

de seu detector é aproximadamente igual à do MASCO. O CGRO ("Compton Gamma-Ray Observatory"), apesar da grande contribuição que vem dando à astrofísica (veja Braga, J. 1993, *Boletim da SAB*, 13(1), 49-61, 1993), não possui nenhum instrumento com capacidade de imageamento em raios-X duros e raios- $\gamma$  de baixa energia.

O Projeto MASCO, além do objetivo principal que é o de obter imagens do céu em altas energias com um instrumento competitivo a nível internacional, proporcionará ao INPE, e por conseguinte à comunidade astronômica nacional, o domínio da tecnologia de construir plataformas capazes de levar instrumentos astronômicos a grandes altitudes e efetuar observações praticamente livres da influência da atmosfera.

Este projeto se constitui num desafio tanto a nível científico quanto tecnológico, já que durante o seu desenvolvimento foi necessário o domínio de técnicas relacionadas à produção de imagens astronômicas em altas energias (raios-X e gama) e à operação de instrumentos científicos no espaço (apontamento e estabilização automáticos durante vôos a 40 km de altitude). Além disso, estão sendo desenvolvidos, junto com o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), cintiladores plásticos de grande volume que servirão como sistema de anticoincidência ativo do telescópio. Esses detectores, se comparados com os importados, estão sendo construídos a um custo cinco vezes menor.

O estágio atual do desenvolvimento do experimento é o seguinte: já foi adquirido e testado o cintilador de NaI(Tl), que é o detector principal do telescópio, e estão em construção a máscara e a eletrônica associada ao sistema detector; os softwares de reconstrução de imagens e análise de dados já estão praticamente concluídos. Quanto ao desenvolvimento da plataforma estabilizada, vários componentes mecânicos e eletrônicos já se encontram em testes, como a roda de reação, giroscópios, sensor solar, sistema de desacoplamento balão-gôndola, etc. O telescópio e a carga útil de balão estratosférico estão previstos para estarem concluídos em dezembro de 1994. O lançamento do experimento em balão deve ocorrer em 1995.

## ENTROU EM FUNCIONAMENTO O NOVO RÁDIO-OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO NORDESTE (ROEN)

Fortaleza - Eusébio, Ceará

P. Kaufmann

*CRAAE - Centro de Rádio-Astronomia e Aplicações Espaciais*

Entrou em funcionamento o novo rádio-telescópio espacial, situado em Eusébio, próximo a Fortaleza, CE. Os primeiros ensaios integrando o terminal de Fortaleza à rede mundial de VLBI-geodésico, realizados em 21/22 de abril de 1993, tiveram pleno êxito. A partir de julho de 1993, as sessões de VLBI passaram a ser regulares, seguindo várias sessões internacionais programadas.

### Tecnologia

O sistema consiste em uma grande antena de 14.2 metros de diâmetro, dotada da mais moderna e sofisticada instrumentação eletrônica para operar em programas de geodésia espacial, pela primeira vez no país.

A tecnologia utilizada é rádio-astronômica. Os quasars, situados a bilhões de anos-luz de distância, constituem fontes de rádio de referência. Com dois ou mais rádio-telescópios de uma rede observando simultaneamente, obtém-se a interferência das ondas de rádio. A observação destes objetos ou "balizas" celestes por vários rádio-telescópios de uma rede de milhares de quilômetros permite a determinação de posições absolutas na superfície da Terra, com precisão inferior a um centímetro. Dadas as grandes distâncias que separam os terminais desta rede, denomina-se o método de VLBI (*very long baseline interferometry* = interferometria de muito longa linha de base).

Entre as unidades periféricas do novo Rádio Observatório Espacial, instaladas pela primeira vez no Brasil, destacam-se padrões atômicos maser de hidrogênio, os mais precisos existentes; receptores de elevada sensibilidade operando a baixíssimas temperaturas (receptores criogênicos), e estações GPS completas para monitoramento de tempo, pesquisas geodésicas comparativas e pesquisas de rádio-propagação.

## Aplicações

O terminal de VLBI geodésico de Fortaleza integra agora uma rede mundial. É o mais importante desta rede por se constituir no elo de ligação geodésica entre os continentes norte-americano, europeu, africano e antártico. O programa global de geodésia espacial, fazendo uso de VLBI, é essencial para várias aplicações modernas em cartografia, navegação e geodésia de precisão, bem como para programas de pesquisa envolvendo irregularidades da rotação da Terra, geodinâmica, movimento de placas tectônicas e sismologia, e avaliação quantitativa de variações globais do planeta (*Global Changes*).

Como exemplos de aplicação dos resultados de VLBI-geodésico, podem se salientar o suporte a serviços de cartografia, geodésia e navegação, fazendo uso de constelações de satélites (GPS), cujos elementos orbitais são o tempo todo corrigidos a partir dos terminais de VLBI; navegação de sondas espaciais, orbitografia de satélites artificiais e disseminação de hora certa absoluta. O monitoramento realizado a partir da rede de VLBI-geodésico pretende investigar os movimentos plásticos do planeta, provocados por deriva de continentes, movimentos de placas tectônicas com pesquisa sobre previsão de terremotos. As irregularidades do movimento de rotação da Terra são medidas por VLBI com precisão 100 vezes melhor do que os métodos ópticos tradicionais. Com isso descobriu-se existir estreita associação entre determinados fenômenos meteorológicos globais de grande escala (com o "El Nino"), constituindo um fecundo campo de pesquisas sobre variações globais no planeta. Através do suporte de VLBI-geodésico, pretende-se calibrar posições geodésicas absolutas de medidores de marés oceânicas para avaliar, no curso de pelo menos 10 anos, um eventual aumento do nível do mar que será provocado pelo efeito estufa ao derreter o gelo das calotas polares do planeta.

