

Bases isoladas e bases simultâneas: comparação dos resultados

Maicon Rodrigues de Oliveira ¹
Prof. PhD. Antônio Simões Silva ²

¹ UFSC - Depto. de Engenharia Civil
88040-900 Florianópolis SC
eng_maicon@yahoo.com.br

² UFV - Depto. de Engenharia Civil
36570-000 Viçosa MG
asimoes@ufv.br

Resumo: Este trabalho compara os resultados de dois procedimentos de cálculo das coordenadas obtidas por observações GPS. O mesmo conjunto de coordenadas é calculado usando bases isoladas e bases simultâneas. A comparação mostrou que as diferenças entre os resultados obtidos pelo rastreamento e processamento simultâneo e o rastreamento e processamento isolado das observações GPS, não são significativas.

Palavras chave: levantamentos geodésicos, bases isoladas, bases simultâneas, ajustamento de observações.

Abstract: This paper compares the results of two different procedures of processing the GPS coordinates. A set of coordinates is computed by using baseline by baseline and multipoint (simultaneous baselines). The comparison shows that the results achieved by the two methods are not significantly different.

Keywords: geodetic surveys, baselines, multipoint, adjustment of observations.

1 Introdução

As observações geodésicas feitas através de satélites iniciaram com o satélite artificial russo Sputnik, isto na década de sessenta. Em 1973 foi instituído o Joint Program Office (JPO), órgão que responsável pelo desenvolvimento de um moderno sistema de satélites para posicionamento, resultando no Sistema GPS.

Os americanos durante anos restringiram a precisão dos resultados obtidos pelo Sistema GPS aos usuários "autorizados", isto se dava por meio de perturbações contidas nos sinais GPS, fazendo com que os usuários autorizados também não obtivessem a total precisão do sistema. Depois de vários erros de comunicação e de erros de posicionamentos precisos, que foram enfatizados em campos de batalha durante a Guerra do Golfo em 1991, o governo americano resolveu abrir o sistema aos usuários de diversas finalidades.

É de suma importância ao se fazer observações geodésicas o controle da qualidade, visto que este verifica a consistência das observações e pode ou não identificar a presença de erros de uma maneira geral. Um método bastante comum de se estimar um valor para a grandeza procurada é o Ajustamento de Observações, daí uma grande preocupação em se criar pluralidade das observações.

Ao realizar um trabalho técnico, de cunho civil, na área de mensuração territorial através de observações geodésicas feitas por satélite, dificilmente teremos dados pontuais obtidos simultaneamente resultando em vetores (linhas base) com informações redundantes, visto que, uma multiplicação de informações oneraria significativamente o custo final do projeto.

As observações são dotadas de erros, sejam eles pela imperfeição humana, pelas falhas instrumentais e/ou ainda pelas condições físicas da área de estudo. Ao se tratar de medidas de confiança, nenhum profissional que se preze fará apenas uma única observação. “A desconfiança no resultado de uma medida isolada, fruto da certeza na falibilidade humana leva naturalmente à multiplicação das observações” (Gemael, C., 1994).

2 Objetivos

Tendo em vista que em grande parte dos serviços executados utilizando GPS, sejam eles, de mensuração técnica, de posicionamento para obtenção de pontos de controle e georreferenciamento de imóveis rurais os profissionais utilizam na execução de seus projetos levantamentos por bases isoladas; considerando que no levantamento feito por bases simultâneas teremos um número maior de observações (em sessões), onde também poderemos aplicar o Ajustamento de Observações, o que dará uma confiabilidade maior à grandeza medida; propõem-se uma análise comparativa entre os dois tipos de levantamentos citados acima, bases isoladas e bases simultâneas, onde as observações serão submetidas às mesmas condições experimentais.

A análise comparativa entre coordenadas obtidas por bases isoladas e obtidas por bases simultâneas justifica-se pelas diferentes maneiras de obtenção das coordenadas e seus respectivos padrões de qualidade (desvios-padrão). Quando tratamos de bases isoladas temos um número menor de dados. No procedimento feito com bases contínuas obtemos um número maior de informações tornando possível o ajustamento das observações.

Nas condições mencionadas acima tal análise justifica-se, ainda, pela aceitação não questionada das coordenadas e suas precisões obtidas por uma base isolada, ou seja, com dados não ajustados ou ainda apenas com a precisão do software.

