

O SUCESSO DE TRÊS ANOS DO SERVIÇO IBGE-PPP The success of three years of service IBGE-PPP

S.M.A. Costa, A.L. da Silva, N. J. M. Júnior, M. A. de Almeida Lima

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, Av. Brasil 15671, CEP: 05424-970, Rio de Janeiro, RJ, Brazil
sonia.alves@ibge.gov.br; alsilva@ibge.gov.br; newton.junior@ibge.gov.br; marco.almeida@ibge.gov.br

Recibido: 20 de agosto de 2012 Aceptado: 24 de noviembre de 2012

Resumo

Até o início de 2009, os profissionais que fazem uso das técnicas de posicionamento por satélites no desenvolvimento de suas atividades necessitavam de um programa de processamento de observações GPS gratuito, que calculasse de forma precisa as coordenadas dos levantamentos realizados. Em abril desse mesmo ano, o IBGE através da Coordenação de Geodésia, disponibilizou o serviço online IBGE-PPP, atendendo essa demanda e se tornando o primeiro país da América Latina a oferecer esse serviço gratuitamente. Em três anos de funcionamento, o IBGE-PPP já atendeu mais de 9.500 usuários, processando 127.352 arquivos de observações GPS. Este trabalho apresenta as principais características do serviço, além de fazer uma avaliação dos processamentos realizados pelos usuários, a precisão obtida nos processamentos, bem como as futuras implementações visando melhores resultados.

Palabras clave: GPS, posicionamento por ponto preciso.

Abstract

Until early 2009, the professionals who make use of satellite positioning techniques in the development of their activities needed a processing program Free GPS observations, which accurately calculate the coordinates of the surveys. In April of that same year, the IBGE through the Coordination of Geodesy, IBGE released the online service-PPP, meeting this demand and becoming the first Latin American country to offer this service for free. In three years of operation, the IBGE-PPP has served more than 9,500 users, processing 127,352 files GPS observations. This paper presents the main features of the service, and make an assessment of the processing performed by users, the accuracy achieved in processing, as well as future implementations to obtain better results.

Keywords: GPS, precise point positioning.

Introdução

Desde janeiro de 1991, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE através da Coordenação de Geodésia -CGED passou a utilizar a tecnologia GPS (*Global Positioning System*) em suas atividades de posicionamento, principalmente na densificação da rede geodésica do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Em 1996, inicia-se a implantação da rede geodésica ativa, a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS - RBMC. O principal ob-

jetivo da RBMC era possibilitar o posicionamento relativo de alta precisão, através da disponibilização dos dados GPS de suas estações. No início de 2005 adota-se oficialmente no Brasil o referencial SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), época 2000.4, e com isso, novas ferramentas e serviços foram disponibilizados aos usuários. Neste mesmo ano, mais de 6000 estações geodésicas receberam coordenadas SIRGAS2000 através do ajustamento global e simultâneo da rede, foi calculado um conjunto de parâmetros de transformação entre os re-

ferenciais SIRGAS2000 e SAD69 (South American Datum 69 - antigo referencial) e um programa de transformação foi disponibilizado na Internet. Os anos subsequentes foram dedicados a modernização e densificação da rede ativa, hoje com 89 estações (Figura 1), sendo que 28 delas operam em tempo real através do serviço RBMC-IP. Em abril de 2009 o serviço online IBGE-PPP (Posicionamento por Ponto Preciso ou Posicionamento Absoluto Preciso) para pós-processamento de dados GPS foi disponibilizado no portal do IBGE. O IBGE-PPP possibilita aos usuários de GPS, obterem coordenadas de boa precisão nos referenciais SIRGAS2000 e no ITRF_{yy} (International Terrestrial Reference Frame). Além disso, ele processa dados GPS que foram coletados no modo estático ou cinemático de receptores de uma ou duas frequências. Entretanto, só são aceitos dados GPS que foram rastreados após 25 de fevereiro de 2005, pois foi quando o SIRGAS2000 foi adotado oficialmente no Brasil.

Nestes três primeiros anos de funcionamento, o serviço IBGE-PPP foi utilizado por mais de 9.500 usuários, totalizando 127.352 processamentos realizados, constatando ser uma grande ferramenta para os usuários de equipamentos GPS, principalmente para aqueles que necessitam de coordenadas referidas ao SGB. Foi com esta credibilidade que em 2010, na reedição das normas técnicas (INCRA, 2010) para georreferenciamento de imóveis rurais, o INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), passou a aceitar os resultados provenientes deste serviço.

