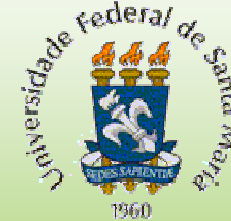
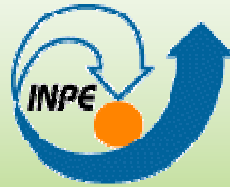


XIX CRICTE



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

DESENVOLVIMENTO DE UM FILTRO BASEADO EM MÉDIA MÓVEL PARA REMOÇÃO DE RUÍDO DOS DADOS OBSERVACIONAIS DO RADAR DE ESPALHAMENTO COERENTE DO INPE-MCT

**Autores: Aveiro, H.C.; Krummenauer, R.; Pretto, T.B.;
Canabarro, M.S.; Denardini, C.M.; Schuch, N.J.; Abdu, M.A.**

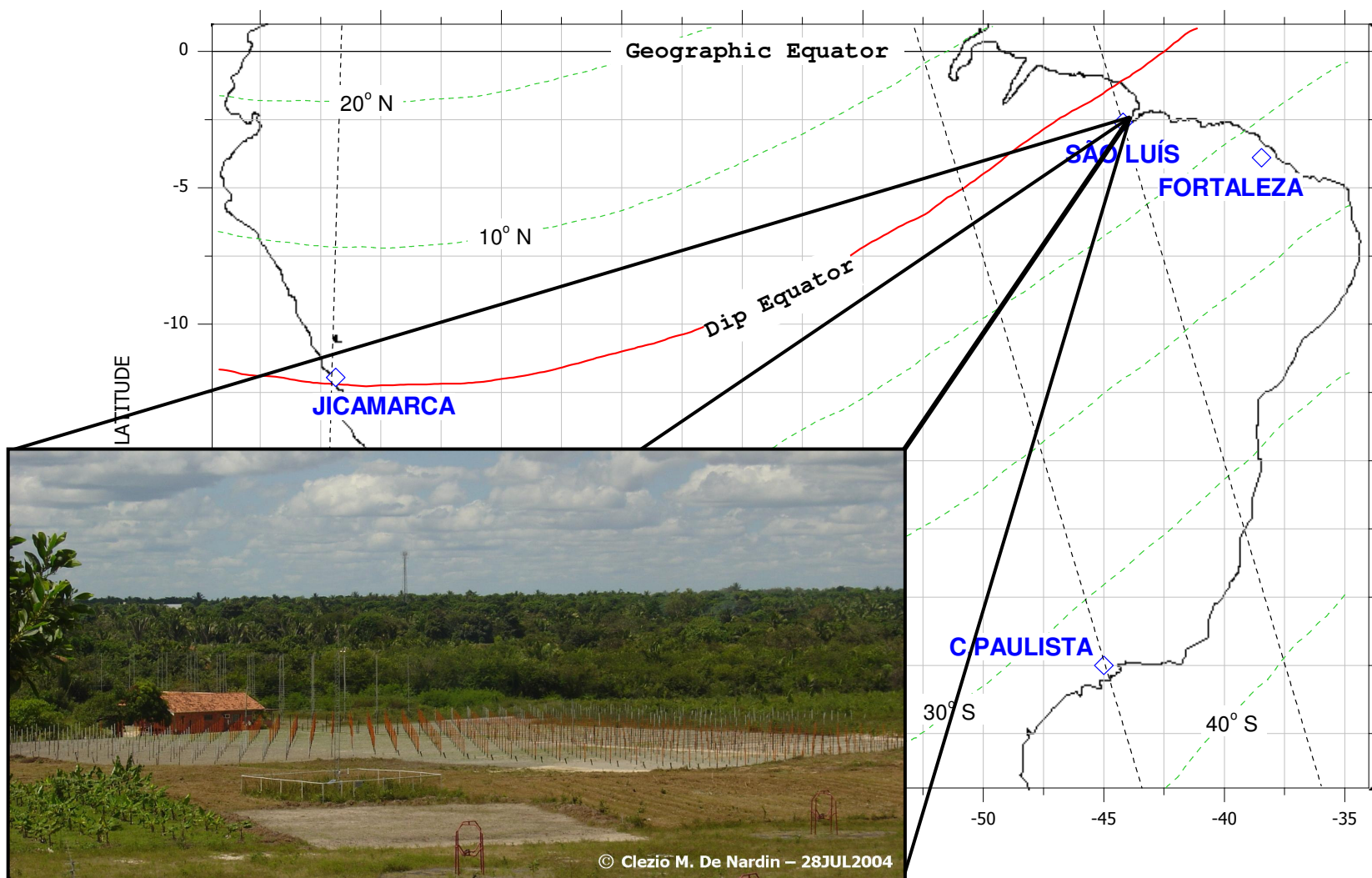


Sumário

- ❖ Radar RESCO
- ❖ Problema: O Ruído
- ❖ Filtro Média-Móvel
- ❖ Aplicação do Filtro
- ❖ O Programa
- ❖ Resultados
- ❖ Conclusão



