

PPP: uma alternativa rápida, precisa e econômica para o planejamento territorial

P.C.L. Segantine, M. Menzori

Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP

seganta@sc.usp.br

RESUMO

Os últimos anos têm sido marcados pelo fato de que qualquer pessoa possa se localizar em qualquer lugar do planeta com uma precisão jamais imaginada. Assim, quando se requer rapidez e precisão de localização pensa-se, imediatamente, na utilização da geotecnologia de posicionamento por meio do sistema de posicionamento global por satélites artificiais. Entre os sistemas disponíveis pode-se citar o GPS, GLONASS, GALILEO e o COMPASS. Para atender o posicionamento geodésico, normalmente são utilizados dois métodos principais: o posicionamento absoluto (instantâneo), e o relativo. Este é obtido por meio do ajustamento das diferenças de observáveis coletadas em duas ou mais estações. Já o absoluto é um método de posicionamento geodésico mais simples, o qual se baseia na utilização de apenas um receptor para obtenção das coordenadas tridimensionais de uma estação. Sob o ponto de vista geodésico, o método absoluto é menos preciso que o relativo, porém nos últimos anos vários centros de pesquisas investiram na busca de uma solução que o tornasse tão preciso quanto o relativo, surgindo assim o Método de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP). Para tanto, o IBGE investiu durante alguns anos para obter e oferecer o IBGE-PPP (Posicionamento por Ponto Preciso ou Posicionamento Absoluto Preciso), um serviço on-line gratuito para o pós-processamento de dados GPS. Ele permite aos usuários de GPS, obterem coordenadas com boa precisão no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000) e no International Terrestrial Reference Frame (ITRF). O resultado do IBGE-PPP independe de qualquer ajustamento de rede geodésica e não está associado às realizações ou ajustamentos de rede planimétrica. O IBGE-PPP processa dados GPS que foram coletados por receptores de simples ou dupla frequência no modo estático ou cinemático. O serviço de processamento só aceita dados GPS que foram rastreados após 25 de fevereiro de 2005, pois foi quando o SIRGAS2000 foi adotado oficialmente no Brasil. O objetivo deste trabalho é descrever a teoria do posicionamento por ponto com o GPS e apresentar os resultados de um experimento realizado utilizando dados coletados em campo de uma rede de cinco pontos. Os dados foram enviados, via Internet, para o processamento pelo IBGE-PPP e também forma pós-processados e ajustados. Os resultados foram comparados o que demonstrou que a precisão obtida pelo Método PPP atende por completo aplicações que envolvem o Sistema de Informações Geográficas, bem com para o planejamento territorial urbano e rural. A principal vantagem do PPP é a apresentação da alta precisão, como ocorre com o posicionamento relativo, só que com a eliminação do rastreamento simultâneo de dados com outra estação de referência.

1 INTRODUÇÃO

Desde o advento dos sistemas de posicionamentos por satélites artificiais, os levantamentos topográficos que utilizam esta tecnologia têm sido uma atividade cada vez mais popularizada em face das possíveis vantagens concebidas pela precisão, rapidez, versatilidade e economia. É importante ressaltar que os métodos de levantamentos que utilizam dados emitidos por satélites artificiais são muito diferentes, tanto no lado prático quanto teórico, dos métodos usados na Topografia clássica.

No planejamento territorial é comum ouvir-se constantemente a importância de se obter um bom posicionamento para os pontos com o objetivo de se ter uma boa definição espacial de feições e atributos. O termo posicionamento diz respeito à posição de objetos relativos a um dado referencial. Quando o referencial é o centro de massa da Terra (geocentro), diz-se que o posicionamento é *absoluto*. Quando o referencial é um ponto materializado de coordenadas previamente conhecidas, diz-se que o posicionamento é *relativo* ou *diferencial*.

Para aqueles que não são da área de Mensuração, existem alguns conceitos básicos que causam algumas dúvidas quanto aos métodos de posicionamento. A seguir, são descritos de forma resumida alguns conceitos importantes para o entendimento dos métodos de posicionamento com o sistema de posicionamento global por satélites artificiais.