Para um melhor entendimento deste trabalho, ele está dividido em 6 partes. A sessão 2 descreve os métodos de posicionamento GNSS (Global Navigation Satellite System) e os aspectos que diferenciam cada método. A sessão 3 descreve as características do serviço IBGE-PPP. A sessão 4 faz uma avaliação sobre o uso deste serviço ao longo dos três anos. As avaliações sobre os resultados produzidos pelo serviço são apresentadas na sessão 5. O resumo e conclusões são apresentados na sessão 6.

Figura 1. Distribuição das estações da RBMC, novembro 2012.



Fuente: RBMC

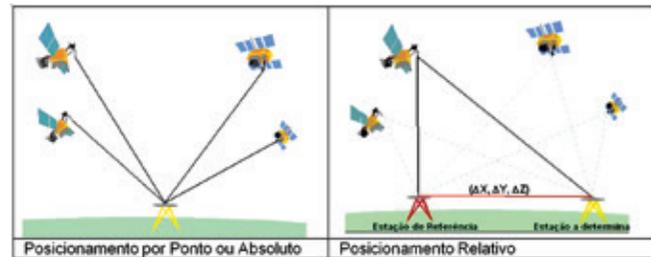
Métodos de posicionamento

Conforme descrito em Galera Monico (2007), “o posicionamento diz respeito à determinação da posição de objetos com relação a um referencial específico”. Deste modo, pode-se classificá-lo como posicionamento absoluto, quando as coordenadas estão associadas diretamente ao geocentro (centro de massa de um referencial tridimensional), ou relativo, quando as coordenadas são determinadas com relação a um referencial materializado através de uma rede composta por estações com coordenadas conhecidas. Entretanto, o objeto em questão pode estar em repouso ou em movimento, o que permite classificá-lo como estático ou cinemático, respectivamente. Além disso, podemos diferenciar a obtenção dos resultados, como pós-processado, quando o resultado é obtido algum tempo depois do levantamento normalmente no escritório, ou em tempo real, quando o resultado é obtido no mesmo instante que se realiza o levantamento. Combinando as diversas classificações abordadas anteriormente, pode-se ter um posicionamento absoluto estático ou cinemático, pós-processado ou em tempo real, bem como um posicionamento relativo estático ou cinemático, pós-processado ou em tempo real. Denomina-se Posicionamento Preciso por Ponto (PPP) quando um posicionamento absoluto é processado com órbitas precisas e correção do relógio dos satélites, com dados da fase da portadora nas duas frequências. Neste caso, os resultados obtidos, as coordenadas do ponto levantado (estático) ou do caminho percorrido (cinemático) estão referidas ao referencial das órbitas.

No posicionamento relativo com GPS, a posição de um ponto é determinada com relação a outro, cuja posição é conhecida. As coordenadas dos pontos conhecidos, ou estação de referência, devem estar em um referencial compatível com o referencial das órbitas usadas no processamento dos dados, como por exemplo, o SIRGAS ou ITRFyy.

Existem outros métodos de posicionamento com GPS, que surgiram com a melhoria da tecnologia de comunicação através da Internet, como por exemplo, o RTK (Real Time Kinematics) ou também aqueles métodos que se baseiam no desenvolvimento de sistemas computacionais que exploram a capacidade do sistema GPS, como por exemplo, o VRS (Virtual Reference Station). Ambos possibilitam alta acurácia (poucos cm ou mm) no posicionamento. Maiores informações sobre os métodos de posicionamento com GPS, podem ser encontrados em Galera Monico (2007).

Figura 2. Métodos de posicionamento.



