



- 
- Introdução
  - Giros e seus Modos de Falhas
  - GPS e Seus Modos de Falhas
  - Integração GPS / Giros
  - Banco de Filtros para Diagnose de Falhas
  - Resultados Parciais do Banco de Filtros para Diagnose de Falhas
  - Conclusões



## ➤ Introdução

- Proposta: Algoritmo de Determinação de Atitude em Três Eixos, autônomo, contínuo e robusto com precisão melhor do que quando utilizando somente o GPS;
- Utilização: Satélites de baixo custo com moderados requisitos de precisão;
- Baseado em dados de Giros (MEMS) e GPS;
- Possuindo robustez a falhas simples.



## ➤ Giros e seus Modos de Falhas

- DTG e RIG: alta precisão com custo elevado (tecnologia tradicional);
- RLG e FOG: alta precisão com custo elevado (tecnologia moderna);
- VSG: baseados na tecnologia cerâmica ou de silício, principalmente o último são mais leves, compactos e requerem menos potência.

Valores típicos: 250g/2W (MEMS);



- 
- Fontes de imprecisão dos Giros:
    - Desalinhamento mecânico (calibração);
    - Fator de escala (calibração);
    - Deriva (calibração);
    - Outros valores residuais;
  - Falhas dos Giros:
    - Travamento;
    - Comportamento ruidoso.
  - Para aplicações em satélites a deriva do Giro deve ser corrigida por um sensor auxiliar (GPS).



## ➤ GPS e Seus Modos de Falhas

- GPS: Posição e Atitude;
- Em Atitude, a precisão depende:
  - Do sistema GPS (Constelação, Antenas e Receptor);
  - De perda de integridade do sinal;
  - Tipo do Receptor (limitações):
    - ✓ Número de satélites rastreados;
    - ✓ Relação sinal / ruído;
    - ✓ Taxa de amostragem;



- 
- Tipo da Antena e sua distribuição espacial limita:
    - ✓ Incerteza da posição do centro de fase;
    - ✓ Nível de interferência devido ao multicaminho;
    - ✓ Direção e comprimento das linhas de base.
  - Falha (no caso de atitude):
    - Perda do sinal (fácil detecção);
    - Cycle slips (fácil detecção);
    - Flutuação devido a perda de integridade;
    - Variação do centro de fase;
    - Ruídos de alta frequência.