Radar RESCO





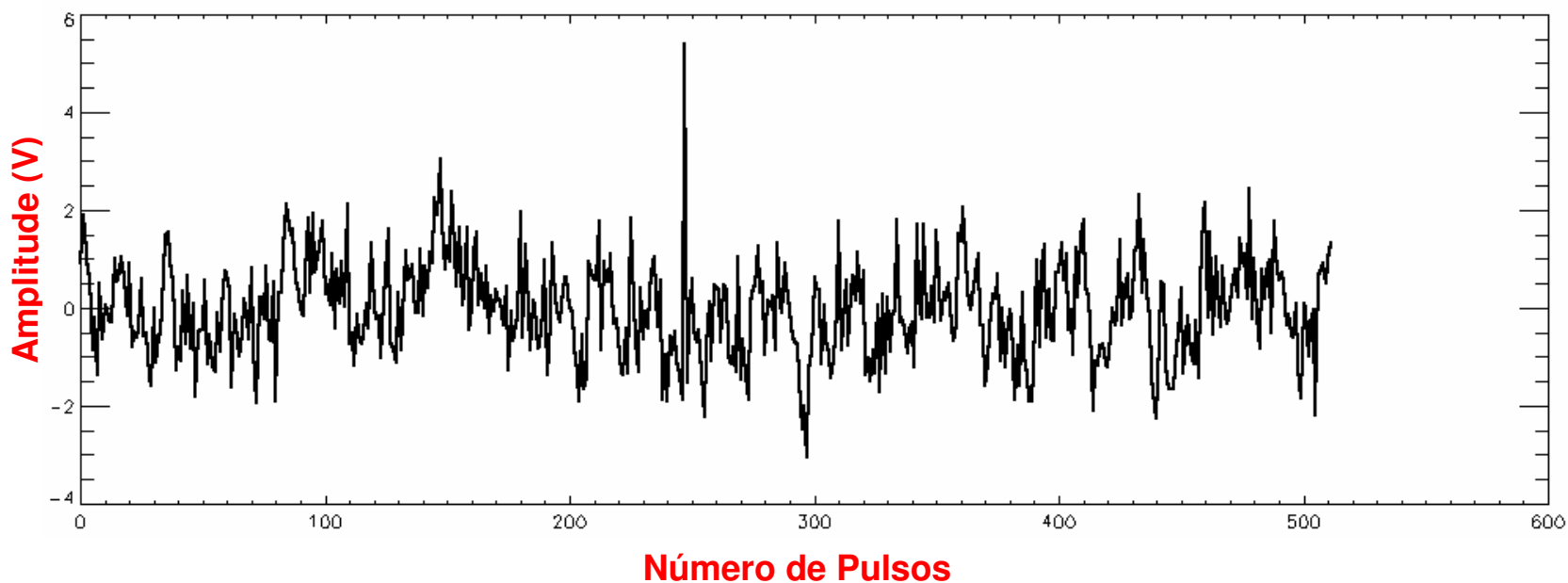
Transmissão e Recepção

Colocar o filme q mostra a
transmissão do radar



Dados Ruidosos

Dados Ruidosos



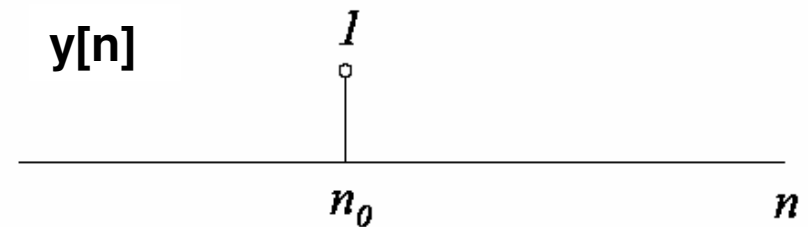
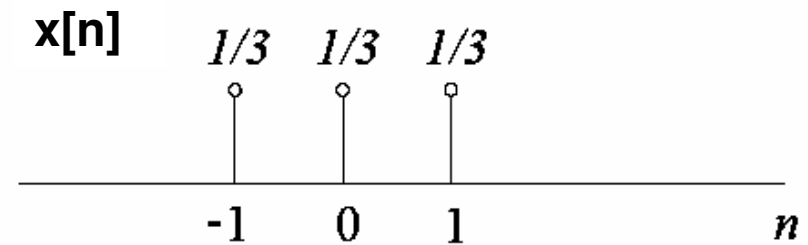