Fuente: Autores

Características do serviço IBGE-PPP

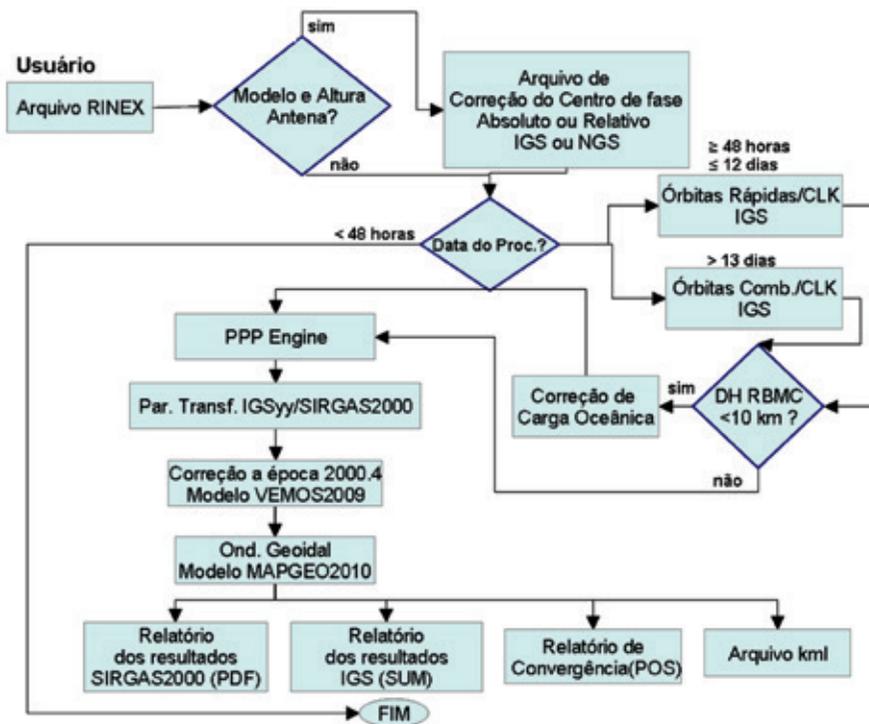
O IBGE-PPP é um serviço online gratuito para o pós-processamento de dados GPS (IBGE, 2010c). Este serviço faz uso do sistema Canadian Spatial Reference System - CSRS-PPP desenvolvido pela Divisão de Geodésia do *Natural Resources of Canada* – NRCAN (CSRS-PPP, 2010a) e foi adaptado para uso no Brasil possibilitando os usuários de GPS obterem coordenadas precisas e referidas ao SIRGAS2000 e ao ITRFyy, tanto na época do levantamento, quanto na data da realização SIRGAS2000, época 2000.4.

O conjunto de informações necessárias na obtenção de coordenadas precisas através do serviço IBGE-PPP são:

- órbitas precisas ou rápidas IGS (International GNSS Service) e respectivos parâmetros de rotação terrestre;
- correções dos atrasos dos relógios dos satélites IGS;
- mapas globais de ionosfera (somente para processamentos com observações de uma frequência, L1);
- e informações das correções do centro de fase (absoluto ou relativo) das antenas dos receptores e satélites.

Todos esses produtos e informações são disponibilizados pelo IGS (IGS, 2012). Além disso, também são utilizadas no processamento correções locais, oriundas da carga oceânica, segundo o modelo FES2004 e modelagem para a determinação do atraso troposférico. Os parâmetros de transformação entre o referencial das órbitas IGS, IGSyy e o SIRGAS2000 são aplicados para se obter coordenadas SIRGAS2000 na época do levantamento. Modelo de Velocidades SIRGAS – VEMOS2009 (SIRGAS, 2012) é aplicado para se obter as coordenadas na época 2000.4 (época SIRGAS2000). O Modelo de Ondulação Geoidal – MAPGEO2010 (IBGE, 2012e) é aplicado para reduzir as altitudes geométricas (referidas ao elipsóide) em ortométricas (referidas ao geóide). A Figura 3 apresenta um fluxograma dos processos envolvidos no serviço IBGE-PPP.

Figura 3. Fluxograma dos processos do serviço IBGE-PPP.



Fuente: Autores

Para fazer uso do serviço IBGE-PPP o usuário precisa fornecer o arquivo de rastreo no formato RINEX, o valor da altura da antena, selecionar o modo do levantamento (estático ou cinemático) e o modelo da antena e inserir o e-mail, conforme apresentado na Figura 4.

