



Ministério da Ciência e Tecnologia  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais  
Universidade Federal de Santa Maria  
Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria



# **RADARES DE METEORO PARA ESTUDOS ATMOSFÉRICOS E ASTRONÔMICOS**

Autor: Thiago Brum Pretto  
Co-autor: Diego dos Santos  
Co-orientador: Paulo Prado Batista  
Co-orientador: Barclay Robert Clemesha  
Orientador: Nelson Jorge Schuch



# Histórico e Propósito

## Histórico:

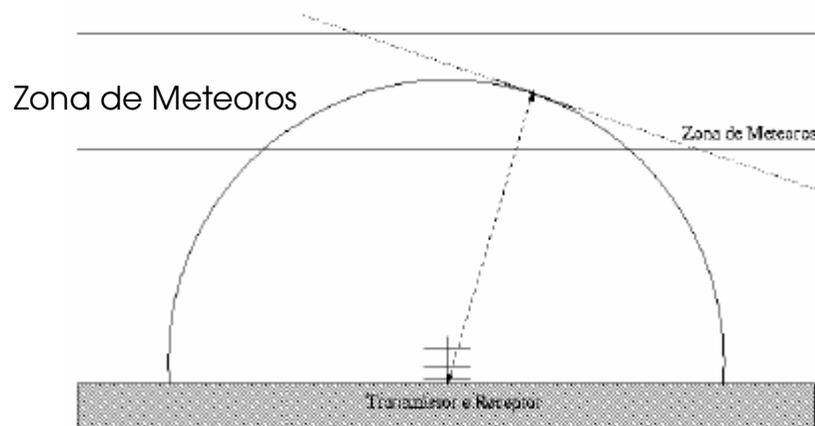
- O estudo das atividades dos meteoros, inicialmente foram realizadas com dados puramente observacionais;

## Propósito:

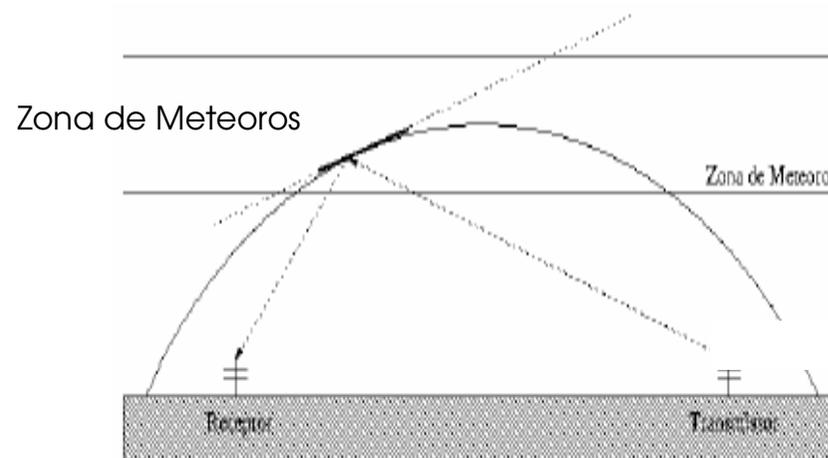
- O crescimento do interesse no estudo dos meteoros, deve-se inicialmente, a grande evolução na Eletrônica e ainda na necessidade de proteção de Satélites Artificiais.

# Radar SKiYMET

- A técnica de radar é uma ferramenta poderosa porque é capaz de identificar meteoros produzidos por partículas com massas tão pequenas quanto  $10^{-6}$  g. Essa massa é bem inferior à massa das partículas que produzem meteoros identificados por outras técnicas
- Existem duas técnicas básicas para radares: monoestático ou *backscatter* e o bi-estático ou *forward-scatter*.



