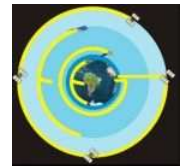


# AVALIAÇÃO DO PPP EM ESTAÇÕES DA RBMC PRÓXIMAS A ESTAÇÕES DA REDE CIGALA/CALIBRA NO CONTEXTO DE CINTILAÇÃO IONOSFÉRICA

Bruno César Vani – [brunovani22@gmail.com](mailto:brunovani22@gmail.com)

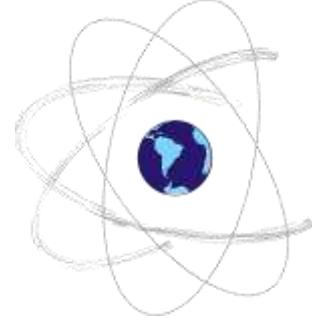
Prof. Dr. João Francisco Galera Monico – [galera@fct.unesp.br](mailto:galera@fct.unesp.br)

Prof. Dr. Milton Hirokazu Shimabukuro – [miltonhs@fct.unesp.br](mailto:miltonhs@fct.unesp.br)



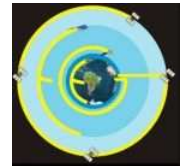
# Conteúdo

- Visão geral sobre cintilação ionosférica
- Rede CIGALA/CALIBRA/GNSS-SP de Monitoramento da Ionosfera
- Caracterização do Experimento
  - Exemplos – Região de Macaé/RJ e P.Prudente/SP
- Considerações Finais e Perspectivas Futuras



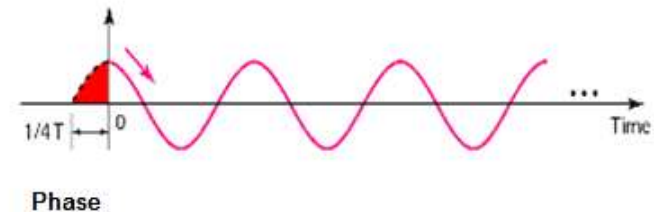
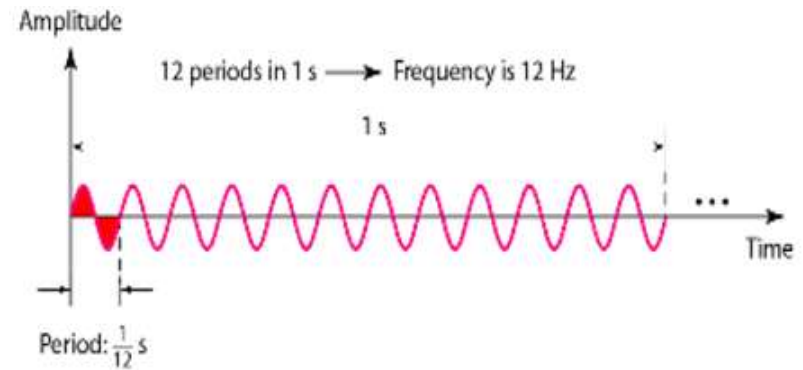
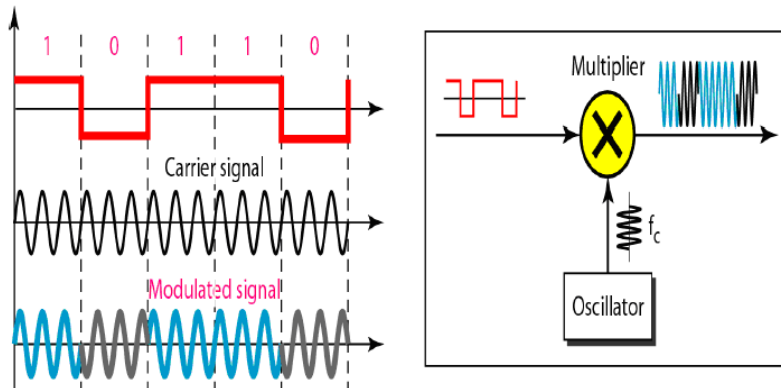
# Cintilação Ionosférica

## Visão Geral

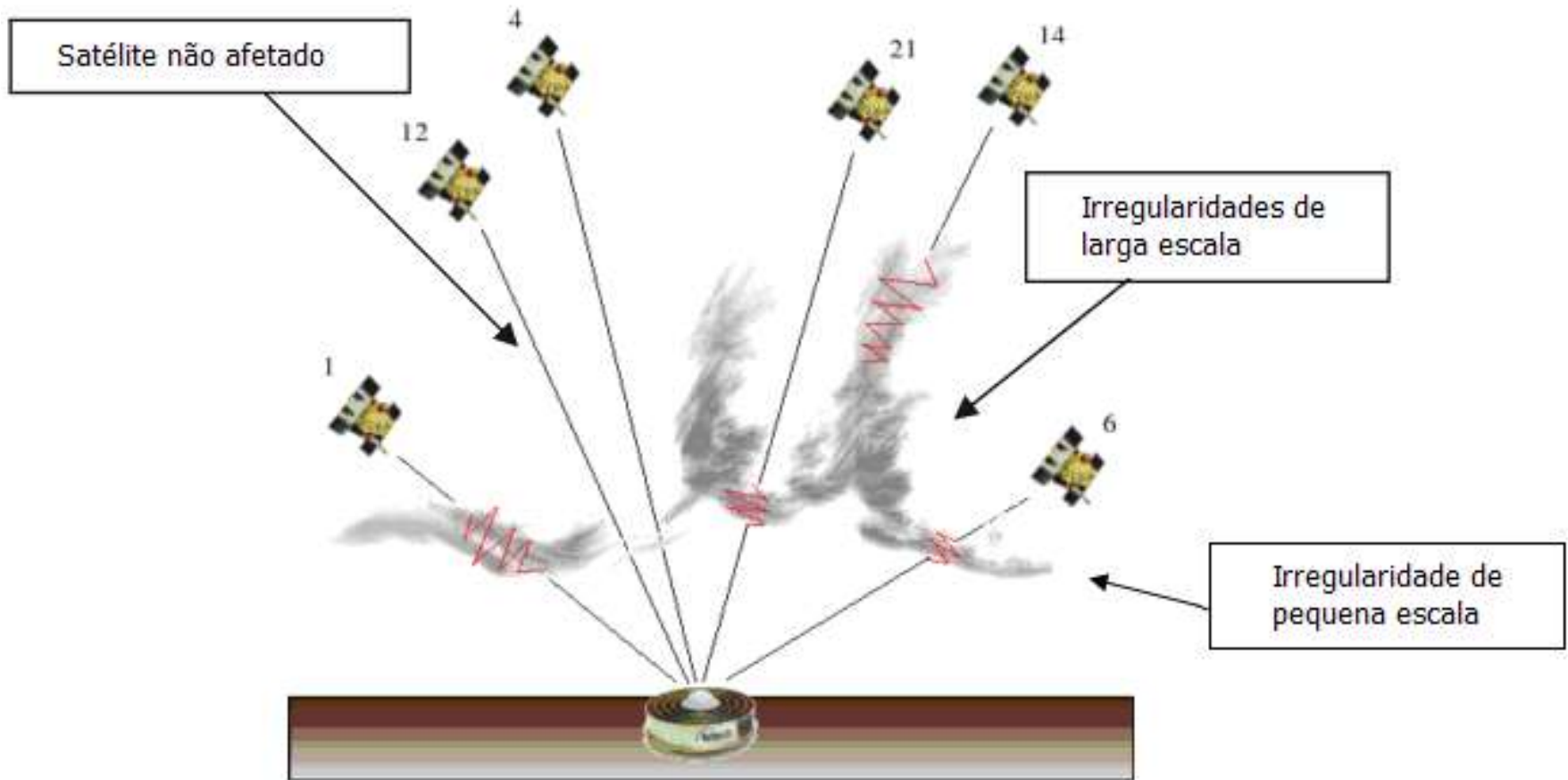


# Cintilação Ionosférica

- Rápida mudança na fase ou amplitude de um sinal de rádio à medida em que passa por irregularidades na densidade de plasma de pequena escala na ionosfera

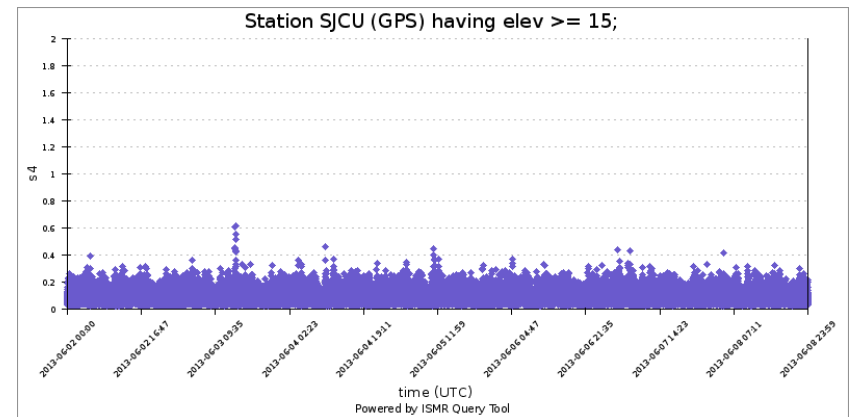
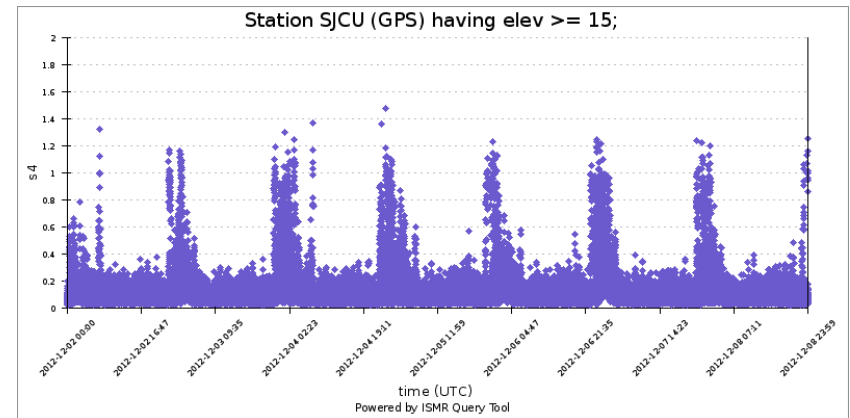


# Cintilação Ionosférica nos Sinais GNSS



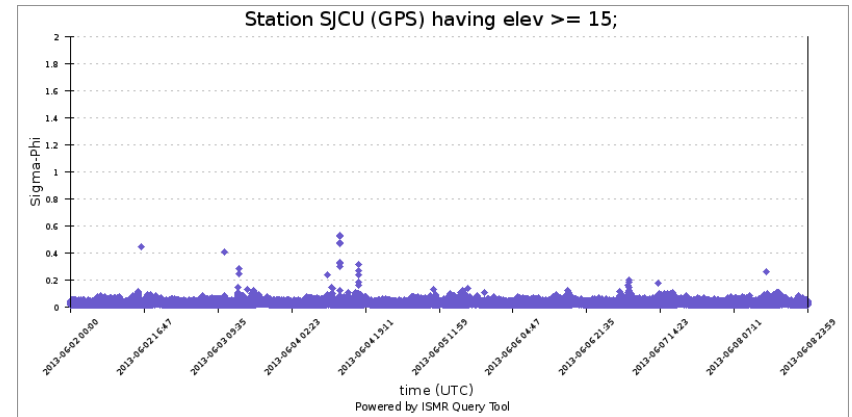
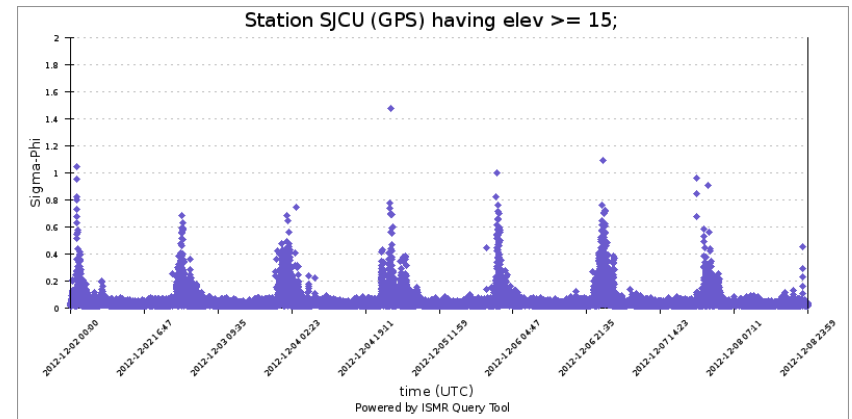
# Cintilações de Amplitude

- Irregularidades na densidade de elétrons que podem causar uma difração no sinal, acarretando em rápidas flutuações na intensidade do mesmo.
  - Podem ser fortes a ponto de acarretar que a intensidade do sinal recebido seja inferior a um limiar de aceitação do receptor
- O índice S4 consiste no desvio-padrão normalizado de observações livres de tendência da intensidade do sinal
  - Gera-se um índice a cada minuto, a partir de observações em alta frequência (50 Hz por exemplo)