1. **Tempo-real:** as coordenadas da posição do ponto são obtidas no campo no momento da observação quando se passa pelo ponto ou se instala uma antena sobre ele. Estas coordenadas são obtidas a partir do recebimento de correções diferenciais emitidas por uma estação de referência. Estas correções diferenciais podem ser emitidas via *link* de rádio ou por outra forma qualquer de comunicação entre as antenas emisoras e receptoras. Este método de posicionamento está relacionado ao conceito diferencial.
2. **Absoluto ou Instantâneo:** a posição do ponto é obtida pela observação de uma época. O conceito original do sistema GNSS concentrou esforços no sentido de garantir a posição de navegação de um veículo em movimento (isto é, um navio, carro, avião etc.) através da medição de pseudodistâncias.
3. **Pós-processamento:** a posição do ponto é obtida pelo processamento dos dados após a coleta em campo. Normalmente, os dados não são processados no campo e as medições coletadas sobre diferentes pontos são combinadas a partir do uso de um software de processamento. Este método de posicionamento está relacionado ao conceito relativo.

Durante alguns anos os usuários pensaram que o posicionamento absoluto por GNSS proporcionava resultados de baixa precisão e exatidão para as aplicações geodésicas, com tolerância a erros em posição da ordem de decímetros ou centímetros. Entretanto, o desenvolvimento científico ocorrido nas últimas duas décadas alterou essa perspectiva e várias experiências demonstraram que o cenário do passado deve ser esquecido.

Neste trabalho constantemente far-se-á menção à atual tecnologia GNSS composta pelos sistemas americano GPS, o russo GLONASS, os europeus EGNOS e GALILEU e o chinês COMPASS. Porém, em alguns pontos do texto a abordagem será feita somente para o sistema americano GPS, uma vez que este foi o primeiro sistema a ser utilizado por usuários civis de uma forma global livre.

2 MÉTODOS DE POSICIONAMENTOS

A escolha do método de observação nos levantamentos com a tecnologia GNSS depende das necessidades particulares do projeto em questão, especialmente, quanto ao nível de precisão que se deseja obter. Desde que certos cuidados básicos sejam levados em consideração, os levantamentos que utilizam tecnologias espaciais são relativamente simples e produzem bons resultados. Sob o ponto de vista prático, é importante que o usuário conheça os critérios básicos de planejamento, de observações em campo, do processamento dos dados e da análise dos resultados. A fim de complementar as tarefas de preparação de uma sessão de observações, recomenda-se conferir a posição da antena e medir sua altura em relação ao ponto cuja posição se deseja determinar. A seguir serão descritos alguns métodos de posicionamento mais correntes.

2.1 MÉTODO DE POSICIONAMENTO ABSOLUTO (INSTANTÂNEO OU DE NAVEGAÇÃO)

É sempre bom lembrar que o princípio básico do sistema GNSS o qual foi concebido inicialmente para gerar posicionamento para navegação. Este sistema tem na sua essência a idéia de

proporcionar a localização de uma antena receptora de forma absoluta após poucos segundos da ligação do receptor, em relação a um sistema de coordenadas geocêntrico.

O posicionamento absoluto (instantâneo) é obtido a partir do acesso às informações das posições e do sistema de tempo que rege os satélites, no momento da observação. Estas informações são acessadas através dos sinais emitidos pelos satélites, fazendo parte das efemérides transmitidas pelos mesmos.

Este método é normalmente usado na navegação veicular na qual possua uma antena receptora de sinais possa alcançar uma posição com precisão horizontal da ordem de 3-15 metros. Esta precisão é considerada muito baixa para aplicações geodésicas, porém para algumas aplicações em Sistema de Informações Geográficas (SIG) e no planejamento territorial pode ser considerada suficiente.