3 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho, buscou-se adquirir conhecimentos sobre geodésia nos aspectos gerais (geométrica, espacial e física), dentro destes segmentos é importante o destaque para o Sistema GPS. Os conhecimentos na área de Ajustamento de Observações, Cartografia e sistemas de projeções também foram acrescidos, além de buscar bases nas legislações e normas vigentes ao que dizem respeito ao uso, classificação, execução, processamento das observações e padrões de qualidade provenientes de levantamentos feitos por receptores GPS.

Vinculado aos conhecimentos teóricos realizou-se um experimento com receptores GPS, no qual se coletou observações geodésicas feitas por satélites, registradas nas mesmas condições ambientais e temporais, diferindo-as apenas nas maneiras de processamento dos pontos (bases isoladas e/ou simultâneas).

3.1 Definições

Base Isolada: é todo ponto ocupado e processado isoladamente com referência a uma base ativa apenas.

Base Simultânea: é todo ponto ocupado e processado em um sistema global, ou seja, no mesmo instante de captação de dados deste ponto existe outro(s) ponto(s), participante(s) do projeto, coletando dados e estes pontos possuem ainda referência a uma base ativa.

3.2 Local de estudo

Este estudo foi realizado no Campus Universitário da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no município de Viçosa-MG, com ocupação de quatro bases fixas (pilares) e homologadas pelo IBGE. Sendo elas componentes da rede geodésica local, possuem como data de observação maio de 1995, e são identificadas pelos respectivos códigos: 91698, 91699, 91700, 91701.

As bases fixas do IBGE estão localizadas: 91698 – está localizado sobre um pilar de concreto de forma cilíndrica (com dimensões $\phi=0,30\text{m}$ e $h=0,75\text{m}$), no terraço do Prédio do Departamento de Administração, Economia e Letras (DAD1); 91699 – encontra-se sobre um pilar de concreto de forma cilíndrica (com dimensões $\phi=0,30\text{m}$ e $h=1,35\text{m}$), implantado em uma base (1m x 1m x 0,15m) nas proximidades das Três Bandeiras (BAN1); 91700 – está fixado em um pilar de concreto de forma cilíndrica (com dimensões $\phi=0,30\text{m}$ e $h=1,42\text{m}$), implantado em uma base (1m x 1m x 0,15m) na área da Meteorologia (MET1); 91701 – está localizado sobre um pilar de concreto de forma cilíndrica (com dimensões $\phi=0,30\text{m}$ e $h=1,35\text{m}$), implantado em uma base (1m x 1m x 0,15m) na área da Estação de Tratamento de Água (ETA1). Todas as bases experimentais, aqui descritas, são dotadas de um dispositivo de centragem forçada. Para facilidade de nomenclatura, neste trabalho a referência feita aos pontos citados acima se dará pelas respectivas abreviaturas (siglas) que sucedem a descrição local dos mesmos.

Para realizar o posicionamento relativo das observações tomou-se como base a estação ativa VICO, pertencente à rede brasileira de monitoramento contínuo (RBMC), com identificação internacional 91696. A estação opera sobre um pilar de concreto dotado de um dispositivo de centragem forçada em cima do edifício Centro de Vivência, que está localizado no Campus da Universidade Federal de Viçosa.

Na tabela 1 estão listados os pontos citados acima e suas respectivas referências, sendo que estes se encontram no sistema de referência SAD 69, com datum horizontal Chuá-MG, datum vertical Imituba-SC e a fonte da altitude ortométrica é o GPS/MAPGEO 2004.

Tabela 1 – Coordenadas e precisões fornecidas pelo IBGE das estações em estudo

Estações	Latitude (ϕ)	Sigma (m)	Longitude (λ)	Sigma (m)	Altitude Elipsoidal	Altitude Ortométrica a
VICO	20°45'39,6537"S	0,036	42°52'10,4763" W	0,036	678,08	672,77
DAD1	20°45'32,4121"S	N/F	42°52'04,4244" W	N/F	N/F	681,86
BAN1	20°45'21,3081"S	0,010	42°52'14,4814" W	0,010	N/F	712,45
MET1	20°45'43,5916"S	0,010	42°51'49,3783" W	0,010	N/F	702,18
ETA1	20°45'53,6669"S	0,010	42°51'59,8093" W	0,010	N/F	698,41

N/F = não fornecido

3.3 Equipamentos

No desenvolvimento experimental utilizaram-se receptores GPS topográficos Promark 2 e seus acessórios. Os receptores foram devidamente estacionados nos pontos de pesquisa e programados para operarem no modo estático registrando uma coleta de dados de 5 em 5 segundos, colocou-se ainda uma máscara de elevação de 15°. Os arquivos gerados são do tipo Ashtech, possuem extensões próprias podendo ser convertidos para o formato universal RINEX.

