

POSICIONAMENTO COM RECEPTORES GPS “AMADORES” : ALGUNS RESULTADOS

Roberto Teixeira Luz, José Duarte Correia, Kátia Duarte Pereira
IBGE - DGC - Departamento de Geodésia
Av. Brasil, 15671, CEP 21241-051, Rio de Janeiro, RJ
(021) 391-8217 (tel), 391-9028 (fax), rbtuz @ omega.Incc.br

Luciano Montenegro da Cunha Pessoa
PETROBRÁS - E&P/RN-CE/GEXP/GEODE
Av. Interv. Mário Câmara, 2783, K-106, CEP 59074-600, Natal, RN
(084) 235-3421 (tel), 235-3448 (fax), montenegro @ ep.petrobras.gov.br

RESUMO

Dirigido principalmente aos usuários de receptores GPS de navegação amadora em trabalhos de posicionamento, este trabalho apresenta alguns resultados de testes realizados com tais equipamentos, consistindo no registro/anotação dos dados fornecidos pelo receptor durante períodos de vários minutos para um mesmo ponto. Comprova-se a grande variação das coordenadas fornecidas pelo equipamento, mas, ao mesmo tempo, através de análises extremamente simplificadas, são obtidas precisões muito melhores que a mencionada acima. Descrevem-se os procedimentos e cuidados necessários para a obtenção de tais resultados, tanto nas operações de campo como no tratamento das observações.

ABSTRACT

Devoted to users of amateur navigation GPS receivers on positioning tasks, this article presents some results of tests performed with these equipments, consisted of the recording/annotation of data displayed by the receiver, during several minutes for each point. It is confirmed the great variation of coordinates provided by the equipment, but, at the same time, through extremely simplified analysis, precisions much better than that mentioned above are obtained. It is described the procedures and precautions required to obtaining these results, in either the field operations and the data treatment.

INTRODUÇÃO

O posicionamento com GPS oferece a cada dia mais e mais opções de equipamentos, metodologias de levantamento e algoritmos para processamento das observações. Com isso, o usuário de tal tecnologia vê-se obrigado a adquirir conhecimentos que, muitas vezes, pouco relacionam-se com sua área de interesse. Este trabalho é dirigido principalmente aos usuários de receptores GPS de navegação amadora em trabalhos de posicionamento – geralmente profissionais não

especializados em GPS –, simulando suas condições de trabalho, sem lançar mão de conceitos estranhos ao seu dia-a-dia. Além de tal enfoque sobre as necessidades de uma parcela específica da comunidade de usuários do GPS, o trabalho vem também complementar as “Especificações e Normas Gerais para Levantamentos GPS” do IBGE, no que tange à precisão para “ponto isolado acumulado”.

São muitas as situações em que os receptores de navegação amadora – popularmente conhecidos como “portáteis” ou “de mão” – são utilizados

para posicionamento. Como exemplo, pode-se citar o próprio IBGE, cujo Departamento de Geodésia utiliza esses aparelhos para a determinação de latitude e longitude das RRNN (referências de nível) e EEGG (estações gravimétricas) do Sistema Geodésico Brasileiro, onde se buscam precisões da ordem de minuto de latitude/longitude. Neste, como em todos os outros casos, distinguem-se duas situações, no que se refere à qualidade do resultado: a primeira, mais comum, é aquela em que efetivamente são alcançadas as precisões da ordem de 100m (2D rms), mencionadas na bibliografia, porém sem qualquer parâmetro que indique tal fato; a outra, também caracterizada pela ausência de um indicador de precisão, é aquela em que, devido a problemas de diferentes origens, verificam-se erros de várias centenas de metros. Apresenta-se a seguir uma forma de avaliar a qualidade das observações obtidas com os receptores "de mão".

DESCRIÇÃO DOS TESTES

Nos poucos testes realizados (Tabela 1) até o momento da submissão deste artigo, foi utilizado o receptor Trimble EnsignGPS. Os testes continuam em andamento, e já está sendo utilizado um segundo modelo – o Garmin GPS 40.