Varição temporal (número de pulsos emitidos) da tensão recebida pelo Radar RESCO no dia 22 de janeiro de 2003, para a faixa de alturas 98,7 – 101,3 km no Observatório Espacial de São Luís do Maranhão.



Média Móvel

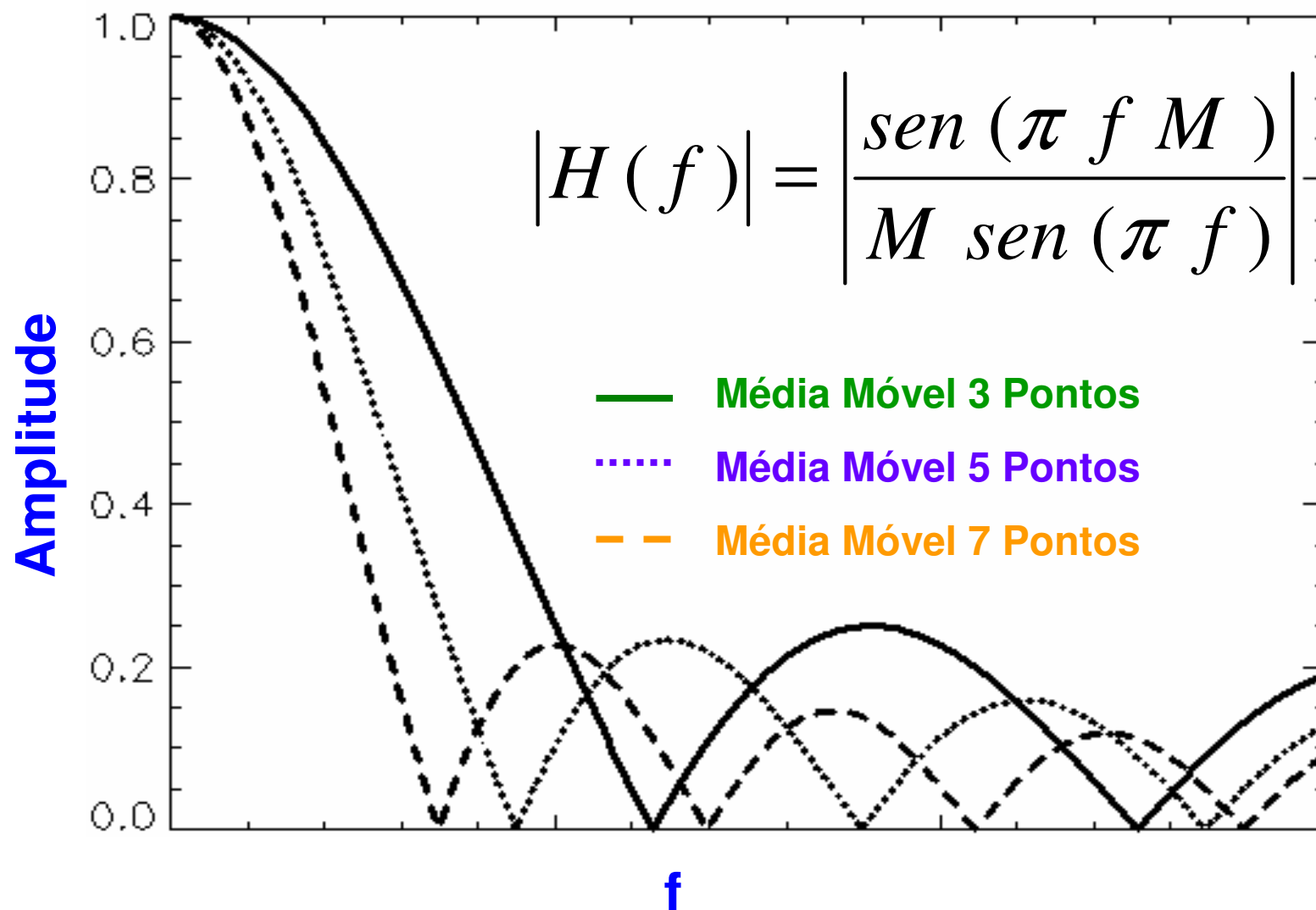
$$y[n] = \frac{1}{W} \cdot \sum_{j=-(W-1)/2}^{j=(W-1)/2} x[n+j]$$