As principais funcionalidades do serviço são:

- Processa dados de qualquer tipo de receptor GPS no formato RINEX ou HATANAKA. Entretanto, os dados devem ser preferencialmente comprimidos em WINZIP, GZIP ou TAR-GZIP (o fato do arquivo estar comprimido reduz consideravelmente o tempo de recebimento das informações no sistema).
- Os dados podem estar em qualquer intervalo de coleta;
- Fornece resultados de levantamentos realizados tanto no modo estático quanto no cinemático;
- As coordenadas planimétricas (latitude e longitude) SIRGAS2000 são propagadas para a época 2000.4 através do Modelo VEMOS2009;
- As altitudes ortométricas são obtidas através do Modelo de Ondulação Geoidal – MAPGEO2010.

Figura 4. Tela principal do serviço IBGE-PPP (<http://www.ppp.ibge.gov.br/ppp.htm>).



Fuente: Autores

Em poucos segundos, após pressionar o botão “Processar” o serviço faz uma avaliação dos dados enviados pelo usuário e apresentará uma nova tela informando o caminho onde estará disponível um arquivo compactado com os resultados do processamento. O usuário receberá uma mensagem de advertência, no caso do processamento não ter sido executado devido a algum problema. Dentro do

arquivo comprimido de resultados são encontrados cinco arquivos que possuem as seguintes informações:

Tabla 1.

Extensão	Descrição
PDF	Relatório resumido dos resultados em SIRGAS
SUM	Relatório detalhado do processamento
POS	Coordenadas e outros parâmetros calculados época a época no processamento
KML	Visualização da coordenada com o Google Earth. No caso de um levantamento cinemático será apresentada a trajetória do levantamento, no caso de um levantamento estático será apresentado um ponto, indicando a localização da estação na imagem Google
Leia-me	Informa o conteúdo de cada arquivo

Algumas considerações são importantes para o uso do serviço IBGE-PPP:

- O arquivo comprimido pode possuir mais de um arquivo de observações do mesmo ponto ou de diferentes pontos;
- O tamanho do arquivo compactado não poderá ser maior do que 20Mb;
- Os arquivos de observações GPS só deverão ser submetidos 48 horas após a coleta das observações, visto que, somente após este período as órbitas e outros produtos IGS estarão disponíveis para o processamento.

Avaliação do uso do serviço IBGE-PPP

Durante os três anos do serviço IBGE-PPP na Internet, 127.352 arquivos de observações GPS foram processados, envolvendo mais de 9.500 usuários. Observa-se na Figura 5 que desde o seu lançamento, o número de usuários vem aumentando a cada mês, tornando este serviço uma ferramenta cada vez mais utilizada nas atividades de posicionamento com GPS, as quais necessitam alta precisão, e resultados referidos ao SIRGAS2000. O uso do serviço IBGE-PPP foi intensificado quando a 2ª Edição/revisada da Norma Técnica para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais foi publicada pelo INCRA (INCRA, 2012). Esta norma técnica estabelece as diretrizes e procedimentos aos profissionais de agrimensura que atuam na área de georreferenciamento de imóveis rurais e aceita o uso do serviço IBGE-PPP na determinação das coordenadas dos vértices definidores das propriedades.

A partir dos resultados obtidos nos processamentos, foram realizadas as seguintes análises:

Modo de processamento

Do total de arquivos de observações GPS processados com o IBGE-PPP, apenas **0,8%** foram realizados no modo cinemático, enquanto que **99,2%** optaram pelo processamento no modo estático. Pode-se concluir que apesar do IBGE-PPP oferecer a opção de processamento no modo cinemático, o público-alvo são aqueles que desejam obter coordenadas

Figura 5. Quantitativo mensal de processamentos realizados no serviço IBGE-PPP, de abril de 2009 a outubro de 2012. Observa-se neste gráfico a crescente demanda de dados processados, mês a mês.



Fuente. Autores

pontuais que serão usadas como referências para outros levantamentos, densificando uma determinada região.

Observações processadas

De acordo com o gráfico da Figura 5, 88,8% dos dados processados foram rastreados com receptores de dupla-frequência, também conhecidos como receptores geodésicos, enquanto que 11,2% foram rastreados com receptores de uma frequência (L1), denominados de receptores topográficos. O processamento realizado no IBGE-PPP, elimina os efeitos de primeira ordem da ionosfera e troposfera quando se trabalha com equipamentos de dupla frequência, através da combinação linear das portadoras $L1+L2=L3$ e com a aplicação de modelos matemáticos, obtendo-se assim resultados mais precisos. Entretanto, a precisão não está somente associada ao equipamento utilizado, mas também ao tempo de rastreo das observações, na qualidade dos dados coletados, e na correta informação do modelo de antena utilizado.