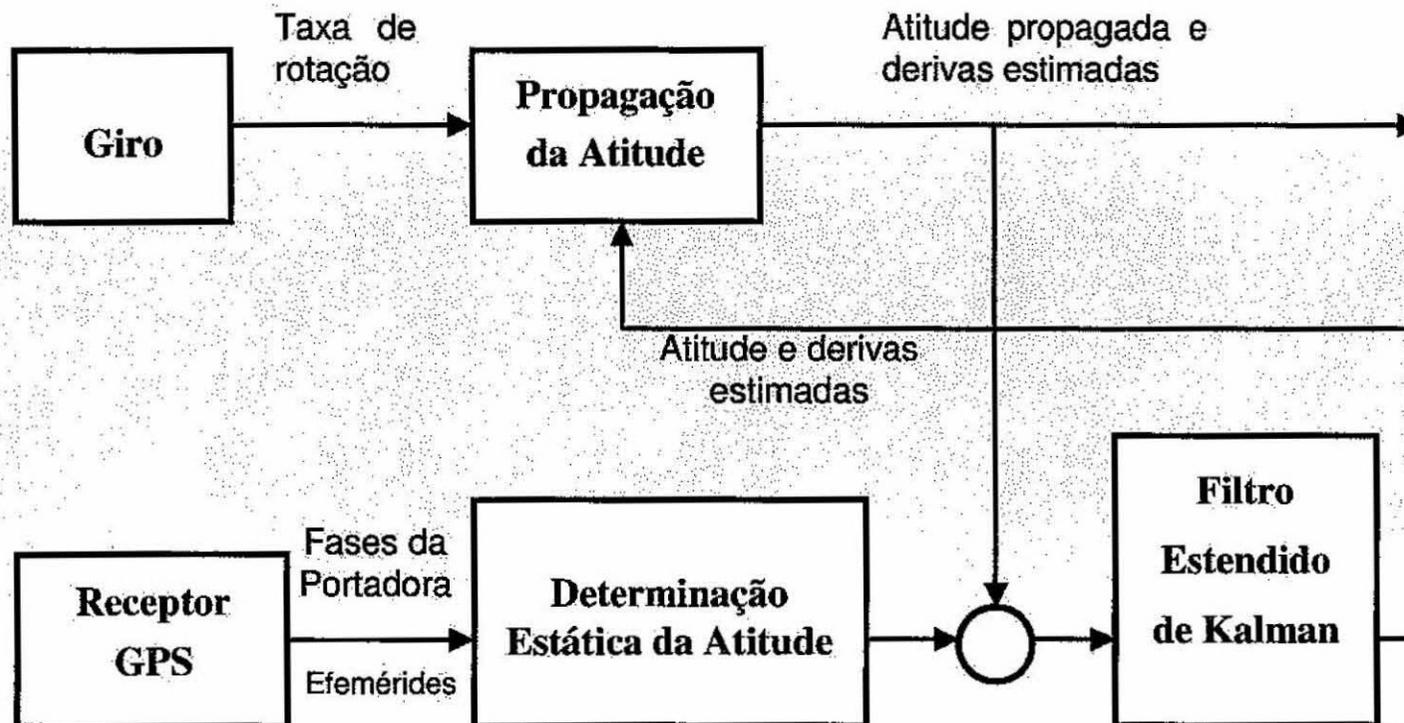


## ➤ Integração GPS / Giros

- GPS proporciona meios de calibração da deriva residual do Giro;
- Propagação precisa da atitude com taxa de amostragem maior que a taxa do GPS;
- Giro auxilia na determinação da ambigüidade inteira pelo GPS;
- Giro auxilia em detecção de falhas do GPS;
- Resulta: aumento da robustez do conjunto GPS / Giro.



- 
- Tipos de integração (diferentes graus de acoplamento):
    - Realimentação indireta:
      - ✓ Resíduos acumulam erros de propagação;
    - Realimentação direta:
      - ✓ Filtro de Kalman processa o resíduo da atitude estimada pelo GPS em relação a atitude propagada pelo Giro.
  - Realimentação indireta ou direta são ditas de acoplamento frouxo, não necessitando de modificações nos receptores, facilitando o uso de equipamentos de prateleira.