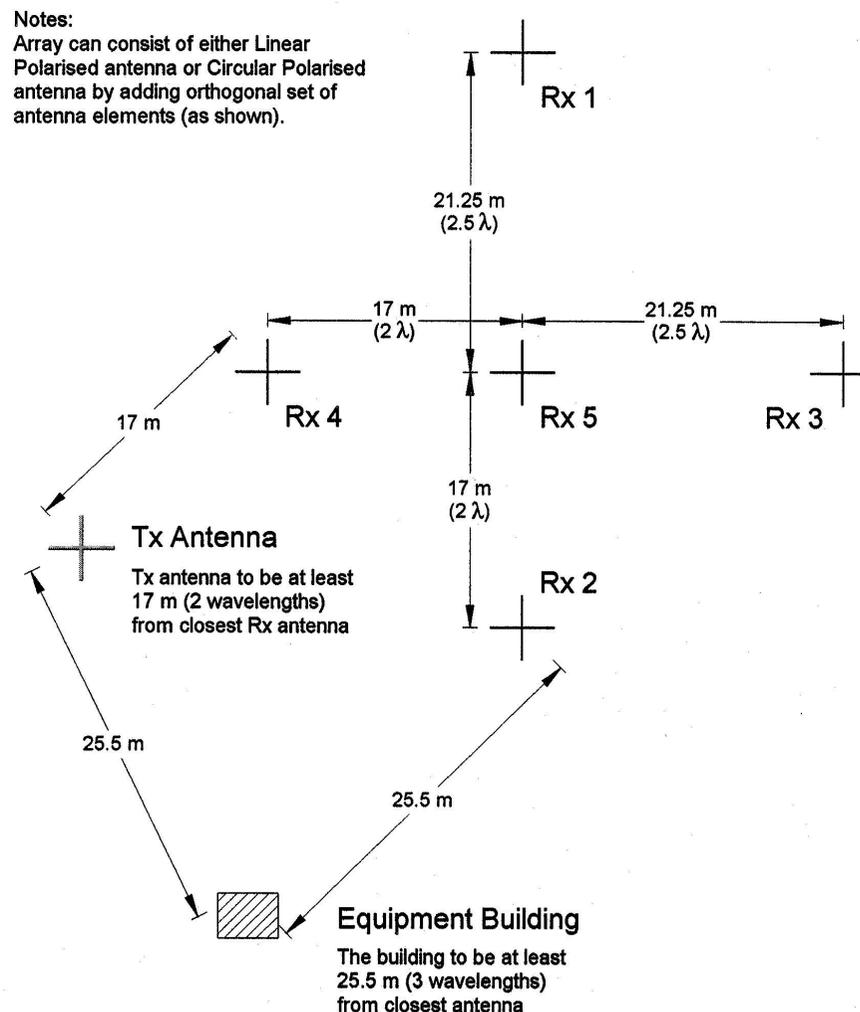
Configuração para o Radar Mono-estático (backscatter)



Configuração para o Radar Bi-estático (forward-scatter)

## Hardware e Software:

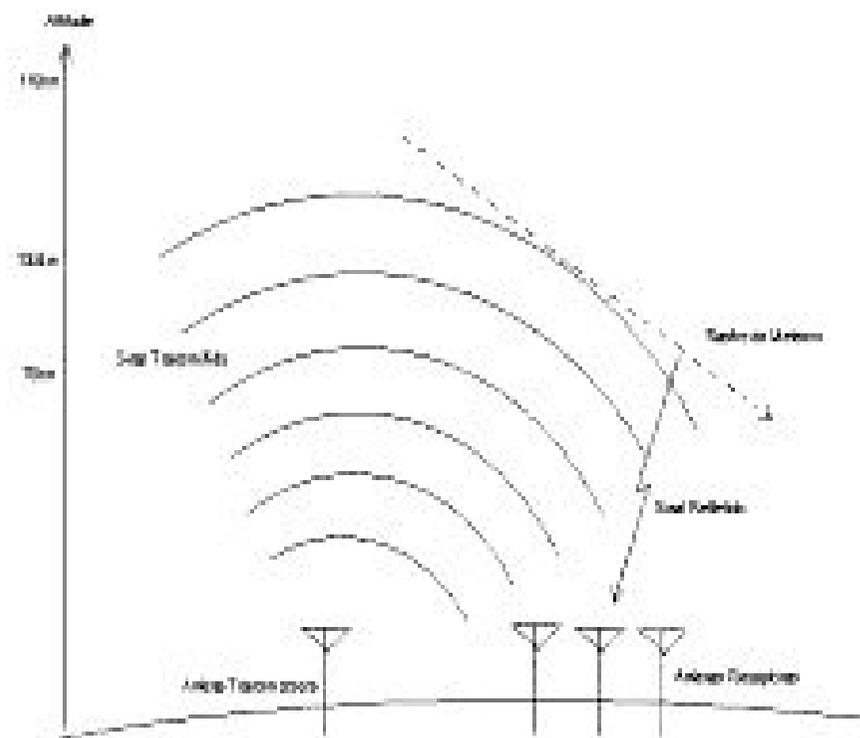
- Composto por PC, transmissor, receptor, cabos, antenas (uma para transmissão e cinco para recepção);
- A análise dos dados e atualização dos softwares, podem ser feitas via Internet, em tempo real;
- Sistema operacional UNIX (multi-usuário e multitarefa).