Modelo de antena informado pelo usuário

Na determinação das coordenadas de um ponto com GPS, é necessário informar o modelo de antena utilizado no levantamento, para que esta informação possa ser aplicada no processamento das observações. O conhecimento do modelo da antena permitirá ao IBGE-PPP aplicar correções ao centro de fase, uma vez que as observações são referidas ao ponto onde os sinais dos satélites são recebidos pela antena, ou seja, no seu centro de fase. Com essas informações e com o valor correto da altura da antena, é possível calcular as coordenadas no ponto de referência do marco, que pode ser a base de um pilar ou o topo de um dispositivo de centragem forçada. Entretanto, segundo os dados processados com o IBGE-PPP, 42,5% dos resultados foram gerados sem a informação do modelo de antena, ou seja, essas informações não foram inseridas pelo usuário no processamento, ou quando informadas no arquivo RINEX, ela não estava no padrão de identificação adotado pelo IGS. O mesmo não ocorreu para os outros 57,5% dos arquivos processados pelo IBGE-PPP, nos quais foram informados corretamente os modelos de antenas utilizados, e conseqüentemente aplicada às correções das variações do centro de fase da antena.

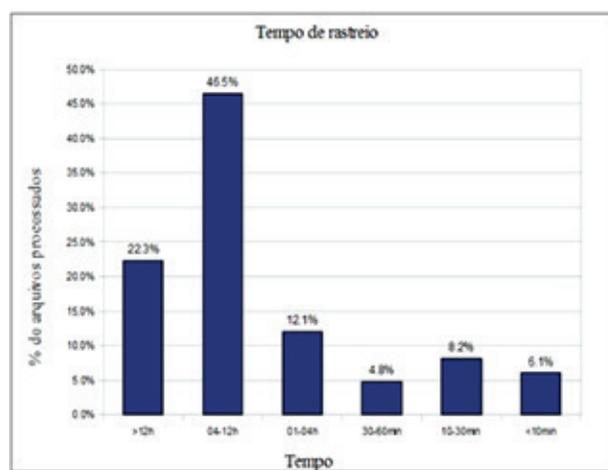
É importante destacar que, se o usuário não fornecer corretamente o modelo da antena utilizado no levantamento,

a precisão das coordenadas não será degradada, porém, ela estará referida a um ponto que não é a referência do marco, podendo essa diferença chegar a 30 cm na altitude, sendo esta a componente mais afetada, dependendo do tipo de antena.

Tempo de rastreo das observações

Assim como o tipo de equipamento utilizado, o tempo de rastreo em um levantamento estático é fundamental para a determinação das coordenadas com precisão em um pós-processamento. De acordo com os dados processados, 46,5% dos arquivos continham observações coletadas com mais de 4 horas de rastreo, conforme apresentado na Figura 6. É interessante notar que em 85,7% dos arquivos processados, as observações foram coletadas com um período superior a 30 minutos. Isso nos permite avaliar que a maioria dos usuários do IBGE-PPP está interessada em determinar coordenadas com precisão.

Figura 6. Tempo de rastreo das observações GPS submetidas ao serviço IBGE-PPP.

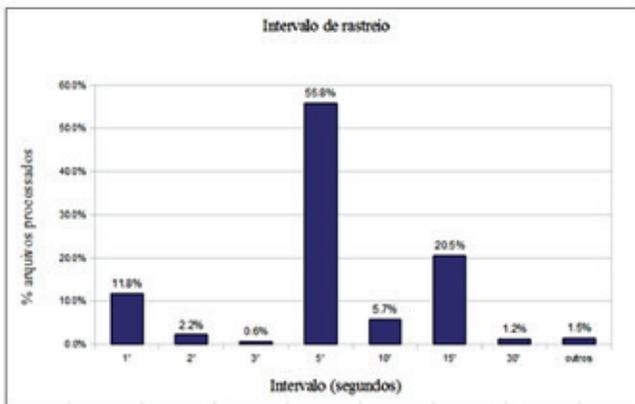


Fuente: Autores

Intervalo de rastreo das observações

O intervalo de gravação das observações coletadas pelo receptor GPS é chamado de intervalo ou taxa de rastreo. Considerando a evolução da tecnologia dos equipamentos GPS, espaço de memória não é mais um fator limitante no rastreo das observações, e, portanto, os levantamentos passaram a ser realizados com intervalos de gravação maiores, como por exemplo, 5 segundos, que foi responsável por 55,8% dos arquivos processados pelo IBGE-PPP conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7. Intervalo de gravação das observações submetidas ao serviço IBGE -PPP.