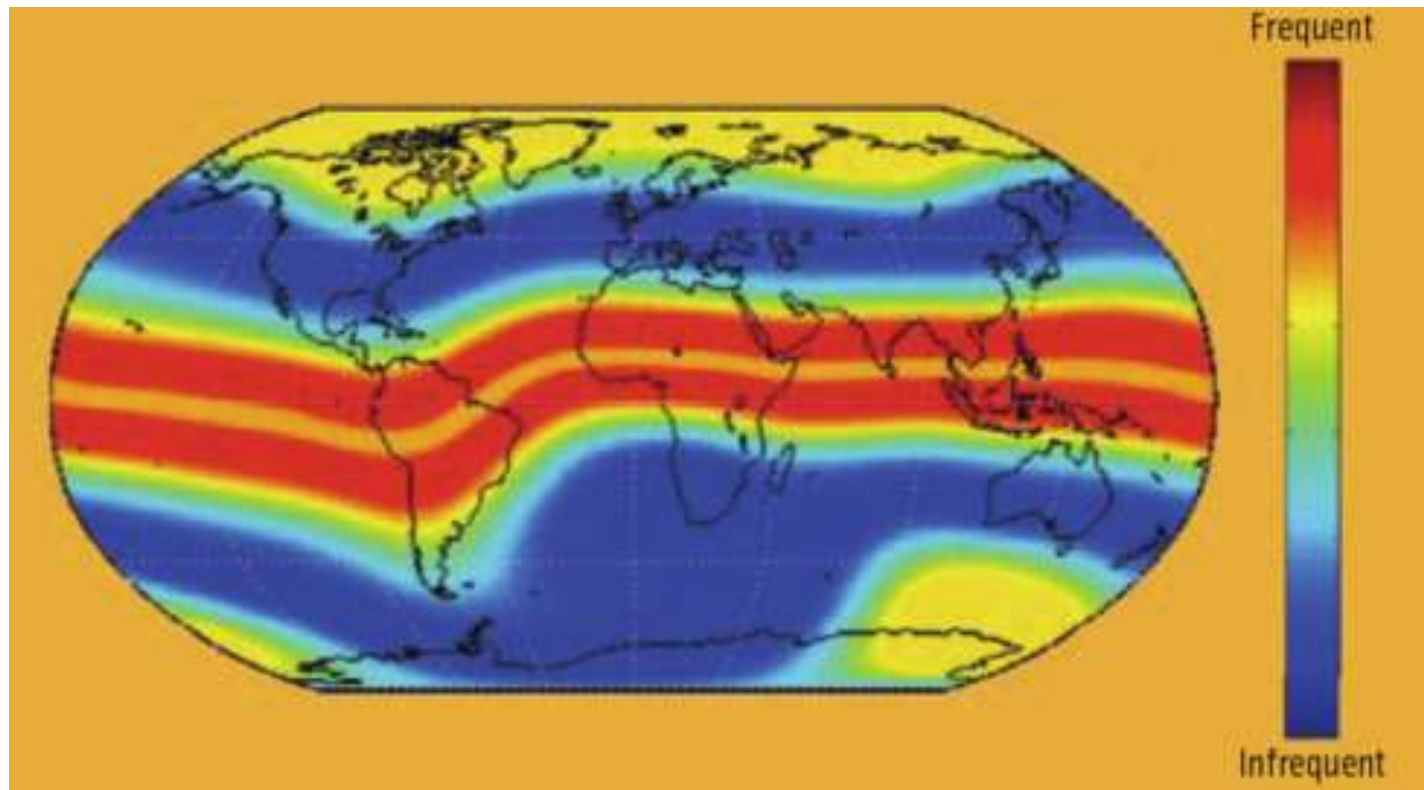


# Cintilações de Fase

- Ocorrem a partir de rápidas variações na fase do sinal ao percorrer as irregularidades na densidade de plasma na ionosfera.
  - Podem acarretar em perda de ciclos e perda de sintonia conforme o receptor recebe o sinal do satélite
- O índice Sigma-phi consiste no desvio-padrão de observações livres de tendência da fase do sinal
  - As informações também são coletadas a altas frequências em um intervalo de um minuto



# Frequência da ocorrência de Cintilação em nível global

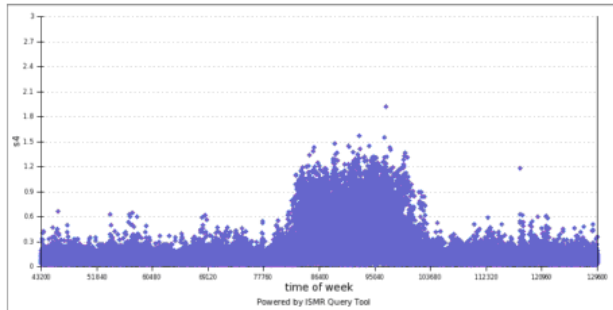


19/06/2013

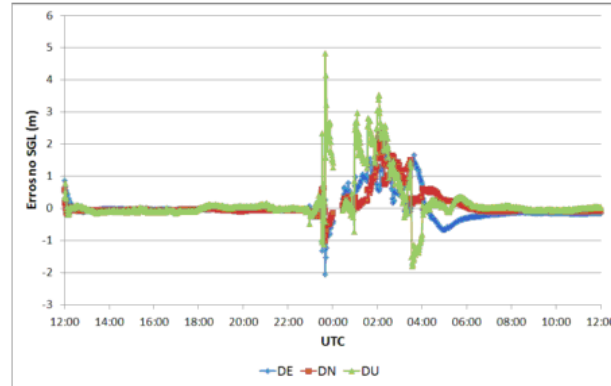
Kintner Jr, Hunphreys e Hinks (2009)



# Degradação nos métodos de alta acurácia

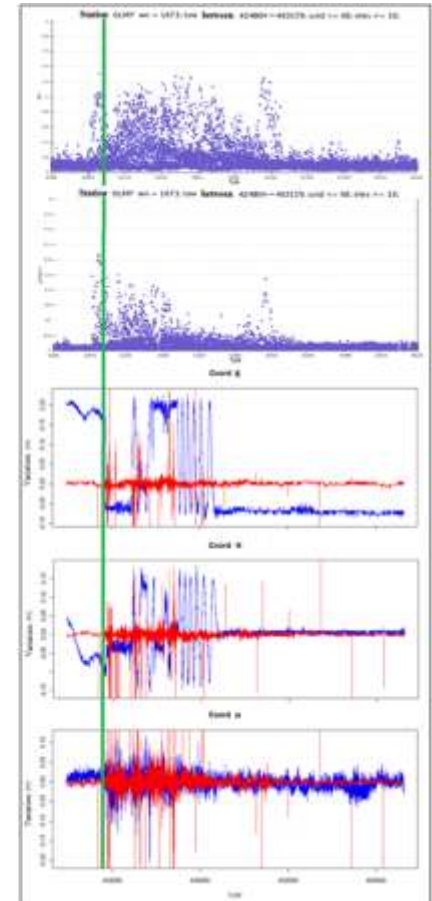


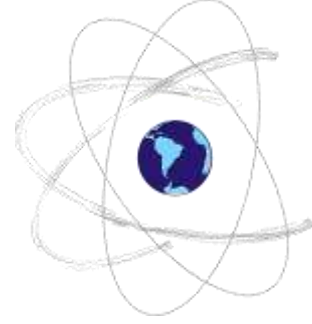
a)



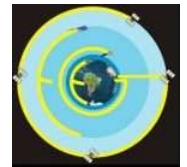
b)

- Silva; Monico e Marques (2012)
- Mendonça; Monico e Motoki (2012)





# Rede de Monitoramento CIGALA/CALIBRA/GNSS-SP



# Estações de Monitoramento

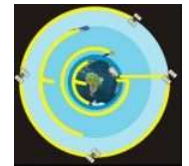
- Receptores que proveem índices de cintilação, parâmetros da ionosfera e dos sinais GNSS
  - S4 (amplitude)
  - Sigma-phi (fase)
  - TEC
  - Locktime





# Caracterização do Experimento

Objetivo: atenuar os efeitos da cintilação no PPP



# Metodologia

1. Processamento contínuo das estações de monitoramento
  - Janelas de dados com períodos variáveis
2. Identificação de períodos de degradação no PPP
3. Comparação com as estações mais próximas pertencentes à RBMC
4. ISMR Query Tool – Análise dos atributos disponíveis na base de dados e edição baseada na visualização de atributos da estação de monitoramento
  - Identificação visual dos satélites mais afetados
  - Geração de um script para remover dados em períodos específicos
5. Novo processamento na estação base e nas estações vizinhas sem os satélites mais afetados
6. Comparação dos resultados obtidos

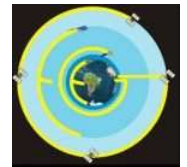


# Experimento 1

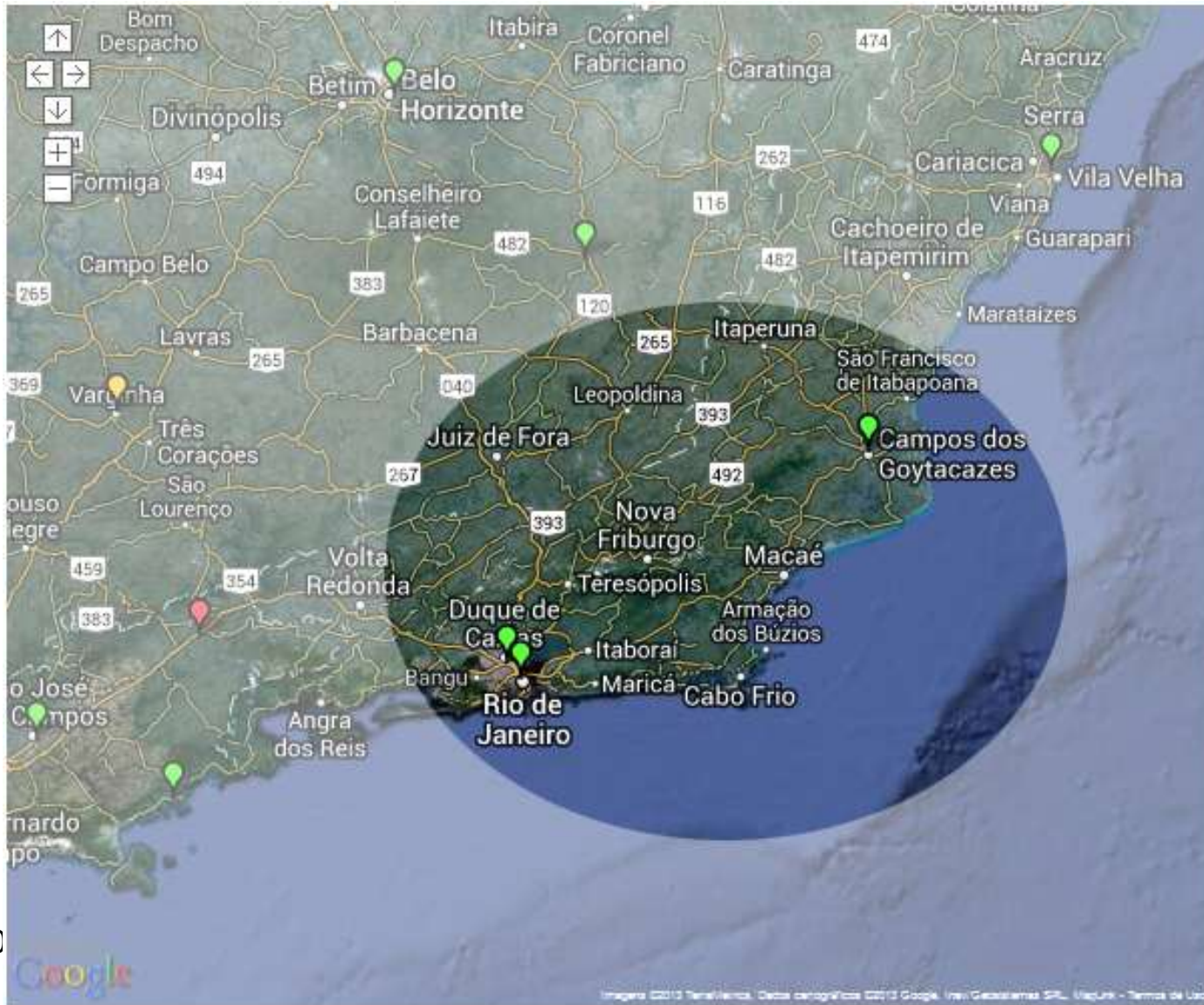
## Região de Macaé

Estação de monitoramento: MAC2

Estações da RBMC: ONRJ, RIOD  
e RJCG



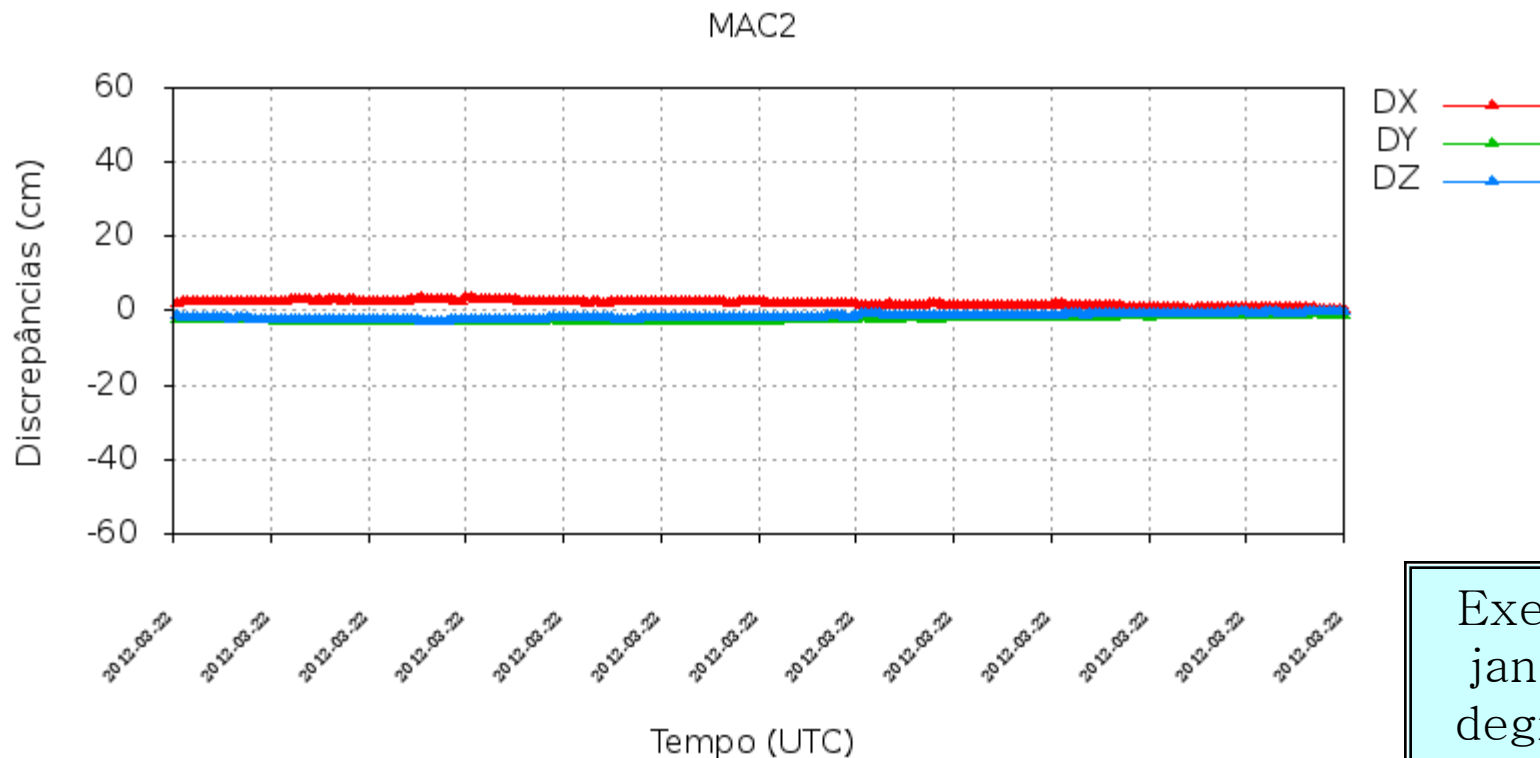
# Região do Experimento 1



19/06/20

# Etapa 1 – Processamento Contínuo nas Estações de Monitoramento da Ionosfera

- Janelas de dados com períodos de 2h
- PPP em modo cinemático - software GIPSY-OASIS