2.2 MÉTODO DE POSICIONAMENTO POR PONTOS SIMPLES

Este método caracteriza-se pela coleta de dados por apenas uma antena receptora. A precisão do posicionamento é função do tempo de coleta, ou seja, quanto maior for o tempo de coleta, maior será a acurácia do ponto. O receptor capta e registra as informações da onda portadora e do código emitidos pelos satélites e depois os dados podem ser pós-processados considerando a opção de processamento “*single point positioning*”. Vários fabricantes de equipamentos GNSS oferecem esta possibilidade em seus softwares.

A precisão deste tipo de posicionamento (< 1 metro) é degradada pela acurácia dos parâmetros transmitidos nas mensagens de navegação, de erros da medição da pseudodistância, da refração atmosférica e ionosférica, efeitos do multicaminhamento, erros do relógio do receptor, etc. Devido a este fato não se aplica este método de posicionamento em trabalhos geodésicos, porém pode ser utilizado em trabalhos que aplicam a geotecnologia SIG em que não exijam precisões superiores aos possibilitados pelo método.

O posicionamento por pontos simples se utiliza das efemérides transmitidas pelos satélites relativas ao sistema de referência utilizado pelos satélites cujos dados foram coletados, como por exemplo, os satélites da constelação GPS utilizam como sistema de referência o WGS84 (G1150). Quando necessário e possível, pode-se realizar o pós-processamento dos dados utilizando-se as efemérides precisas e as correções para os relógios dos satélites produzidos pelo International GNSS Service (IGS), ambos com precisão centimétrica.

2.3 MÉTODO POSICIONAMENTO RELATIVO

O objetivo do posicionamento relativo é determinar as coordenadas de um ponto desconhecido, com pós-processamento em relação a um ponto de coordenadas conhecidas, ou seja, um vetor entre estes dois pontos. Este vetor é chamado de *linha base* ou simplesmente *base*, devido à sua similaridade com a triangulação clássica de medições de bases geodésicas.

Sob o ponto de vista prático, existem certas condições que devem ser satisfeitas para a realização do trabalho de campo. As antenas do receptor da estação de referência e a do receptor remoto devem captar, simultaneamente, os sinais de um número mínimo de quatro satélites. Quanto maior o número de satélites simultâneos que puderem ser vistos no horizonte das antenas receptoras, maior será a quantidade de dados coletados para a estimativa das coordenadas dos pontos de interesse. No caso de linhas bases longas (superior a 100 km), poderá ocorrer que a antena da estação de referência não consiga captar os mesmos satélites captados pela antena remota.

O *posicionamento relativo estático* pela fase da portadora é o método mais usado, pois atende às necessidades geodésicas. De acordo com a terminologia empregada, o processo é chamado de determinação bases, simples ou múltiplas. O *posicionamento relativo cinemático* envolve uma antena receptora estacionária e outra remota. Os as duas antenas devem captar sinais simultaneamente. Nas Tabelas 1 e 2, podemos observar as precisões possíveis de serem alcançadas pelos métodos estáticos e cinemáticos de levantamentos, aplicando-se a tecnologia GPS.

Tabela 1: Precisões do método estático. (Fonte: SEGANTINE, 2005)

Frequência	Base [km]	Satélites	Tempo de observação [min.]	Precisão [ppm]
Simples	1	4	30	5-10
		5	15	
	5	4	60	5
		5	30	
	10	4	90	4
		5	60	
	30	4	120	3
		5	90	
Dupla (sem-código)	100	5	120	0,1
Dupla (código-P)	50	4	10	1
	100	5	60	0,1
	500	5	120	0,1-0,01

Tabela 2: Precisões do método cinemático. (Fonte: SEGANTINE, 2005)

Frequência	Base [km]	Satélites	Tempo de observação [min]	Precisão [ppm]
Simples	3	5	0,1	10
	3	5	3	3
Dupla (código-P)	100	5	0,1	3

Este método é muito utilizado na implantação de redes geodésicas e de pontos de controle para levantamentos topográficos e cadastrais.

