

*Referência Completa*

Chave de Citação BagestonSchuLunaAnde:2002:CoDiMo  
Tipo da Referência Conference Proceedings  
Autor Bageston, José Valentin  
Schuch, Nelson Jorge  
Lunardi, Delx C  
Andermann, Rubens  
Título Correlacionador digital para monitoramento de fontes cósmicas na frequência  
151,5 MHz  
Nome do Evento Seminário de Iniciação Científica do INPE (SICINPE)  
Localização do Evento São José dos Campos  
Data 1--11 jun. 2002  
Ano 2002  
Editor (Publisher) INPE  
Editor Kienbaum, Germano de Souza  
Becceneri, José Carlos  
Macau, Elbert Einstein Neher  
Sausen, Tania  
Páginas 1-24  
Título do Livro Anais  
Tipo PRE  
Organização INPE  
Notas Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC/CNPq/INPE  
Idioma Português  
Detentor da Cópia SID/SCD  
Chave Secundária INPE-9786-PRE/5373  
Tipo Secundário CN  
Tertiary Type Sessão Oral  
Divulgação <E>  
Formato Papel  
Área CEA  
Grupo RSU  
Afiliação Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Centro Regional Sul de Pesquisas  
Espaciais  
Data de Acesso 03 jul. 2003

# **CORRELACIONADOR DIGITAL PARA MONITORAMENTO DE FONTES CÓSMICAS NA FREQUÊNCIA DE 151,5 MHz**

José Valentin Bageston<sup>1</sup> (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)

Dr. Nelson Jorge Schuch<sup>2</sup> (CRSPE/ INPE)

Delx C. Lunardi<sup>3</sup> (UFSM); Eng<sup>o</sup> Rubens J. Andermann<sup>3</sup> (INPE)

## **RESUMO**

A Universidade de Cambridge, na Inglaterra, construiu e opera um Interferômetro em 151,5 MHz, que realizou o mapeamento de radiofontes referentes ao Hemisfério Norte. O desenvolvimento e implantação de um Rádio Interferômetro similar operando em 151,5 MHz, no Observatório Espacial do Sul – OES/CRSPE/INPE-MCT, município de São Martinho da Serra/RS, tem o objetivo de complementar este estudo, realizando o mapeamento de radiofontes referentes ao Hemisfério Sul. O objetivo do trabalho foi a realização de um estudo teórico sobre a implementação do Rádio Interferômetro Protótipo, através da interação com os trabalhos desenvolvidos anteriormente pelo Projeto Radioastronomia, além do desenvolvimento de um conhecimento geral sobre a implementação deste, do qual faz parte o Projeto do Rádio Interferômetro. Para a realização dessas atividades de estudo foi necessária uma revisão bibliográfica, o que foi feito através de relatórios anteriores, trabalhos apresentados em congressos e da literatura especializada. Neste estudo são levantados tópicos relacionados à implementação do Projeto, ao motivo da instalação desse equipamento no Sul do Brasil, ou seja, quais as características oferecidas por essa região que propicia o estudo de radiofontes cósmicas na frequência de 151,5 MHz, técnicas utilizadas em Rádio-Interferometria, Técnicas de Síntese de Abertura com a Rotação da Terra, características do Rádio Interferômetro e futuros trabalhos a serem desenvolvidos. Os conhecimentos adquiridos através dos estudos realizados nesse período, servirão como base para o desenvolvimento de outros trabalhos, além de ter possibilitado uma interação com o Projeto e um conhecimento mais detalhado sobre o mesmo.

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Licenciatura em Física, UFSM. E-mail: [bageston@lacesm.ufsm.br](mailto:bageston@lacesm.ufsm.br)

<sup>2</sup> Orientador, Pesquisador Chefe do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais. E-mail: [njschuch@lacesm.ufsm.br](mailto:njschuch@lacesm.ufsm.br)

<sup>3</sup> Colaboradores



## **IDENTIFICAÇÃO**

### **Título do Projeto:**

Correlacionador Digital para o Monitoramento de Radiofontes Cóslicas na  
Frequência de 151,5 MHz

### **Protocolo:**

11407/2002

### **Equipe Executora do Projeto:**

#### **Bolsista:**

José Valentin Bageston – Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

#### **Orientador:**

Dr. Nelson Jorge Schuch – Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais -  
CRSPE/INPE