A primeira etapa de testes consiste na coleta de coordenadas referentes a uma estação conhecida. Ainda que se lance mão da possibilidade de registro das coordenadas, algumas das informações necessárias aos testes, por não serem registradas, são anotadas manualmente. O formulário utilizado é exemplificado na Tabela 2. De forma a preservar as observações, mesmo os dados registrados no receptor são anotados no formulário, após a coleta.

Tabela 1 – Testes já realizados nos anos de 1995/96

| data | início | duração (min) | inter. (seg) | estação | comentários |
|------|--------|---------------|--------------|---------|--|
| 12/8 | 13:19 | 10 | 30 | AUX1 | receptor sem almanaque prévio |
| 13/8 | 9:15 | 5 | 5 | AUX1 | |
| 13/8 | 10:55 | 6 | 10 | AUX1 | |
| 26/8 | 10:05 | 33 | 20 | AUX1 | dividido em duas sessões devido a mudança na config. dos |

| | | | | | satélites |
|------|-------|----|----|--------------|--|
| 26/8 | 15:40 | 35 | 20 | AUX1 | |
| 6/9 | 13:17 | 10 | 30 | SAT 91500 | |
| 11/9 | 8:03 | 20 | 20 | SAT 91500 | dividido em duas sessões devido a mudança na config. dos satélites |
| 12/9 | 14:35 | 15 | 30 | SAT 91500 | rastreio com dois receptores |
| 15/9 | 12:44 | 20 | 30 | SAT 91500 | |
| 31/1 | 12:51 | 10 | 30 | SAT 91500 | |
| 31/1 | 17:23 | 40 | 30 | SAT 91500 | |

A metodologia de crítica a ser proposta constitui-se basicamente da confecção do gráfico das posições individuais, para verificação de desvios exagerados, e da promediação das coordenadas selecionadas após a investigação do gráfico. Para avaliação de tais procedimentos, os dados são manipulados em ambiente de planilha eletrônica, que realiza facilmente ambas as operações.

As Figuras 1 e 2 apresentam exemplos de gráfico de posições individuais. Observa-se claramente na primeira o efeito da mudança do conjunto de satélites sobre a qualidade dos resultados. Através de *software* de planejamento de levantamentos GPS, foi confirmada tal configuração de satélites, concluindo-se que o receptor já encontrava-se, então, com um almanaque satisfatório.

Tabela 2 – Algumas das observações referentes ao teste nº 1 de 12/9/95

| horário | DOP | altitude (m) | latitude | longitude |
|----------|-------|--------------|--------------|--------------|
| 14:36:30 | P 2.7 | -30 | -22° 49.123' | -43° 18.362' |
| 14:37:00 | P 2.7 | -30 | .120' | .382' |
| 14:37:30 | P 4.2 | -30 | .117' | .399' |
| 14:38:00 | P 4.3 | 0 | .114' | .409' |
| 14:38:30 | P 4.3 | 0 | .114' | .413' |

obs.: a constelação observada durante todo o período era constituída pelos satélites: 12, 24,5,26,9,4,7,2

Em casos como esse, em que existem duas soluções bastante distintas e definidas, a determinação do melhor conjunto de resultados pode ser feita com o auxílio de dados de outro(s) período(s) de coleta. Eliminando-se as observações referentes ao pior período (Figura 2a), pode-se então proceder à promediação.