Fuente: Autores

Espacialização dos processamentos realizados

Por se tratar de um serviço disponível gratuitamente na Internet, sem restrição, bastando apenas que o usuário informe um e-mail válido, o IBGE-PPP pode ser utilizado por qualquer usuário localizado no Brasil, e até mesmo fora das fronteiras brasileiras, desde que possua acesso à Internet; entretanto dependendo da posição calculada, a redução a época SIRGAS2000 ou a altitude ortométrica não serão calculadas e aplicadas nas coordenadas finais.

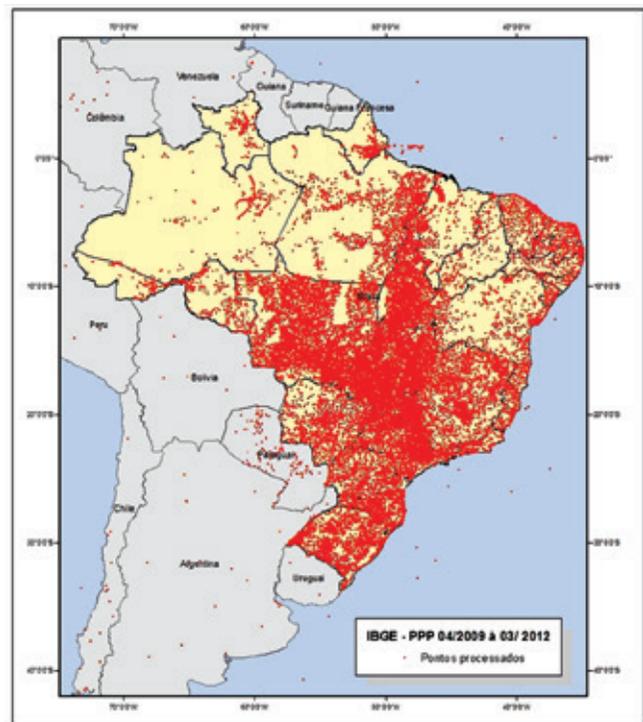
A partir dos dados processados pelo IBGE-PPP nesses três anos de funcionamento, é possível visualizar os locais onde os dados foram coletados. A Figura 8 apresenta uma espacialização das coordenadas processadas, na qual se observa, inclusive, que foram processados dados GPS levantados fora das fronteiras brasileiras. Percebe-se também nesta figura que existe uma grande concentração de levantamentos realizados no centro-oeste brasileiro processados pelo IBGE-PPP, principalmente nos estados de Goiás, Tocantins e Mato Grosso, onde existe uma grande concentração de propriedades rurais e uma carência de referências geodésicas.

Precisão e acurácia dos resultados

A precisão dos resultados obtidos em qualquer processamento de observações GPS melhora à medida que se aumenta o seu tempo de coleta. Sendo assim, a duração de coleta das observações deve ser definida em função da precisão requerida no levantamento. Entretanto, um período mínimo de coleta é necessário para se obter resultados de na precisão requerida. Este período mínimo de coleta depende principalmente do

tipo de equipamento utilizado no levantamento (simples ou dupla frequência) e do método empregado (estático ou cinemático). Outros fatores também influenciam na precisão dos resultados, tais como: a qualidade dos dados, o local a ser medido (multicaminhamento, obstruções e perdas de ciclo) e as condições atmosféricas. Outra informação utilizada na avaliação da qualidade de uma solução GPS é a sua exatidão, ou seja, neste caso, o quanto as coordenadas finais do processamento estão próximas do seu valor real, quando este é conhecido. Recomenda-se aos usuários do IBGE-PPP a realização de testes para avaliar a precisão e exatidão alcançada nos processamentos.