Algoritmo de fusão de observações de Giro e de GPS



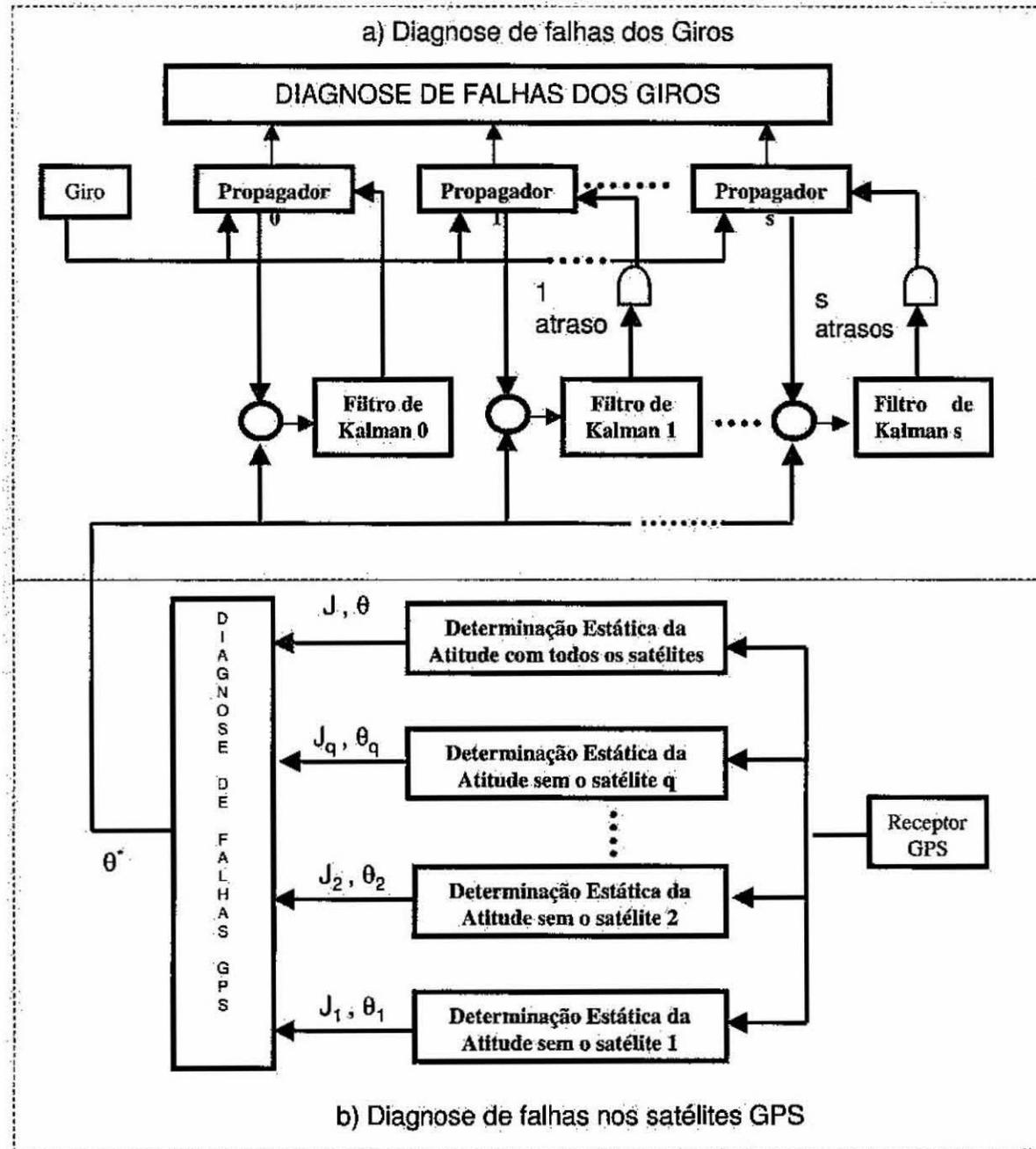
- 
- Equacionamento do Giro e do GPS :
    - Cinemático, acrescido dos processos de Gauss-Markov de primeira ordem que representam a deriva do giro e o erro da solução fornecida pelo GPS;



- 
- Banco de Filtros para Diagnose de Falhas:
    - Falha no Giro: nível de incerteza sobe até o limite do GPS;
    - Falha no GPS: pode ocorrer degradação parcial ou completa, dependendo da duração da interrupção;
