

Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRSPE

Ministério da Educação - MEC  
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM  
Centro de Tecnologia - CT

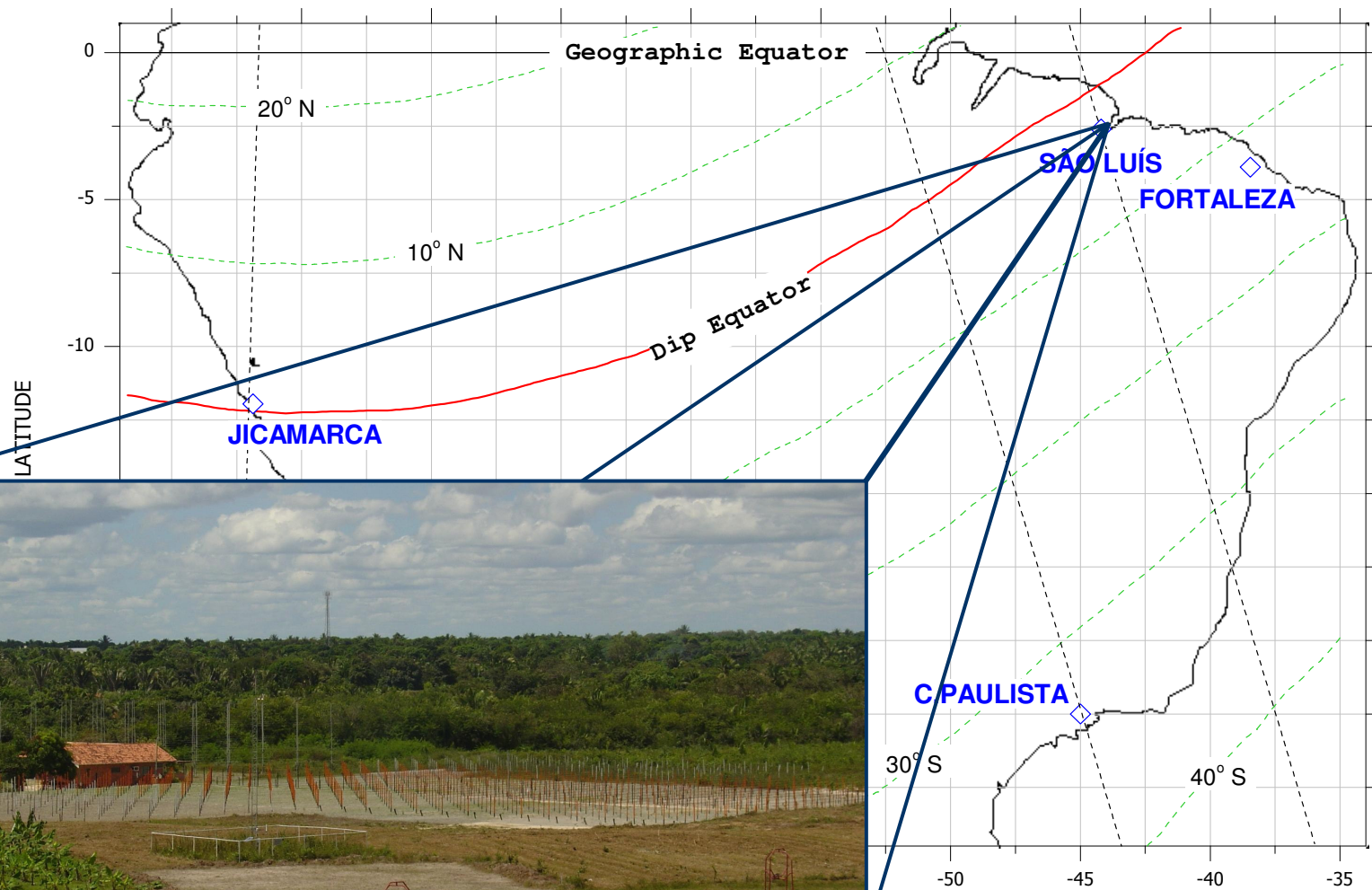
# **REDUÇÃO DE RUÍDO AMOSTRAL DE DADOS OBSERVACIONAIS DE RADAR IONOSFÉRICO DE ESPALHAMENTO COERENTE UTILIZANDO FILTRO SAVITZKY-GOLAY**