#### **Colaboradores:**

Eng. Eletrônico Rubens João Andermann - Centro Regional Sul de Pesquisas  
Espaciais - CRSPE/INPE

Delx Castanga Lunardi - Universidade Federal de Santa Maria -UFSM

### **Local de Trabalho**

Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria - Centro de  
Tecnologia - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Observatório Espacial do Sul - Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais -  
CRSPE/INPE - MCT



## SUMÁRIO

IDENTIFICAÇÃO.....	1
RESUMO.....	4
CAPÍTULO 1.....	5
1.1. INTRODUÇÃO.....	5
1.2. OBJETIVOS DO PROJETO “CORRELACIONADOR DIGITAL PARA MONITORAMENTO DE RADIOFONTES CÓSMICAS NA FREQUÊNCIA DE 151,5 MHZ”.....	5
1.3. OBJETIVOS DESSE TRABALHO.....	6
CAPÍTULO 2.....	7
DESENVOLVIMENTO TEÓRICO.....	7
2.1. INTRODUÇÃO.....	7
2.2. OBJETIVO DO PROJETO “RADIOASTRONOMIA”.....	7
2.3. O RADIOINTERFERÔMETRO DO PROJETO RADIOASTRONOMIA.....	8
2.4. EXEMPLOS DE PROGRAMAS CIENTÍFICOS.....	9
2.5. CARACTERÍSTICAS DO CLFST – RADIO INTERFERÔMETRO.....	11
2.6. COMPARAÇÃO ENTRE O GRUPO DE ANTENAS 6C E CLFST DA UNIVERSIDADE DE CAMBRIDGE - INGLATERRA.....	12
2.7. RADIOTELESCÓPIO.....	14
2.8. POR QUE RÁDIO?.....	14
2.9. TÉCNICAS DE RADIOINTERFEROMETRIA.....	15
2.10. TÉCNICAS DE SÍNTESE DE ABERTURA COM A ROTAÇÃO DA TERRA.....	16
2.11. SELEÇÃO DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DO RADIOINTERFERÔMETRO.....	16
2.12. SISTEMA DE CORRELAÇÃO DIGITAL DO RADIOINTERFERÔMETRO.....	18
CAPÍTULO 3.....	19
MATERIAIS E MÉTODOS.....	19



CENTRO REGIONAL SUL DE PESQUISAS ESPACIAIS – CRSPE/TNPE - MCT

CAPÍTULO 4.....	19
RESULTADOS E ANÁLISES.....	19
CAPÍTULO 5.....	20
CONCLUSÃO.....	20
AGRADECIMENTOS.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22



## RESUMO

Este Relatório visa descrever as atividades vinculadas ao Programa do INPE - PIBIC/CNPq - MCT, desenvolvidas pelo bolsista **José Valentin Bageston**, acadêmico do Curso de Física Licenciatura Plena, da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, durante o período de **Março de 2002 à Maio de 2002**, no projeto **“Correlacionador Digital para Monitoramento de Radiofontes Cósmicas na Frequência de 151,5 MHz”**, junto ao Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais, no Observatório Espacial do Sul – OES/CRSPE/CEP/INPE–MCT.



## CAPÍTULO 1

### 1.1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento deste Relatório é composto basicamente pelo desenvolvimento teórico, ou seja, um estudo geral sobre a implementação do Projeto Radioastronomia, do qual faz parte o Projeto Radiointerferômetro, informações essas que servirão de base para um estudo mais detalhado sobre o próprio Projeto, e que serão também importantes para o desenvolvimento de futuros trabalhos.

Desse modo, o presente Relatório poderá vir a ser útil como referência para outros que venham a necessitar de referências bibliográficas deste Projeto.

### 1.2. OBJETIVOS DO PROJETO “CORRELACIONADOR DIGITAL PARA MONITORAMENTO DE RADIOFONTES CÓSMICAS NA FREQUÊNCIA DE 151,5 MHz”

Nos radiotelescópios modernos, os principais módulos de um correlacionador, incluindo linhas de atraso, multiplicadores e integradores, são implementadas digitalmente. A opção pelo uso da técnica digital deve-se por várias razões, dentre as quais ressalta-se a facilidade de replicação dos circuitos, redução de custo e tempo necessários para a replicação e a possibilidade de controle do Sistema diretamente via software.

O sistema de correlação do antigo Interferômetro Protótipo do Projeto Radioastronomia operava de maneira puramente analógica. Portanto, o presente Projeto visa dar continuidade ao desenvolvimento de um sistema que realize o processo de correlação de forma puramente digital, a exemplo de interferômetros modernos.