# Funcionamento Geral

“As ondas de rádio emitidas, por uma antena Yagi, e refletidas pelo rastro eletricamente carregado das partículas da Atmosfera – devido ao atrito com a superfície do Meteoro – são recebidas por um aparato de cinco antenas, dispostas em forma de cruz, com espaçamentos de  $2\lambda$  e  $2.5\lambda$ , para a frequência de operação de 35.24MHz.”





# Funcionamento

- Os meteoros entram na atmosfera em alta velocidade, produzindo rastros ionizados entre 80 e 110Km;
- As trilhas são arrastadas pelos ventos, de tal maneira que uma medida do movimento do rastro constitui uma medida da velocidade do vento;
- A ionização é suficiente para refletir ondas de rádio na faixa de 20 a 60MHz;
- Os ângulos de elevação( $\theta$ ) e azimute( $\varphi$ ) podem ser determinados por interferometria;
- A velocidade radial em relação,  $dr/dt$ , é determinada pelo desvio Doppler do sinal refletido na trilha;
- Assim o radar consegue medir  $z$ ,  $\varphi$ ,  $\theta$  e  $dr/dt$ , para cada meteoro detectado;



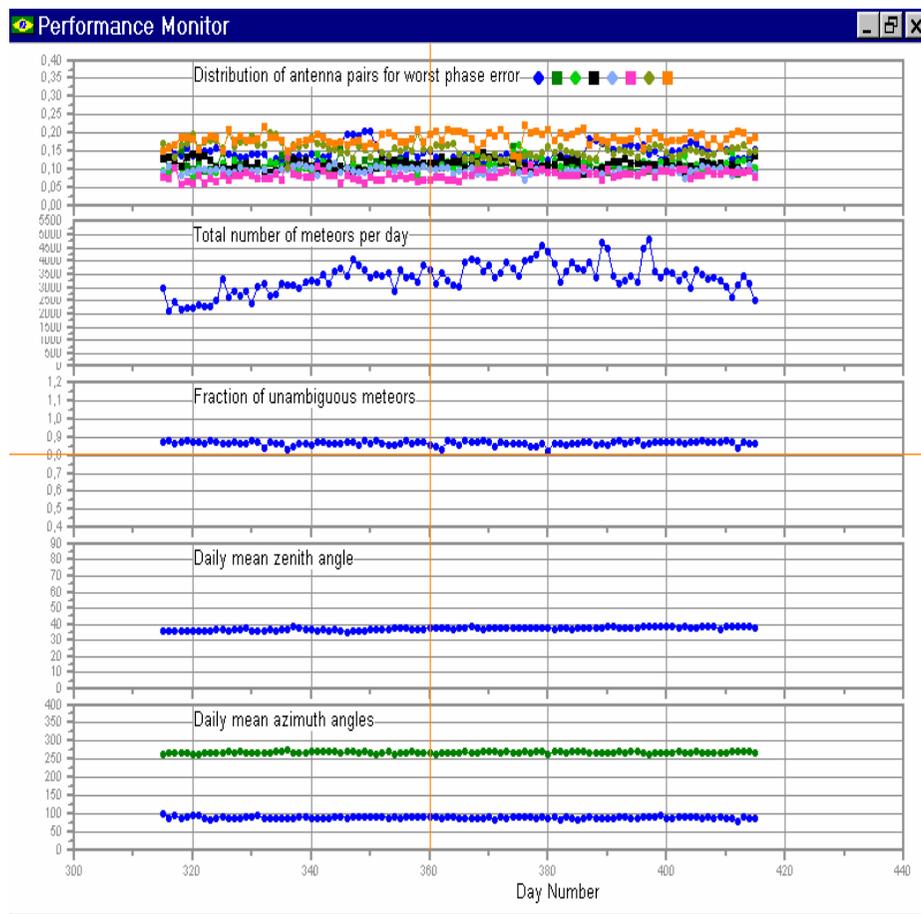
# Parâmetros Medidos

## **Parâmetros que podem ser medidos:**

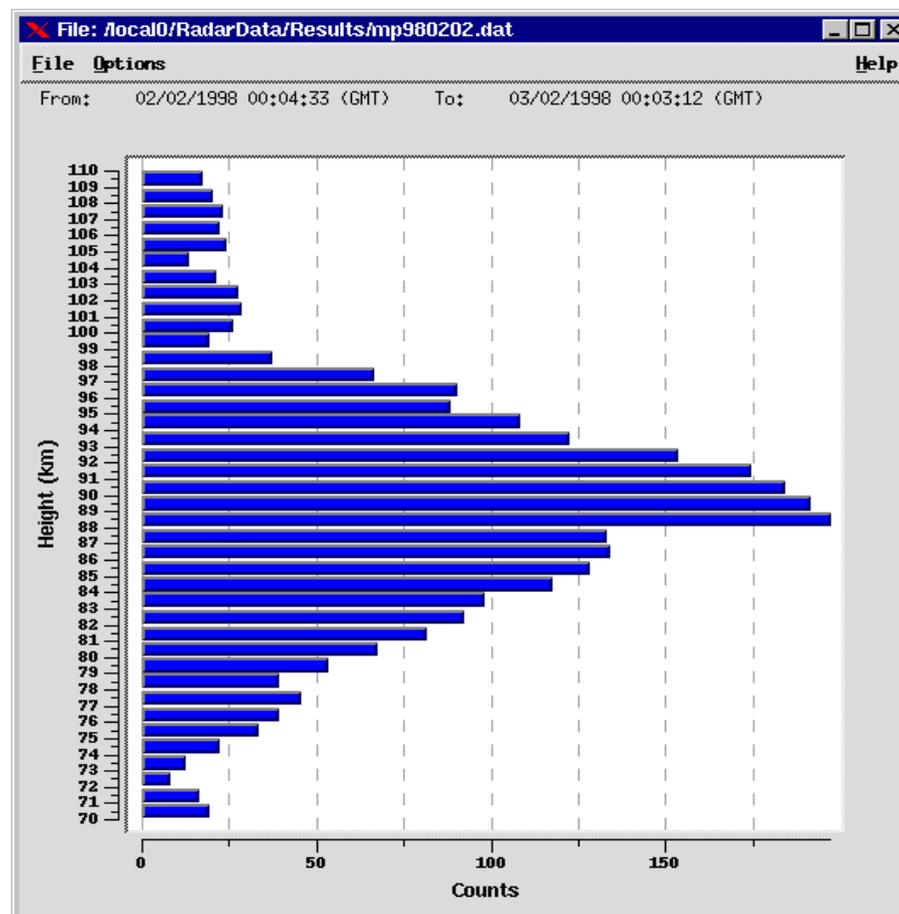
- Fluxo de meteoros;
- O ponto radiante no espaço;
- Velocidade de entrada dos meteoros;
- Coeficiente de difusão atmosférica;
- Velocidade dos ventos atmosféricos.