O receptor geodésico utilizado para o posicionamento relativo das observações, é um aparelho Trimble 4000 SSI que opera em posição fixa, com registros de dados de 15 em 15 segundos e recebe informações em tempo integral (rastreamento diário de 24 horas). As observações colhidas por este ponto são disponibilizadas 2 ou 3 dias depois da data desejada, na página do IBGE e estão em formato RINEX, vale mencionar que este ponto é pertencente a rede brasileira de monitoramento contínuo (RBMC).

No que tange ao processamento dos dados foi realizado no software Ashtech Solutions que é o software padrão do receptor Promark 2, nele trabalhou-se com arquivos de extensão própria, e configurações definidas no Sistema de Coordenadas sendo o tipo de sistema Grid definido como UTM – SAD 69 – 23 (datum geodésico South American Datum 69 – Brasil; tipo de projeção: Transversa de Mercator; longitude do meridiano central: 45°00'00"W; fator de escala do meridiano central: 0,9996; latitude do grid original: 00°00'00"N; falso leste: 500.000 m; falso norte: 10.000.000 m) e o sistema de altitudes tendo opção por altitudes ortométricas baseadas no modelo geoidal EGM 96 Worldwide Geoid Model. O Processo foi

configurado tendo uma máscara de elevação com ângulo 10° e tipo de órbita broadcast. E as características diversas foram assim configuradas: acurácia horizontal $0,02 \text{ m} + 1 \text{ ppm}$, acurácia vertical $0,04 \text{ m} + 2 \text{ ppm}$; nível de confiança de 95%; unidade de medida em metros; tempo UTC; altura da antena vertical; alturas válidas de antena entre 0 e 3 metros; erro de escala dos vetores processados de 1.

A estação VICO é tomada como base, portanto, altera-se suas coordenadas, inserindo coordenadas absolutas (fixas) fornecidas pelo IBGE (e já mencionadas anteriormente), para tal, basta configurar a estação VICO como ponto de controle, possuindo controle tipo horizontal e vertical, preencher o item com suas incertezas (desvio-padrão) e ativá-las com estado fixo horizontal.

3.4 Procedimento

A parte de coletas de dados, ou seja, operacionalizações dos receptores GPS a fim de se obter observações geodésicas foram realizadas no dia 07 de fevereiro de 2006, e tiveram início, sincronizado, aproximadamente às 14:50 hs.

Estacionaram-se os receptores nas bases fixas em cada ponto de pesquisa (DAD1, BAN1, MET1 e ETA1), sendo que o tempo de rastreamento para cada receptor foi estipulado em aproximadamente 60 minutos.

Após a coleta de dados os receptores foram levados ao escritório e procedeu-se a transferência dos arquivos para o computador utilizando-se a ferramenta download do software Ashtech Solutions.

Os dados oriundos da estação ativa VICO foram disponibilizados no dia 10 de fevereiro de 2006, sendo feito através download do site do IBGE.

O processamento dos pontos colhidos se deu de duas maneiras distintas:

1) Processamento por Bases Isoladas: processaram-se isoladamente as observações de cada ponto junto com as observações provenientes da estação ativa que fora tomada como ponto fixo (atribuição das coordenadas oficiais ao ponto). Após o processamento das bases isoladas chegou-se a valores para as coordenadas e suas precisões.

Foram criados quatro projetos diferentes sendo que estes, isoladamente, tratam de cada ponto experimental e a estação VICO:

- Projeto 1 – VICO (estação de referência) x DAD1
- Projeto 2 – VICO (estação de referência) x BAN1
- Projeto 3 – VICO (estação de referência) x MET1
- Projeto 4 – VICO (estação de referência) x ETA1

2) Processamento por Bases Simultâneas: processaram-se as observações dos quatro pontos de forma única, de uma só vez, juntamente com as observações provenientes da estação ativa que fora tomada como ponto fixo.