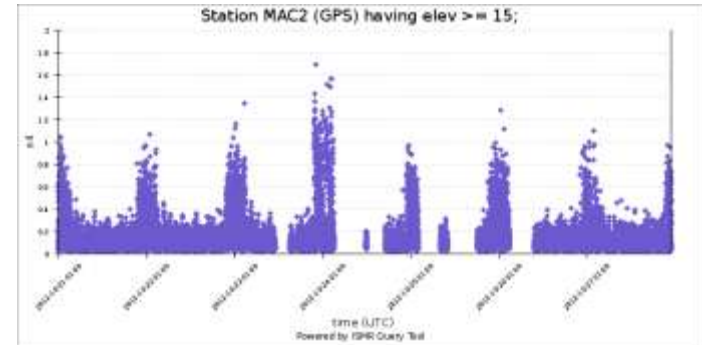
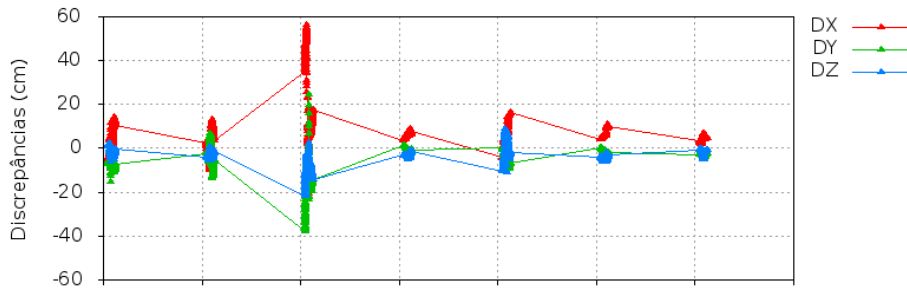


Exemplo de janela sem degradação!

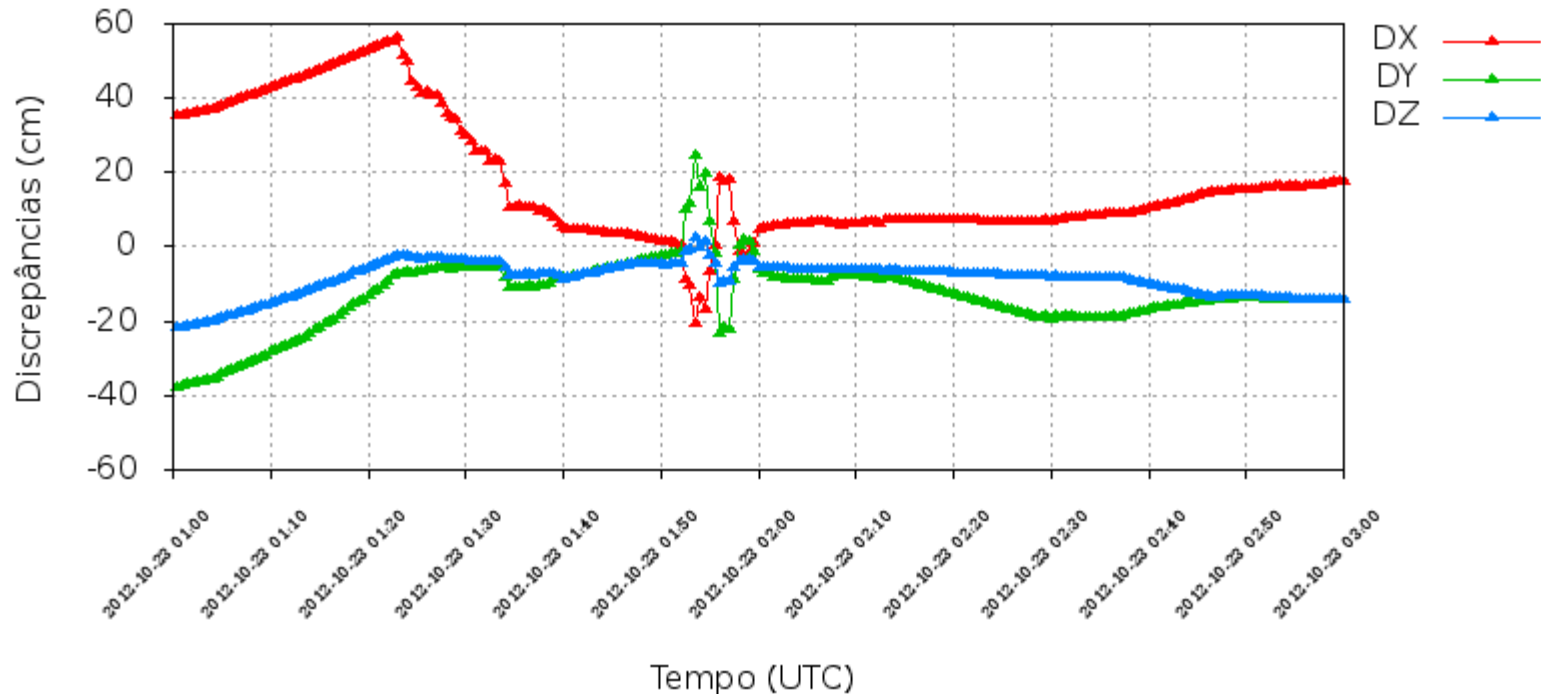


# Etapa 2 – Identificação de degradações significativas nos resultados

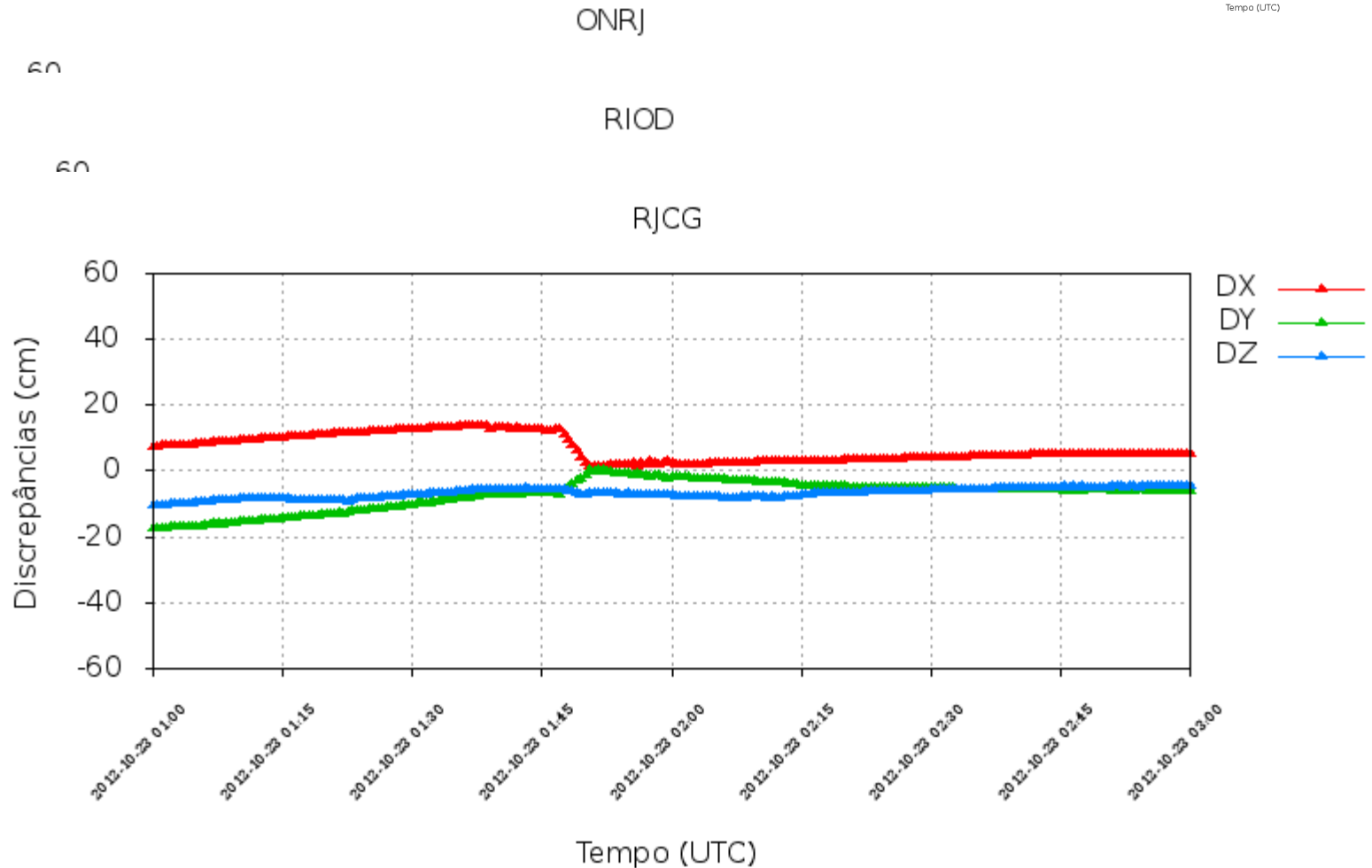
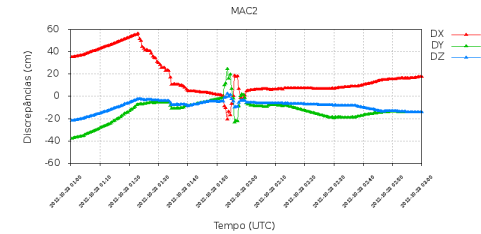
MAC2



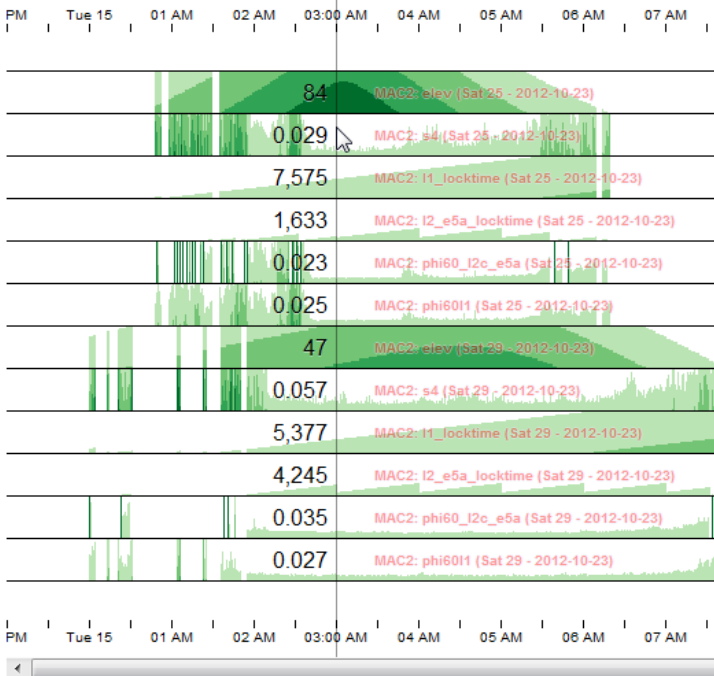
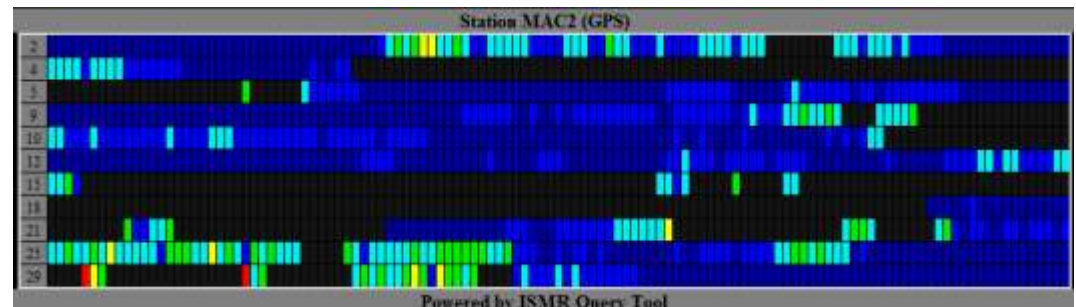
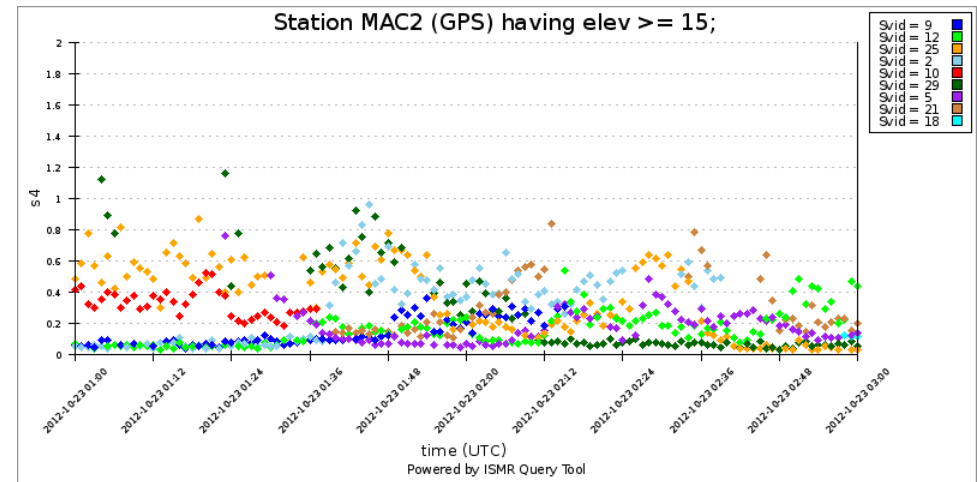
MAC2