**Aveiro, H.C.; Moor, L.P.; Rother, F.C.;  
Denardini, C.M.; Schuch, N.J.; Abdu, M.A.**

# OBJETIVOS

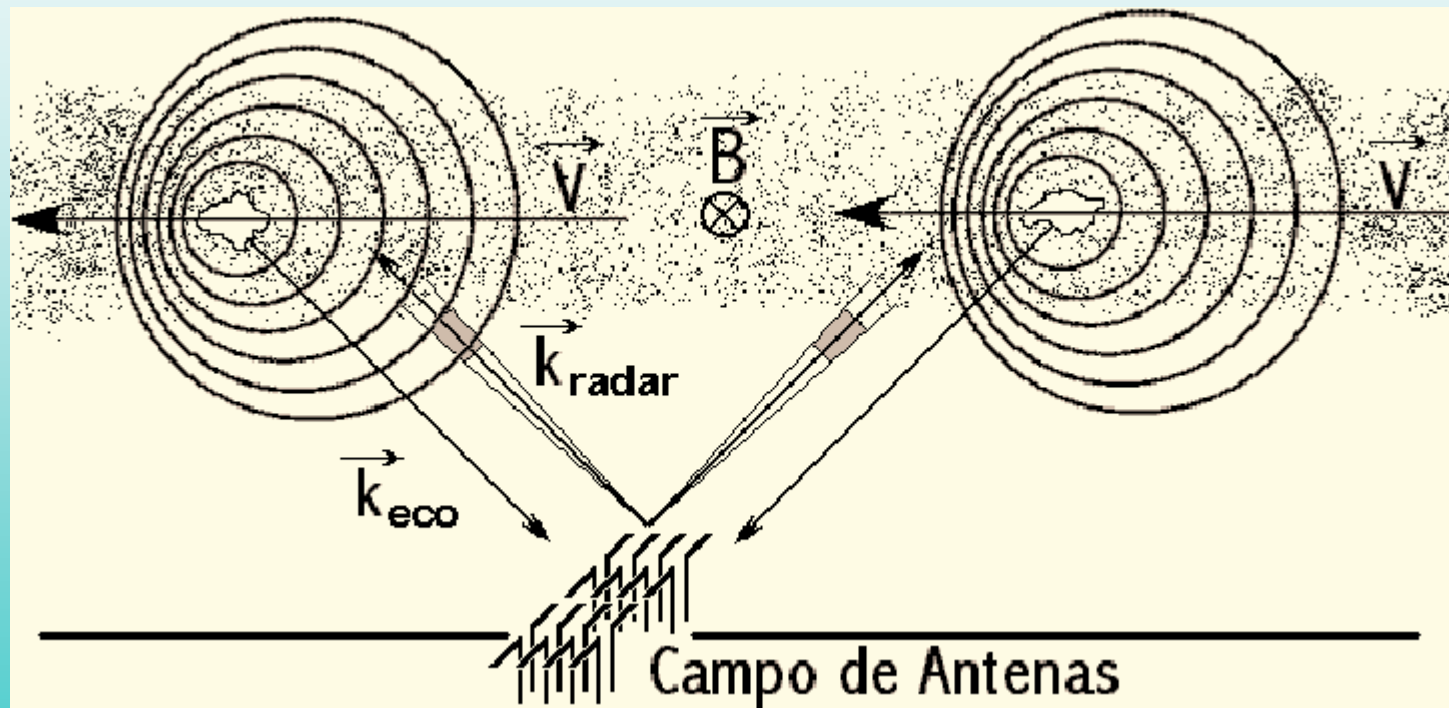
- Descrição da fenomenologia.
- Radar e efeito Doppler.
- Filtro Savitzky-Golay.
- Aplicação a dados observacionais.
- Resultados e conclusões.