    - Número de satélites em órbita baixa: 6 a 8 (redundância suficiente);



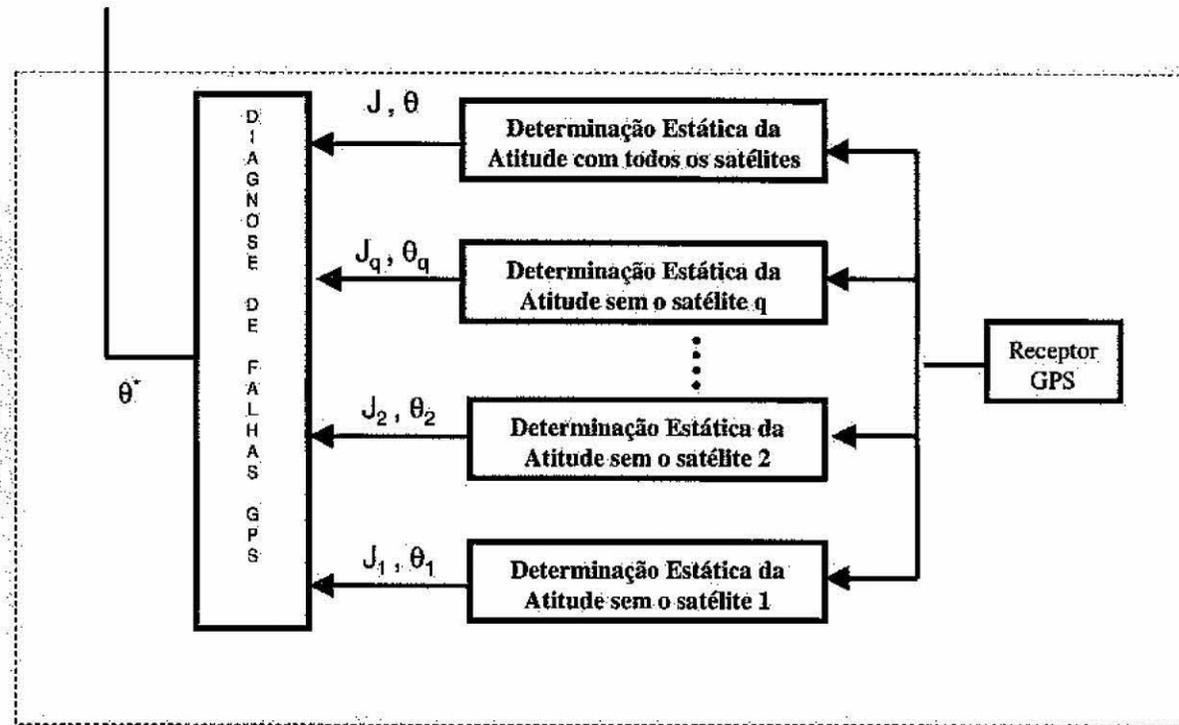
- A figura a seguir mostra o Fluxograma Esquemático do Algoritmo de Diagnose de Falhas proposto:
  - Falha no GPS: detecção utilizando conjunto de processadores onde em cada um deles os dados de um dos satélites é omitido;
  - Falha no Giro: banco de filtros estendidos de Kalman, onde cada filtro opera com um regime de atraso crescente entre a estimativa e a sua consideração no modelo de propagação;