### **1.3. OBJETIVOS DESSE TRABALHO**

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo teórico sobre a implementação do Radiointerferômetro Protótipo, que opera na frequência de 151,5 MHz, no Observatório Espacial do Sul – OES/CRSPE/INPE–MCT, município de São Martinho da Serra/RS.





## CAPÍTULO 2

### DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

#### 2.1. INTRODUÇÃO

Radioastronomia é o estudo de objetos celestes por meio das ondas de rádio naturais que eles emitem. Estes estudos nos revelam muitas coisas sobre o Sistema Solar, nossa própria Galáxia, Radiogaláxias, Quasars e Cosmologia Observacional.

Os sinais emitidos por Radiofontes podem ser recebidos nas partes mais distantes do Universo, entretanto eles são muito fracos quando chegam até nós. Alguns dos estudos são fundamentalmente a respeito da formação das estrelas, fontes de energia de pulsar, quasars e radiogaláxias, e naturalmente sobre a evolução do universo. Para isso são necessários receptores sensíveis e softwares de computador para controle de telescópios e análise das imagens. Estas técnicas são extensamente aplicáveis fora da Astronomia. Radioastronomia é, portanto, importante tanto para pesquisa pura como aplicada na formação e treinamento para cientistas e engenheiros.

#### 2.2. OBJETIVO DO PROJETO “RADIOASTRONOMIA”

O Projeto Radioastronomia visa a construção de um Radiointerferômetro de Síntese de Abertura com a Rotação da Terra, operando em baixas frequências, de longa linha de base, 6 a 10 Km<sup>1</sup> – direção Leste/Oeste e uma extensão na direção Sul, operando em baixas frequências nas bandas: 150.0 – 153 MHz; 322.0 – 328.6 MHz; 608.0 – 614 MHz e 1400.0 – 1427.0 MHz, via convênios entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP e a Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, através da construção de laboratórios e áreas de apoio, adequadas à execução de atividades científicas para implantação no País

<sup>1</sup> A determinação da dimensão máxima da linha -de- base leste/oeste do radiointerferômetro do Projeto RA, depende da evolução da atividade solar, do ciclo solar, da opacidade da ionosfera local, em função das bandas de frequência de operação.



de técnicas Radiointerferométricas. O Projeto propicia o desenvolvimento da Pesquisa Espacial e a formação de Recursos Humanos em Ciências Espaciais Básicas, priorizando a Astrofísica, Aeronomia, Geofísica Espacial, Geomagnetismo, Interações Terra - Sol, dentre outras áreas do saber, além das tecnologias vinculadas às áreas de engenharias associadas.

A Universidade de Cambridge, Inglaterra, através do Laboratório de Cavendish/Grupo Rádio, colaborou com o Projeto Radioastronomia, através da cooperação internacional, para desenvolver no Brasil um Radiointerferômetro similar ao de Cambridge/UK – LFST - *Low Frequency Synthesis Telescope*.

O Radiointerferômetro está sendo construído em convênio entre UFSM - INPE, no observatório Espacial do Sul (OES), em São Martinho da Serra e tem a finalidade de complementar os estudos realizados pela Universidade de Cambridge (Inglaterra), pois os interferômetros estão situados em diferentes hemisférios, e têm características semelhantes.

### **2.3. O RADIOINTERFERÔMETRO DO PROJETO RADIOASTRONOMIA**

O Radiointerferômetro de baixas frequências, Telescópio de Síntese de Abertura, do Projeto Radioastronomia (RA), Fase I, é um Radiotelescópio do tipo interferômetro constituído basicamente por 60 (sessenta) elementos receptores ou estruturas de antenas formadas por quatro antenas Yagi cada estrutura, casadas em impedância, ou antenas parabólicas apropriadas, o que implica em uma recepção máxima de sinais, ou seja, a potência captada será máxima. Estes elementos serão distribuídos, na Fase I, ao longo de uma linha de base, na direção Leste-Oeste de, no mínimo, 5340,06 metros de comprimento, divididos em 4 (quatro) grupos de 7 (sete) elementos cada um, no sentido leste e 16 (dezesesseis) grupos de 2 (dois) elementos cada um, no sentido oeste. Estes elementos de estruturas com antenas, como já dito anteriormente, operam na primeira banda de frequência a ser implementada na Fase I, 150,0 – 153,0 MHz, centrada em 151,5 MHz, comprimento de onda 1,98 metros, possuindo capacidade de rastreamento em



ângulo horário desde +6h a -6h, em declinação de +40 graus até -90 graus, obtendo resolução angular equivalente a uma antena de 5340 metros de diâmetro.