Figura 8. Distribuição dos pontos processados pelo IBGE-PPP.



Fuente: IBGE

Neste trabalho foram avaliadas somente as soluções no modo estático em estações localizadas no Brasil, pertencentes a RBMC. Os dados estão com intervalo de coleta de 15 segundos e os períodos avaliados foram de 2, 4, 12 e 24 horas, nas soluções de dupla e simples frequência. As observações utilizadas estão entre janeiro e julho de 2012.

Avaliando-se a média dos resultados obtidos nos processamentos estáticos GPS em L3 (L1&L2), encontrou-se uma precisão de 5 cm após 2 horas de rastreamento para a componente planimétrica, e 6 cm para a componente altimétrica. Após

4 horas, esta precisão melhora para 2 cm e 4 cm respectivamente. Esta precisão pode ser comprovada através da Figura 9 com o exemplo da estação UFPR, com dados coletados em um período de 24 horas com equipamento de dupla-frequência representado pela curva verde. Observa-se nesta figura que em 4 horas de rastreo a precisão obtida é inferior a 1 cm nas três componentes. A precisão obtida em um processamento estático com equipamento de simples frequência (L1) com aplicação da correção ionosférica através dos Modelos Globais de Ionosfera do IGS (GIM) foi de 30 cm na componente planimétrica, e 60 cm para a altimétrica após 2 horas de coleta de dados. Após 4 horas de rastreo essa precisão melhora para 20 cm e 40 cm respectivamente. Este resultado pode ser verificado na Figura 9 representado através da curva vermelha, onde a precisão de 20 cm é obtida nas três componentes após 6 horas de rastreo.

Para avaliar a acurácia dos resultados do serviço IBGE-PPP foram usados como referência ou valores verdadeiros, aqueles obtidos no processamento da Rede SIRGAS-CON. Deste modo, as coordenadas IGS08, da solução da Rede

SIRGAS-CON, foi comparada com a coordenada obtida no IBGE-PPP, nos mesmos períodos de tempo avaliados anteriormente. Na Figura 10 é apresentada a acurácia de uma solução de dupla-frequência através da curva verde, na qual observa-se que a solução chega com uma diferença em torno de 2 cm do valor verdadeiro das coordenadas após 2 horas de observação. Já na solução de simples frequência a convergência da solução é mais complicada devido a influência das correções atmosféricas que não são precisamente corrigidas, afetando principalmente a qualidade da componente altimétrica. Devido a estas considerações, a acurácia de uma solução de simples frequência pode variar de 30 a 80 cm após 8 horas de observação.

Resumo e conclusões

Nesses três anos de funcionamento, o IBGE-PPP já foi utilizado por mais de 9.500 usuários GPS, o que vem a comprovar ser uma ferramenta importante para os profissionais que realizam levantamentos com GPS e mais recentemente, com a anuência do INCRA este serviço também está sendo utilizado nos trabalhos de regularização fundiária do país.

Figura 9. Gráficos da precisão obtida na estação UFPR, no dia 050 de 2012 em um período de 24 horas, nas três componente, latitude, longitude e altura. A curva em vermelho representa a precisão de uma solução de um equipamento de dupla-frequência e em verde a precisão de uma solução com equipamento de uma frequência.