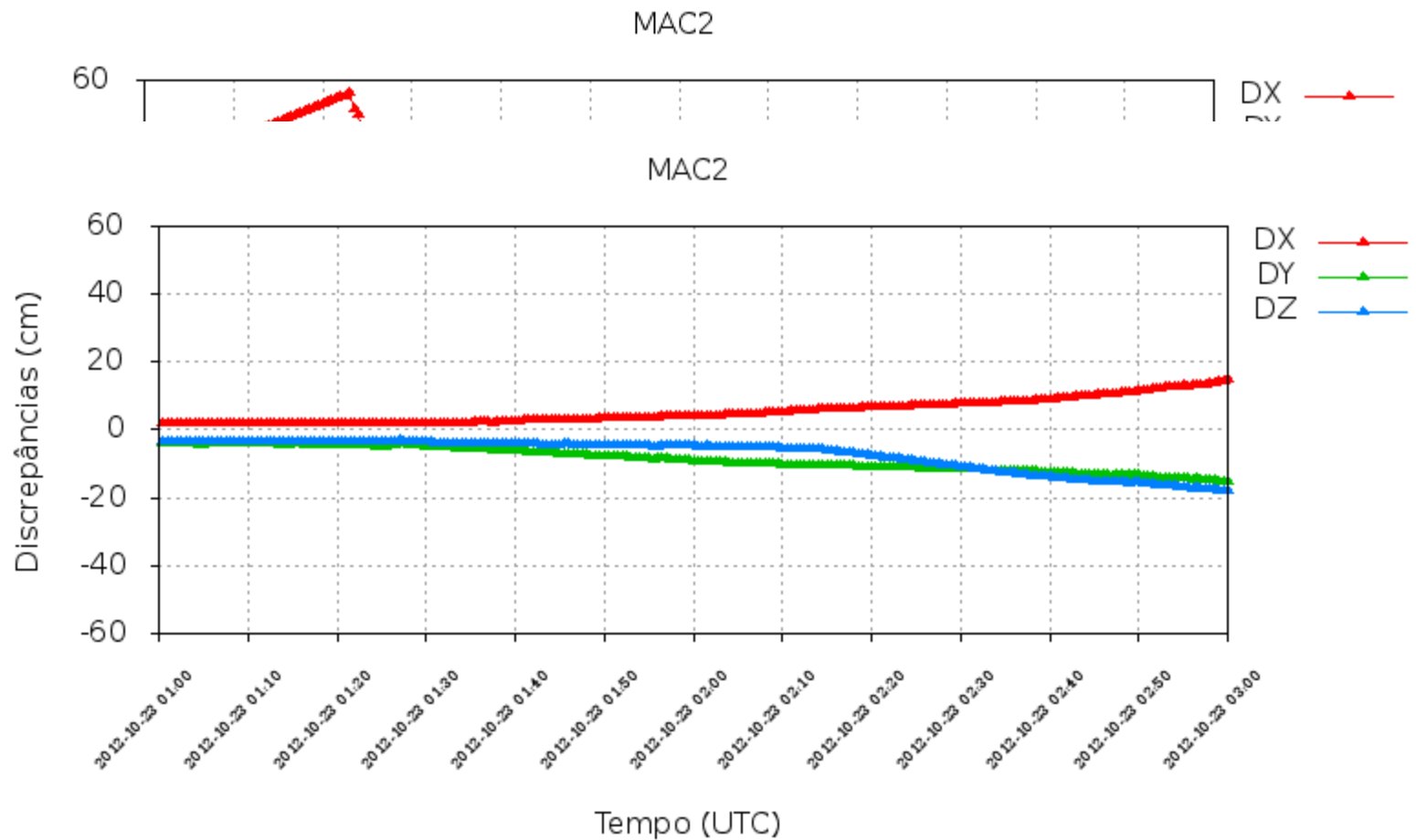
# Etapa 3 – Comparação com estações da RBMC mais próximas



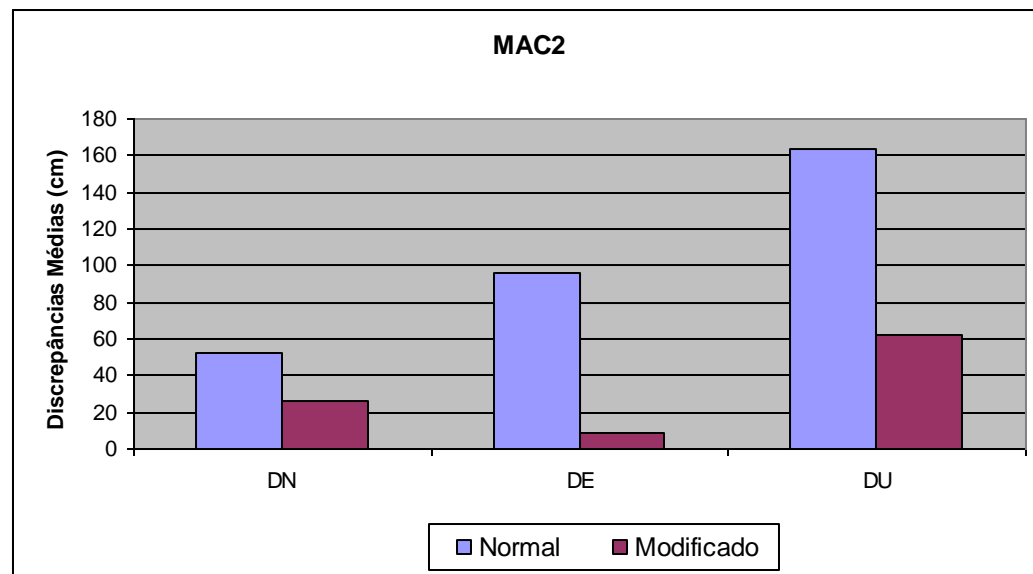
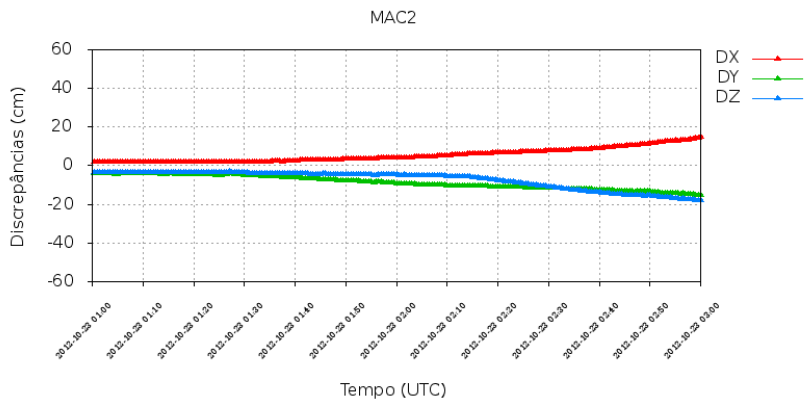
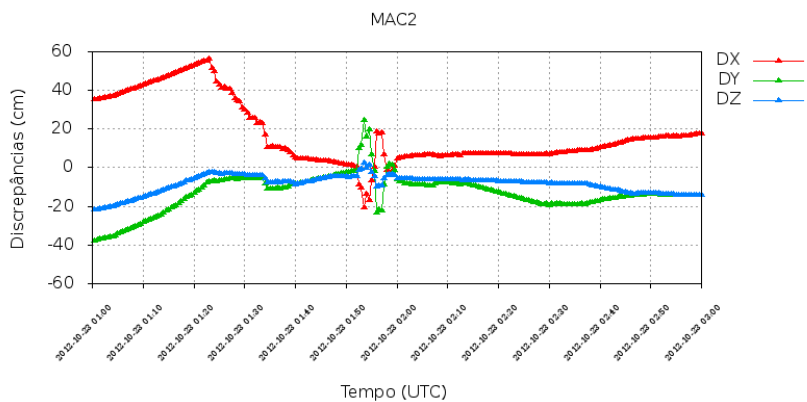
# Etapa 4 – Análise dos Atributos de monitoramento dos satélites disponíveis para geração do script