2.4 MÉTODO POSICIONAMENTO DIFERENCIAL

É um método de posicionamento que tem por objetivo a eliminação de erros comuns no conjunto de equipamentos utilizados, localizados numa mesma área, com o intuito de se obter coordenadas com melhores precisões possíveis. Os erros comuns são causados por alguns fatores, tais como: erros dos relógios e a variação na propagação dos sinais nas camadas da atmosfera. Se a antena receptora for colocada numa estação de coordenadas conhecidas (estação de referência), as diferenças entre as coordenadas conhecidas e as coordenadas geradas pelo receptor apresentam-se como *erros*. Estes erros variam, continuamente, ao longo das observações, tornando-se necessário a definição de valores precisos para a estação móvel. Uma maneira de resolver este problema é armazenar os dados dos receptores e realizar as correções, no *pós*-processamento; outra forma é transmitir os dados da estação de referência para a antena remota. Neste caso, os erros são calculados pelo receptor da estação de referência, em tempo-real, definindo assim o método de levantamento *diferencial* que foi idealizado para garantir e aumentar a precisão e a segurança na navegação, principalmente na aproximação de navios para atracarem nos portos.

No método diferencial em tempo-real, uma antena receptora é instalada (fixada) num ponto tomado como referência (de coordenadas conhecidas) e outra antena receptora é instalada sobre o ponto que se deseja conhecer. As coordenadas do ponto de interesse podem ser determinadas através do código e/ou fase da portadora e serem corrigidas a partir de informações emitidas pelo receptor fixo. As correções diferenciais são transmitidas pelo receptor fixo para o receptor móvel através de um "link" de rádio ou outro meio de comunicação. A integridade do sistema vem apresentando uma melhoria em razão da possibilidade de detecção de erros nas efemérides e/ou nos dados de correção dos relógios.

O posicionamento diferencial é muito versátil quando o trabalho requer precisão. A aplicação deste método tem crescido substancialmente em face as precisões alcançadas.

2.5 POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO (PPP)

Este método de posicionamento é muito útil para pontos em regiões remotas ou para novos pontos de uma rede de referência. O método do PPP simplifica os problemas geodésicos uma vez que minimiza a dependência de pontos de redes existentes, antenas de referência, satélite de referência, etc. A análise PPP passa a ser independente de uma rede pré-existente. A solução da determinação

da coordenada do ponto é livre das distorções da rede e tem sido melhorada cada vez mais pela melhoria dos softwares envolvidos no processamento. Devido as suas características de ser um software de processamento por base simples, a desvantagem deste método é que ele não leva em conta a correlação entre as observáveis das estações e considera que as órbitas descritas pelos satélites são precisas, o que não corresponde com a realidade.

Com o intuito de acompanhar a tendência de vários institutos de pesquisas e universidades de vários países, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) disponibiliza o serviço *on-line* denominado de *Posicionamento por Ponto Preciso ou Posicionamento Absoluto Preciso (IBGE-PPP)* para o pós-processamento de dados do Global Navigation Satellite System (GNSS). Este serviço permite aos usuários de receptores de sinais GNSS, obterem coordenadas com uma boa precisão relativas ao Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000) e no International Terrestrial Reference Frame (ITRF). No posicionamento com receptores de sinais GNSS, o termo Posicionamento por Ponto Preciso normalmente refere-se à obtenção da posição de uma estação utilizando as observáveis da fase da onda portadora coletadas por receptores de dupla frequência e em conjunto com os produtos do International GNSS Service (IGS). É interessante salientar que os resultados obtidos pelo IBGE-PPP independem de qualquer ajustamento de rede geodésica e não estão associados às realizações ou ajustamentos de rede planimétrica.

