

Configurações GPS semelhantes não resultam em coordenadas iguais

Prof. Dr. Antonio Simões Silva ¹
Acad. Geíza Coutinho Figueiredo ¹
Profa. Dra. Verônica Maria Costa Romão ²
Prof. Dr. Dalto Domingos Rodrigues ¹

¹UFV - Depto. de Engenharia Civil
36570-000 Viçosa MG
asimoes@ufv.br

²UFPE - Depto. de Engenharia Cartográfica
50740-530 Recife PE
vcosta@ufpe.br

Resumo: A determinação das coordenadas de um ponto através de observação GPS, depende da configuração da constelação dos satélites GPS. Essa configuração varia com o tempo, o que implica que a determinação das coordenadas também varia com o tempo. Esta configuração é um determinante da precisão com que as coordenadas de um ponto são estimadas. Este trabalho é uma continuação de uma pesquisa do Curso de Engenharia de Agrimensura que visa estudar a variação temporal das coordenadas observadas de uma estação localizada no Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa, usando o método absoluto. As observações foram coletadas e as coordenadas resultantes comparadas. A variação das coordenadas UTM no sentido Este foi de 12,45 metros e no sentido Norte 8,92 metros.

Palavras chaves: Coordenadas, GPS

Abstract: The determination of the coordinates of a point through GPS observation, depends on the configuration of the constellation of the satellites. The configuration varies with the time, which implicates that the determination of the coordinates also varies with the time. This configuration is a determinant of the precision with that the coordinates of a point are estimated. This paper is an outcome of a research of the Engineering Surveying Course studying the temporary variation of the observed coordinates of a station in the top of the Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas of The Universidade Federal de Viçosa, using the point positioning method. The observations were collected and the resulting coordinates compared. The variation of the coordinates UTM eastward was of 12,45 meters and northward 8,92 meters.

Keywords: Coordinates, GPS

1. INTRODUÇÃO

As coordenadas geodésicas de um ponto (latitude e longitude) eram observadas tradicionalmente através de observações em que eram usados teodolitos. As observações primárias eram então observações angulares. Estas observações são feitas às estrelas. Para determinações não científicas as coordenadas determinadas dessa forma eram tidas como atemporais. Com o advento de observações à satélites artificiais, essa situação mudou totalmente. Um fator preponderante na mudança de abordagem é que no caso clássico, a observação é feita geralmente a uma estrela. No caso de satélites se faz à pelo menos quatro satélites. A precisão das coordenadas obtidas nas observações GPS (Sistema de Posicionamento Global) está relacionada à configuração dos satélites, que é a posição dos satélites em relação uns aos outros e o receptor, e como os satélites estão em movimento esta configuração varia com o tempo. Assim a precisão das coordenadas está vinculada ao tempo em que estas foram observadas.

Neste trabalho está sendo abordado o fato da geometria dos satélites variar com o tempo, e principalmente foca a atenção para analisar os resultados das coordenadas de um mesmo ponto em dias diferentes e

horários semelhantes, e observar se as coordenadas de um ponto determinado sob uma semelhante configuração de satélites é a mesma em qualquer época do ano.

O GPS (Global Positioning System) é um sistema de rádio-navegação, que foi desenvolvido pelo United States Department of Defense (DoD) e NASA. Uma das vantagens que este sistema de posicionamento proporciona aos seus usuários é o fato de ser dispensável a intervisibilidade entre as estações a serem determinadas, sob qualquer condição meteorológica (Monico, 2000).

As coordenadas de um ponto são normalmente definidas com três dimensões, mas como as referências não são fixas, uma quarta dimensão, o tempo deve ser incorporado, segundo Soler citado em Monico (2000). Essa variável tempo neste caso é incorporado devido a variações do sistema de referência em diferentes épocas (Souza, 2003). Uma outra variação temporal de coordenadas é citada em Torge (1991). Esta estando associada ao movimento do pólo.