# Radar RESCO



© Clezio M. De Nardin - 28JUL2004

# Efeito Doppler

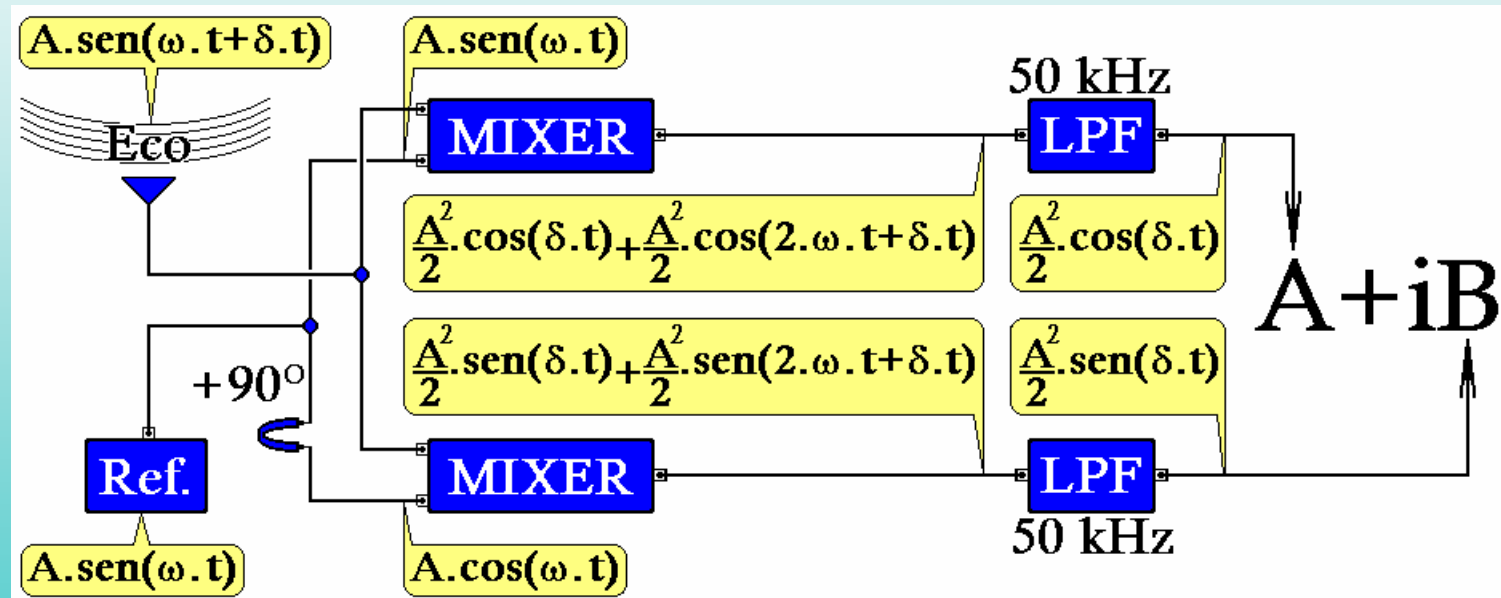


# PARÂMETROS DE SONDAGEM

PARÂMETROS	BREVE DESCRIÇÃO
Transmissão	Sistema modular consistindo de 8 transmissores com controle de fase do sinal transmitido.
Potência de Pico	120 kW (projetado).
Conjunto de Antenas	16 antenas magneticamente alinhadas norte-sul do tipo COCO ( <i>collinear co-array</i> ) com 48 dipolos cada uma, usadas para transmissão e recepção.
Feixe da Antena	Possui abertura de $\sim 5^\circ$ no plano leste-oeste e $\sim 3^\circ$ no plano norte-sul, com possibilidade de inclinação no plano leste-oeste.
Resolução de Altura	A resolução determinada pela janela de amostragem normalmente empregada para a região E é de 2,6 km, para o feixe oblíquo com $30^\circ$ de ângulo de zênite.

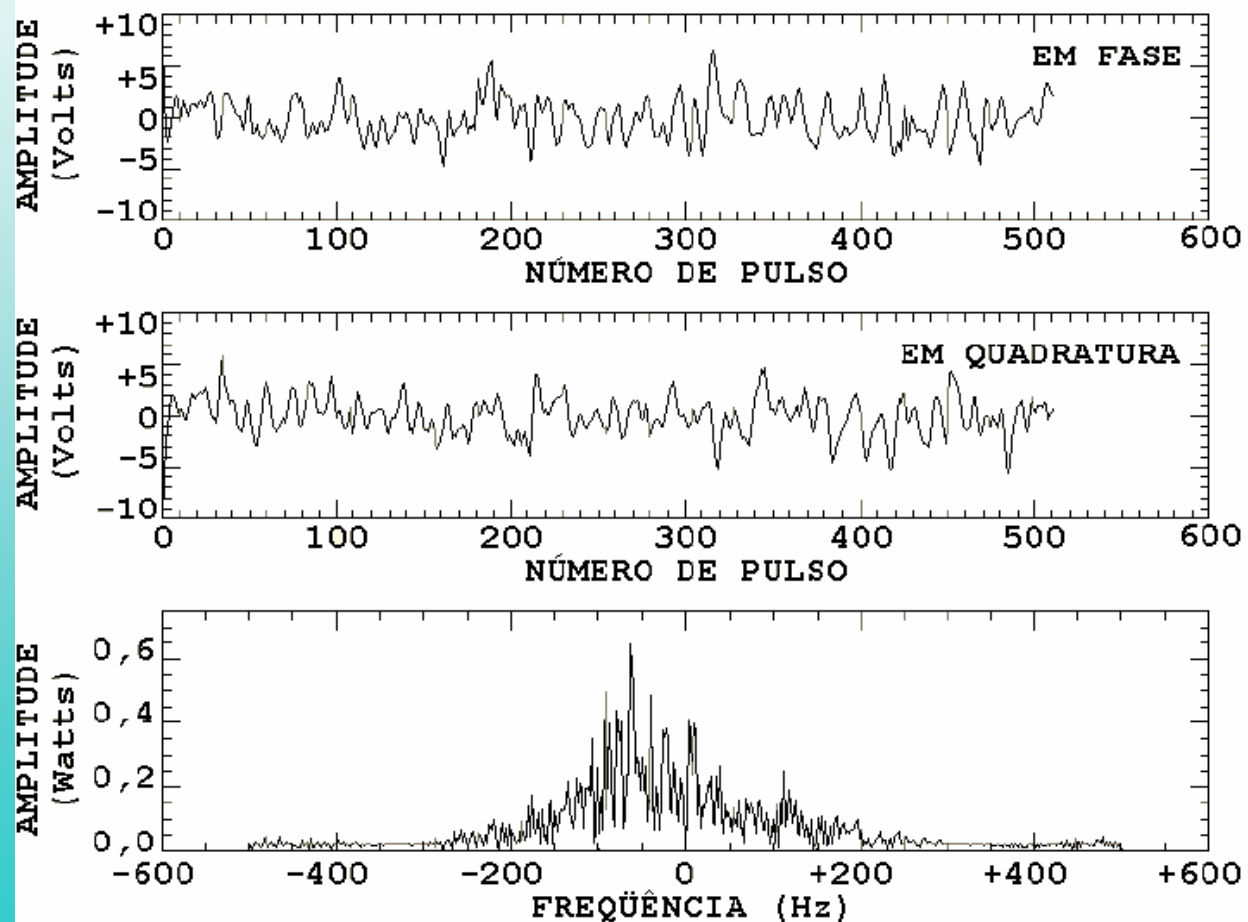
# AQUISIÇÃO DE DADOS

Esquema de funcionamento da primeira filtragem de informação utilizando os detectores de fase e os filtros de 50 kHz. Nessa figura,  $A$  é a amplitude de uma onda genérica,  $\delta$  é o coeficiente devido ao efeito Doppler e  $\omega$  é a frequência angular da onda devido ao sinal emitido.