Foi criado um quinto projeto que trata, globalmente, de todos os pontos envolvidos no experimento e a estação VICO.

- Projeto 5 – VICO (estação de referência) x DAD1 x BAN1 x MET1 x ETA1

Após o processamento dos dados encontraram-se as coordenadas e suas respectivas precisões. Sabendo-se que ao trabalhar com observações de mais de uma base (abundância de informações) ao mesmo tempo, obteríamos mais de um vetor e então poderíamos proceder com o ajustamento das observações, relativo aos pontos ocupados. O próprio software nos dá a opção de ajustarmos as observações. Feito isto se obteve o resultado das novas coordenadas e suas precisões.

Após o processamento dos métodos sugeridos passou-se para fase de análises dos resultados. A comparação principal foi feita entre os resultados obtidos, das coordenadas e suas precisões, pelas duas maneiras mencionadas.

4 Revisão bibliográfica

4.1 Geodésia espacial e o posicionamento relativo

Buscou-se adquirir conhecimentos sobre geodésia espacial. Dentro deste segmento é importante o destaque para o Sistema GPS. Passando para uma análise de estimativas de precisão, conhecer os fundamentos do ajustamento de observações é importante nas soluções que requerem maior confiabilidade. Buscaram-se ainda conhecimentos, informações e aquisição de experiência nas normas técnicas específicas que dizem respeito a trabalhos executados na área de mensuração.

Existem várias maneiras de se obter as coordenadas de um ponto a partir de um receptor GPS, isto se dá devido às diferentes necessidades do uso dos receptores, são elas: podemos fazer um rastreamento simples com ocupação apenas do ponto de estudo, o qual se denomina posicionamento absoluto (pontual). Podemos, também, realizar um rastreamento referenciado a outra base conhecida, que é chamado posicionamento relativo. Segundo Wells, D., citado por Santana, R. M. (1999), temos ainda o posicionamento por ponto cinemático que determina as coordenadas de um veículo em movimento (com precisão muito baixa), e o posicionamento semi-cinemático (Stop and Go), que consiste em mover os receptores alternadamente, partindo de uma base conhecida e fazendo um caminhar, estacioná-los nos pontos de interesse de modo que se ocupe, o mesmo, por um pequeno tempo.

Para efeito do conteúdo deste trabalho buscou-se abordar apenas o posicionamento relativo.

De acordo com Silva, A. S. (2003), o posicionamento relativo tem por objetivo determinar as coordenadas de um ponto desconhecido em relação a um ponto de coordenadas conhecidas. Chama-se vetor GPS ou linha base GPS, a linha que liga os dois pontos observados. Para que seja possível o processamento deste método as observações devem ser simultâneas. Supondo dois pontos P_1 e P_2 , sendo P_1 de coordenadas conhecidas, temos:

$$\underline{X}_{P_2} = \underline{X}_{P_1} + \underline{\Delta R}_{P_1P_2} \quad \text{equação 1}$$

Onde:

\underline{X}_{P_2} é o vetor posição de P_2

\underline{X}_{P_1} é o vetor posição de P_1

$\underline{\Delta R}_{P_1P_2}$ é o vetor P_1P_2

O vetor P_1P_2 pode ser determinado usando os seus componentes:

$$\underline{\Delta R}_{P_1P_2} = \begin{bmatrix} x_{P_2} - x_{P_1} \\ y_{P_2} - y_{P_1} \\ z_{P_2} - z_{P_1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta x_{P_1P_2} \\ \Delta y_{P_1P_2} \\ \Delta z_{P_1P_2} \end{bmatrix}$$

Neste trabalho, ao realizar a parte de coleta de dados, utilizou-se o posicionamento relativo estático, ou seja, os receptores ficaram estacionados nos pontos de pesquisa (as bases) e na estação ativa, durante toda seção (que fora aproximadamente 60 minutos). A estação ativa VICO foi o parâmetro para o cálculo das coordenadas dos outros receptores, uma vez que, de acordo com Silva, A. S. (2003), erros devido a efeitos atmosféricos, erros dos relógios, nos dados enviados e outros inerentes ao sistema diminuem sensivelmente.