$$y[n] = \frac{1}{3} (x[n-1] + x[n] + x[n+1])$$





Função de Transferência





Parâmetros Selecionados

- Vetor de Dados Brutos
- Número de Pontos da Suavização
- Desvio Padrão Máximo



O Programa

```
IDL Development Environment - [Remove_Outliers.pro]
File Edit Search Run Project Macros Window Help

FUNCTION REMOVE_OUTLIERS, DataVector, HiFreqData=HiFreqData, $
    DataSthPts=DataSthPts, OutL_Level=OutL_Level, Filter_Sel=Filter_Sel

;----- ABSTRACT
; This function removes the outliers from data vector. It will
; return an error flag (-1) in case of mistaken data.
;----- CAPTION
; DataVector          generic vector with the raw data
; DataSthPts          number of points for the smoothing
; OutL_Level          acceptable number of standard deviations
; Filter_Sel          1: Moving Average Filter
;                   2: Savitzky-Golay Filter
;-----
; By:                 Henrique C. Aveiro - aveiro@lacesm.ufsm.br
; Date:               February 17, 2004
; Modification :     March 5, 2004 (denardin@dae.inpe.br -> generalize routine)
;                   March 10, 2004 (denardin@dae.inpe.br -> changed function)
;                   May 11, 2004 (aveiro@lacesm.ufsm.br -> included Savitzky-Golay)
;                   August 16, 2004 (denardin@dae.inpe.br -> adapted for IDL 5.4)
;                   September 17, 2004 (denardin@dae.inpe.br -> returning HiFreqData)
;-----

; verifies constants and flags needed for this routine -----
IF (N_ELEMENTS(DataVector) EQ 0) THEN BEGIN
    DataVector = -1 ; enable flag of Error
    GOTO, End_of_Routine ; jump to the end of routine
ENDIF
IF (N_ELEMENTS(DataSthPts) EQ 0) THEN DataSthPts = 5 ; averaging window with 5 points
IF (N_ELEMENTS(OutL_Level) EQ 0) THEN OutL_Level = 3 ; minimum level to 3 Std Deviations
IF (N_ELEMENTS(Filter_Sel) EQ 0) THEN Filter_Sel = 2 ; select the filter smoothing

; smoothes the data vector by "DataSthPts" points -----
DataVector = REFORM(DataVector) ; avoid errors in IDL 5.4 processing
IF (Filter_Sel EQ 1) THEN BEGIN ; applies running average
    SmoothData = SMOOTH(DataVector, DataSthPts, /NAN)
ENDIF ELSE BEGIN ; applies savitzky-golay filter
    SavGol_Conv= SAWGOL((DataSthPts - 1)/2, (DataSthPts - 1)/2, 0, DataSthPts-2)
    SmoothData = CONVOL(DataVector, SavGol_Conv, /EDGE_TRUNCATE)
ENDELSE

; gets the high frequency variations from the data -----
HiFreqData = DataVector - SmoothData ; takes the difference

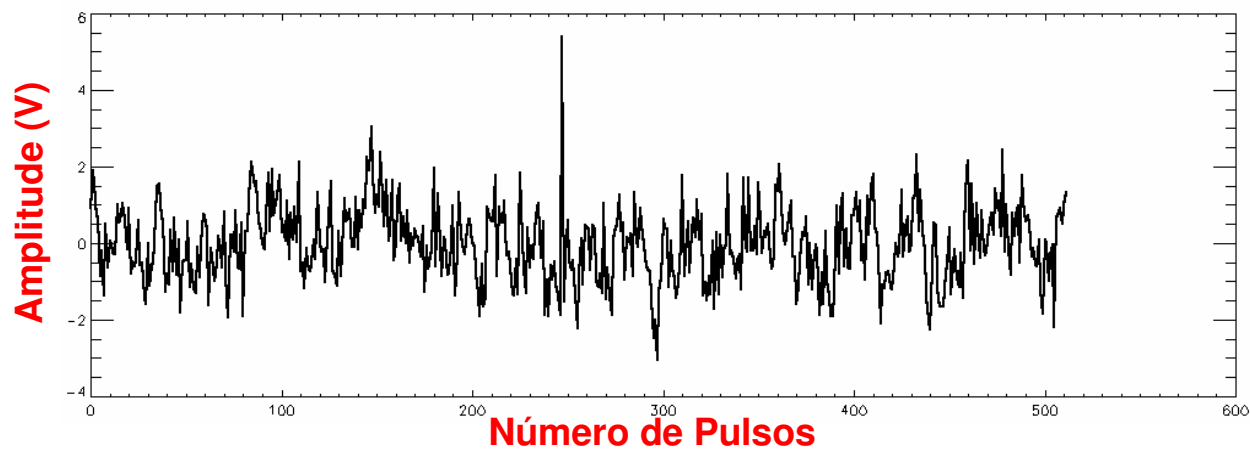
; calculates the standard deviation of high frequency variations -----
HiFreq_Std = STDDEV(HiFreqData, /NAN) ; takes the std deviation
Acceptable = HiFreq_Std * OutL_Level ; gets the minimum level

; gets where the high frequency variations overtakes the limit -----
HiFreq_Idx = WHERE(ABS(HiFreqData) GT Acceptable) ; gets the indices
```