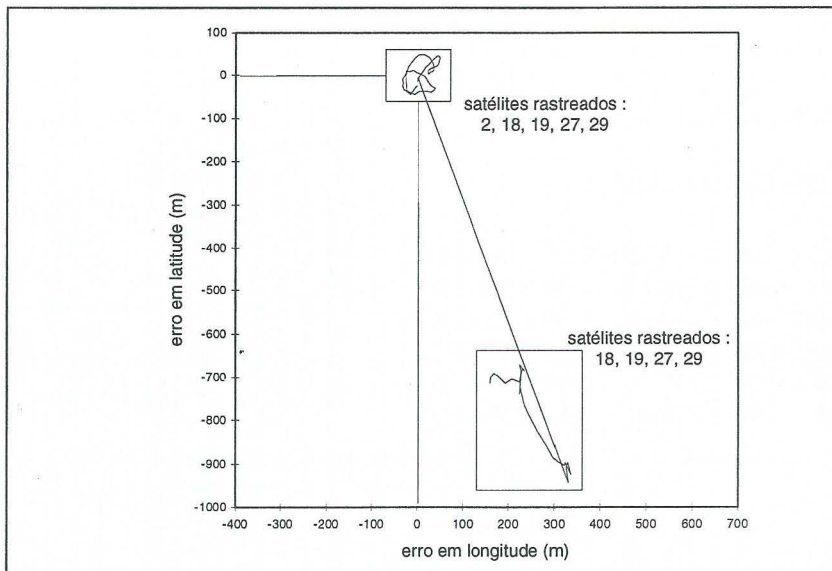


Figura 1 – Gráfico das coordenadas relativas do teste nº 1 de 26/8/95

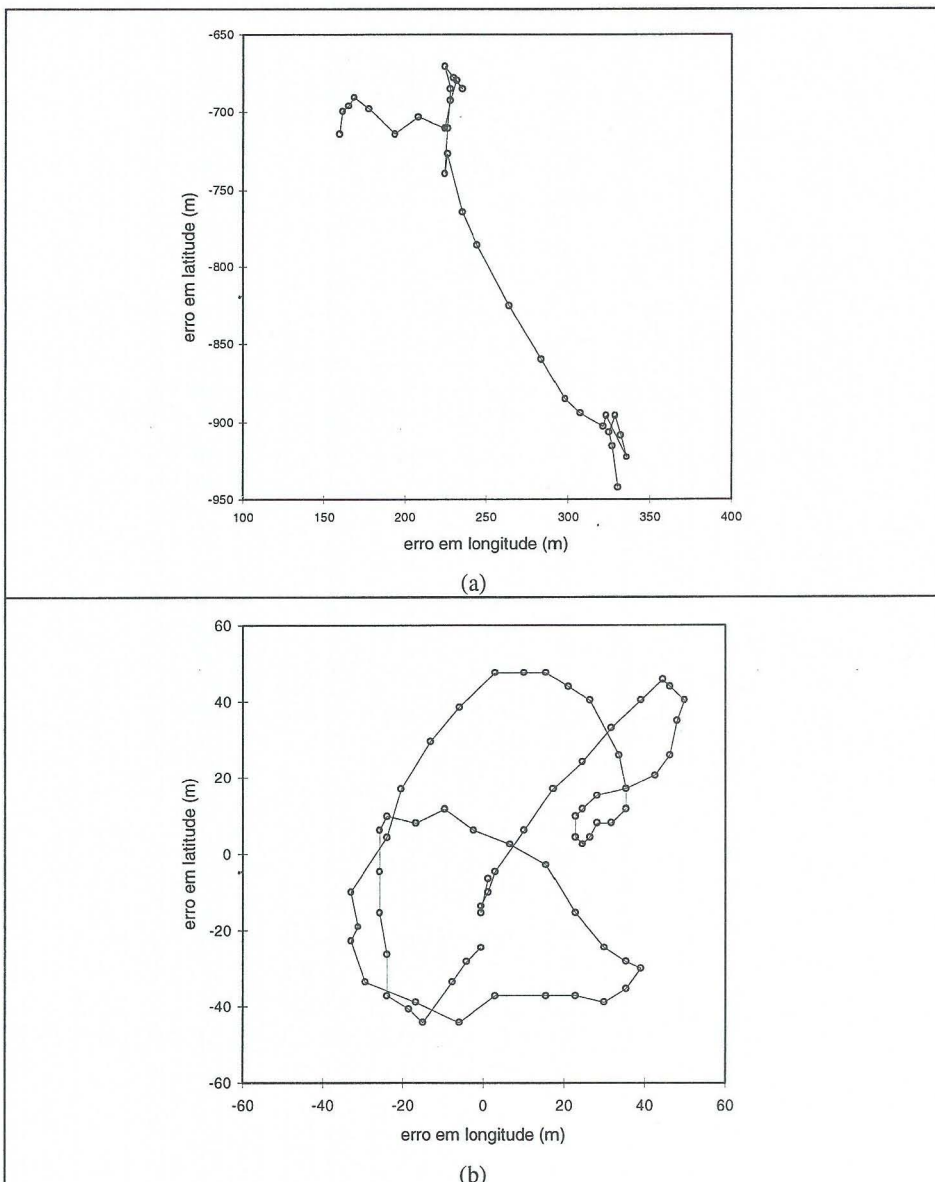


Figura 2 – Conjuntos de resultados assinalados na Figura 1

Como já mencionado, os testes continuam, para que os resultados possam ser estatisticamente significantes. Além do procedimento descrito há pouco, os