4.2 Bases Isoladas

Na descrição de bases isoladas Hofmann-Wellenhof, B, (1994) diz que, em um trabalho utilizando o método estático relativo de único vetor de linha base entre pontos P_1 e P_2 , os dois receptores devem ficar estacionados durante toda sessão de observação. É assumido que os dois locais P_1 e P_2 possam observar os mesmos satélites nas mesmas épocas.

Uma linha de base potencial é criada sempre que houver uma sobreposição no tempo entre dois grupos de dados equivalentes, ou excedendo, o valor especificado para tempo mínimo de observação da linha base ou quando um identificador de ocupação é encontrado em outros grupos de dados (Trimble Geomatics Office - Guia do usuário, 2001).

Segundo Hofmann-Wellenhof, B, (1994), a desvantagem da solução de uma única linha base é que não está correta, do ponto de vista teórico. Isto é devido à correlação das linhas base quando são simultaneamente observadas. Resolvendo linha base através de linha base (um único vetor), esta correlação é ignorada, daí a necessidade de obter as informações de um outro ponto, o qual geraria um novo vetor com extremidades comuns.

4.3 Bases Simultâneas

Aqui, em contraste com a solução de uma única linha base, são considerados todos os pontos na rede simultaneamente. Ainda em Hofmann-Wellenhof, B, (1994), ao descrever bases simultâneas tem-se que a comparação feita à única solução de linha base é na aproximação dos pontos múltiplos, onde as correlações entre as linhas base são levadas em conta.

McArthur, citado por Hofmann-Wellenhof, B, (1994), propôs três diferentes métodos. Um deles é pelo auxílio de redes, ou seja, mais de uma linha base. O segundo método restringe a seleção de (n_i-1) vetores, isto significa que a melhor configuração de linhas base deve ser escolhida. O terceiro método é uma variação do primeiro, onde é necessário trabalhar com mais de uma sessão e todas as possíveis linhas base são computadas para cada sessão, e posteriormente, os vetores resultantes de todas as sessões serão sujeitos a um ajuste comum.

No caso de uma rede observada, o uso do método de uma única linha base implica normalmente numa computação de linhas base através das possíveis combinações. Se n_i denota o número de observações locais, então $n_i(n_i-1)/2$ linhas base podem ser calculadas.

Um grupo de linhas base independentes consiste do número mínimo de linhas base requeridas para conectar todas as ocupações de ponto numa determinada sessão GPS. Para quaisquer grupos de n ocupações simultâneas de ponto GPS, existem $(n-1)$ linhas base independentes. Por exemplo, numa sessão de campo com 5 receptores, existem 10 possíveis linhas base, mas somente 4 linhas base independentes. As linhas base redundantes podem, também, ser usadas para checar o fechamento da rede ou para um ajustamento adicional dos vetores das linhas base.

4.4 Ajustamento de observações

Durante um levantamento, deve-se coletar dados extras para ser possível verificar a integridade das observações. As observações extras obtidas nos levantamentos podem ser utilizadas para minimizar os efeitos dos erros inerentes ao processo antes de produzir os resultados finais (Trimble Geomatics Office - Guia do usuário, 2001).

O Ajustamento de Observações faz a compensação dos erros, mostra e avalia a qualidade das coordenadas. O ajuste de rede é utilizado para conseguir examinar as margens de erro e os erros nas observações, além de calcular as coordenadas finais para os pontos de observação (Ashtech Solutions – Guia Prático de Ajustamento de Redes, 2004).

A partir de observações redundantes sujeitas à flutuações probabilísticas e de uma estimativa de sua precisão, o objetivo do ajustamento é estimar, após a aplicação dos modelos matemáticos adequados e do M.M.Q., um valor único para cada uma das incógnitas do problema; estimar os desvios padrão dessas incógnitas e ainda a eventual correlação entre elas (Gemael, C., 1994).

5 Análises dos resultados

Após o processamento dos dados experimentais, no software Ashtech Solutions, foram obtidos os resultados apresentados a seguir:

Tabela 2 – Projeto 1 (VICO x DAD1)

Estações	N (m)	Sigma (m)	E (m)	Sigma (m)	Altitude Ortométrica(m)	Sigma (m)
VICO	7.702.831,024	0,036	721.802,209	0,036	672,77	N/F
DAD1	7.703.051,391	0,002	721.980,189	0,002	682,157	0,004

N/F = não fornecido

Tabela 3 – Projeto 2 (VICO x BAN1)