Dados Brutos

Dados Não-Filtrados

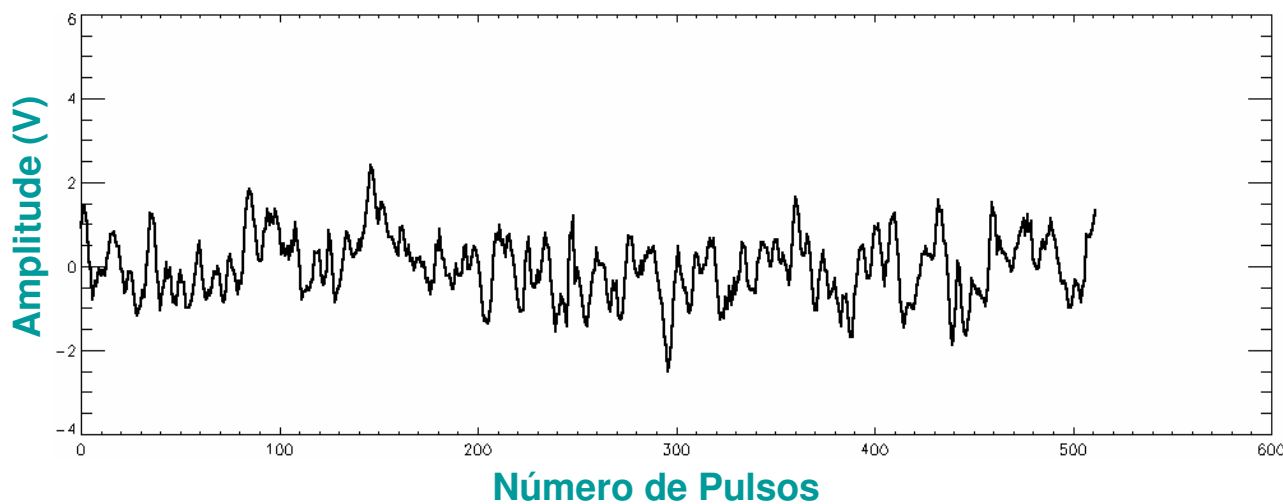


Varição temporal (número de pulsos emitidos) da tensão recebida pelo Radar RESCO no dia 22 de janeiro de 2003, para a faixa de alturas 98,7 – 101,3 km no Observatório Espacial de São Luís do Maranhão.