Na Fase I, a combinação dos elementos receptores resultará em um número máximo de espaçamentos, igual a 896, isto é, em 1792 correlacionadores, distribuídos numa linha de base máxima de 899d, onde d corresponde a 5,94 metros, o que equivale então a 5340,6 metros, sendo que a distância mínima entre os coletores deve ser de 2d, ou seja, 11,88 metros, ou ainda 6 comprimentos de onda.]

Os rádio mapas construídos serão da distribuição da brilhaça de radiofontes com resolução angular de 1,1 X 1,1 minutos de arco, ou melhor, num campo de visão de 5 X 5 graus, com uma sensibilidade da ordem de 10 mJy, onde  $1 \text{ mJy} = 1 \times 10^{-29} \text{ W.m}^{-2}.\text{Hz}^{-1}$ .

Os levantamentos topográficos e cartográficos, juntamente com a definição por técnicas GPS do alinhamento, Leste – Oeste e coordenadas da linha-de-base do radiointerferômetro do Projeto RA foram concluídos.

Atualmente um protótipo de radiointerferômetro de 6 (seis) elementos está sendo montado no Observatório Espacial do Sul.

## 2.4. EXEMPLOS DE PROGRAMAS CIENTÍFICOS

Baseado no fato que um Telescópio de Síntese de Abertura de Baixa Freqüência com resolução equivalente ao Telescópio Australiano de Síntese de Abertura – AT, é um telescópio de pesquisa que permite muitos programas científicos relevantes, dentre os programas podemos citar:

- ♦ Pesquisar o céu no Hemisfério Sul, comparar estes dados com o Cambridge – 6C e assim, poder analisar toda a Esfera Celeste em 151,5 MHz;
- ♦ Efetuar a contagem de Radiofontes a níveis fracos de densidades de fluxo;
- ♦ Fontes variáveis, tais como pulsares e outras fontes possivelmente de natureza não sincrônica;
- ♦ Procura por Radiofontes gigantes, Radiogaláxias e por aglomerados de Radiofontes;



- ♦ Procura de Radiofontes com o interior “morto”, mas com lóbulos ativos, isto é, a parte mais externa ativa;
- ♦ Procurar emissões de rádio contínuo em 151,5 MHz de regiões galácticas HII complexas (região que possui o H duas vezes ionizável, ou seja, um próton) não compacta, a exemplo da Radiofonte W51;
- ♦ Aglomerados e superaglomerados de galáxias, procura de evidência de matéria intergaláctica na forma de rádio-alos;
- ♦ Procurar variabilidade em baixas frequências;
- ♦ Mapear a Galaxy e as Nuvens de Magalhães em 151,5 MHz;
- ♦ Procurar radiação cósmica de fundo em 151,5 MHz;
- ♦ Estudo de radiação não térmica de planetas;
- ♦ Estudo de Júpiter;
- ♦ Estudo de eventos solares;
- ♦ Levantamento rádio, em 151,5 MHz, do Hemisfério Sul, determinando como o céu do Hemisfério Sul se apresenta nesta frequência;

Estudos similares serão efetuados nas outras bandas de frequências, nas fases subseqüentes de desenvolvimento instrumental, permitindo a análise espectral e estudos dos mecanismos de produção de energia.



## 2.5. CARACTERÍSTICAS DO CLFST – RADIO INTERFERÔMETRO

O *Cambridge Low-Frequency Syntesis Telescope* (CLFST) é um telescópio Leste-Oeste, o único instrumento operando em 151,5 MHz com um campo de visão de  $\sim 9^\circ \times 9^\circ$ , dando uma resolução de  $70'' \times 70''$  cossec $\delta$ . Consiste em 60 antenas tipo yagis seguindo em uma linha de base de 4,6 quilômetros, dando 776 linhas de base simultâneas, provido de 779 espaçamentos simultâneos com um incremento de espaço de  $3\lambda$ , com uma largura de banda de 800KHz.

A largura de banda de 800KHz permite um mapeamento de  $9^\circ \times 9^\circ$  de campo de visão, o qual é facilmente coberto.