Estações	N (m)	Sigma (m)	E (m)	Sigma (m)	Altitude Ortométrica(m)	Sigma (m)
VICO	7.702.831,024	0,036	721.802,209	0,036	672,77	N/F
BAN1	7.703.396,761	0,004	721.693,751	0,004	712,758	0,008

N/F = não fornecido

Tabela 4 – Projeto 3 (VICO x MET1)

Estações	N (m)	Sigma (m)	E (m)	Sigma (m)	Altitude Ortométrica(m)	Sigma (m)
VICO	7.702.831,024	0,036	721.802,209	0,036	672,77	N/F
MET1	7.702.701,790	0,004	722.410,925	0,004	702,460	0,008

N/F = não fornecido

Tabela 5 – Projeto 4 (VICO x ETA1)

Estações	N (m)	Sigma (m)	E (m)	Sigma (m)	Altitude Ortométrica(m)	Sigma (m)
VICO	7.702.831,024	0,036	721.802,209	0,036	672,77	N/F
ETA1	7.702.395,891	0,006	722.105,077	0,006	698,678	0,008

N/F = não fornecido

Tabela 6 – Projeto 5 (VICO x DAD1 x BAN1 x MET1 x ETA1) - coordenadas ajustadas

Estações	N (m)	Sigma (m)	E (m)	Sigma (m)	Altitude Ortométrica(m)	Sigma (m)
VICO	7.702.831,024	0,000	721.802,209	0,000	672,770	N/F
DAD1	7.703.051,392	0,002	721.980,189	0,002	682,157	0,002
BAN1	7.703.396,761	0,002	721.693,752	0,002	712,758	0,002
MET1	7.702.701,789	0,002	722.410,925	0,002	702,461	0,002
ETA1	7.702.395,890	0,002	722.105,077	0,002	698,679	0,002

Analisando as coordenadas e suas respectivas precisões dos pontos processados isoladamente e os mesmos processados simultaneamente, percebe-se que não há uma diferença exorbitante ou mesmo significativa do ponto de vista que se queira trabalhar dentro das normas vigentes. Porém observa-se uma ligeira diferença nos valores das coordenadas e uma maior confiabilidade nas precisões em termos quantitativos (precisões das coordenadas ajustadas foram melhores).

Na tabela 7 são apresentadas as diferenças entre as coordenadas obtidas pelos dois métodos de levantamento e as precisões de cada ponto para o método de levantamento por bases isoladas.

$$\Delta N = |N_{SIMULTÂNEO} - N_{ISOLADO}|$$

equação 2

$$\Delta E = |E_{SIMULTÂNEO} - E_{ISOLADO}|$$

equação 3

$$\Delta H = | \text{Altitude Ortométrica}_{\text{SIMULTÂNEO}} - \text{Altitude Ortométrica}_{\text{ISOLADO}} | \quad \text{equação 4}$$

Tabela 7 – Diferenças entre coordenadas obtidas pelo levantamento simultâneo e o levantamento isolado

Estações	ΔN (m)	Sigma (m)	ΔE (m)	Sigma (m)	ΔH (m)	Sigma (m)
VICO	(base fixa)	0,036	(base fixa)	0,036	(base fixa)	N/F
DAD1	0,001	0,002	0,000	0,002	0,000	0,004
BAN1	0,000	0,004	0,001	0,004	0,000	0,008
MET1	0,001	0,004	0,000	0,004	0,001	0,008
ETA1	0,001	0,006	0,000	0,006	0,001	0,008

N/F = não fornecido

A comparação feita anteriormente é baseada nos desvios-padrão obtidos pelos processamentos isolados, visto que é um dos objetivos deste trabalho o questionamento das “precisões dos softwares”. De acordo com a tabela o desvio-padrão de cada ponto (processado por bases isoladas) cobre as diferenças encontradas (em N, E, Altitude ortométrica) entre as coordenadas dos pontos em questão.

Algumas considerações feitas por Hofmann-Wellenhof, B., (1994) são pertinentes ao assunto: a correlação não é modelada corretamente com uma simples linha base, inclusive nos casos de bases simultâneas as correlações são questionáveis; os programas de computação são, sem dúvida, muito mais simples para o processamento de uma simples linha base; no método que se trabalha com bases isoladas (com um vetor GPS) são encontrados mais facilmente deslizamentos de ciclos, que se consertaram no modo de levantamento por rede (bases simultâneas); a implementação econômica da correlação para uma solução de bases simultâneas só trabalha corretamente para redes com o mesmo padrão de observação em cada local de receptor.