SBEIN  
2004

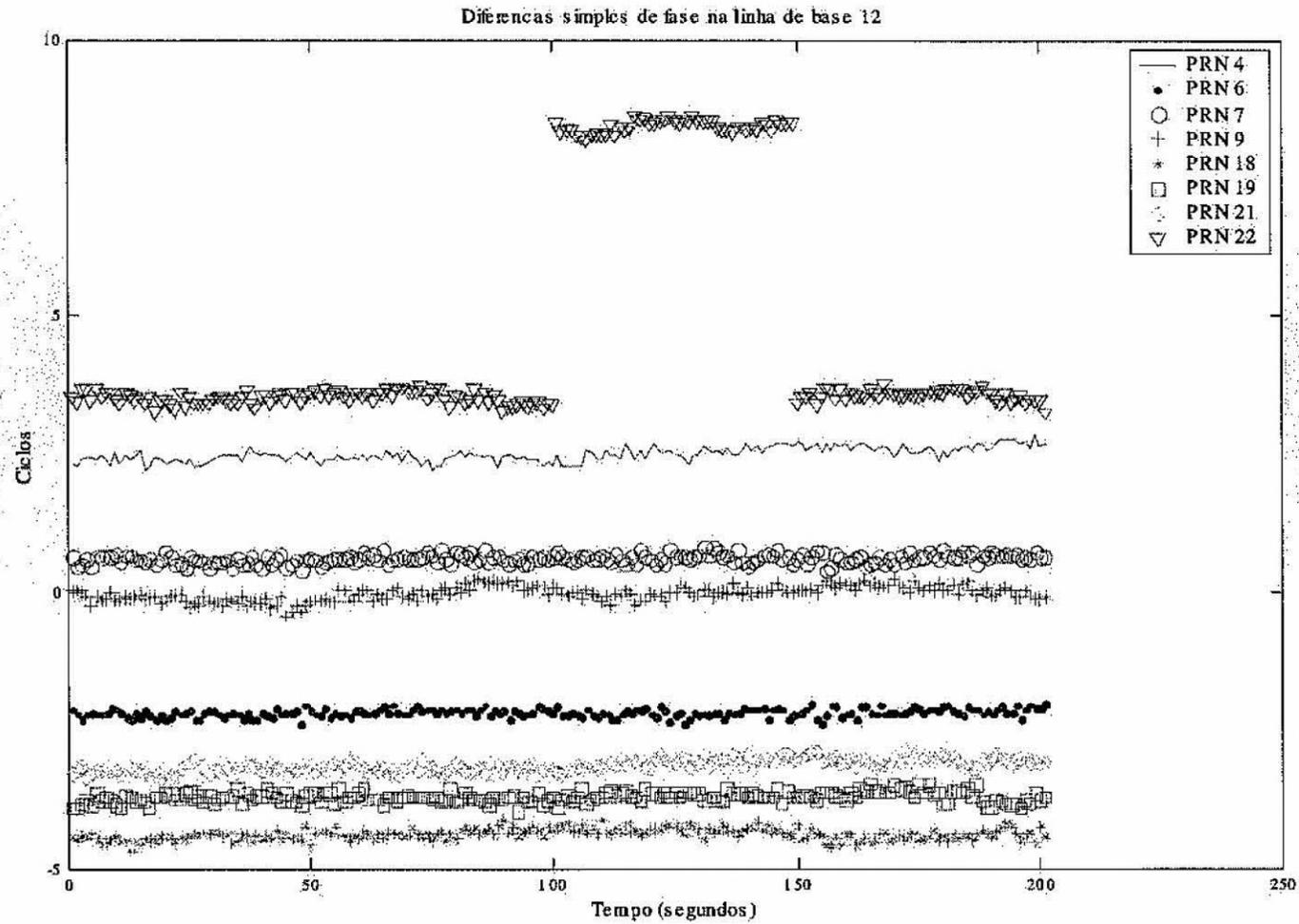


- 
- Resultados Parciais do Banco de Filtros para Diagnose de Falhas:
    - Simulação utilizando SATNAV;
    - Considerações iniciais como: pré-processamento dos dados, ambigüidade resolvida, etc.