# Etapa 5 - Novos processamentos MAC2



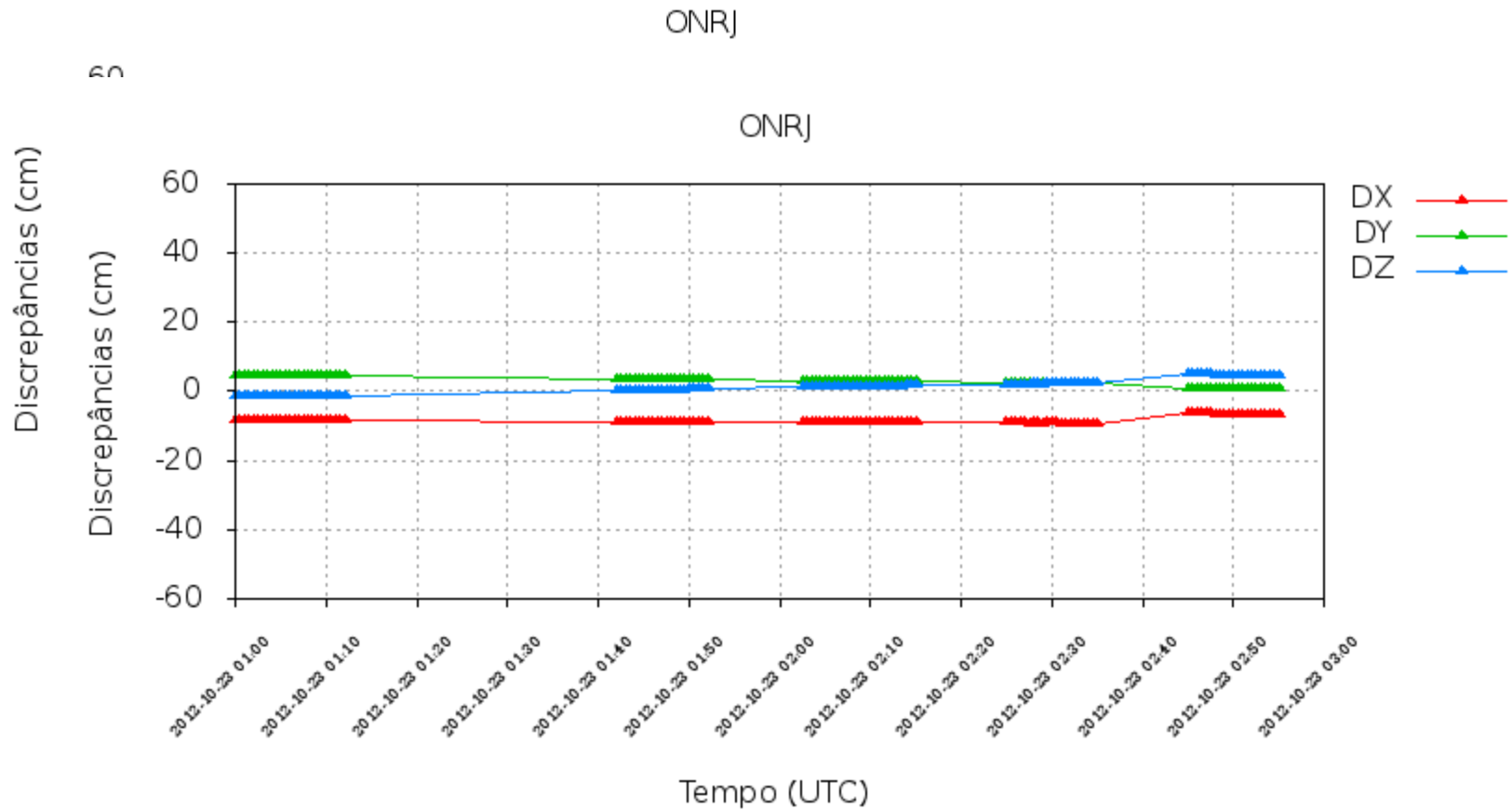
# Resultados da Estação MAC2



19/06/2013

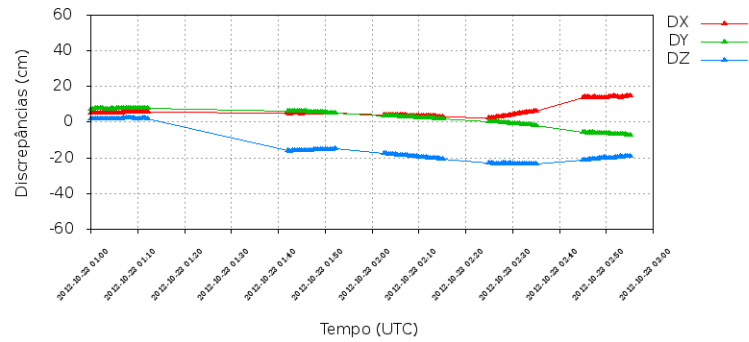
Melhoria de 67,43%

# ONRJ - Novo processamento

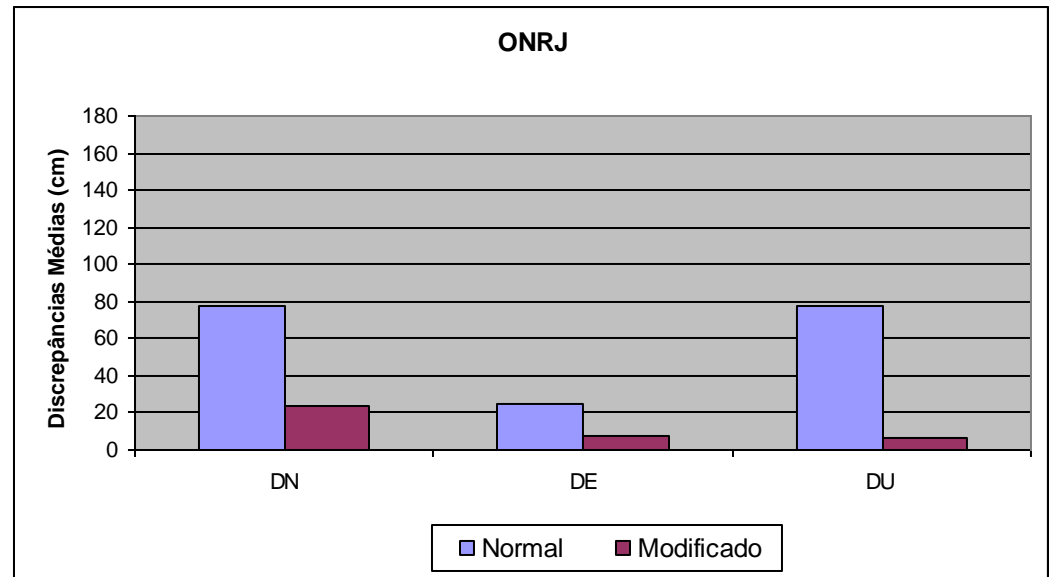
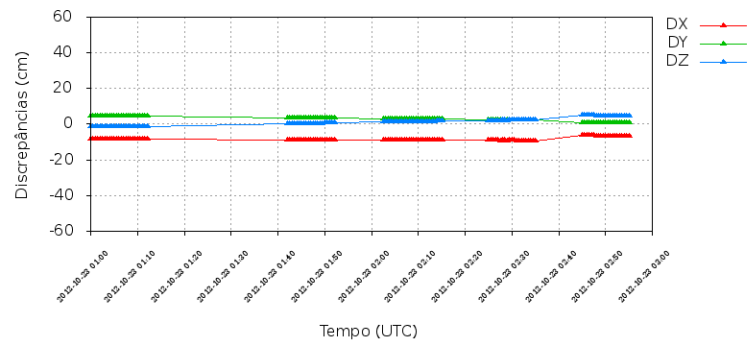


# ONRJ - Resultados

ONRJ



ONRJ



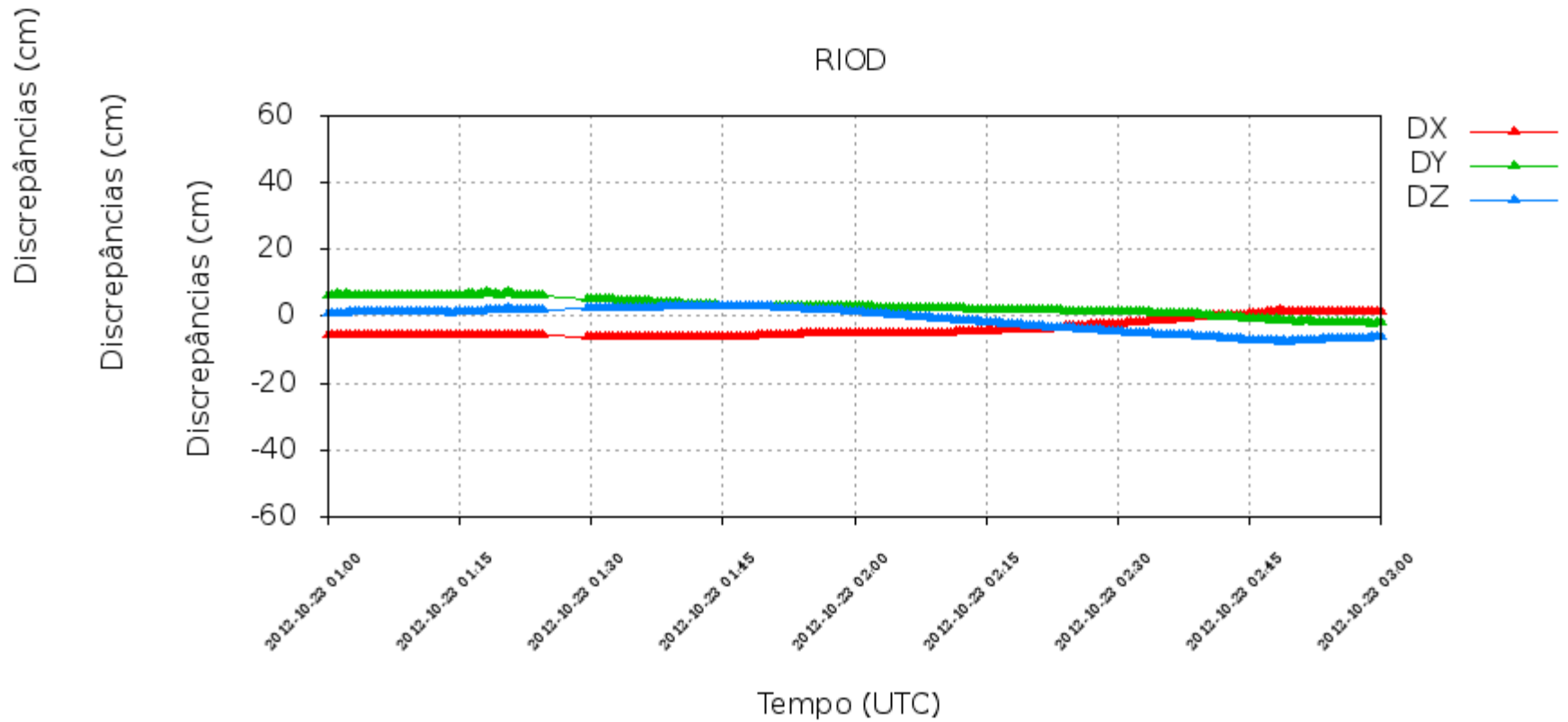
Melhoria de 77,18%

# RIOD - Novo processamento

RIOD

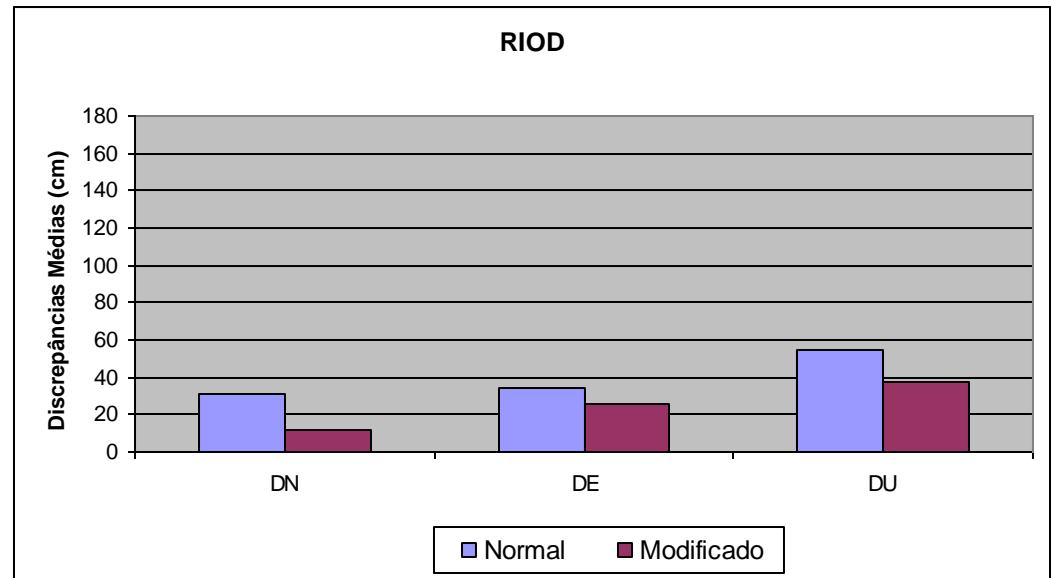
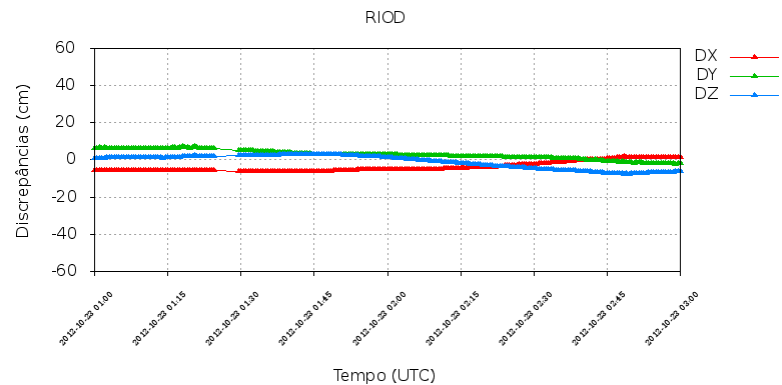
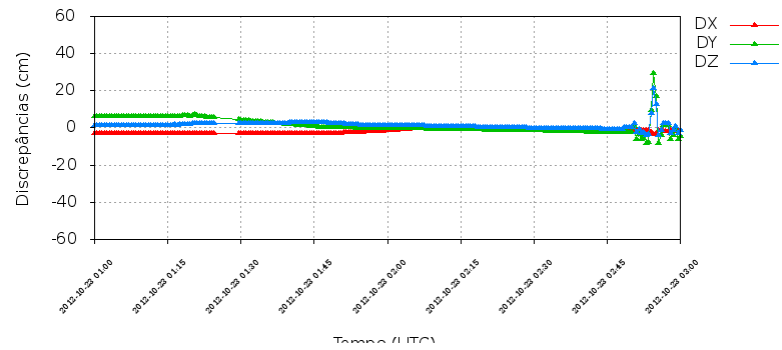
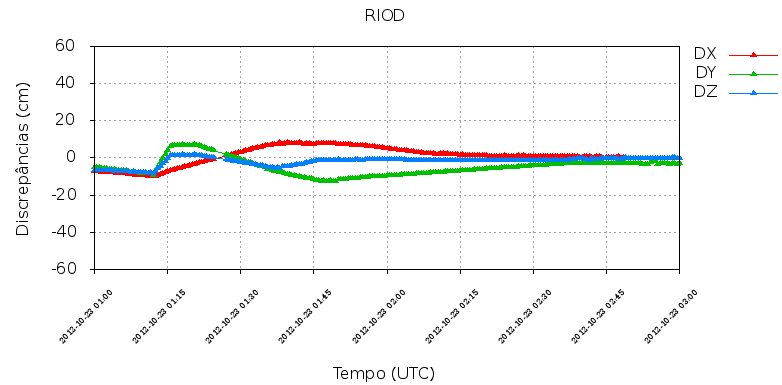
RIOD