6 Considerações Finais

A importância da geodésia, em todos os seus níveis, tem de uma forma geral como objetivo garantir a inequívoca definição da posição espacial de qualquer ponto contido na sua área de abrangência (Machado, 2004).

Trabalhar de maneira que todo projeto terá continuidade e ainda pode ser e/ou conter parte de um outro projeto realizado por outros profissionais é uma tarefa que traz ensinamentos importantes como: conceitos, padronizações, metodologias, medidas precisas e qualitativas, ética e outros.

Ao se estudar a precisão obtida por diferentes métodos de levantamentos, preocupou-se em mostrar os lados existentes e atuantes no ato profissional (de uma das áreas) da Engenharia de Agrimensura.

Levando-se em conta o “procedimento científico”: a qualidade obtida por modelos tradicionais, específicos e aplicáveis ao se tratar de obtenção de coordenadas e precisões, é dada pelo Ajustamento das Observações. Porém ao se querer aplicar este método, surge outros fatores relevantes: os custos. Quando se trata da aplicabilidade usual em se obter resultados (coordenadas e precisões), também se têm a atenção voltada para a qualidade, mas em função da sobrecarga financeira, desconsidera-se o emprego do ajustamento de observações, tomando o resultado obtido do processamento como o sendo verdadeiro.

A comparação feita neste, mostrou que as diferenças entre os resultados obtidos pelo rastreamento e processamento simultâneo (“procedimento científico”) e o rastreamento e processamento isolado (“procedimento usual”) das observações GPS, não são significativas nos termos da variação das coordenadas e suas precisões, atendendo ainda a norma mais atual em vigor (precisão de 50 cm para imóveis rurais). Cabe, ainda, mencionar a necessidade de se realizar este estudo em vetores maiores, ou seja, com grandes distâncias entre as estações, verificando a consistência dos resultados obtidos nos dois métodos.

A questão de se chegar ao valor final das coordenadas pontuais (qual dos métodos apresenta os resultados corretos) é uma escolha do profissional executor, portanto, vale lembrar que ao aplicar o ajustamento trabalhamos com distribuição dos erros, além dos resultados adquiridos serem frutos das observações realizadas, por isso, espera-se que o resultado deste método seja o mais correto.

7 Referências Bibliográficas

Ashtech Solutions. *Guia Prático de Ajustamento de Redes.* Alezi Teodolini, São Paulo (2004). 11 p.

ABNT. *Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006. NBR-13133: Execução de levantamento topográfico – Procedimento.* Rio de Janeiro, 1994.

DeOliveira, M. R.. *Análise comparativa das precisões resultantes nos levantamentos feitos em bases isoladas e bases simultâneas.* . Monografia de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia de Agrimensura) - Universidade Federal de Viçosa. 39 p.

Ferraz, A. S.. *Notas de Aulas.* Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2006.

Gemael, C.. *Introdução ao Ajustamento de Observações: aplicações geodésicas.* Curitiba: Ed. UFPR,1994. Reimpressão 2004. 319 p.

Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenger, H. & Collins, J.. *GPS - Theory and Practice.* Springer – Verlag Wien, Austria, 1992. 355 p.

IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. Especificações e Normas Gerais para Levantamentos GPS: versão preliminar.* <<http://www.concar.ibge.gov.br/>>. Acesso em: Janeiro de 2006. <<http://www.ibge.gov.br/geociencia>>. Acesso em: Fevereiro de 2006.

Machado, W. C.& Monico, J. F. G.. *Controle de Qualidade do Ajustamento Recursivo de Observações GPS em Linhas de Bases Curtas.* FCT Unesp – Campus de Presidente Prudente/SP, 2004.124-140 p.

Monico, J. F. G.. *Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações.* São Paulo: Ed. Unesp, 2000. 287p.

Santana, R. M.. *Avaliação e Análise do Uso do GPS e SIG na Cartografia Geotécnica Digital.* Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 1999. 141 p.

Silva, A. S.. *Notas de Aulas – Geodésia Espacial com ênfase em GPS.* Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2003. 93 p.

Trimble Geomatics Office. *Guia do Usuário do Trimble Geomatics Office.* Edição Internacional (2001). 160 p.