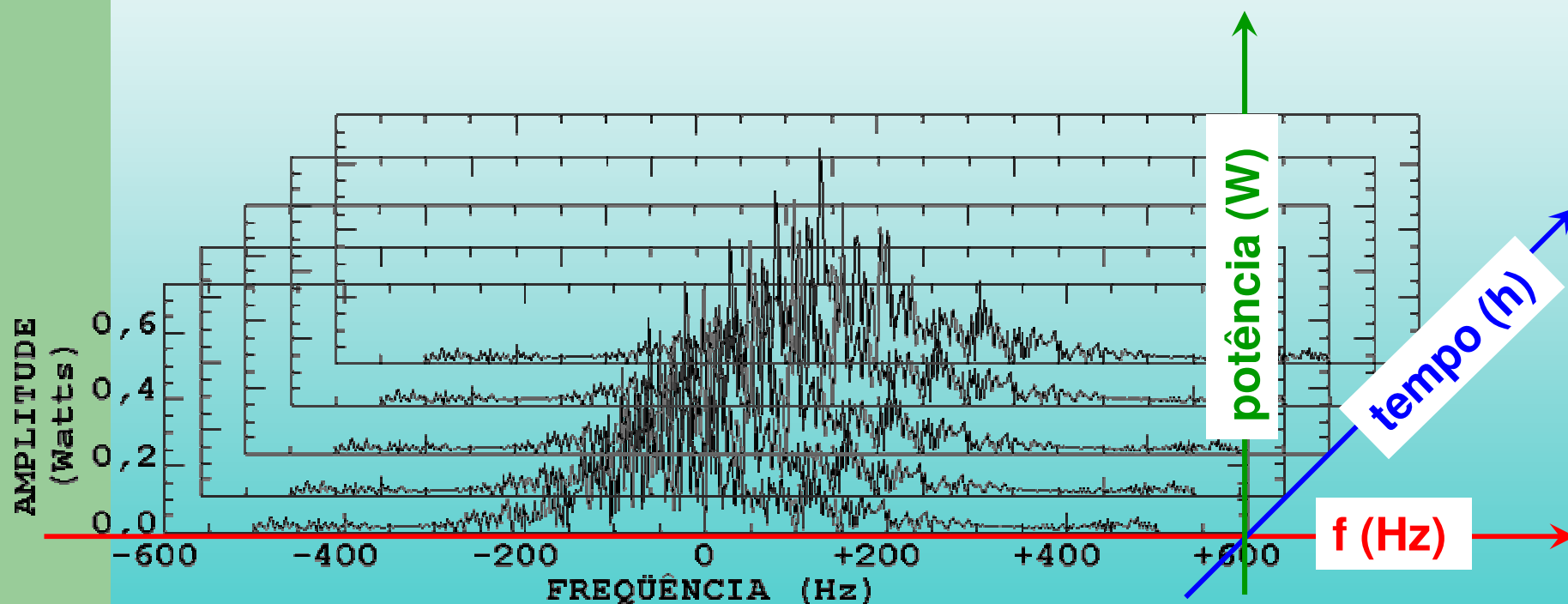


# DADOS ADQUIRIDOS

Exemplo de variação das componentes em fase e em quadratura com os pulsos recebidos e do espectro de potência obtido através da análise espectral. Dados de 06/12/2000, às 14 h 07 min 06 s, correspondente à 107,8 km de altitude.