Dados Suavizados

Valor suavizado por média móvel de 3 pontos.

$$y[n] = \frac{1}{W} \cdot \sum_{j=-(w-1)/2}^{j=(w-1)/2} x[n + j]$$

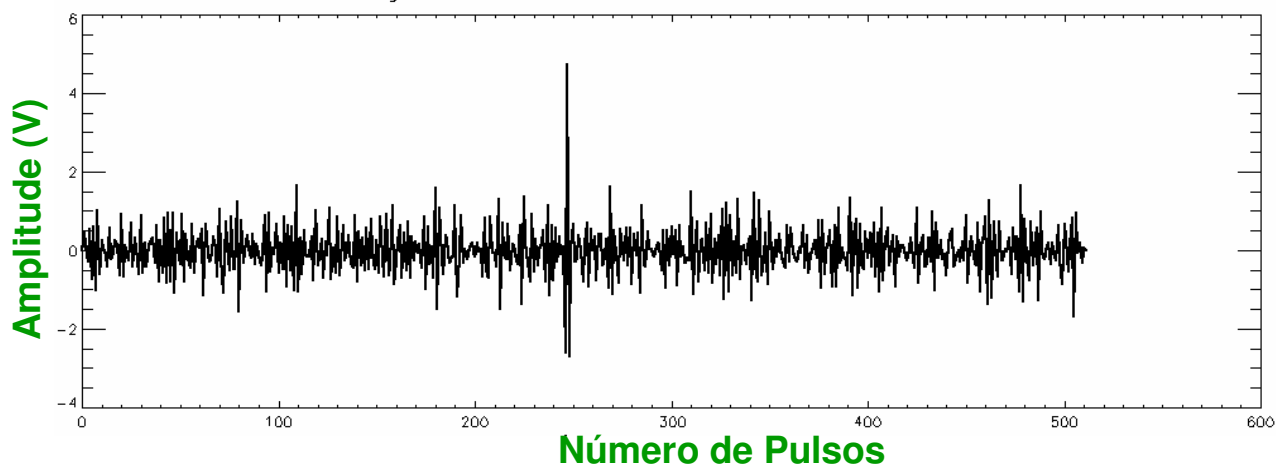




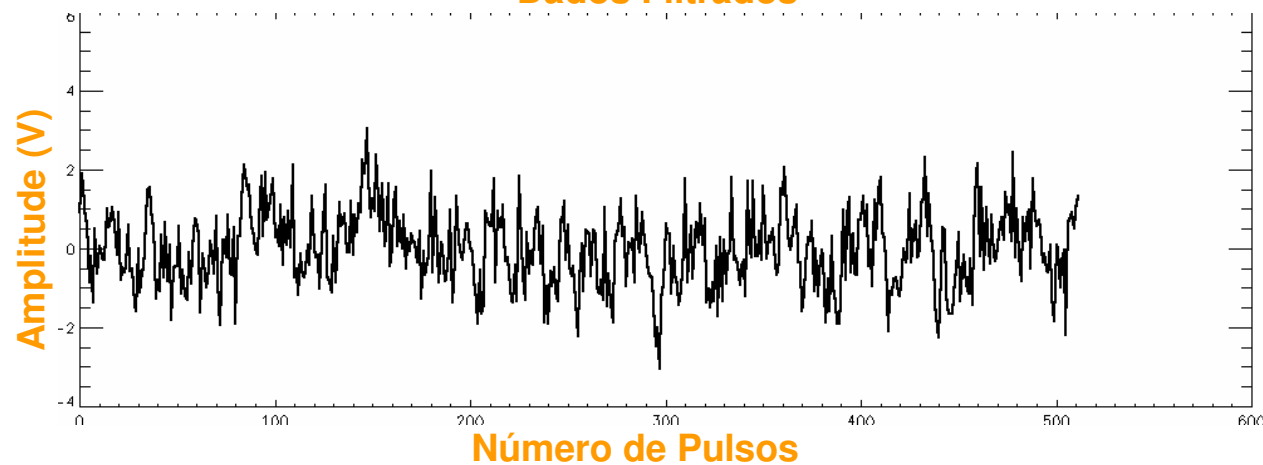
Dados Filtrados

Diferença entre Dados Brutos e Dados Suavizados

Diferença entre a variação temporal da tensão e dados suavizados.