próximos testes contemplarão outras situações, como coleta de dados em locais com obstrução parcial e coleta simultânea de dados em base conhecida.

RESULTADOS PRELIMINARES

De acordo com a Tabela 1, foram determinados até agora dois conjuntos de testes. O primeiro é referente a um ponto (AUX1) de coordenadas não conhecidas, utilizado no início dos testes, apenas para verificação dos resultados relativos e

definição de procedimentos de coleta de dados. Com a consolidação da metodologia e a adoção da estação SAT 91500, o ponto AUX1 foi colocado em segundo plano.

A Tabela 3 e as Figuras 3 e 4 mostram os resultados referentes ao ponto AUX1. Por não ter coordenadas conhecidas, as coordenadas relativas são referidas à média das observações selecionadas. Os resultados para a estação SAT 91500 são apresentados na Tabela 4 e nas Figuras 5 e 6.

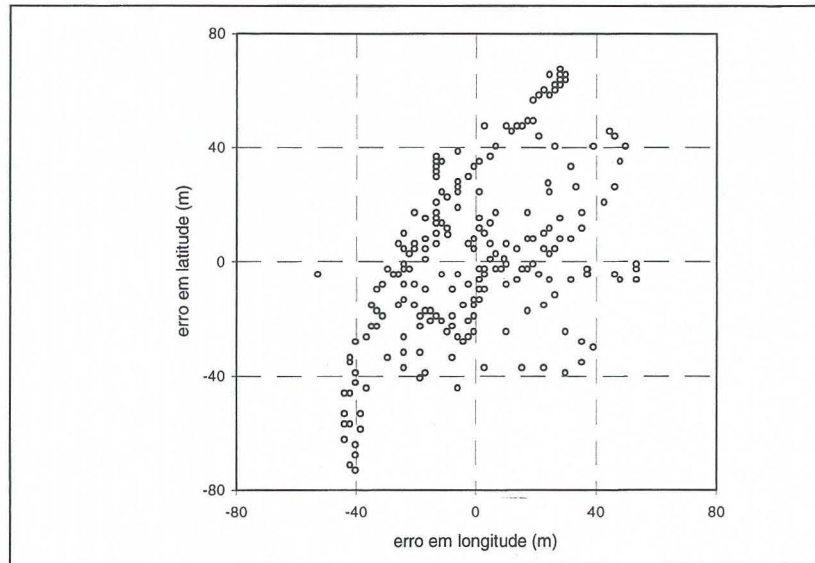


Figura 3 – Seleção de observações individuais referentes ao ponto AUX1

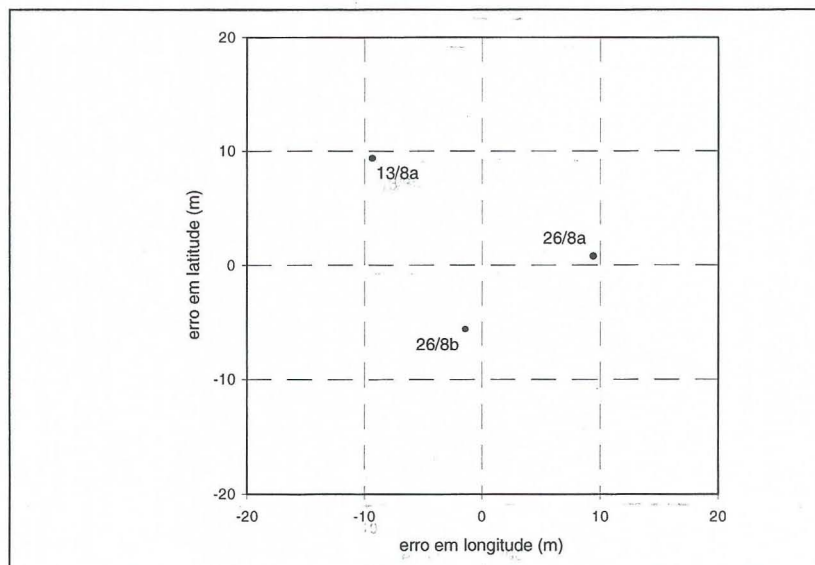


Figura 4 – Médias das observações individuais selecionadas para o ponto AUX1

Tabela 3 – Resultados dos testes para o ponto AUX1

| teste | nº observações | erro em longitude (m) | | erro em latitude (m) | |
|-------|----------------|-----------------------|---------------|----------------------|---------------|
| | | média | desvio-padrão | média | desvio-padrão |
| 12/8 | 18 | -303.0 | 24.6 | -134.8 | 5.2 |