A constelação dos satélites consiste de 24 satélites, orbitando em seis planos, contendo quatro satélites equidistantes em cada plano, numa altitude de 20.200 km. Seu período orbital é de aproximadamente 12 horas siderais. Com isso, a posição dos satélites se repete, a cada dia, 4 minutos antes que a do dia anterior (Monico, 2000). Essa configuração garante que, no mínimo, quatro satélites sejam visíveis em qualquer local da superfície terrestre, a qualquer hora.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi utilizado um receptor GPS modelo 4600 LS Surveyor da Trimble Navigation Limited, um Computador Pentium II e o Programa de processamento TGO (Trimble Geomatic Office). Todos esses pertencentes ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa.

O desenvolvimento deste trabalho consiste na obtenção de coordenadas diárias por um receptor GPS instalado em um vértice na parte superior do prédio do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - CCE (Lat.: 20° 45' 53,5" S; Lon.: 42° 52' 06,3" W) localizado na Universidade Federal de Viçosa para posterior processamento e comparação dos resultados. Essas coordenadas estão sendo obtidas semanalmente pela manhã e à tarde, estabelecendo um mesmo horário de forma a perseguir tanto quanto possível uma mesma constelação de satélites.



Figura 1 : Receptor GPS instalado na estação de observação com pino de centragem forçada

A área de estudo onde se encontra o ponto, está em um local parcialmente livre de obstruções físicas como mostra a figura 2.

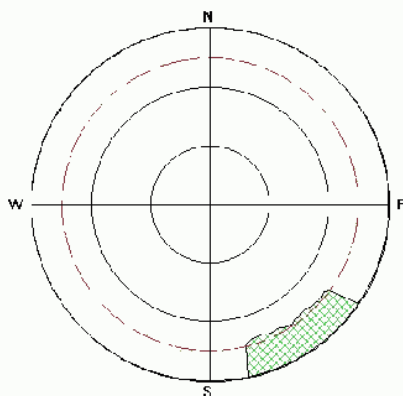


Figura 2 : Trecho de ocorrência de obstruções (vista superior)

Os círculos concêntricos na figura 2 representam a elevação expressa em grau (no centro 90° e no extremo 0°), onde a linha vermelha é a elevação a 15°. Como o segmento espacial consta de 24 satélites em órbita, isto permite a visibilidade de mais de quatro satélites acima de 15°. Portanto, obstáculos que estiverem acima de 15° comprometem a recepção do sinal. A figura 2 mostra que a partir do azimute de 125° até 165° ocorrem obstruções numa elevação de até 19°51'.

Na determinação das coordenadas através dos satélites do GPS, está sendo usado o método estático absoluto, onde se necessita apenas de um receptor para realizar o posicionamento instantâneo, isto é, em tempo real.

Utilizando dados da base VICO-RBMC foi realizado um processamento de uma base para efetuar a correção das coordenadas que foram rastreadas no ponto CCE durante 7 horas de um dia para fins de comparação com as coordenadas obtidas no método estático absoluto.

O equipamento foi instalado sobre o marco durante os meses de agosto/2003 a março/2004, no qual sua coordenada está sendo determinada com receptor GPS (tendo como referência o sistema WGS-84), e permanecendo sobre o ponto por volta de 1 hora.

Os satélites envolvidos no cálculo das coordenadas do ponto também foram relacionados para avaliar se uma possível variação de coordenadas está associada a este ou aquele satélite.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentadas as coordenadas UTM no fuso 23 (obtidas a partir da transformação das coordenadas geográficas através do software TGO).

Tabela 1 – Coordenadas UTM obtidas através das sessões de observação.