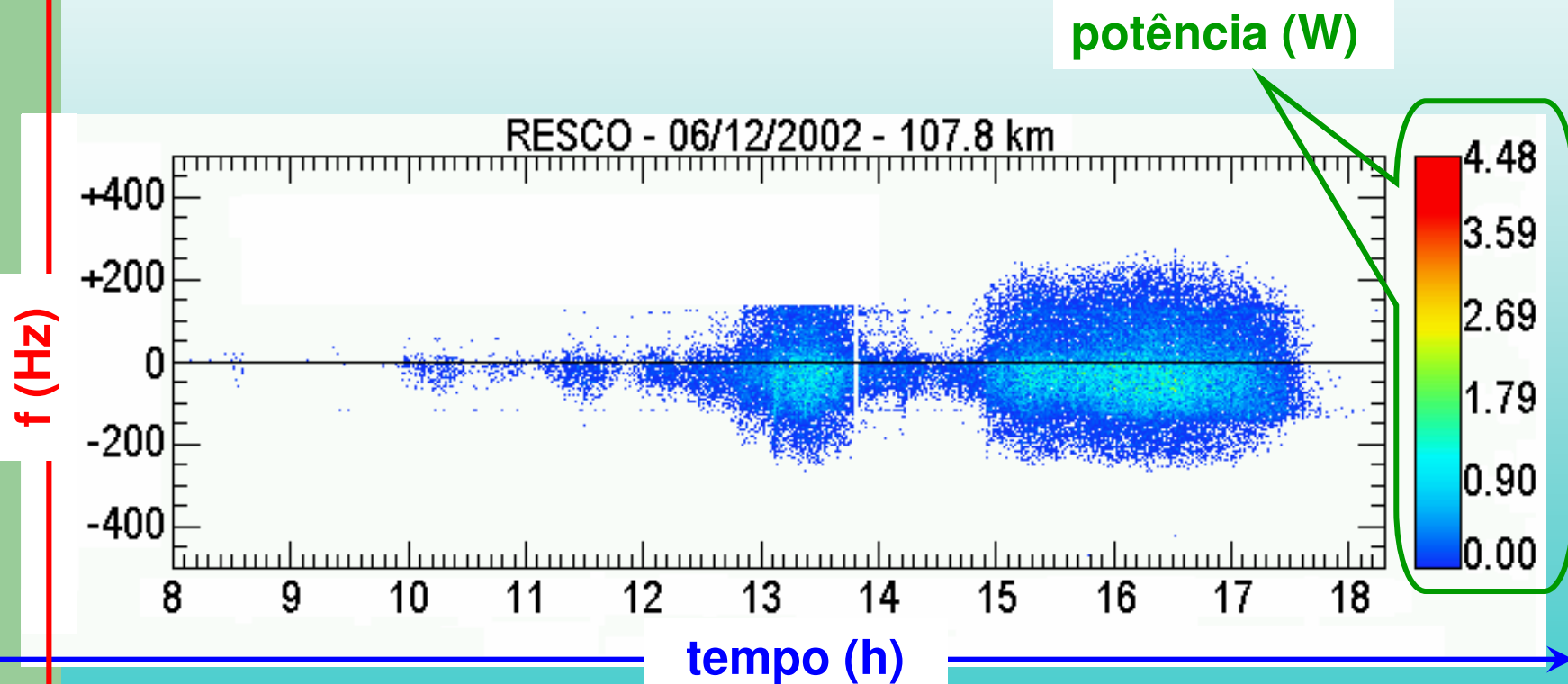
# AGRUPAMENTO DE ESPECTROS



Exemplo de seqüência de espectros de potência obtidos através da análise espectral dos ecos. Dados de 06/12/2000, correspondente à 107,8 km de altitude.