| 13/8a | 55 | -9.3 | 28.8 | +9.3 | 48.1 |
| 13/8b | 48 | +173.1 | 12.5 | -679.7 | 49.5 |
| 26/8a | 69 | +9.4 | 24.2 | +0.8 | 27.4 |
| 26/8b | 100 | -1.4 | 20.6 | -5.7 | 19.7 |

Tabela 4 – Resultados dos testes referentes à estação SAT 91500

| teste | nº observ. / tempo de coleta | erro em longitude (m) | | | erro em latitude (m) | | |
|-------|------------------------------|-----------------------|---------------|------------------|----------------------|---------------|-----------------|
| | | média | desvio-padrão | int.con f. (99%) | média | desvio-padrão | int.conf. (99%) |
| 6/9 | 20 / 10 min | -5.4 | 24.6 | 14.2 | +0.7 | 28.5 | 16.4 |
| 11/9a | 14 / 7 min | -6.2 | 14.3 | 9.9 | +0.1 | 12.6 | 8.7 |
| 11/9b | 20 / 6 min | -44.0 | 22.2 | 12.8 | +15.4 | 17.7 | 10.2 |
| 12/9a | 24 / 15 min | -4.7 | 34.3 | 18.0 | -21.3 | 21.4 | 11.3 |
| 12/9b | 24 / 15 min | -0.1 | 17.6 | 9.2 | -13.4 | 20.6 | 10.8 |
| 15/9 | 25 / 20 min | +10.6 | 16.8 | 8.6 | +3.1 | 28.1 | 14.5 |
| 31/1a | 20 / 10 min | +17.1 | 12.6 | 7.2 | +21.8 | 30.0 | 17.2 |
| 31/1b | 68 / 33 min | -9.8 | 15.1 | 4.7 | +1.6 | 6.4 | 2.0 |

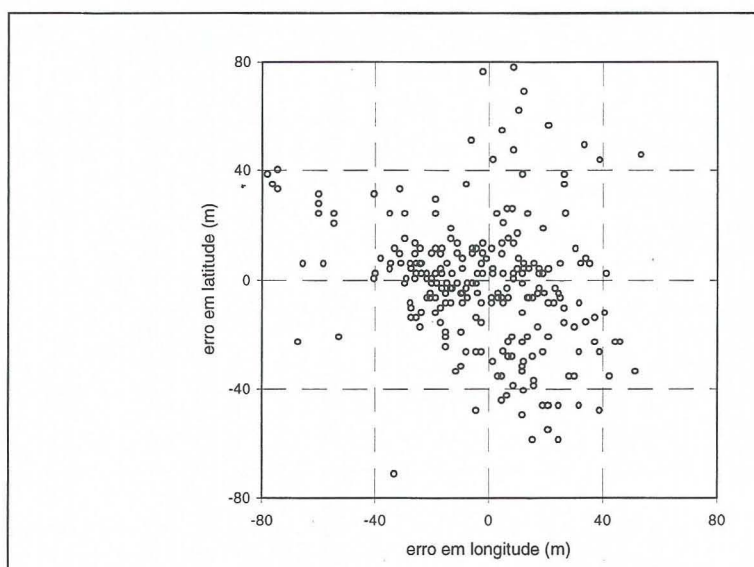


Figura 5 – Seleção de observações individuais referentes à estação SAT 91500

Análises mais aprofundadas dos dados coletados até agora estão, como já mencionado, comprometidas pelo pequeno número de observações. Apesar disso, a Tabela 4 indica que o procedimento sugerido pode ser útil.