A grande contribuição aos usuários é que o IBGE-PPP processa dados GNSS que foram coletados no modo estático ou cinemático de receptores de uma ou de dupla frequência. Salienta-se que são aceitos somente dados GNSS que foram rastreados após o dia 25 de fevereiro de 2005, pois foi a partir desta data que o sistema SIRGAS2000 foi adotado oficialmente no Brasil. Para utilizar este serviço o usuário deverá utilizar o endereço eletrônico <http://www.ppp.ibge.gov.br/ppp.htm> e o IBGE indica as seguintes informações:

1. Os dados GPS devem estar em formato RINEX ou Hatanaka, preferencialmente comprimidos em WINZIP, GZIP ou TAR-GZIP (o fato do arquivo estar comprimido reduz consideravelmente o tempo de recebimento das informações em nosso sistema). É permitido que haja mais de um arquivo RINEX dentro de um arquivo comprimido, mas os arquivos RINEX ou Hatanaka deverão estar no diretório raiz do arquivo comprimido.
2. Tipo da antena utilizado no levantamento, conforme identificação adotada pelo IGS e o valor da altura da antena em metros referidos ao Plano de Referência da Antena.

Para utilizar este serviço o usuário deve indicar o seu e-mail ao submeter os dados para o processamento e quando este for finalizado, o resultado será enviado ao e-mail indicado. Este serviço de posicionamento utiliza o aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan).

Este método de posicionamento tem demonstrado por meio de diversas experiências que os resultados obtidos podem atender as mais variadas aplicações da área de Geomática. Uma área em particular que vem se beneficiando da melhoria de precisão alcançada são sem sombra de dúvidas as aplicações que envolvem sistema de informações geográficas e o cadastramento e planejamento urbano. É relevante ressaltar que a precisão obtida é diretamente relacionada com o tempo de coleta de dados, ou seja, quanto maior o tempo de coleta maior será a precisão das coordenadas dos pontos de interesse. A Figura 1 ilustra este fato.

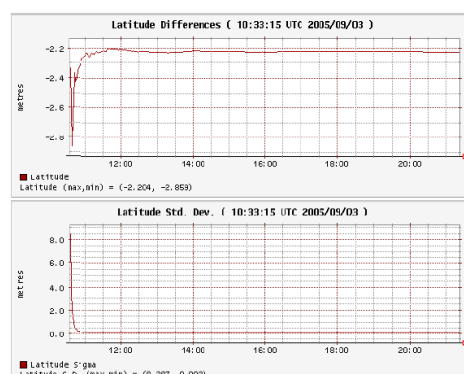


Figura 1: Variação da precisão da latitude e longitude com o tempo de coleta de dados.

3. MATERIAIS E MÉTODO

Os dados que serviram de apoio para este trabalho foram coletados utilizando 2 receptores GNSS da marca LEICA sistema 1200, modelo GNSS1230 GG com antena LEICA X1202GG e um receptor da marca JAVAD GNSS modelo SIGMA com antena modelo Gr Ant – G3T e acessórios tais como tripés, pinos de centragem forçada e trena.

A coleta dos dados da rede GNSS foi realizada utilizando o método estático onde o tempo mínimo de rastreamento foi de quarenta e cinco minutos, considerando a taxa de coleta de 15 segundos e *cutt-off angle* igual a zero graus. Com o objetivo de gerar uma rede com boa rigidez geométrica, todas as estações foram ocupadas por, no mínimo, duas vezes por um período mínimo de uma hora. Além disso, algumas estações ficaram ocupadas por um período superior a uma hora enquanto que fosse possível o deslocamento do conjunto de equipamentos para outra estação de interesse.

4. EXPERIMENTO DE CAMPO

A Tabela 3 apresenta os dias Juliano nos quais foram coletados os dados de campo nos dias do ano de 2009 e 2010.

Tabela 3: Dias utilizados na coleta de dados no campo.