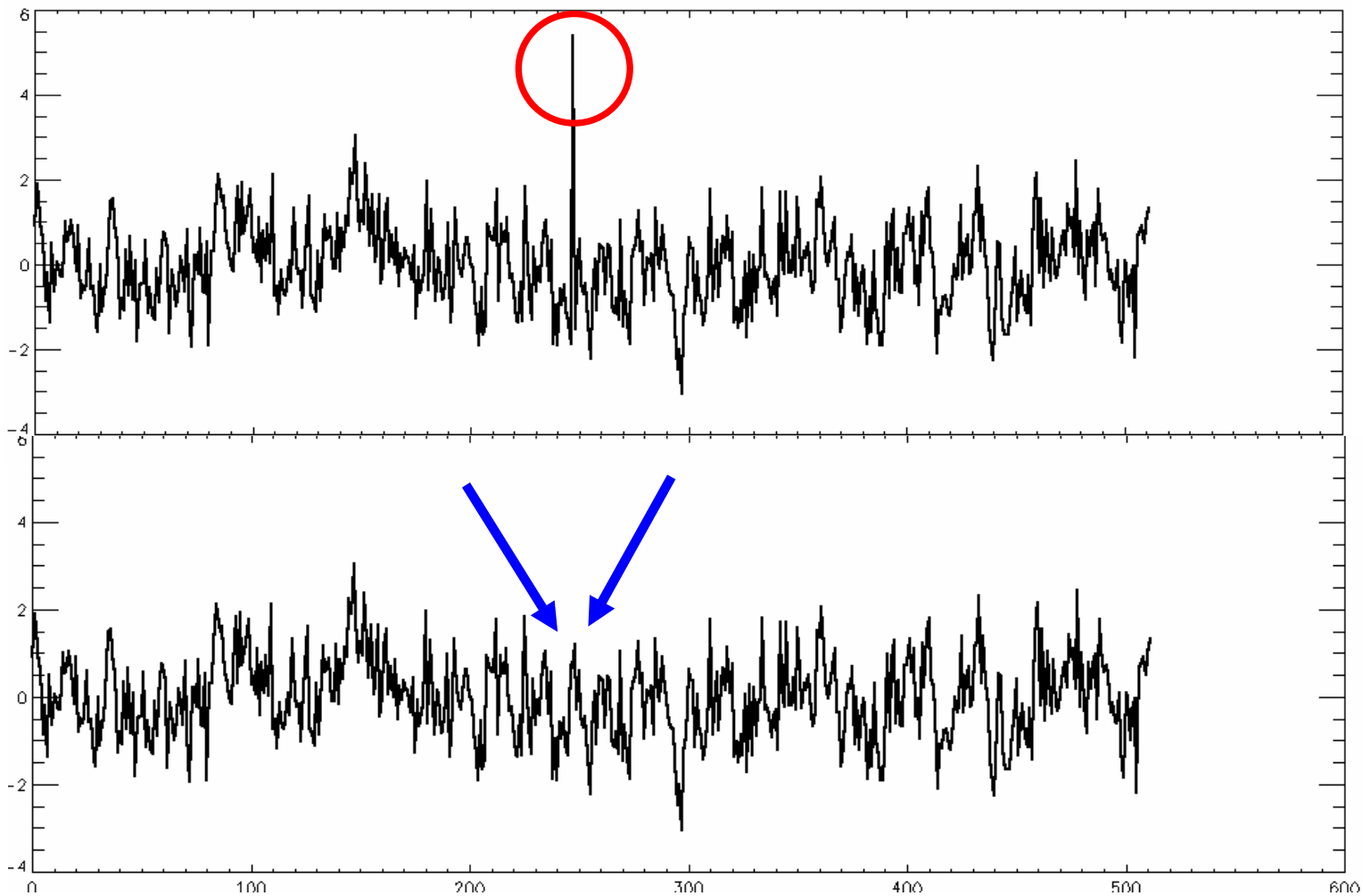
Dados Filtrados



Dados filtrados utilizando a seleção de desvios padrões.



Resultado Final: Cadê o pico?



Número de Pulsos



Resultados e Conclusões

- Implementação nas Rotinas de Pré-Processamento do RESCO.
- Remoção de Picos Espúrios com Sucesso.
- Fase Atual: Aplicação do Filtro Savitzky-Golay ao invés da Média Móvel.
- Fase Futura: Estudo da Utilização de Filtros Digitais Modernos.



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.