Dos testes apresentados acima, o único que permite certa investigação é o último (31/1b). A Figura 7 mostra a variação da altitude e do PDOP para tal sessão. A variação das coordenadas horizontais e de suas médias de 5 e 10 minutos são apresentadas nas Figuras 8 e 9.

CONCLUSÕES PRELIMINARES

Os resultados apresentados acima levam a crer que precisões da ordem de 20 metros (1σ) podem facilmente ser alcançadas com receptores “de mão”, desde que sejam tomados alguns cuidados – coleta das observações por um período de mais de 10 minutos, e plotagem dessas observações, para seleção e promediação. Contudo, é necessária a continuação dos testes para que tal conclusão seja revestida da desejada significância estatística. Outras conclusões estariam também sujeitas às mesmas restrições, sendo assim deixadas para o momento em que se

alcance número suficiente de observações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Ambriex e à Trimbase a colaboração neste e em outros projetos.

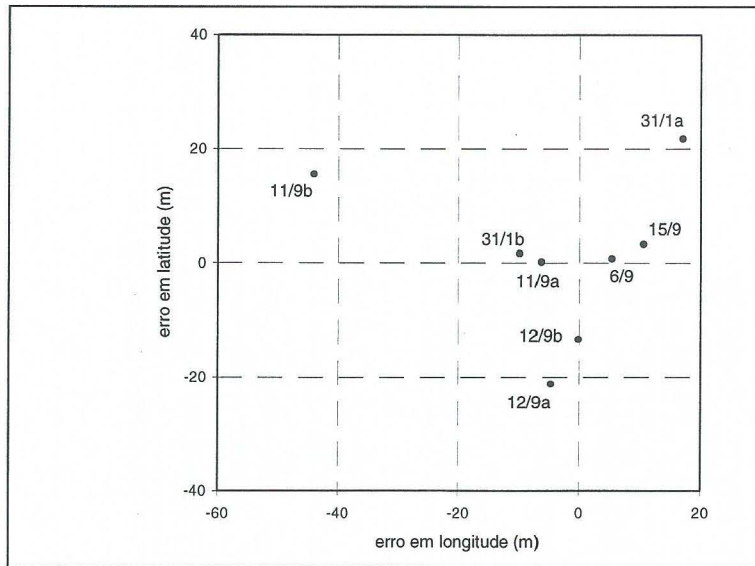


Figura 6 – Médias das observações individuais selecionadas para a estação SAT 91500

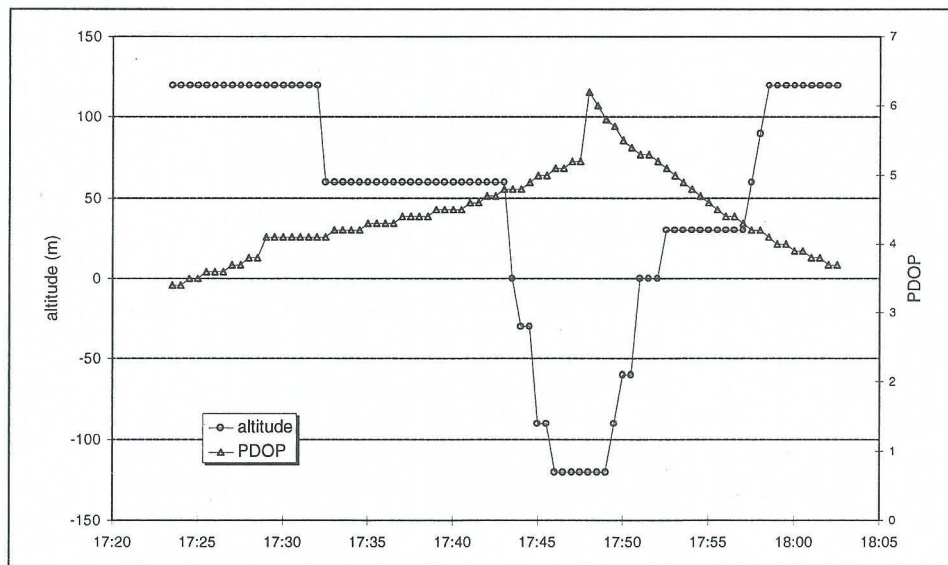


Figura 7 – Resultados do 2º teste de 31/1/96 (altitude e PDOP)