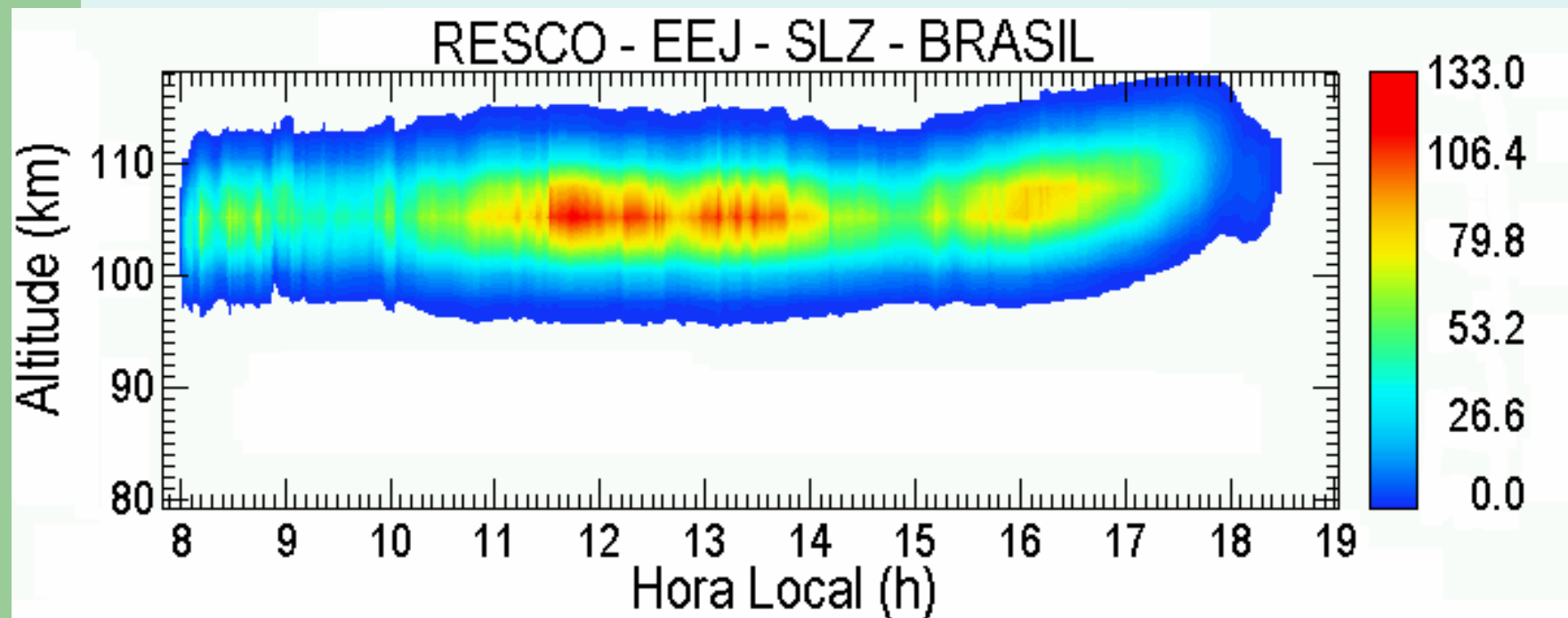


# ESPECTROGRAMA



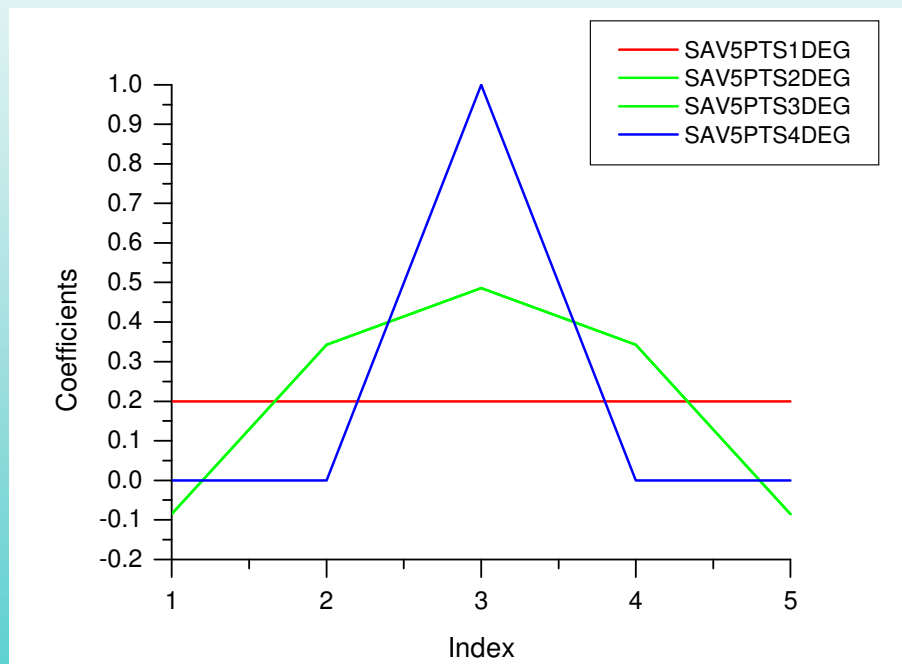
Exemplo de espectrograma obtido pelo agrupamento de todos os espectros referentes à altura de 107,8 km (*gate 12*). Os dados foram obtidos em São Luís do Maranhão - MA em 06 de dezembro de 2000.

# MAPAS RTI



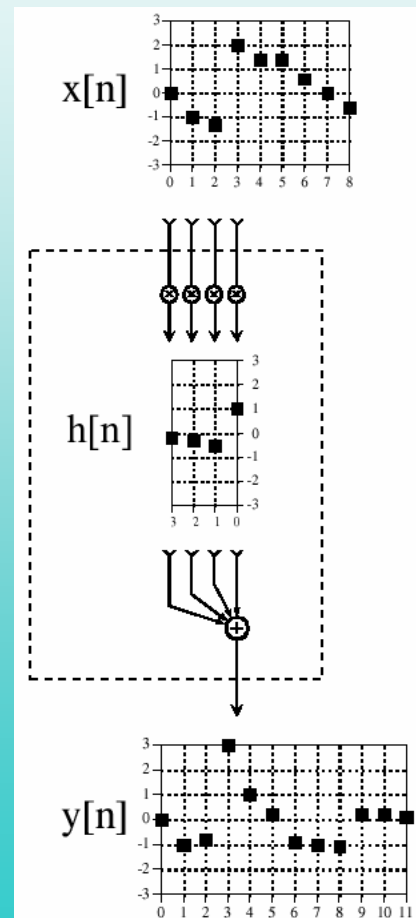
Mapa de variação temporal de intensidade médio, referente ao período entre 23 de janeiro e 15 de fevereiro de 2001, gerado a partir dos dados do radar RESCO, obtidos em São Luís do Maranhão - MA.

# SAVITZKY-GOLAY



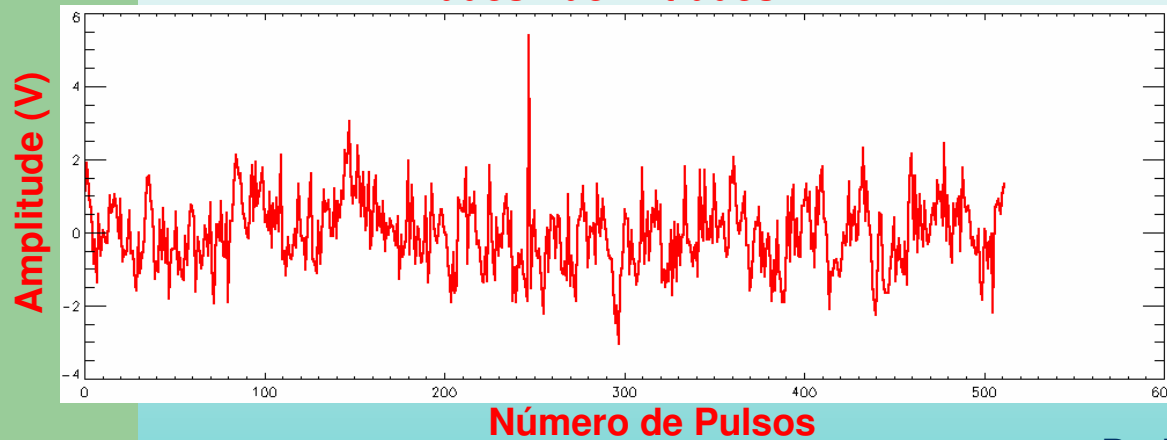
Somatório de convolução:

$$y[i] = \sum_{j=0}^{M-1} h[j] x[i-j]$$



# Dados Brutos

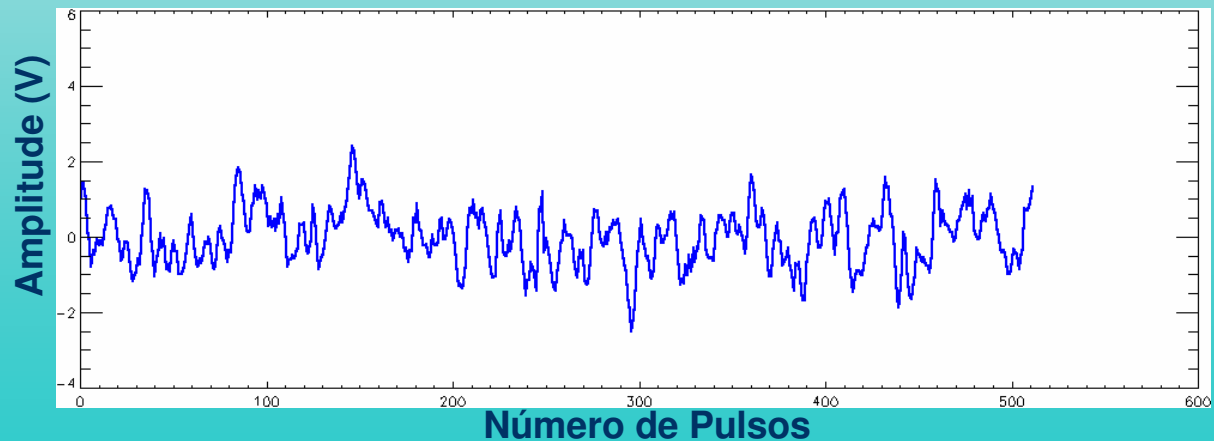
Dados Não-Filtrados



Varição temporal da tensão recebida pelo Radar RESCO no dia 22 de janeiro de 2003, para a faixa de alturas 98,7 – 101,3 km no OESLZ.

Varição temporal suavizada pelo filtro Savitzky-Golay.

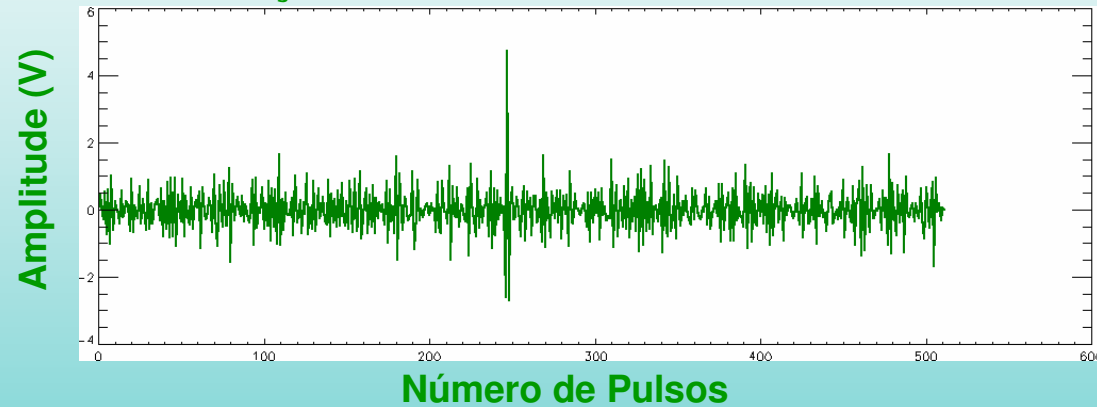
Dados Suavizados



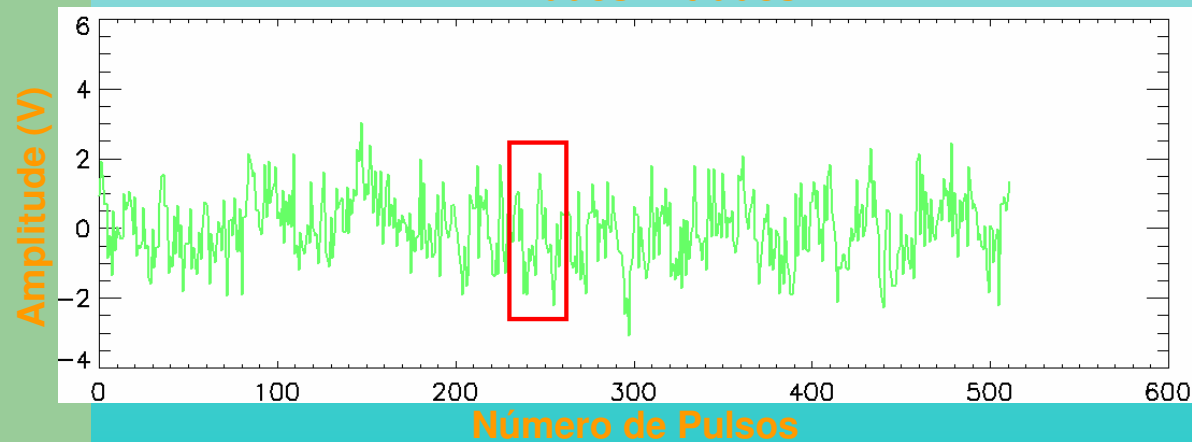
# Filtragem

Diferença entre a variação temporal da tensão e dados suavizados.