COORDENADAS UTM					
DATA	SESSÃO	N (m)	E (m)	SATÉLITES	Obs.
08/08/03	220_0 (09h)	7702409,052	721908,702	4,7,9,24,26 e 29	
08/08/03	220_1 (15h)	7702408,760	721918,198	6,15,17,18,21 e 30	
15/08/03	227_1 (15h)	7702407,693	721919,580	6,15,16,17,18,21,23,26 e 30	45 min.(chuva)
22/08/03	234_0 (09h)	7702413,064	721916,334	4,5,9 e 24	
22/08/03	234_1 (15h)	7702412,564	721919,068	6,15,16,18,21 e 23	
29/08/03	241_0 (09h)	7702410,241	721914,306	4,5,9 e 24	
29/08/03	241_1 (15h)	7702408,638	721919,017	2,6,15,16,18,21 e 23	
05/09/03	248_0 (09h)	7702410,726	721915,534	5,9,17 e 24	
05/09/03	248_1 (15h)	7702409,662	721918,803	2,6,14,15,16,18,21 e 23	
12/09/03	255_0 (09h)	7702411,601	721915,319	5,9,17,24 e 30	
12/09/03	255_1 (15h)	7702409,306	721921,156	2,3,14,15,16,18,21 e 23	
19/09/03	262_0 (09h)	7702411,132	721914,998	5,6,9,10,17,24 e 30	
19/09/03	262_1 (15h)	7702410,186	721919,194	3,14,15,18,21 e 23	
26/09/03	269_0 (09h)	7702410,237	721913,188	6,9,10,17,21,24 e 30	18 min. (pilha)
26/09/03	269_1 (15h)	7702412,577	721919,470	3,14,15,23 e 31	
03/10/03	276_0 (09h)	7702409,843	721914,196	6,10,17,21 e 30	
03/10/03	276_1 (15h)	7702408,456	721920,830	3,14,15,23 e 31	
10/10/03	283_0 (09h)	7702413,051	721919,407	6,10,17,21 e 30	
10/10/03	283_1 (15h)	7702410,108	721918,774	3,14,15,23 e 31	
17/10/03	290_0 (09h)	7702412,604	721914,599	6,10,17,18,21 e 30	
17/10/03	290_1 (15h)	7702412,873	721920,260	3,14,15,23,25 e 31	
24/10/03	297_0 (09h)	7702411,512	721913,641	5,6,10,17,21 e 30	22 min. (pilha)
24/10/03	297_1 (15h)	7702412,557	721917,462	3,14,15,23 e 31	
31/10/03	304_0 (09h)	7702412,181	721917,125	5,6,10,17,21 e 30	
31/10/03	304_1 (15h)	7702405,968	721919,453	3,14,15,23,25 e 31	
07/11/03	311_0 (15h)	7702412,324	721917,529	3,14,15,23,25 e 31	
14/11/03	318_0 (09h)	7702412,293	721915,625	6,15,18,21 e 30	40 min. (pilha)
14/11/03	318_1 (15h)	7702410,714	721919,254	3,11,14,15,25 e 31	
21/11/03	325_0 (09h)	7702414,844	721920,723	6,15,18,21,26 e 30	
21/11/03	325_1 (15h)	7702412,887	721918,444	11,14,25 e 31	
28/11/03	332_0 (09h)	7702414,630	721916,529	6,15,16,18,21,26 e 30	15 min. (pilha)
28/11/03	332_1 (15h)	7702410,979	721916,725	1,11,20,25 e 31	
05/12/03	339_0 (15h)	7702409,505	721917,998	1,11,20 e 25	
12/12/03	346_0 (09h)	7702412,798	721916,767	2,6,15,16,18,21 e 23	
12/12/03	346_1 (15h)	7702411,950	721918,449	1,11,20 e 25	
19/12/03	353_0 (09h)	7702413,438	721916,094	2,3,14,15,16,18,21 e 23	
19/12/03	353_1 (15h)	7702412,974	721914,726	1,2,11,16 e 20	
09/01/04	009_0 (09h)	7702413,199	721915,218	3,14,15 e 21	