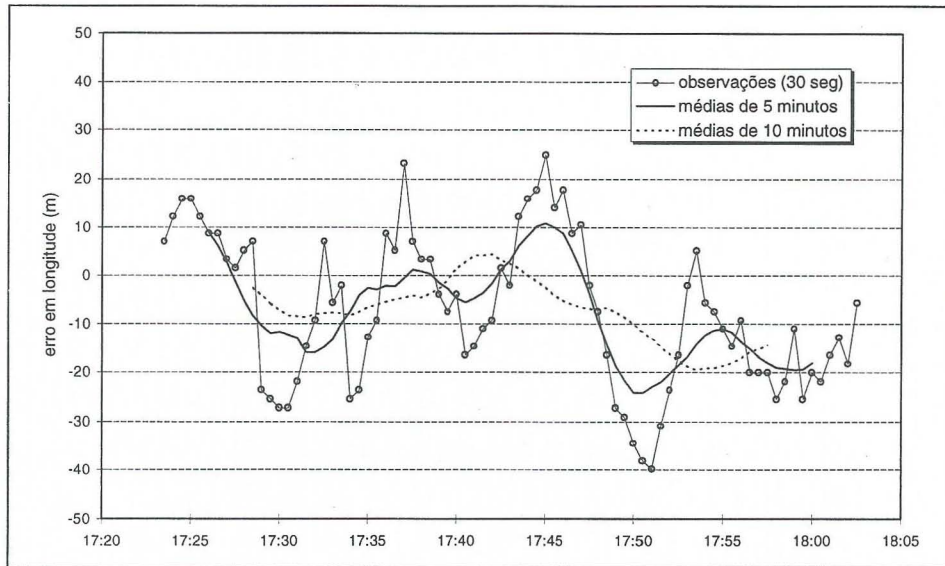


Figura 8 – Resultados do 2º teste de 31/1/96 (posições individuais e médias de longitude)

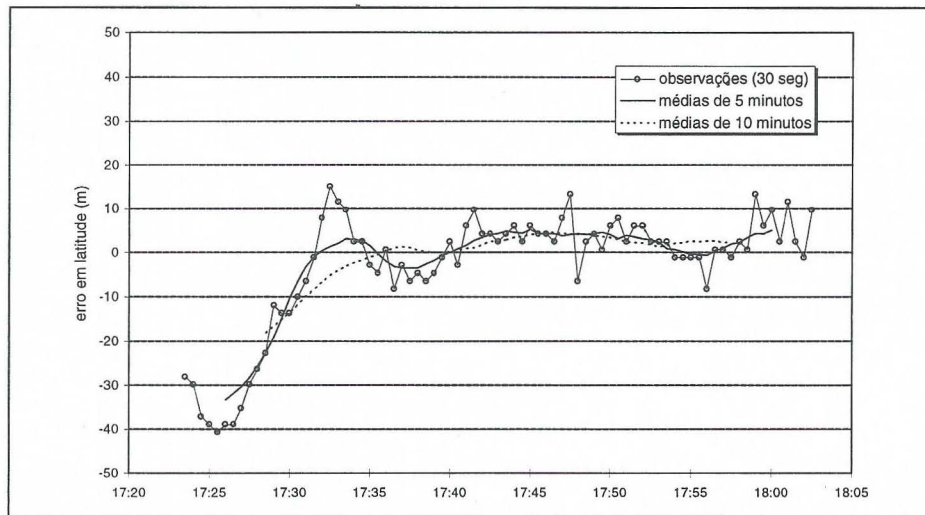


Figura 9 – Resultados do 2º teste de 31/1/96 (posições individuais e médias de latitude)