O Low-Frequency Syntesis Telescope, CLFST:

- ♦ 60 antenas yagis, Leste-Oeste;
- ♦ Linha base máxima de 4,6 Km;
- ♦ 779 espaços simultâneos;
- ♦ Incremento de espaço de  $3\lambda$ , máximo espaçamento de  $6\lambda$ , espaços desaparecido/perdendo em  $3\lambda$  e  $9\lambda$ ;
- ♦ Frequência  $f = 151,5$  MHz;
- ♦ Largura de banda  $BW = 800$  MHz;
- ♦ RMS Sensibilidade em 12 horas: 50mJy/beam,  $|b| > 25^\circ$ ;
- ♦ Resolução:  $70'' \times 70''$  cossec  $\delta$ ;
- ♦ Largest Mappable Structure:  $4^\circ$ ;
- ♦ Campo de visão:  $8^\circ \times 8^\circ$ , com largura fixa;
- ♦ Cobertura útil do céu:  $5^\circ \leq \delta \leq 90^\circ$ , mas dificuldade em  $15^\circ$ ,  $0^{hs} < 24^{hs}$ ;
- ♦ Observações podem ser destacadas:
  - O brilho do céu;
  - Confusão (ambas as vigas estão fora);
  - Efeitos dinâmicos, efeitos ionosféricos, interferência produzidas pelo homem ou solar;



## 2.6. COMPARAÇÃO ENTRE O GRUPO DE ANTENAS 6C E CLFST DA UNIVERSIDADE DE CAMBRIDGE - INGLATERRA

Características	6C	CLFST
Frequência observada (MHz)	151,5	151,5
Antenas	4x10 elementos yagi	4x10 elementos yagi
Número de antenas	50	60
Linha de base	1,3 Km leste-oeste	4,6 Km leste-oeste
Intervalos de espaçamento	1,52 $\lambda$	3 $\lambda$
Número de linhas de base	446	776
Min e max de linhas base	6 $\lambda$ , 692 $\lambda$	6 $\lambda$ , 2315 $\lambda$
Largura da banda (KHz)	800	800
Correlator	892 canais analógicos	1568 canais digitais
Custo	L 40.000 (1975)	L 150.000(1980)

A figura 2.1 mostra o *Low-Frequency Syntesis Telescope* (CLFST), que é um telescópio Leste-Oeste, com síntese da abertura operando em 151,5 MHz e cobre a maior parte do Hemisfério Norte.

A figura 2.2 mostra o Grupo de Antenas 6C, que cobre grande parte do Hemisfério Norte sobre uma declinação de 30°, mas geralmente no plano da Galáxia, também opera na frequência de 151,5 MHz.

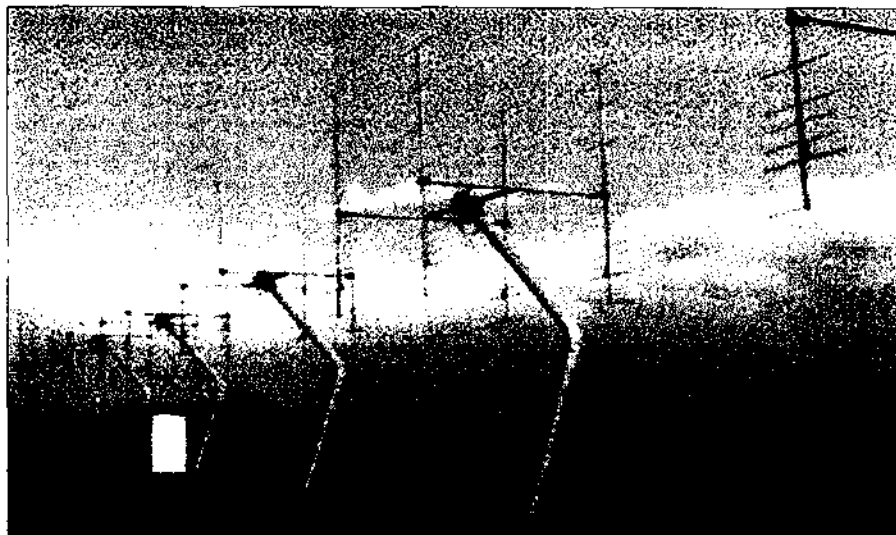


Figura 2.1 – *Cambridge Low-Frequency Syntesis Telescope (CLFST)* [1]

[<http://www.mrao.cam.ac.uk/telescopes/intro.html>]



Figura 2.2 – Grupo de antenas 6C – Cambridge

[<http://www.mrao.cam.ac.uk/surveys/6C/index.html>].