## Performance do Sistema

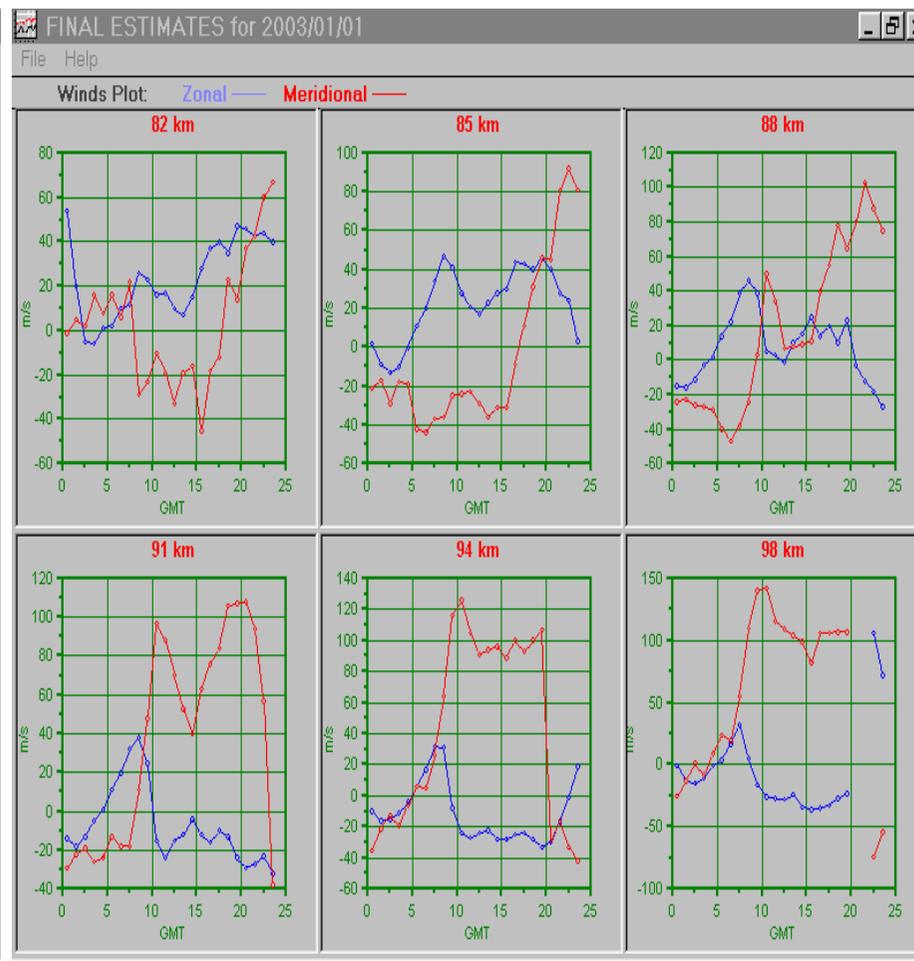
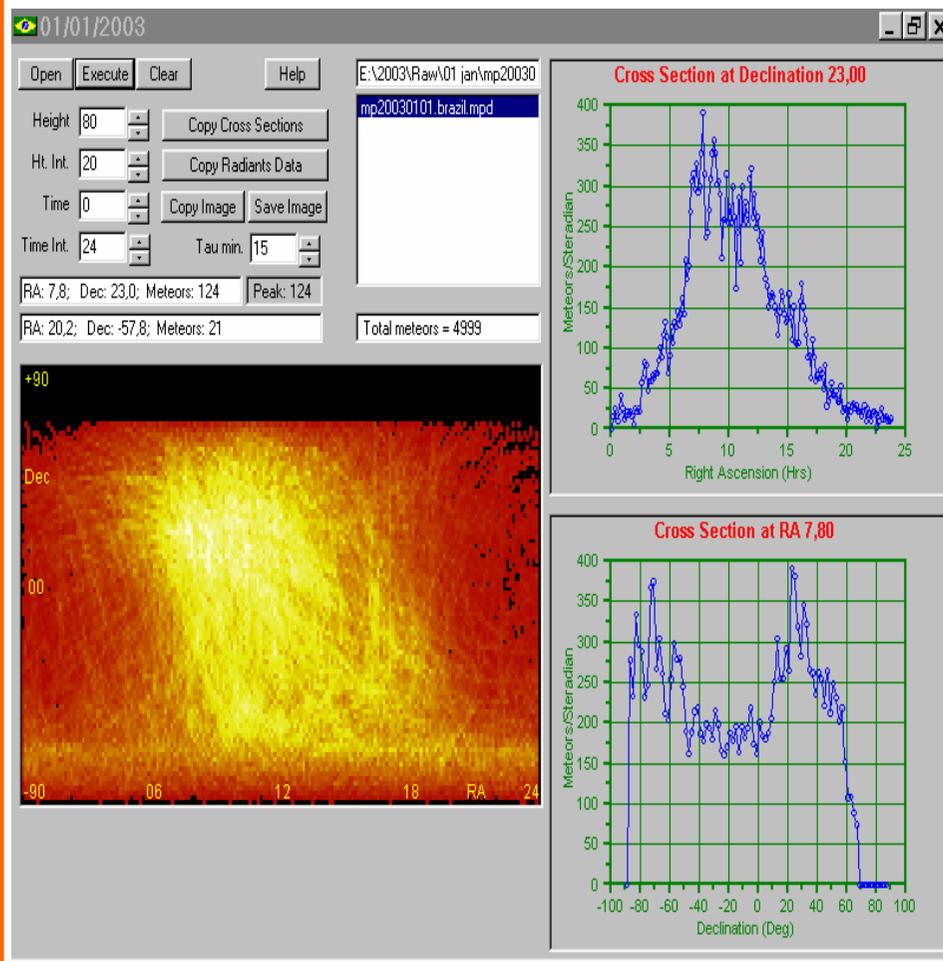


## Distribuição de Meteoros por altura



## Radiante de origem do Rastro

## Ventos Zonais e Meridionais por altura/hora





Na curva resultante, o pico nos dá a magnitude e direção do vento.

Gráfico:



# Agradecimentos e Contato

## Agradecimentos

T. B. Pretto gostaria de agradecer ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/CNPq – INPE que financia seu Projeto de Iniciação Científica. Agradece também à Jorge Albuquerque de Souza Corrêa e à Aparecido Tokumoto por suas cooperações neste trabalho.

## Contato

Thiago Brum Pretto - Acadêmico de Engenharia Elétrica  
Laboratório de Eletrônica  
Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRSPE/INPE - MCT  
Campus da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Centro Tecnológico – LACESM – Cidade Universitária  
E-mail: [thiago@lacesm.ufsm.br](mailto:thiago@lacesm.ufsm.br)  
Telefone: 0\*\* (55) 220 - 8021  
Fax: 0\*\* (55) 220 - 8007