## O Projeto de Fortaleza-Eusébio

O projeto do rádio-observatório espacial em Eusébio, próximo a Fortaleza, é o resultado de Convênios firmados em 1988 e 1989 reunindo de um lado o *National Geodetic Survey* - NGS (hoje *Geoscience Laboratory*; *National Ocean Services*), órgão do NOAA, EUA e a Escola

Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) com a participação do Centro de Rádio-Astronomia e Aplicações Espaciais (CRAAE) (centro sediado na EPUSP, USP, reunindo as Universidades de São Paulo - USP, Campinas - UNICAMP, Mackenzie e o INPE) e do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). O CRAAE coordenou no Brasil os trabalhos de instalação do Rádio-Observatório na estação de Eusébio, de propriedade do INPE, e supervisiona a consolidação de operações de rotina, integradas a programas internacionais.

Para a operação participam ativamente, mediante acordos e convênios, a FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) e o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

## Custos

O NOS/NOAA forneceu todo o terminal de VLBI-geodésico e outras unidades experimentais de pesquisa, como o sistema GPS. Trata-se de um acervo experimental de cerca de 4 milhões de dólares. Além disso, a agência americana pagou parte dos gastos com transportes e instalação (cerca de 240 mil dólares até o momento), e os custos operacionais para o primeiro ano de observações regulares (65 mil dólares no período 1993-94). Do lado brasileiro, a FINEP concedeu em 1991 cerca de 230 mil dólares para o mesmo fim. O INPE tem mantido pessoal e infra-estrutura local em Eusébio, necessários ao projeto. Para o período de um ano, de 1993 - 1994, o NOAA concedeu mais 65 mil dólares para cobrir os custos operacionais do ROEN.

## Primeiros Resultados

O Rádio Observatório Espacial do Nordeste (ROEN) passou a integrar as redes internacionais de VLBI-geodésico e contribuindo para o IERS (Serviço Internacional da Rotação da Terra), apoiando programas brasileiros de geodésia, cartografia e navegação fazendo uso de técnicas espaciais, tais como os levantamentos GPS, serviços de Hora Certa, bem como programas de pesquisa em geofísica e geodinâmica.

A sessão inaugural de VLBI do ROEN, em 21/22 de abril de 1993, foi tão bem sucedida que permitiu já uma primeira determinação das coordenadas precisas do sítio, as quais, no sistema WGS-84 resultam

ser: latitude  $-3^{\circ}52'40.2966''$ , longitude  $-38^{\circ}25'33.0906''$ , e altitude de 23.0820 metros, com precisão de poucos centímetros.

## ARTIGOS

### COMPANHEIROS PLANETÁRIOS

Sylvio Ferraz Mello  
*Instituto Astronômico e Geofísico da USP*  
*Av. Miguel Stefano 4200*  
*04301 São Paulo SP*

Em diversas ocasiões, resíduos nos tempos de chegada dos pulsos de pulsares tem levado a suspeitas da existência de companheiros planetários em órbita ao redor desses objetos. Os casos mais recentes são os dos pulsares PSR 1829-10 e PSR 1257+12 (Bailes *et al.*, *Nature* **352**, 311; Wolszcan & Frail, *Nature* **355**, 145). No passado, casos similares (o pulsar da nebulosa do Carangueijo, PSR 0531+21, e o pulsar PSR 0329+54) foram anunciados mas não confirmados pelas observações subsequentes. De mesmo modo, os resíduos do pulsar PSR 1829-10 são de origem terrestre, confirmando as razões de cautela da comunidade astronômica em não aceitar facilmente como de origem não terrestre um resíduo cujo período era de exatos 6 meses.

Contudo, no caso do pulsar PSR 1257+12, os resíduos se explicam por um modelo consistindo de dois planetas em órbitas quase circulares e nenhuma outra hipótese reproduz tão bem as observações. A massa mínima desses planetas (correspondente ao caso em que o sistema estivesse sendo visto pelo bordo) é de 3.4 e 2.8 massas terrestres. Os períodos de 66.56 e 98.23 dias estão próximos de uma comensurabilidade 2/3. As perturbações mútuas das órbitas devem provocar variações adicionais nos instantes de chegada dos pulsos (Rasio *et al.*, *Nature* **355**, 325; Malhotra *et al.*, *Nature* **355**, 583). Peale (AJ **105**, 1562) e Malhotra (ApJ **407**, 266) indicam que 3 a 5 anos de observações contínuas serão suficientes para confirmar ou refutar a interpretação planetária dos resíduos. As observações feitas até agora já são suficientes para excluir a possibilidade de planetas maiores que 12 massas terrestres.