## 2.7. RADIOTELESCÓPIO<sup>2</sup>

Um Radiotelescópio consiste em uma ou mais antenas de recepção direcional conectada a amplificadores muito sensíveis. Desde a escala de comprimento de onda de rádio de milímetros a aproximadamente 10 metros, a forma das antenas pode variar muito, muitas são parabólicas com superfícies muito precisas, enquanto outras, como o *Cambridge Low-Frequency Syntesis Telescope*, CLFST de Cambridge, são similares às antenas da televisão.

A precisão desses telescópios depende da relação do tamanho do telescópio e do comprimento de onda da fonte de rádio a ser observada, a fim de fazer essa precisão ser a melhor possível, um método conhecido como síntese da abertura foi desenvolvida em Cambridge. O princípio por trás deste método está em usar diversas antenas ligadas e correlacionadas, que gravam os sinais através de sistemas interligados a computadores, as antenas são movidas em relação a uma linha (Linha de Base) e pela rotação da Terra – Técnicas de Síntese de Abertura com a Rotação da Terra. O computador examina todos os dados e faz, através desses dados mapas de alta resolução, como se essas antenas fossem de um diâmetro muito maior. Este método foi adotado em observatórios em todo do mundo e estendido para incluir os telescópios que operam em continentes diferentes.

## 2.8. POR QUE RÁDIO?<sup>2</sup>

Razões astronômicas: muitos fenômenos no Universo mostram-se melhor em uma porção do espectro eletromagnético, e pouco ou de modo nenhum em outras partes do espectro.

Razão prática: nossa Atmosfera é transparente em determinados comprimentos de onda (300nm - 700 nm) e também às ondas de rádio com comprimentos de onda aproximadamente de 1mm a 30 m. As ondas de rádio de curto comprimento de onda são

<sup>2</sup> Traduzido e modificado de: <http://www.mrao.cam.ac.uk/telescopes/intro.html>





absorvidas por moléculas na Atmosfera, e outros comprimentos de onda mais longos são refletidos pelas camadas de partículas carregadas na Ionosfera, na alta atmosfera a reflexão é a razão porque por muito tempo, os sinais da onda média e curta em rádio podem, freqüentemente ser recebidos em torno do mundo. Para estudar outros comprimentos de onda: raios X, ultravioleta e infravermelho, são usados satélites com telescópios e detectores especiais.

## 2.9. TÉCNICAS DE RADIOINTERFEROMETRIA

As técnicas de Radiointerferometria consistem basicamente de observação simultânea e sincrônica de uma determinada região do Universo, por dois ou mais sistemas coletores (antenas) da radiação eletromagnética monocromática na região do rádio do espectro.

Quando as antenas são interligadas por sistemas de transmissão de sinais e correlacionadas por um computador, então se tem um Radiointerferômetro.

Quando as antenas encontram-se a grandes distâncias e não são Interligadas, cada antena necessita então de sistemas de tempo (padrão e geração) e de gravação, este conjunto é denominado Interferômetro de Longa Linha de Base – VLBI.

É possível obter através dessa técnica de Rádio-Interferência, as franjas de interferência. Através do envelope principal das franjas de interferência é possível determinar as coordenadas  $\alpha$  e  $\delta$ .

Também por meio dessa técnica podemos saber a energia captada do objeto celeste ou rádio-fonte, através da integração do envelope principal das franjas de interferência com colaboração apropriada do sistema.



## **2.10. TÉCNICAS DE SÍNTESE DE ABERTURA COM A ROTAÇÃO DA TERRA**

Essa técnica consiste da observação simultânea e sincrônica, por um período de tempo igual ou inferior a 12 (doze) horas, de uma determinada região do espaço, por meio de duas ou mais antenas ou sistemas de antenas, eletronicamente similares e monocromáticas, interligadas por cabos elétricos e/ou fibras óticas, construídos e instalados (fixos ou móveis) em uma linha de base na direção Leste-Oeste, controladas por computador através de pacotes de programas específicos para o controle e a redução de dados do Radiointerferômetro.

Com Radiointerferômetros de alta resolução e sensibilidade compostos por várias antenas na direção Leste-Oeste, obtém-se imagens, cuja forma perfis e contornos, permitem o estudo detalhado da estrutura e distribuição da energia emitida pelos objetos celestes, radiofontes e por conseqüência sua Astrofísica.