RIOD



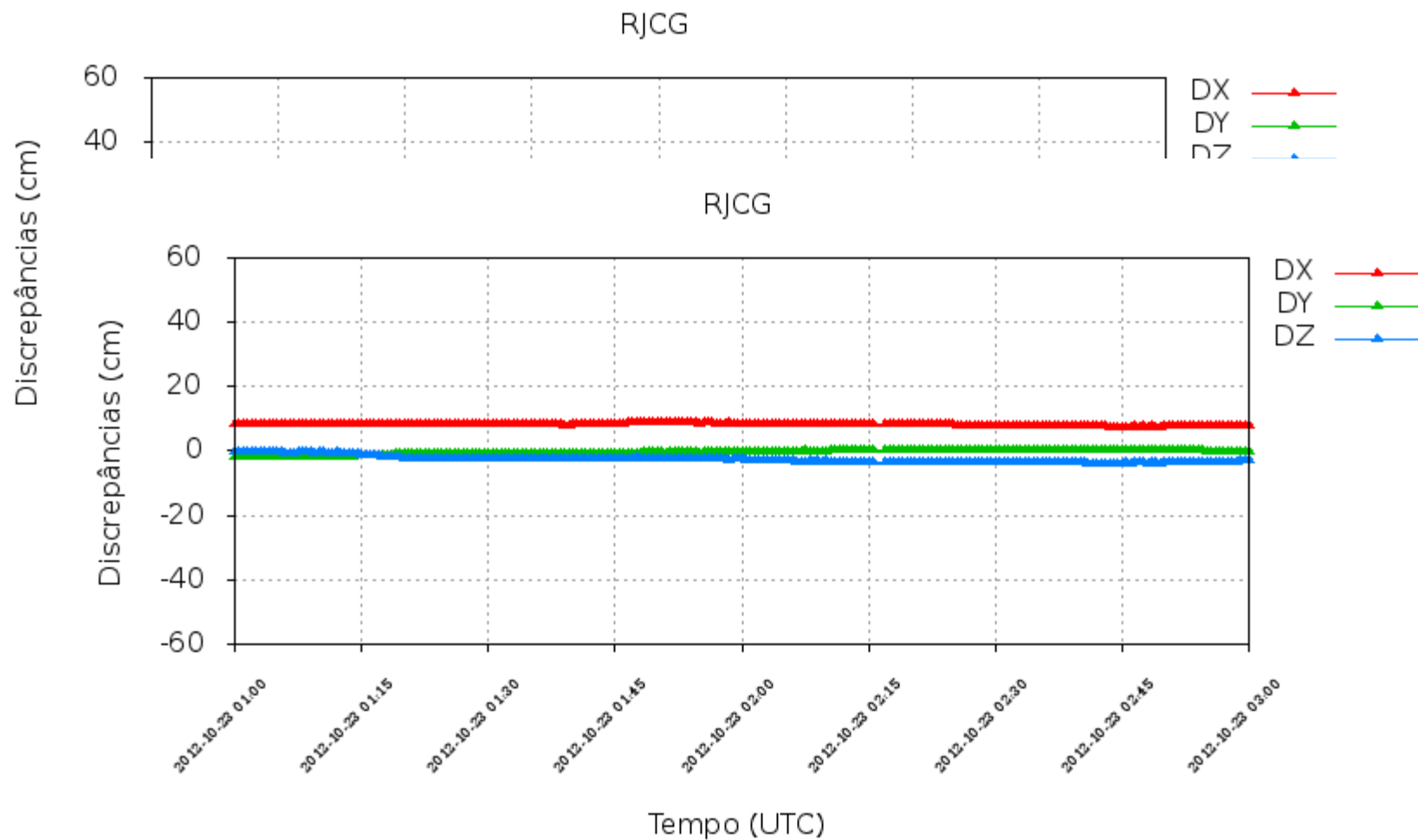


# RIOD - resultados



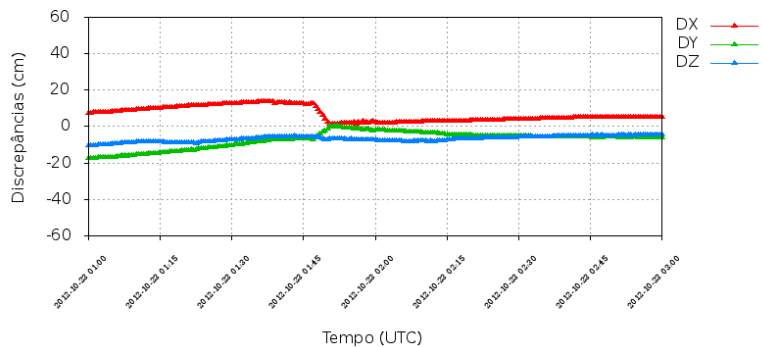
Melhoria de 39,47%%

# RJCG - Novo processamento

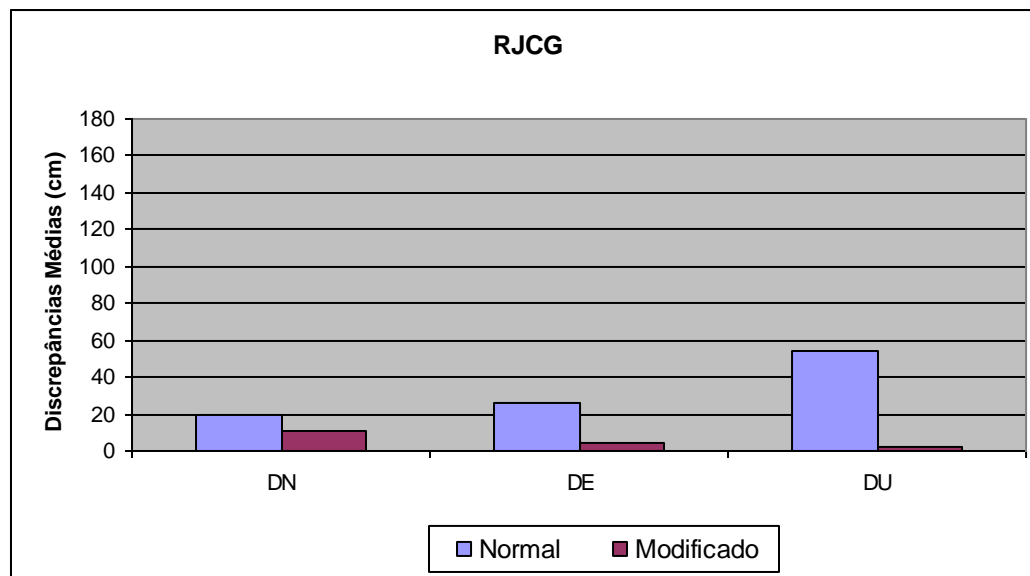
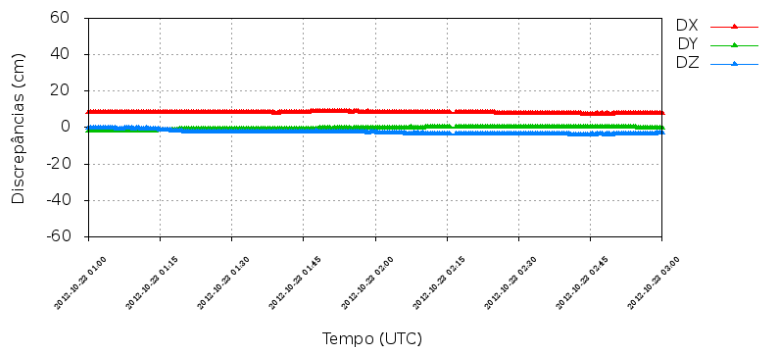