Estações	Dia Juliano						
	202/09	203/09	219/09	247/09	248/09	268/09	91/10
AERO	X	X					
AVER				X	X		X
EBPA			X	X		X	X
EUDX	X		X		X		
FED1			X		X	X	X
IBAT	X	X		X		X	
NSAP			X				
RBB2	X	X	X		X		
UNSP	X				X		
USIN		X		X		X	

Os pontos levantados localizam-se na área dos municípios de São Carlos, Araraquara e Ribeirão Bonito, todos situados no estado de São Paulo (vide Figura 2). A seleção dos pontos levou em consideração que os mesmos deveriam estar em áreas de fácil acesso e proporcionasse alguma segurança durante todo o tempo de coleta. Sendo assim, foram escolhidos locais tais como: caixa d'água do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), torres de comando de usinas de álcool, marco geodésico de aeroporto e marcos de centragem forçada localizados em áreas de universidades.

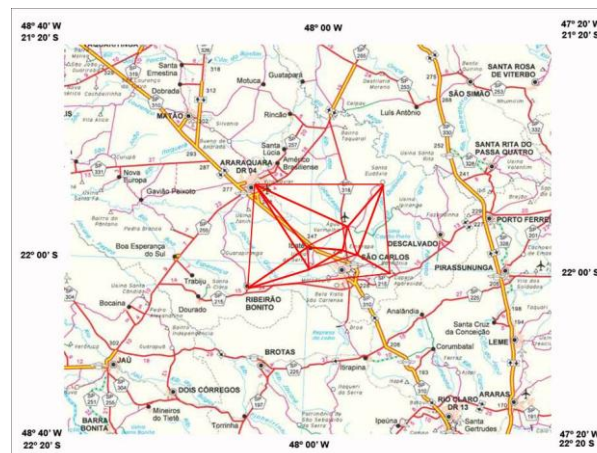


Figura 2: Rede GNSS dos pontos levantados.

O tempo mínimo de coleta de dados foi de uma hora, sendo que alguns pontos permaneceram gravando os dados por várias horas para complementar as sessões de levantamentos. Como pode ser observado na Tabela 3, cada estação contribuiu com dados de no mínimo dois dias de coleta.

5. RESULTADOS DOS PROCESSAMENTOS

Terminada a coleta dos dados em campo, partiu-se para a etapa de processamento dos mesmos. Esta etapa foi dividida em duas: pós-processamento utilizando o software Trimble Geomatics Office versão 1.0.1.73 e o envio dos dados para o site do IBGE para o processamento através do IBGE-PPP.

Para as etapas de pós-processamentos e ajustamento da rede foram consideradas duas estações como referência: UNSP e FED1, respectivamente nos municípios de Araraquara e São Carlos. Apresentam-se na Tabela 4 os resultados obtidos pelo ajustamento da rede:

Tabela 4: Resultado do ajustamento da rede geodésica de pontos obtida pelo pós-processamento.

Estação	Latitude	Erro na latitude	Longitude	Erro na longitude	Altura geométrica	Erro na altura geométrica
AERO	21°48'16.00334"s	0.006m	48°08'24.80661"s	0.005m	688.927m	0.014m
AVER	21°53'51.11091"s	0.006m	47°53'51.63914"s	0.005m	823.428m	0.015m
IBAT	21°57'17.03010"s	0.005m	47°59'56.40834"s	0.005m	835.758m	0.012m
RBB2	22°04'30.17193"s	0.005m	48°10'30.25959"s	0.005m	602.319m	0.013m
UNSP	21°48'55.42562"s	0.009m	48°11'48.92717"s	0.008m	628.550m	0.021m
EUDX	21°45'52.85748"s	0.006m	47°47'42.02982"s	0.006m	646.235m	0.017m
USIN	22°00'40.58197"s	0.005m	47°59'49.29273"s	0.005m	783.416m	0.013m
EBPA	21°58'08.84774"s	0.005m	47°51'29.82037"s	0.005m	883.074m	0.014m
FED1	21°58'54.13134"s	0.005m	47°52'44.31892"s	0.005m	848.941m	0.014m
NSAP	22°01'36.83455"s	0.005m	47°46'48.24677"s	0.005m	871.047m	0.013m

Na Tabela 5 apresentam-se os resultados do processamento realizado pelo IBGE-PPP, considerando apenas os dados coletados durante 1 hora em cada sessão.