09/01/04	009_1 (15h)	7702412,114	721917,247	1,2,13,16,20 e 27	
16/01/04	016_0 (15h)	7702410,554	721915,916	1,2,13,20 e 27	
23/01/04	023_0 (09h)	7702410,066	721914,880	3,15,22,25 e 31	
23/01/04	023_1 (15h)	7702407,570	721916,209	1,2,13,20 e 27	
30/01/04	030_0 (09h)	7702411,887	721915,497	3,14,15,22,25 e 31	
30/01/04	030_1 (15h)	7702412,800	721918,722	1,8,13,20 e 27	40 min. (pilha)
13/02/04	044_0 (09h)	7702412,081	721916,268	3,11,14,15,25 e 31	
13/02/04	044_1 (15h)	7702410,891	721918,453	1,8,13,27 e 31	
05/03/04	065_1 (15h)	7702409,905	721917,968	7,8,10,27,28 e 29	
12/03/04	072_0 (09h)	7702412,527	721915,506	1,11,13,16 e 20	
19/03/04	079_0 (09h)	7702409,813	721916,448	1,13,16,20 e 27	
19/03/04	079_1 (15h)	7702405,928	721918,981	7,8,26,27,28 e 29	
26/03/04	086_0 (09h)	7702411,553	721915,458	1,13,16,20 e 27	
26/03/04	086_1 (15h)	7702409,380	721916,233	7,8,26,28 e 29	
Variação (m)		8,916	12,454		

Nas figuras 3 e 4 são mostrados a geometria dos satélites e o PDOP para estação CCE durante duas sessões de observação (uma pela manhã e outra à tarde) no dia 22 do mês de agosto. Como podem ser visto nas figuras, as observações apresentam uma geometria diferente.

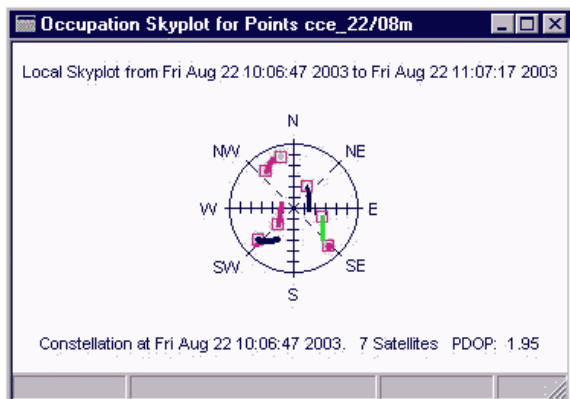


Figura 4 : Geometria dos satélites na estação CCE, dia 22/08/03 às 10 horas

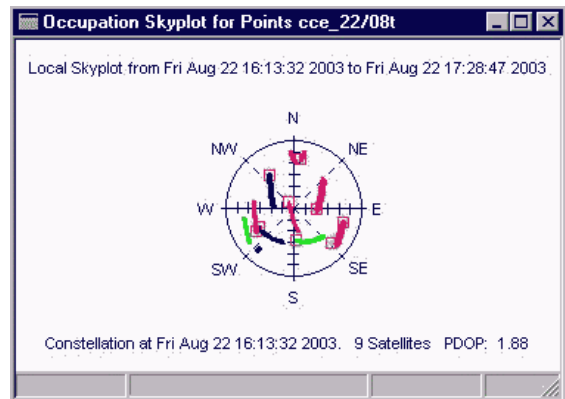


Figura 3 : Geometria dos satélites na estação CCE, dia 22/08/03 às 16 horas

A figura 5 mostra o gráfico de dispersão das coordenadas ao longo dos meses.