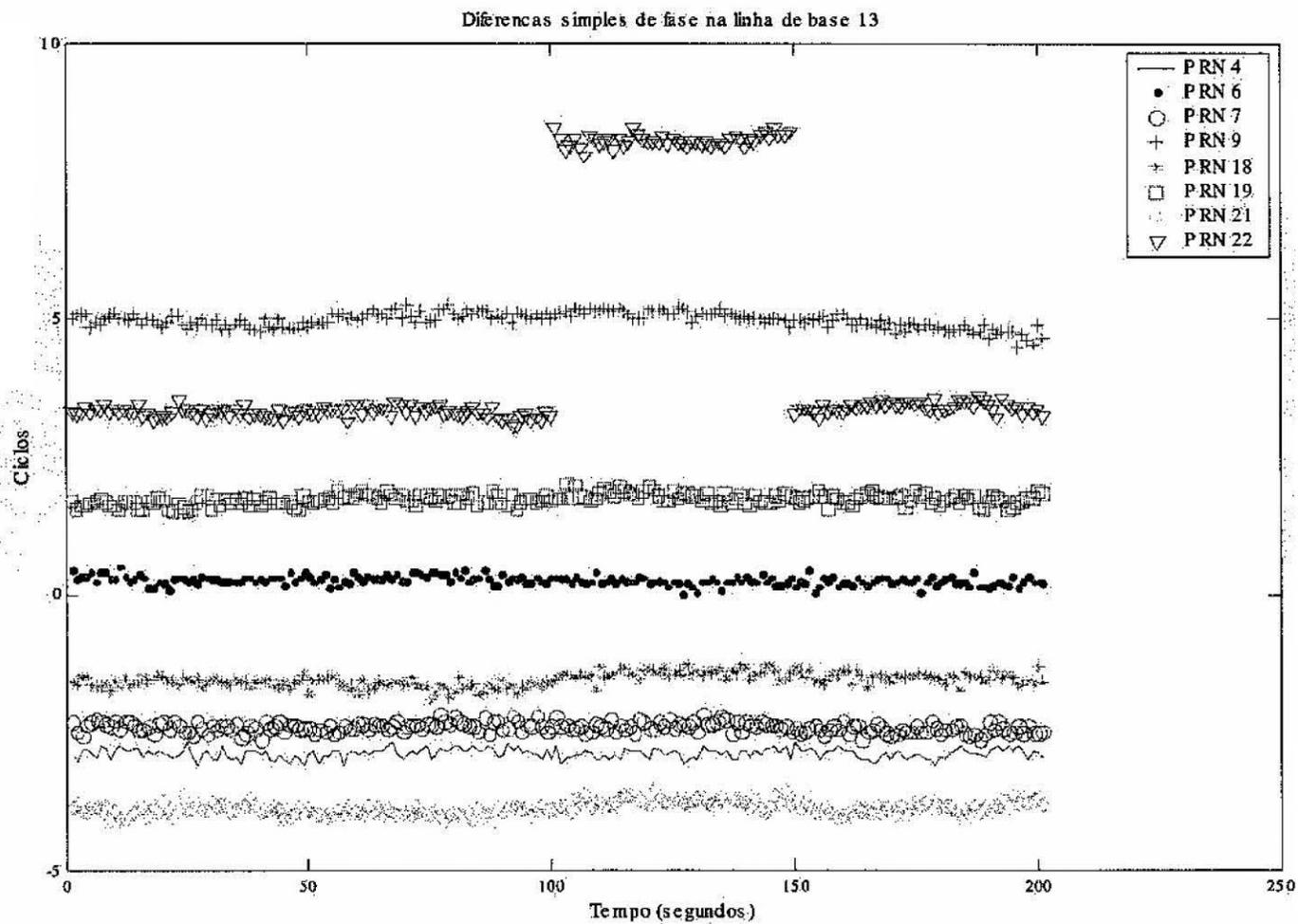
Diagnose de falhas nos satélites GPS

# SBEIN 2004

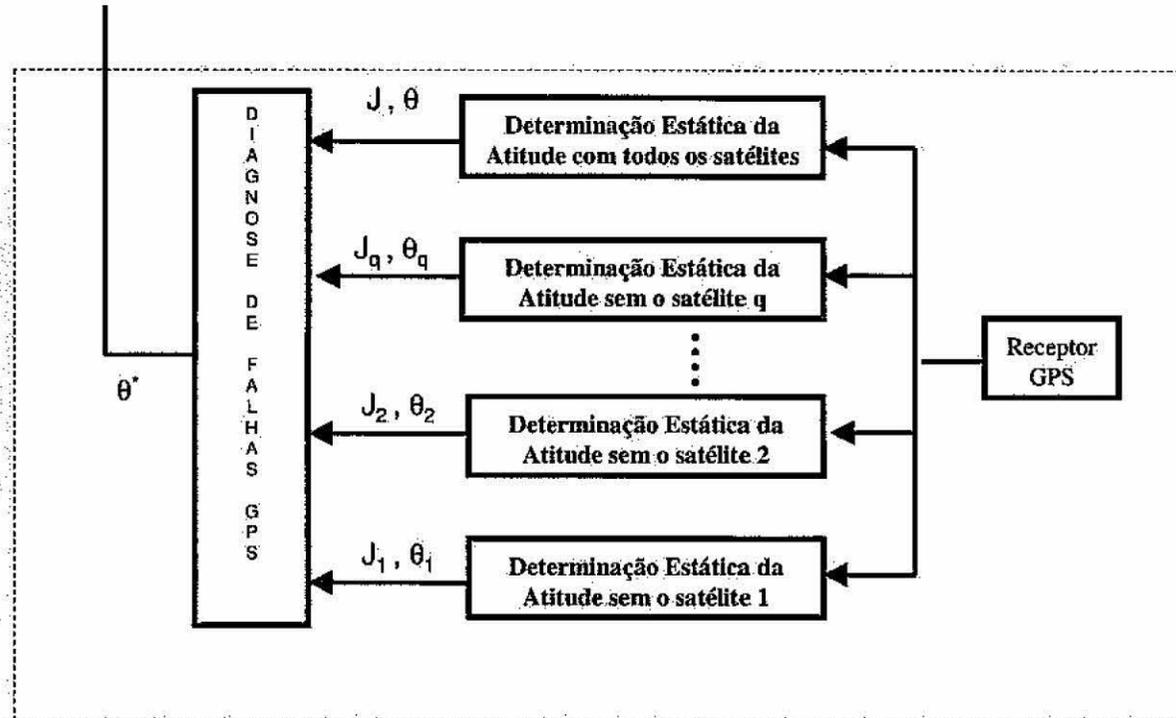


Diferenças simples de fase na linha de base 12.

# SBEIN 2004



Diferenças simples de fase na linha de base 13.