Tabela 5: Resultado do processamento do IBGE-PPP.

Estação	Latitude	Erro na latitude	Longitude	Erro na longitude	Altura geométrica	Erro na altura geométrica
AERO	21°48'15.9997"s	0.063m	48°08'24.8103"s	0.194m	688.75m	0.212m
AVER	21°53'51.1078"s	0.041m	47°53'51.6349"s	0.155m	823.02m	0.166m
IBAT	21°57'17.0265"s	0.062m	47°59'56.4136"s	0.065m	835.53m	0.202m
RBB2	22°04'30.1665"s	0.028m	48°10'30.2605"s	0.045m	602.35m	0.123m
UNSP	21°48'55.4229"s	0.029m	48°11'48.9208"s	0.076m	628.25m	0.106m
EUDX	21°45'52.8527"s	0.023m	47°47'42.0301"s	0.117m	646.57m	0.054m
USIN	22°00'40.5777"s	0.029m	47°59'49.2885"s	0.067m	783.20m	0.131m
EBPA	21°58'08.8423"s	0.065m	47°51'29.8221"s	0.069m	883.36m	0.172m
FED1	21°58'54.1261"s	0.021m	47°52'44.3188"s	0.111m	848.91m	0.073m
NSAP	22°01'36.8303"s	0.007m	47°46'48.2475"s	0.021m	871.00m	0.028m

A Tabela 6 apresenta as diferenças de coordenadas geodésicas geradas pela diferença encontradas entre os resultados do pós-processamento e do IBGE-PPP.

Tabela 6: Diferenças de coordenadas entre o IBGE-PPP e o pós-processamento.

	Dif_lat	Dif_log	Dif_h
AERO	0,113	0,114	0,177
AVER	0,096	0,131	0,408
IBAT	0,111	0,163	0,228
RBB2	0,168	0,028	0,031
UNSP	0,084	0,197	0,300
EUDX	0,148	0,009	0,335
USIN	0,132	0,131	0,216
EBPA	0,168	0,053	0,286
FED1	0,162	0,004	0,031
NSAP	0,131	0,023	0,047

Pode-se observar com os resultados que as diferenças entre o método PPP e o pós-processado nas coordenadas de latitude foram em média de 13 cm, na longitude de 9 cm na altura geométrica de 21 cm. Estas diferenças demonstram que, apesar do pouco tempo de coleta, a acurácia obtida com o PPP estimula a sua aplicação em projetos que necessitem posicionar entes e atributos com precisão.

6 CONCLUSÕES

Os serviços *on-line* de pós-processamento de dados GNSS é uma realidade e desde o seu advento na década de 90 vem aumento as instituições, sejam governamentais ou privadas, que oferecem este tipo de serviço. A qualidade e a disponibilidade dos serviços foram fundamentais para o seu crescimento.

As precisões alcançadas com o método PPP têm demonstrado o seu grande potencial para aplicações geodésicas, cadastro urbano e rural, planejamento territorial e em todos os tipos de aplicações que necessitem de localização de pontos com precisão. Destaca-se que a melhoria da precisão está diretamente relacionada com o maior tempo de rastreamento dos dados e a utilização de dados de dupla frequência.

No presente trabalho os dados utilizados foram coletados com receptores de dupla frequência e com registro de dados dos sistemas GPS e GLONASS por um tempo mínimo de uma hora. Os resultados obtidos demonstram que as coordenadas obtidas pelo PPP atendem perfeitamente as necessidades das aplicações em SIG, bem como as do planejamento territorial.

7 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e à Pró-reitoria de Pesquisa da Universidade de São Paulo pela liberação de recursos para compra dos equipamentos utilizados na coleta de dados e para a realização dos trabalhos de campo.

8 BIBLIOGRAFIA

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Site visitado em 3/3/2010.
<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/ppp/default.shtm>

Segantine, Paulo Cesar Lima (2005). *GPS:Sistema de Posicionamento Global*. Editado pela EESC/USP. ISBN 85-85205-62-8, 364 páginas.