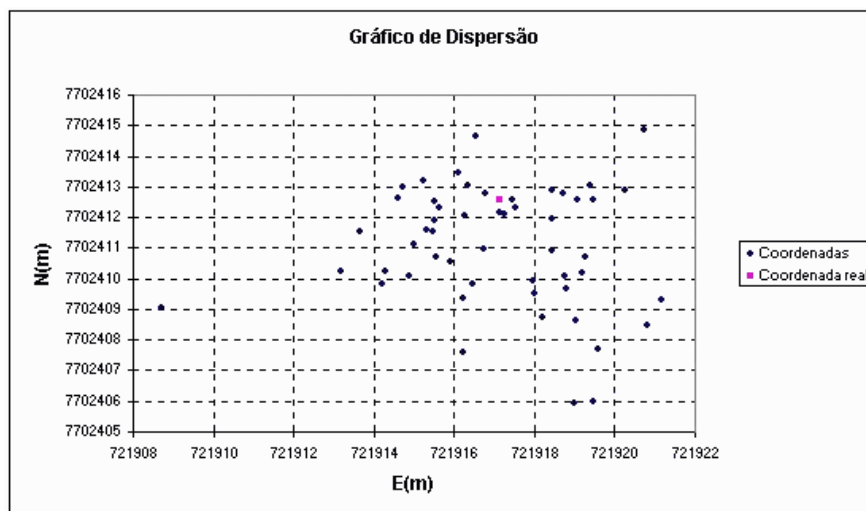


Figura 5 : Gráfico de dispersão das coordenadas

Nota-se que mesmo realizando observações com boa quantidade de satélites e em um local parcialmente livre de obstruções físicas ainda há uma imprecisão nas observações. Isso pode estar ocorrendo devido à influência de outras fontes de erros no posicionamento absoluto, tais como: ionosfera, troposfera, erro do relógio do receptor e dos satélites e outros.

Observando os gráficos das figuras 6, 7, 8 e 9, que mostram o comportamento das coordenadas em relação ao tempo, percebe-se que as mesmas estão variando aleatoriamente sem desenvolver nenhum comportamento específico.

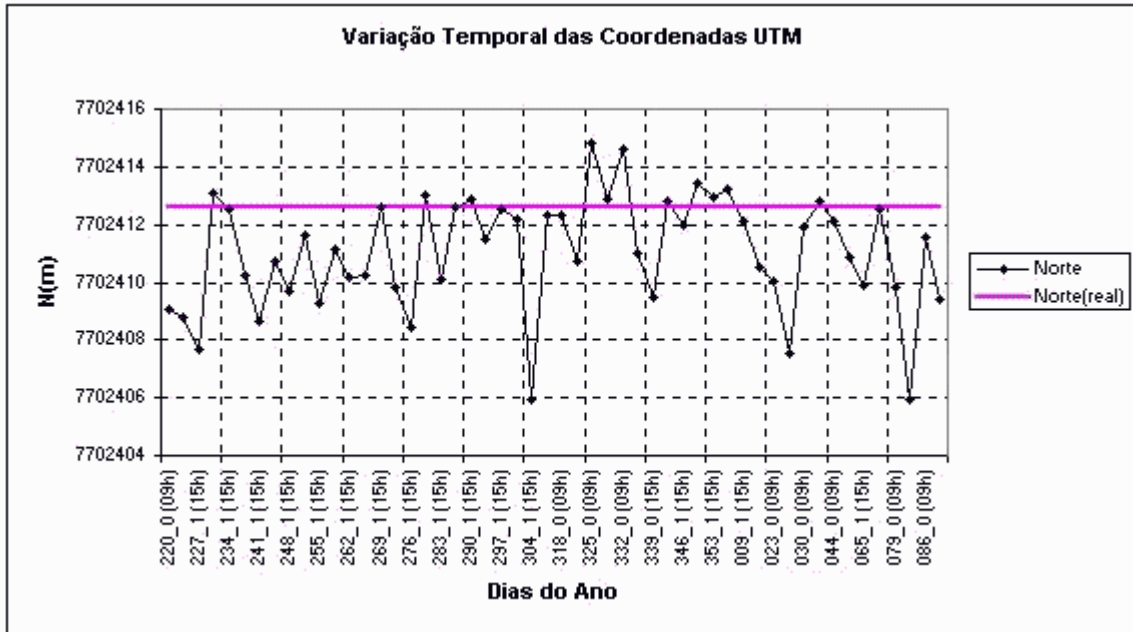


Figura 6 : Variação temporal das coordenadas UTM (Norte)