Está técnica permite também a construção de catálogos que possibilitam estudos específicos (individuais) ou estatístico de radiofontes, e por conseqüência Cosmologia Observacional, o conhecimento do Universo como um todo.

Uma aplicação prática de catálogos de radiofontes é a definição de sistemas de referência para a navegação espacial, sistemas de guia para mísseis, entre outras.

## **2.11. SELEÇÃO DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DO RADIOINTERFERÔMETRO**

Para a instalação do Radiointerferômetro, foi realizado um programa sistemático de seleção do local. Santa Maria é localizada em uma descontinuidade geológica, ao Norte existem planaltos, os quais se estendem até ao Norte do Brasil. Em direção ao Sul inicia-se uma grande planície que vai à direção à Patagônia e aos Andes Argentinos.

É importante destacar que a região de Santa Maria fica próximo do centro da Anomalia Geomagnética do Atlântico Sul, e esse equipamento irá ajudar no estudo de diversos fenômenos nesta região.



Um dos possíveis locais de instalação do Radiointerferômetro estudado foi o interior do Campus da Universidade Federal de Santa Maria, que é extensiva (6Km Leste-Oeste X 3Km Norte-Sul). No estudo de rádio interferência foi usando dois elementos radiointerferômetro, em diferentes locais no campus. Os resultados não foram bons, a rádio interferência produzida neste local é muito alta, principalmente devido a esta área estar localizada próxima à Base Aérea de Santa Maria e também devido à existência de rádio interferência produzida na própria universidade.

Uma pesquisa de outros locais fora do Campus foi iniciada, primeiro ao Norte nos planaltos, a uma altitude de 400 metros em relação ao nível do mar, três locais foram selecionados, sendo que destes, dois estão mais ao Sul, nas planícies. Foi feito um estudo meteorológico extensivo de micro-clima da região próxima de Santa Maria.

### **2.11.1 Escolha do Local de Instalação do Radiointerferômetro**

Após serem realizados estudos a respeito das áreas selecionadas, foi escolhida a melhor área para o propósito.

A região escolhida, praticamente não existe interferência de radiação eletromagnética produzida pelo homem, uma vez que fica bem afastada dos centros urbanos.

#### **Região escolhida:**

- Rincão dos Negrinhos
- Norte de Santa Maria
- Município de São Martinho da Serra
- Distância de 45 Km via estrada do Campus

#### **Coordenadas Geográficas:**

- Latitude: 29° 26' 24",06 Sul
- Longitude: 53° 48' 38",98 Oeste
- Altitude: 488,70 metros



**Coordenadas Magnéticas:**

- Latitude: 19° 13' 48" Sul
- Longitude: 16° 30' Leste
- Inclinação: 32°,99 Sul
- Campo Magnético Total: 22,800 nT

## **2.12. SISTEMA DE CORRELAÇÃO DIGITAL DO RADIOINTERFERÔMETRO**

O sistema de aquisição de dados do antigo interferômetro processava os sinais de maneira puramente analógica, produzindo franjas de interferência solares em um plotador gráfico. Este sistema foi substituído por um Dispositivo Correlacionador puramente Digital, a exemplo de interferômetros modernos.

Optou-se pela correlação digital e não pela analógica pelos seguintes motivos:

1. A facilidade de construção de várias unidades com características idênticas;
2. A maior facilidade com que os dados são processados;
3. A possibilidade de observações para quaisquer distâncias entre os pares interferométricos, sem que modificações nos circuitos receptores sejam necessárias;

Atualmente estão sendo estudadas técnicas de correlação “via *software*” em tempo real.



## **CAPÍTULO 3**

### **MATERIAIS E MÉTODOS**

Na realização deste estudo, que envolve uma interação com o projeto em andamento (Correlacionador Digital para Monitoramento de Radiofontes Cósmicas na Frequência de 151,5 MHz) no Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais, além de tópicos gerais sobre Radioastronomia. Os materiais de pesquisa constituíram-se basicamente de Relatórios anteriores do projeto, apresentações em congressos e pesquisa na rede nos sites: <http://www.mrao.cam.ac.uk/telescopes/intro.html>, <http://www.mrao.cam.ac.uk/surveys/6C/index.html>. O método para esse estudo foi primeiramente um plano de estudo, que contemplou uma revisão bibliográfica em literaturas especializadas e posteriormente o início da elaboração deste Relatório.

