a expedição, no navio de apoio oceanográfico da Marinha brasileira, NApOc “Barão de Teffé”, numa expedição que colocou o Brasil como membro consultivo do Tratado Antártico e foi a base para que se pudesse, no ano seguinte ao da Primeira Expedição, insta-

lar uma estação brasileira no continente antártico, a Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), até hoje, mais de quarenta anos depois, atuando no apoio às pesquisas brasileiras na Antártica.

Mais uma vez, os caminhos da radioastronomia brasileira e da Marinha se cruzaram e, mais uma vez, numa sinergia construtiva colocando o Brasil em posição de destaque no cenário mundial. ■

NOTAS

- (1) A radioastronomia abriu um novo e amplo caminho para a humanidade conhecer e entender os fenômenos do Universo, a partir da detecção de ondas eletromagnéticas em faixas de frequência de rádio. No Brasil, a radioastronomia deu um grande salto com a inauguração, em 1973, do Radiotelescópio do Itapetinga, em Atibaia, interior de São Paulo, sob responsabilidade do Professor Pierre Kaufmann e sua equipe.
- (2) Karl Jansky, um engenheiro dos Laboratórios de Telefone Bell (USA), ao estudar as interferências causadas por temporais em radiocomunicações, descobriu que havia dois tipos de distúrbios: aqueles relacionados com os temporais e aqueles que se repetiam regularmente a cada 23 horas e 56 minutos, que é exatamente o tempo sideral (o tempo solar tem 24 horas). Jansky percebeu que este sinal deveria vir de alguma região do céu que não do Sol, constatando, em 1935, que o sinal de rádio vinha do centro da Via Láctea. A partir da confirmação de suas descobertas, outras fontes de radioemissão foram sendo detectadas, tanto vindas do Sol como de outras fontes de rádio do Universo.
- (3) Para observar o céu em ondas de rádio, usa-se um radiotelescópio, que é composto basicamente de uma antena e um sistema de aquisição de dados. A maioria dos radiotelescópios no mundo usa antena do tipo parabólica, mas ela pode ser de outros tipos, como a helicoidal.
- (4) A história dos planetários no Brasil iniciou em 1957. Em São Paulo, a iniciativa de instalar um planetário na cidade partiu da Associação de Amadores de Astronomia (AAA-SP) sob direção de Aristóteles Orsini, fundador também da Escola Municipal de Astrofísica (1961), ambos no Parque do Ibirapuera. O segundo planetário do País foi instalado em 1961 na Escola Naval, Rio de Janeiro, implantado para instrução dos seus alunos nas disciplinas de Navegação Astronômica. Somente muitos anos depois o País teve a instalação de outros planetários.
- (5) Ponto mais alto do céu, diretamente acima de um observador.

REFERÊNCIAS

- Correio da Manhã. Rio de Janeiro. 12 de julho de 1958. Radioastronomia.
- Correio da Manhã. Rio de Janeiro. 16 de abril de 1959. Instalação definitiva da sonda ionosférica da Marinha em Natal.
- Correio Paulistano. São Paulo. 20 de janeiro de 1960. Construído pela indústria paulista, será instalado, no Ibirapuera, o Radiotelescópio.
- Correio Paulistano. São Paulo. 11 de abril de 1959. Pesquisas em torno da Radio-propagação.
- Diário da noite. São Paulo. 09 de dezembro de 1957. São Paulo terá em breve novo observatório astronômico.
- Diário da noite. São Paulo. 04 de maio de 1959. Será instalado em SP o segundo radiotelescópio do Hemisfério Sul.
- Diário da noite. São Paulo. 26 de janeiro de 1960. Importantes inaugurações marcam a passagem do aniversário de São Paulo.
- Diário da noite. São Paulo. 23 de dezembro de 1960. Escola Municipal de Astrofísica.
- Diário de notícias. Rio de Janeiro. 11 de abril de 1959. Marinha está operando uma estação de sondagens ionosféricas.
- KAUFMANN, P. Ensaio com o radiotelescópio experimental. Resultados Gerais. Revista Orientador IBRAPE, vol. 1, abril de 1963 (separata).
- KAUFMANN, P. Pesquisa em Radioastronomia no Parque Ibirapuera, IBRAPE, vol. 1, 7, dez., 1963.
- KAUFMANN, P. Solar Physics at Mackenzie University, São Paulo, Brazil, Solar Physics, 3, 360-363, 1968.
- KAUFMANN, P. O radiotelescópio de precisão do Itapetinga, Atibaia. Ciência e Cultura, vol 24, n°5, 1972
- KAUFMANN, P. Vida de cientista. Entrevista no canal UNIVESP TV, em 23.09.2014. Disponível em: <https://goo.gl/BMXyTP>
- MATSUURA, O. T.. (org). História da Astronomia no Brasil, vols. I e II, 2013. Museu de Astronomia e Ciências Afins MAST, Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.gov.br/mast/pt-br/imagens/publicacoes/2013/historia_astronomia_2.pdf
- MELLO, S. F. Os começos da Astronomia em São Paulo. Palestra em 30/10/2014 (Astronomia ao meio-dia, IAG-USP). Disponível em http://www.astro.iag.usp.br/~sylvio/Astronomia_emSP.htm
- MELLO, S. F., Astronomy in Brazil., Rev. Mexicana de Astron. Astrof. 12, 1986.
- MORAES, A.. A Astronomia no Brasil, reed. 1984, Universidade de São Paulo.
- SANTOS, P. M.. O retorno da radioastronomia ao IAG-USP, Boletim da SAB, 11, 2, 1989.
- SANTOS, P. M.. Instituto Astronômico e Geofísico da USP. Memória sobre sua formação e evolução, São Paulo: Edusp.2005
- SANTOS, P.M.; Matsuura, O. T.. O Eclipse de Bagé, Boletim da SAB, 9, 2, 1987.
- Última Hora. Paraná. 14 de setembro de 1959. Sinais do foguete russo não foram captados em São Paulo.
- Última Hora. Paraná. 09 de fevereiro de 1961. Ciência abre nova frente. Professor francês comanda estudo da radioastronomia.

* Mestre em Ciências Espaciais pelo INPE e Bacharel em Física pela Universidade Mackenzie