Diferença entre Dados Brutos e Dados Suavizados

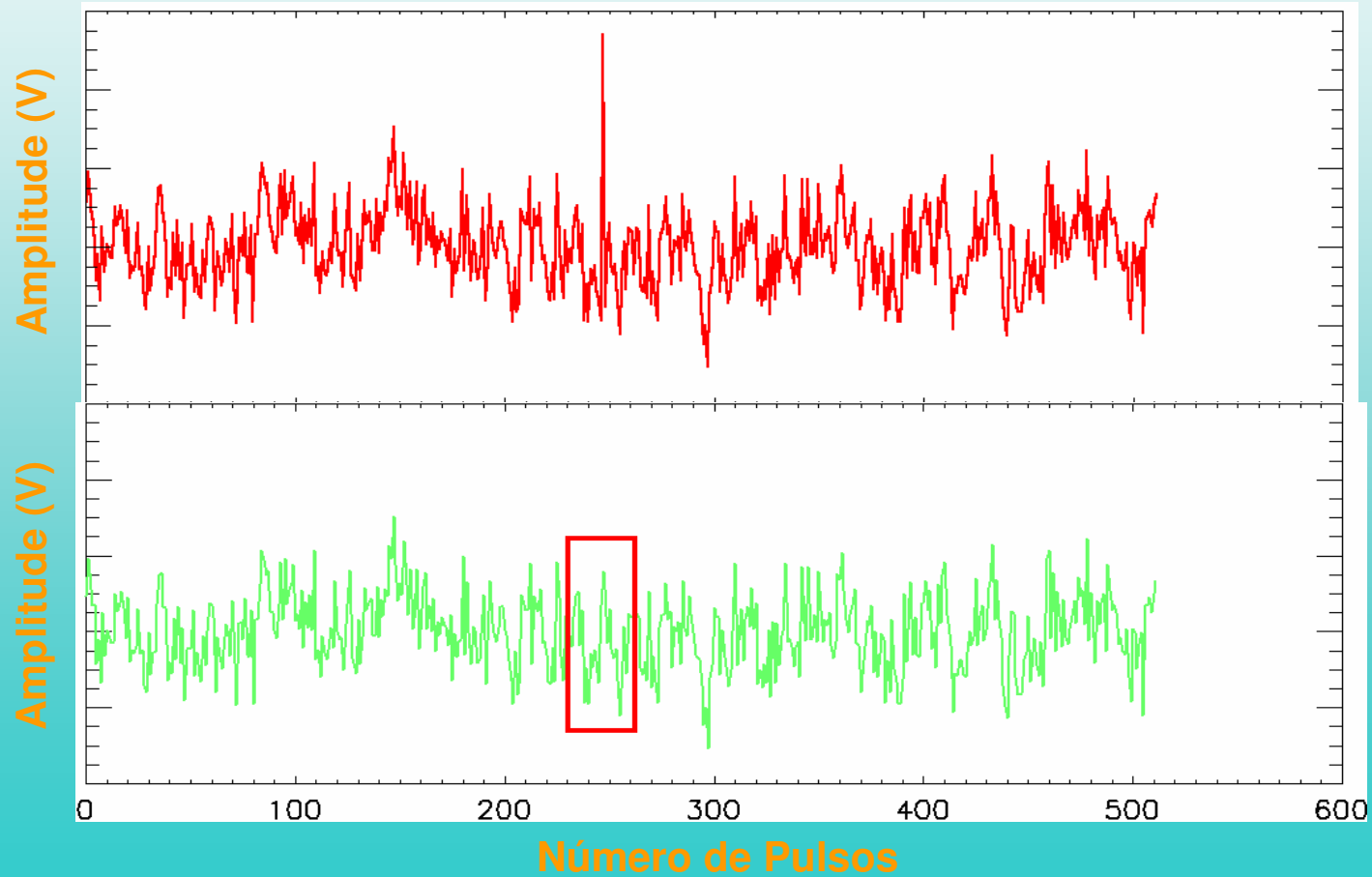


Dados Filtrados



Dados filtrados utilizando a seleção de desvios padrões.

# REMOÇÃO DE PICOS ESPÚRIOS



# RESULTADOS E CONCLUSÕES

- Implementação nas Rotinas de Pré-Processamento do RESCO.
- Remoção de Picos Espúrios com Sucesso.
- Fase Atual: Aplicação do Filtro Savitzky-Golay.
- Fase Futura: Estudo da Utilização de Filtros Digitais Modernos.
- Atualização tecnológica do Radar para estudo da fenomenologia da Ionosfera Equatorial com melhor resolução espacial/temporal.

# Agradecimentos

H. C. Aveiro gostaria de agradecer ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, PIBIC/CNPq – INPE, que financia seu projeto de iniciação científica.



**Contato:**  
[aveiro@lacesm.ufsm.br](mailto:aveiro@lacesm.ufsm.br)