## **CAPÍTULO 4**

### **RESULTADOS E ANÁLISES**

Considerando que o Radiointerferômetro do Projeto Radioastronomia ainda não está em funcionamento, estando em fase de desenvolvimento de projeto, e em função do tempo de interação do bolsista com o Projeto ser de apenas 3 (três) meses, não foi possível obter resultados práticos. De forma que este trabalho apresenta como resultados o aprendizado teórico sobre o estudo realizado, além da contribuição para a iniciação do bolsista à pesquisa científica nas áreas de Radioastronomia, Astronomia e outras.



## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSÃO**

O acadêmico fez uma revisão bibliográfica do conteúdo envolvido no Projeto, e neste período conseguiu um embasamento do Projeto de Radioastronomia e sua implementação no centro do Estado do Rio Grande do Sul, do Projeto do Radiointerferômetro, sobre Radiotescópios, bem como as técnicas de Rádio-Interferometria, conhecimentos básicos sobre Sistema Digital de Correlação, conhecendo também a estrutura do INPE em Santa Maria e São Martinho da Serra. Neste período, o acadêmico fez a interação com colegas e orientador.

O bolsista teve um bom desenvolvimento científico, desenvolvendo habilidades de pesquisa, aprendendo a trabalhar em grupo, e o autodidatismo. O conhecimento adquirido nessa pesquisa, que jamais aprenderia em sala de aula, foi muito importante para meu crescimento pessoal.

Como o período de vigência dessa bolsa, foi muito curto, foram possíveis em síntese: uma interação com o Projeto, um estudo teórico sobre o mesmo e sobre conteúdos relacionados à Radioastronomia. Devido a este fato, este Relatório não contempla o capítulo referente à resultados e análise, uma vez que não foi trabalhado nesse período com dados do Radiointerferômetro.

Os conhecimentos adquiridos através dos estudos realizados nesse período, servirão como base para o desenvolvimento de outros trabalhos, além de ter possibilitado uma interação com o Projeto e um conhecimento mais detalhado sobre o mesmo.



## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer ao orientador Dr. Nelson Jorge Schuch pelo apoio e orientação durante este trabalho. Também é importante ressaltar a importância da colaboração, no que diz respeito às dúvidas surgidas durante o estudo e pelo apoio com material bibliográfico, agradeço ao acadêmico do curso de Engenharia Elétrica Delx C. Lunardi e ao Engenheiro Rubens J. Andermann. Meus sinceros agradecimentos também ao CNPq pela concessão da bolsa, que me oportunizou a dar os primeiros passos na pesquisa científica e um grande crescimento pessoal.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

As referências utilizadas neste trabalho foram as seguintes:

1. Apresentações em Congressos (Nelson Jorge Schuch);
2. Relatórios anteriores do projeto;

Páginas na rede internet:

3. <http://www.mrao.cam.ac.uk/telescopes/intro.html>
4. <http://www.mrao.cam.ac.uk/surveys/6C/index.html>





## **ANEXOS**

### **Anexo 1:**

Neste anexo serão apresentados o Plano de Trabalho do bolsista e o Cronograma de Atividades.

Plano de trabalho do bolsista:

- Revisão Bibliográfica Técnica, visando um embasamento teórico nas áreas de Teoria de Correlação, Eletrônica Digital e Instrumentação Eletrônica;
- Familiarização com os softwares utilizados para projeto e análise de circuitos eletrônicos e, com a instrumentação disponível no laboratório;
- Elaboração de novos “lay-outs” e construção das placas, visando atualizar as partes do Sistema que necessitam de melhorias;
- Testes em bancada, necessários para avaliar a performance do Sistema;
- Apresentação do Projeto no Seminário de Iniciação Científica do INPE – SICINPE, a ser realizado no final do período de vigência da bolsa;
- Redação de Relatórios Técnicos semestrais, conforme norma do PIBIC/CNPq.

Cronograma de atividades:

	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
Revisão Bibliográfica	X	X				X						X
Familiarização com a Instrumentação	X	X	X	X								
Elaboração de novos “lay-outs”			X	X	X	X						
Montagem das novas Placas				X	X	X						
Testes em Bancada				X	X	X	X	X	X	X		
Apresentação de Trabalhos												X
Redação de Relatórios Técnicos						X						X