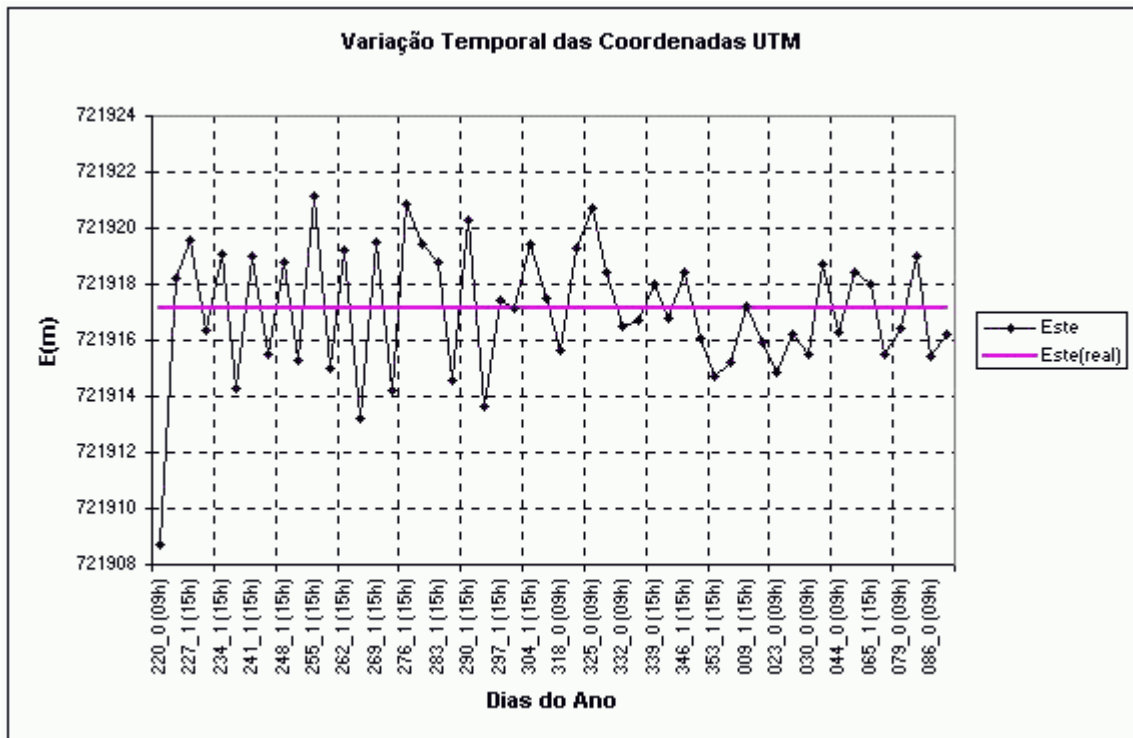


Figura 7 : Variação temporal das coordenadas UTM (Este)