# RJCG - Resultados

RJCG

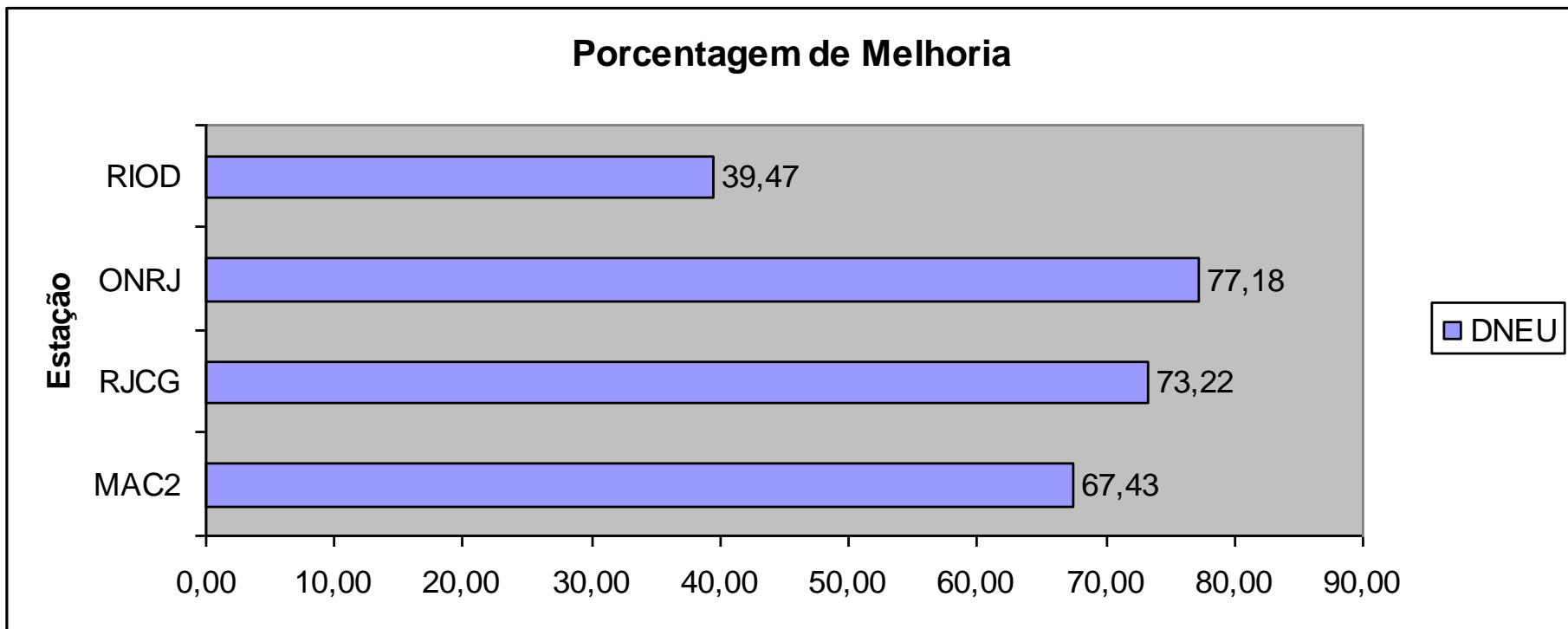


RJCG



Melhoria de 73,22%

# Síntese dos Resultados



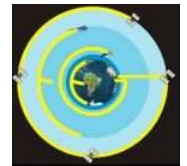


# Experimento 2

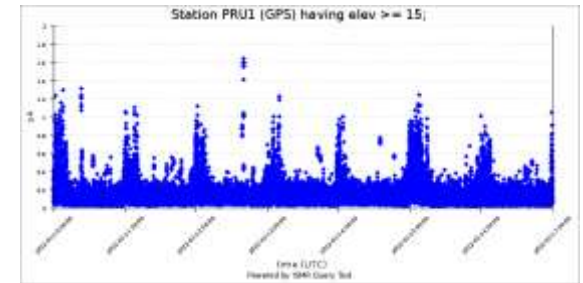
## P.Prudente

Estação de monitoramento: PRU1

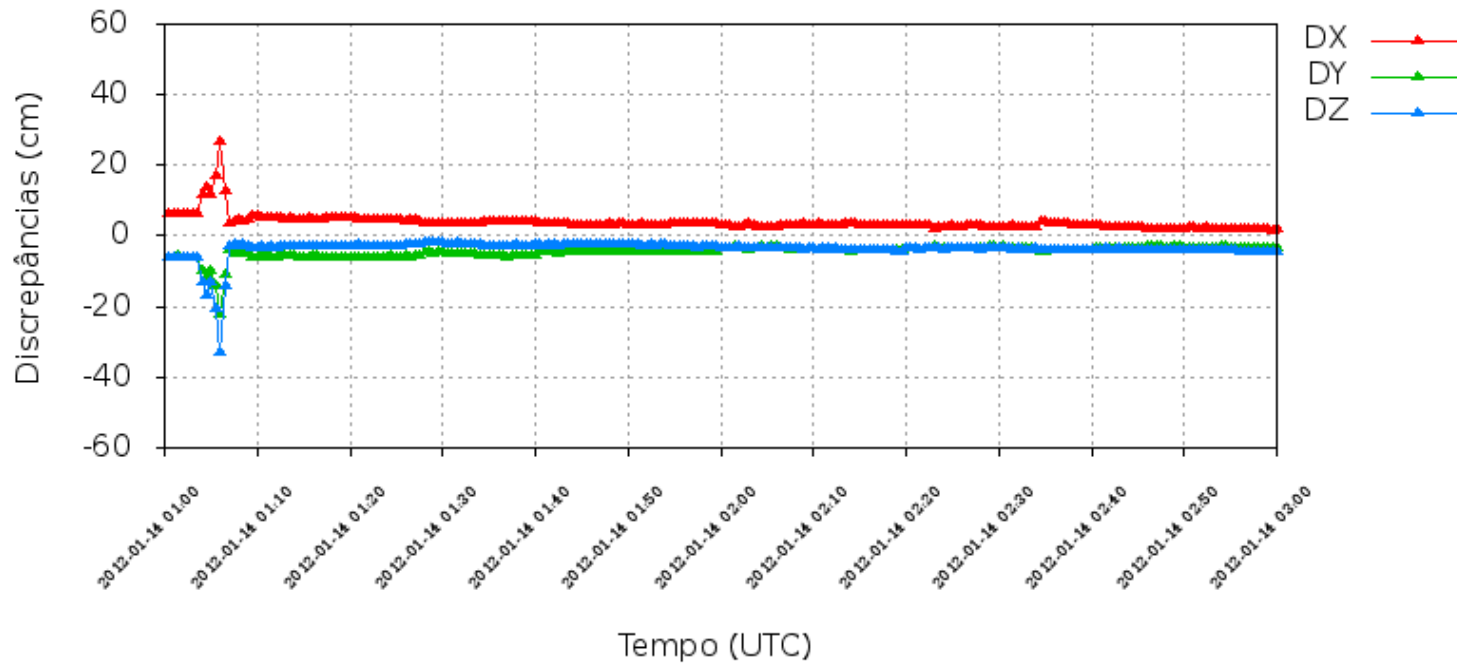
Estação da RBMC: PPTE



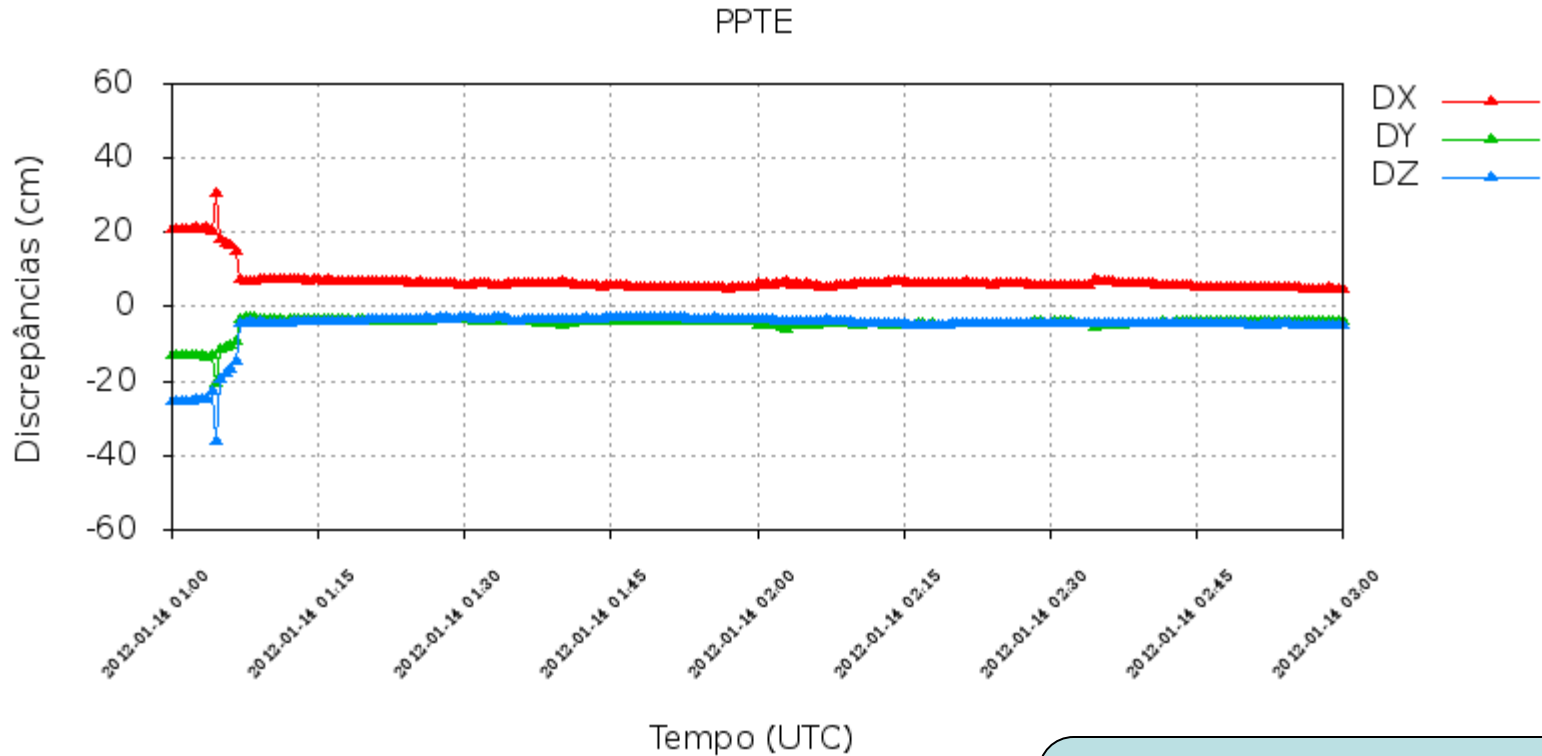
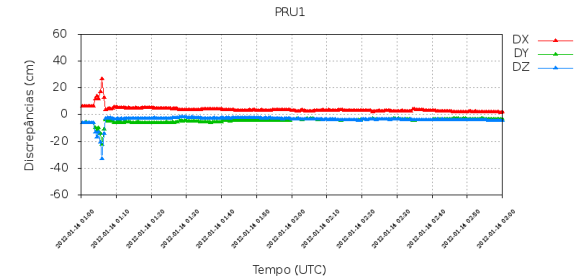
# Etapa 2 – Identificação de degradação significativa na estação de monitoramento



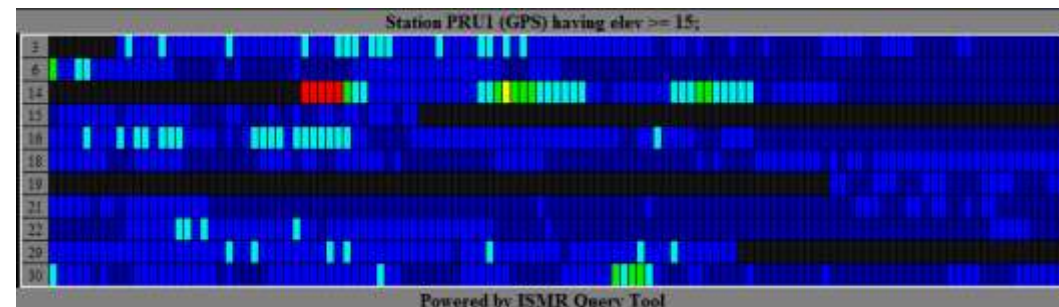
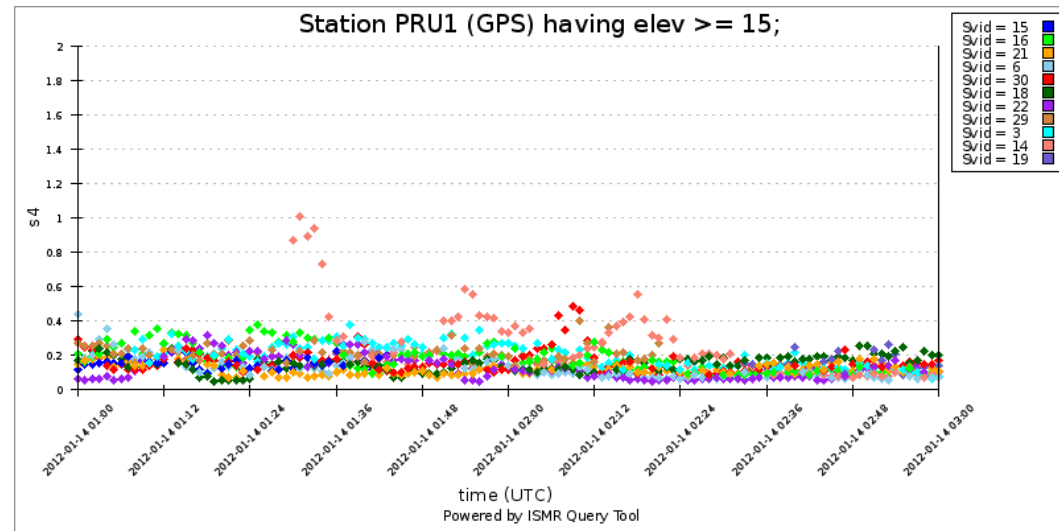
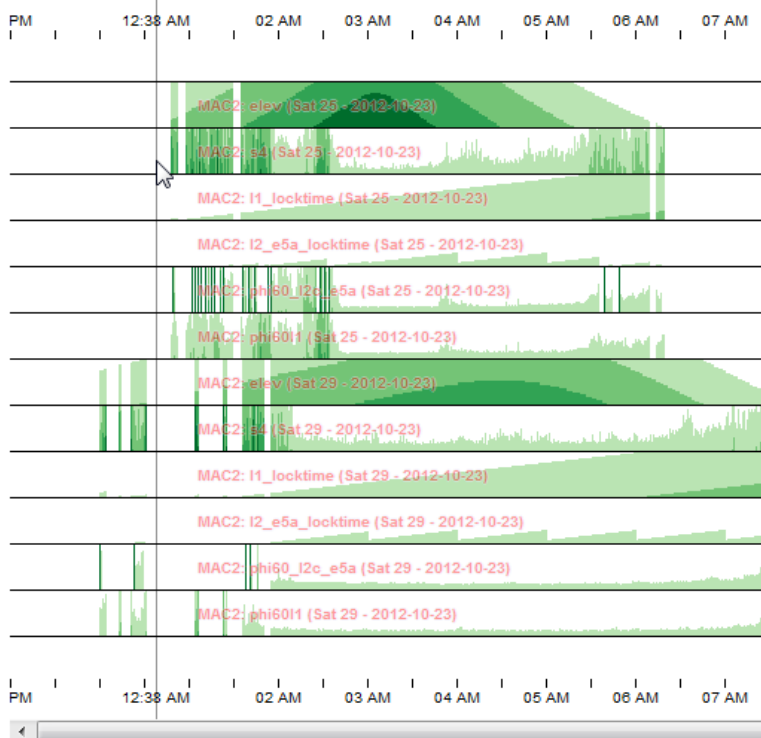
PRU1



# Etapa 3 – Comparação com a estação PPTTE da RBMC

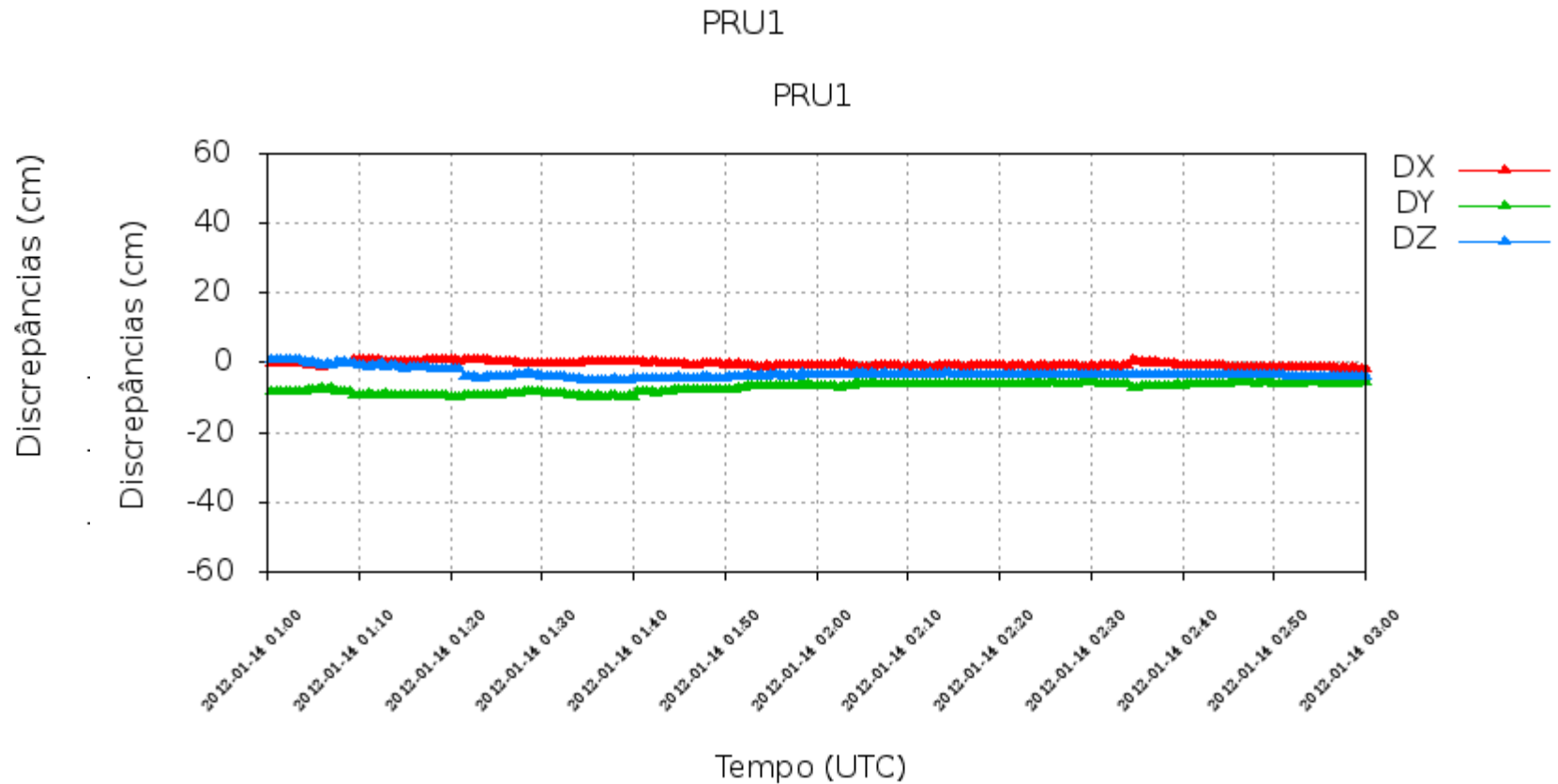


# Etapa 4 – Análise dos Atributos de monitoramento dos satélites disponíveis para geração do script

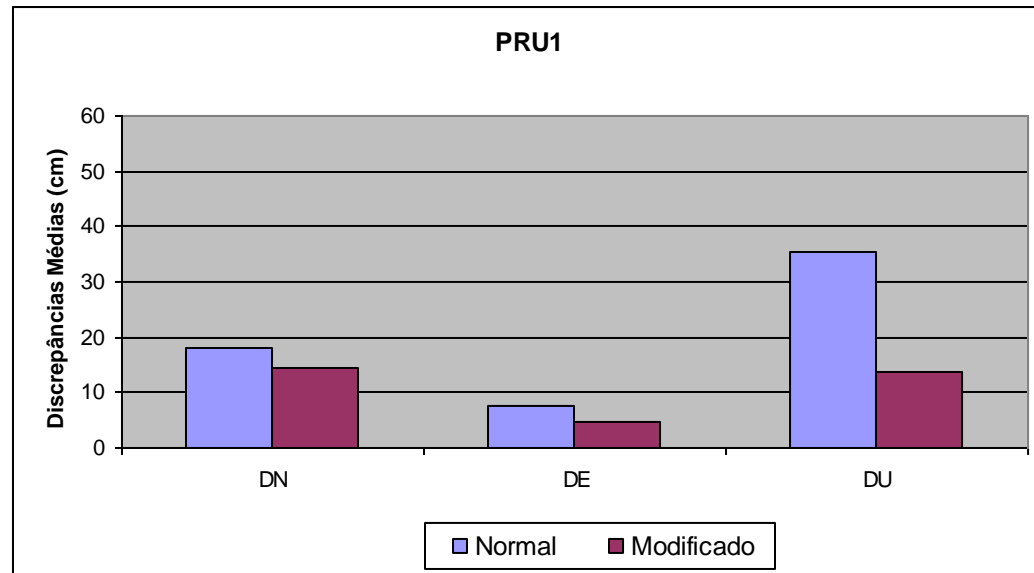
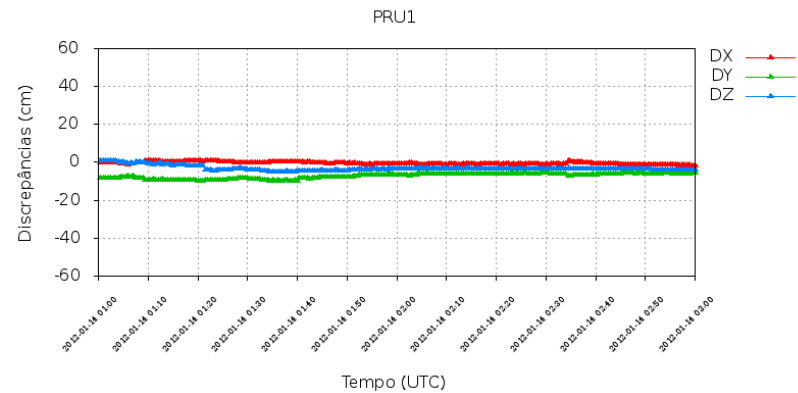
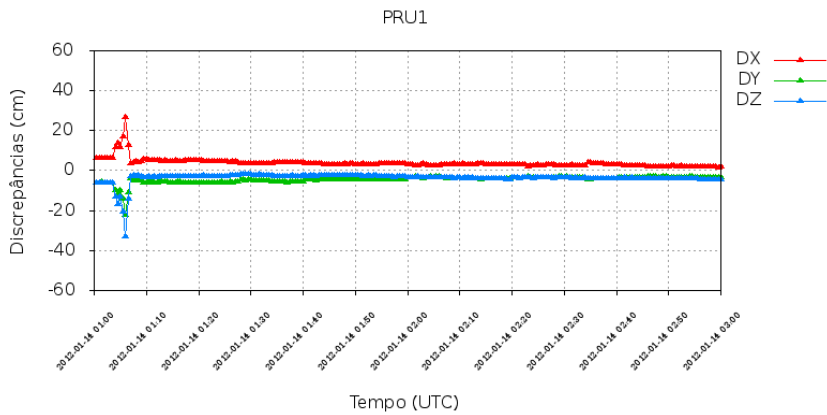