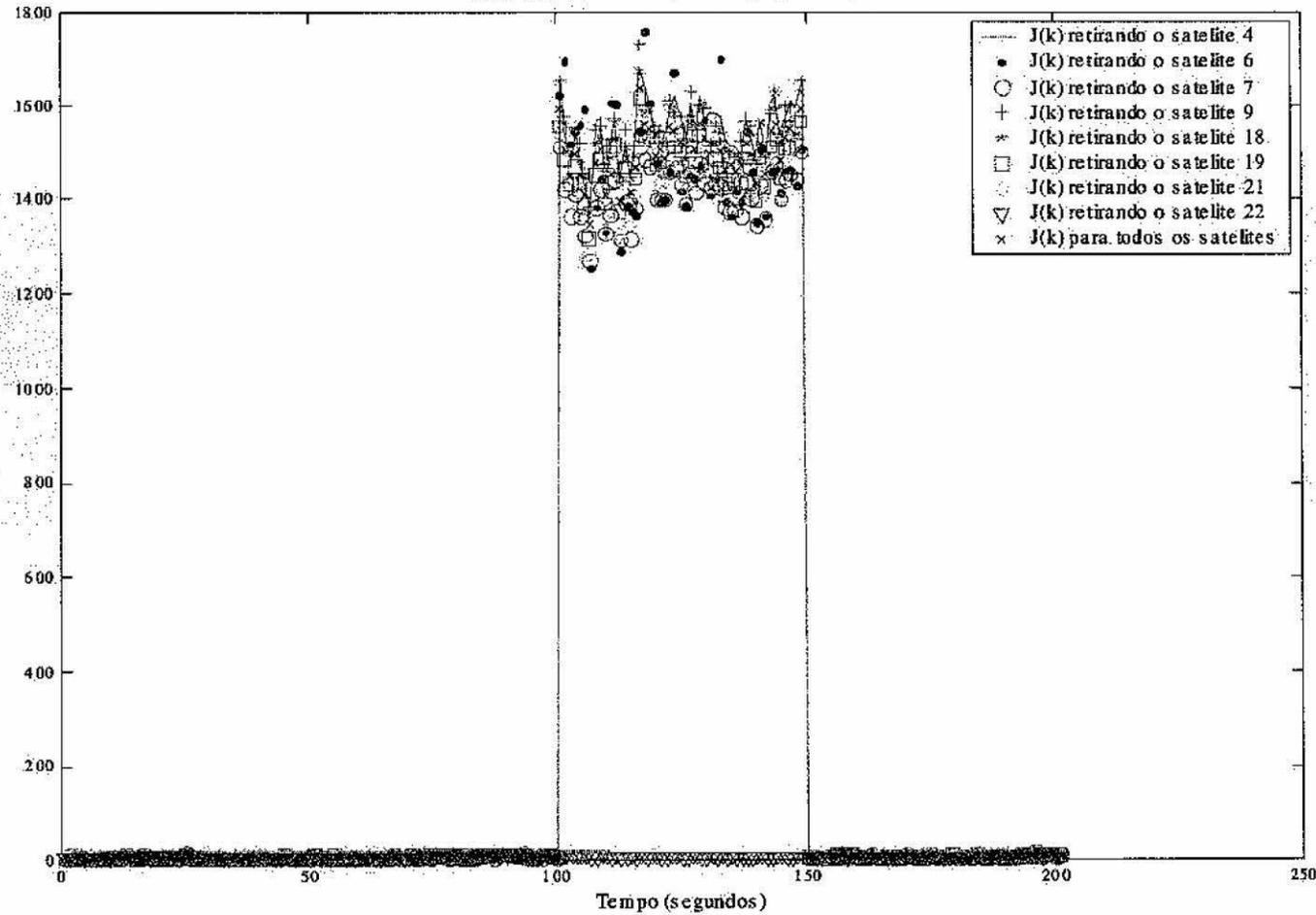


Diagnose de falhas nos satélites GPS

# SBEIN 2004

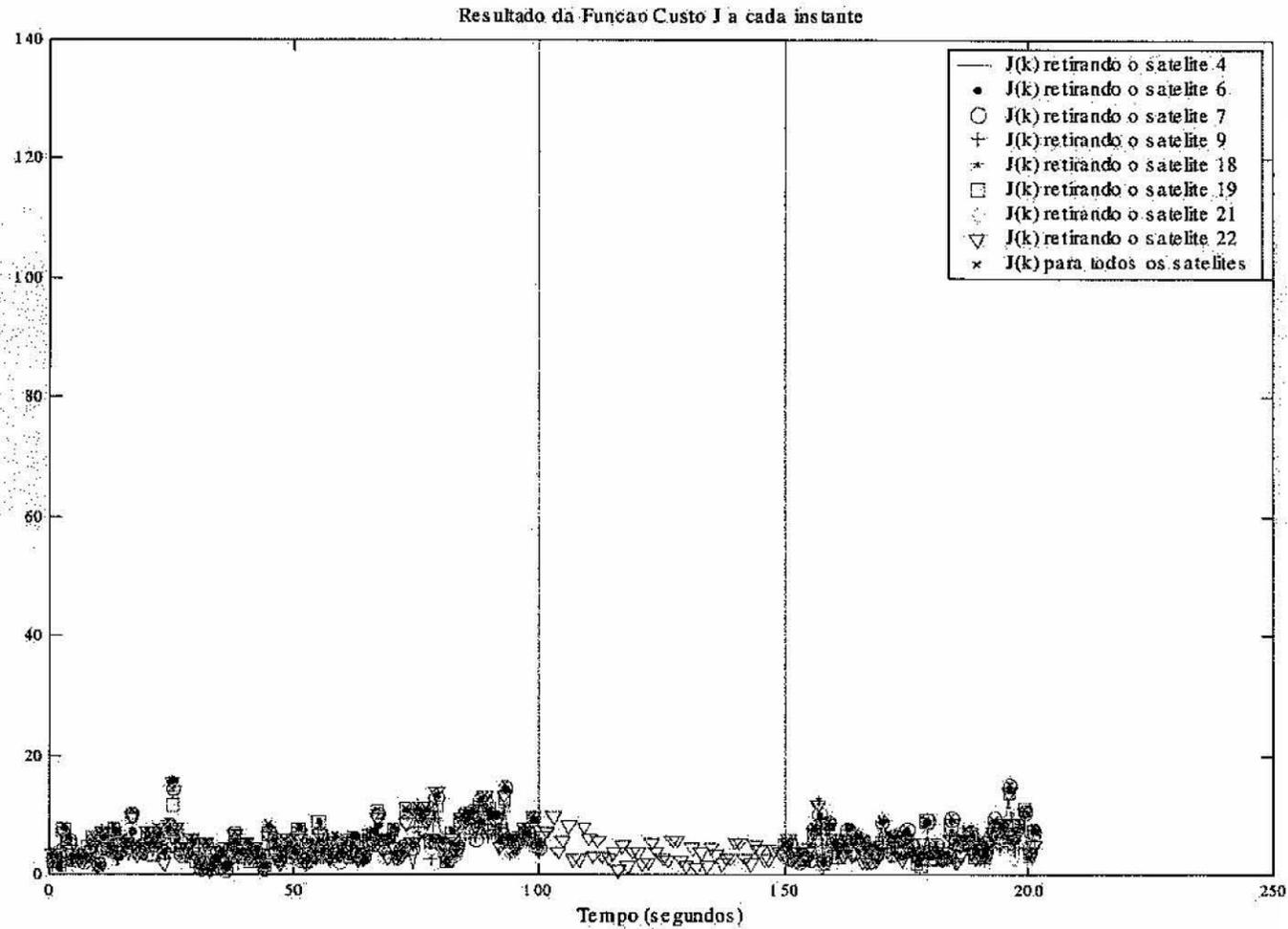


Resultado da Funcao Custo J a cada instante



Detectada falha no satélite GPS 22.

# SBEIN 2004



Detectada falha no satélite GPS 22 (detalhe).



## ➤ Conclusões:

- Foi apresentado um algoritmo de diagnose de falhas baseado na combinação de dois sensores de atitude: Giro de baixo custo e Receptor GPS;
- Primeira parte do algoritmo já se encontra implementada em simulação com resultados satisfatórios;
- Segunda parte do algoritmo em fase de implementação;
- Algoritmo atrativo para aplicações em satélites de baixo custo.