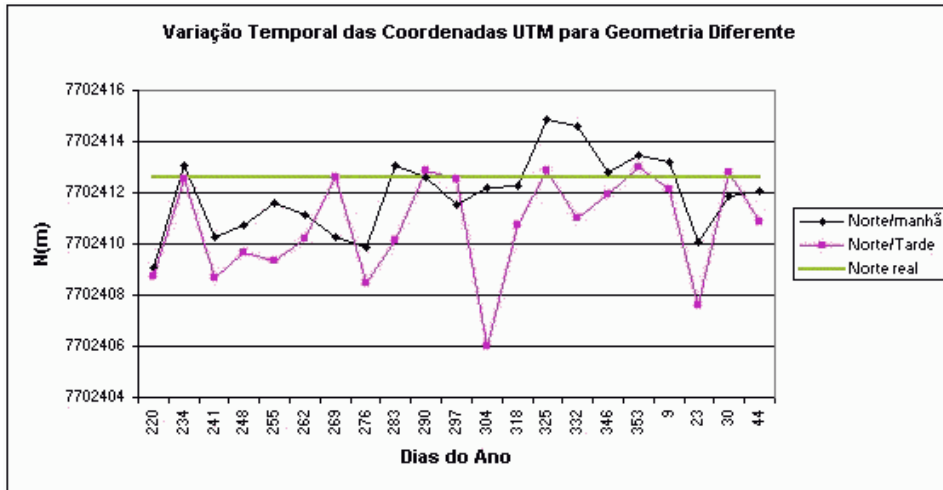


Figura 8 : Variação temporal das coordenadas UTM (Norte) para geometria diferente.

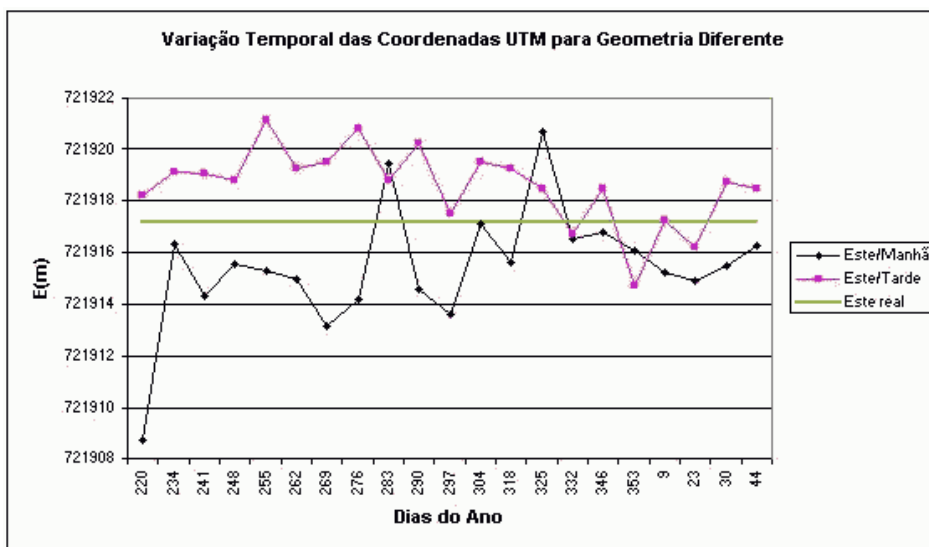


Figura 9 : Variação temporal das coordenadas UTM (Este) para geometria diferente

4. CONCLUSÃO

Foram coletadas observações GPS entre os meses de agosto/03 a março/04. Após o processamento desses dados e obtenção das coordenadas verificou-se que elas variam ao longo do tempo. As coordenadas UTM no sentido Este tiveram uma variação de 12,45 metros, e no sentido Norte esta variação foi de 8,92 metros.

O posicionamento foi absoluto, o que nos leva a afirmar que mesmo observando-se em torno de uma hora, ao utilizar-se deste tipo de posicionamento, as coordenadas de um dia não é igual ao do outro dia. Isto é um importante alerta para aqueles que usam o posicionamento absoluto para determinação de coordenadas em levantamentos topográficos.

Verificou-se também que mesmo com um baixo PDOP, sempre menor que 6 a variação nas coordenadas ocorre.

Agradecemos ao CNPq por conceder apoio a este trabalho

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MONICO, J. F. G *Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS*, Editora UNESP São Paulo 2000, 287p

SILVA, A.S. *Geodésia Espacial com Ênfase em GPS*. Curso de Engenharia de Agrimensura UFV Viçosa 2003 102 p

SOUZA, D.V; SILVA A S. *Varição de Coordenadas Obtidas por Observação GPS em Função do Tempo*. Relatório de Iniciação Científica PIBIC / CNPq, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Agosto 2003

TORGE, W. *Geodesy* Walter de Gruyter Berlin., 1991, 264p..