# Etapa 5 - Novo processamento PRU1



# PRU1 - Resultados



19/06/2013

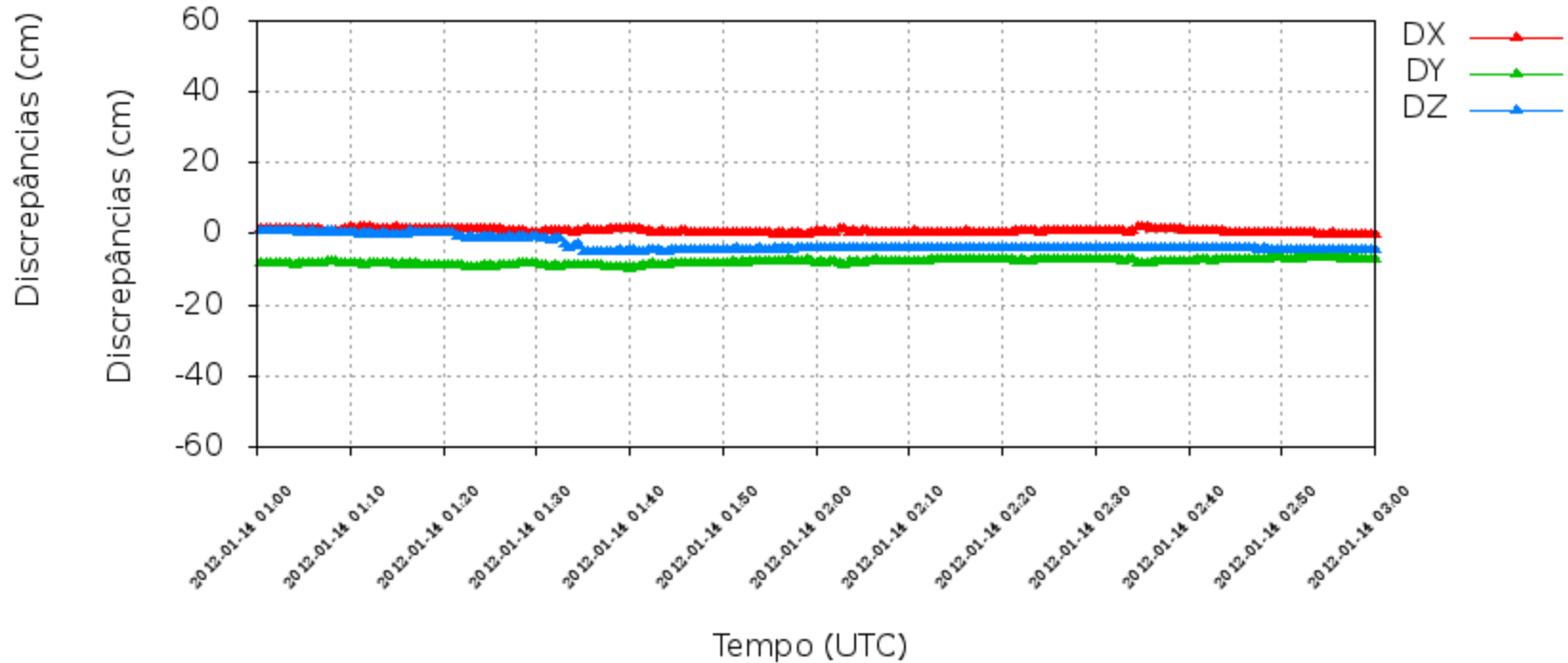
Melhoria de 39,88%



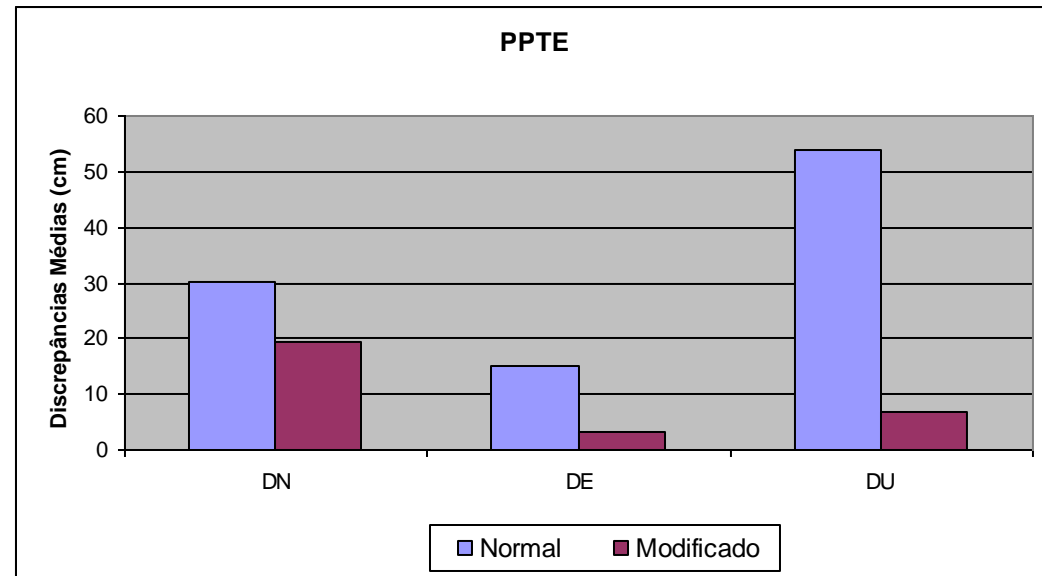
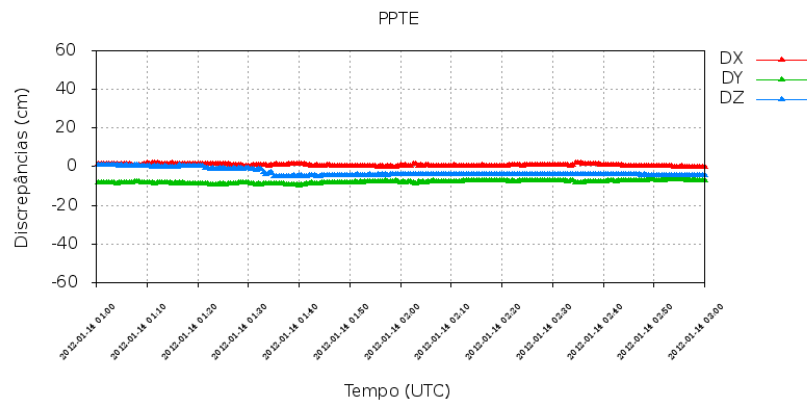
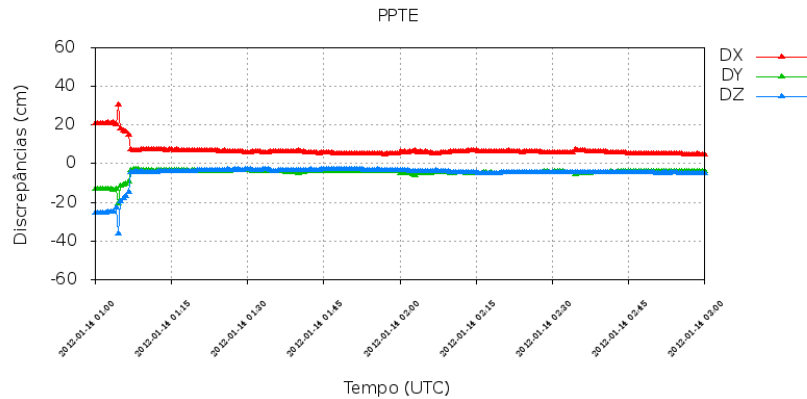
# PPTE - Novo processamento

PPTE

PPTE



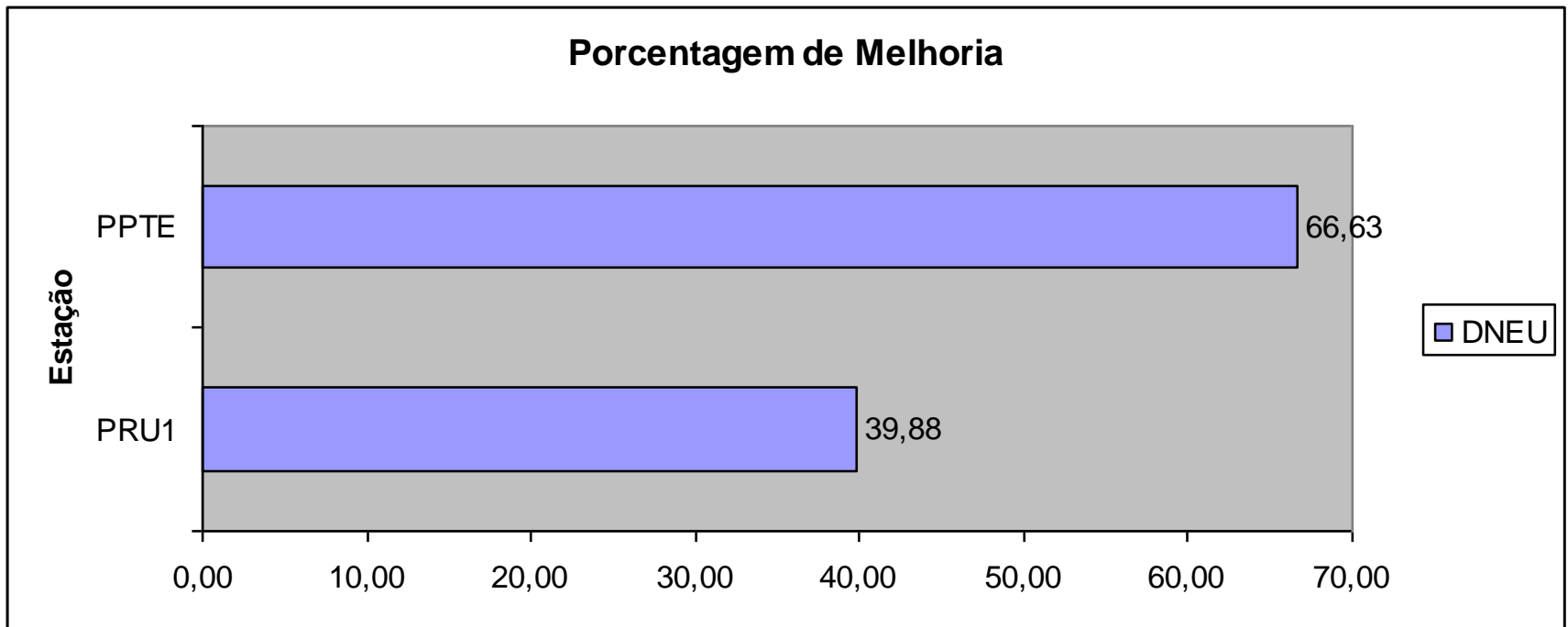
# PSTE - Resultados



Melhoria de 66,63%

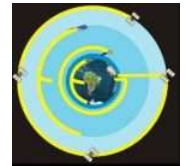
19/06/2013

# Síntese dos Resultados





# Considerações Finais e Perspectivas Futuras



# Considerações Finais

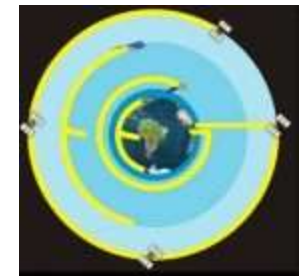
- Foram apresentados experimentos no contexto de uma pesquisa em andamento
- De uma forma geral, os resultados foram otimistas:
  - A abordagem necessita ser repetida em diferentes softwares
  - O processo de identificação da melhor correção na estação de monitoramento pode ser automatizado

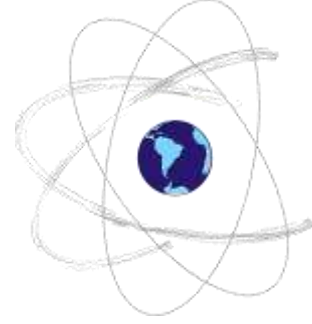
# Perspectivas Futuras

- A densificação da rede de monitoramento permitirá:
  - Melhor entendimento sobre a variação dos efeitos causados pela cintilação ionosférica
  - Combinação de correções entre estações da rede
- Derivação de correções em estações convencionais
  - Identificação no contexto da solução PPP
  - Identificação no domínio das observáveis
  - Comparação dos resultados obtidos com as estações de monitoramento
- Disponibilização das correções no contexto de uma Rede como a RBMC
  - Correções podem fazer parte da infraestrutura de suporte ao PPP



# Agradecimentos





# Perguntas? Comentários?