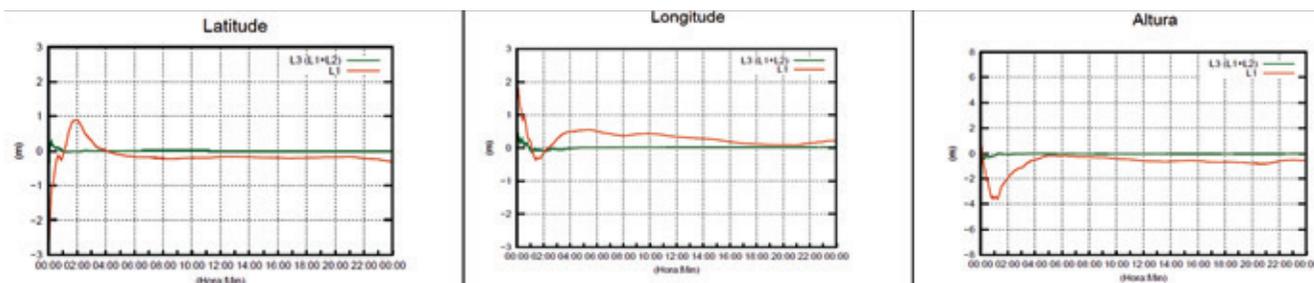
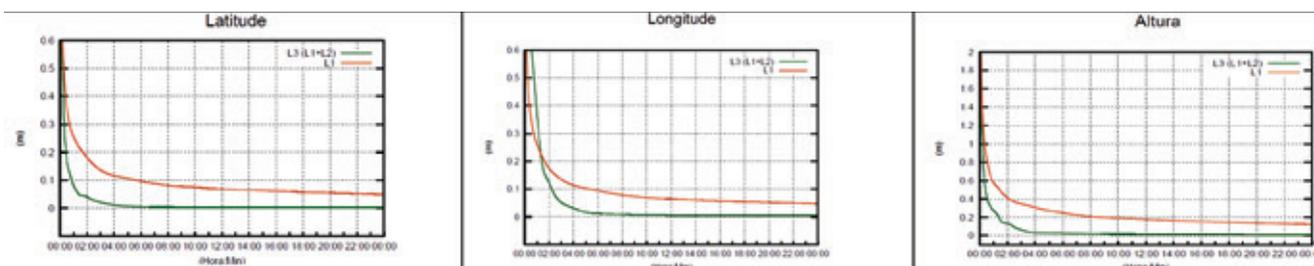


Figura 10. Gráficos da acurácia obtida na estação UFPR, no dia 050 de 2012 em um período de 24 horas, nas três componente, latitude, longitude e altura. A curva em verde representa a acurácia de uma solução de um equipamento de dupla-frequência e em vermelho a acurácia de uma solução com equipamento de uma frequência.



Fuente: Autores.

Ao longo desses anos, novas implementações, atualizações e algumas mudanças foram realizadas para, entre outras coisas, melhorar a precisão das coordenadas determinadas quando se utiliza equipamentos de uma frequência, atualização do modelo de velocidade utilizado para determinar a coordenada para a época 2000.4, disponibilização do resultado do processamento na tela, aumentando assim a acessibilidade aos usuários.

Com os resultados dos processamentos realizados, é possível traçar um perfil da maioria dos usuários do IBGE-PPP, assim como planejar implementações, realizar estudos, e divulgar procedimentos, para que a sua utilização possa se tornar ainda mais eficiente. Um exemplo disso é o alto número de arquivos processados sem considerar o tipo de antena utilizado no processamento. Segundo os resultados apresentados, 42,5% dos arquivos processados não utilizaram modelo de antena, ou não a informaram corretamente, fazendo com que as coordenadas determinadas, apesar de precisas possuam um erro associado a correção do centro de fase da antena que não foi aplicado.

Nos últimos anos o IBGE vem trabalhando com o propósito de fornecer a sociedade o acesso ao novo sistema de referência geodésico oficialmente em uso no Brasil, bem como, acompanhar o estado da arte das tecnologias de posicionamento, visando cumprir a sua missão como gestor do SGB. Atualmente, encontra-se em fase de testes a nova versão 1.05 do programa em uso pelo CSRS-PPP, a qual permitirá dentre outras melhorias:

Utilização de arquivos de correção dos relógios dos satélites disponibilizados pelo IGS com intervalo de 30 segundos ao invés dos arquivos com intervalo de 5 minutos, utilizados atualmente. Essa modificação trará mais vantagens nos processamentos de dados realizados no modo cinemático, assim como nos levantamentos estáticos com pequenos períodos de rastreamento (menores que 1 hora) ou pequenos intervalos de rastreamento, como, por exemplo, 1 e 5 segundos;

O uso das órbitas GNSS do processamento das observações, possibilitando que as observações GLONASS e GPS sejam processadas simultaneamente;

Implementação de gráficos de precisão e exatidão das coordenadas em substituição às tabelas apresentadas nos arquivos PDF;

Gráficos apresentando a precisão do relógio do receptor utilizado no levantamento, entre outros gráficos;

Agradecimentos

Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan) pelo apoio, suporte e disponibilização do programa CSRS-PPP.

Referências

- Drewes and Heidbach (2009).
 CSRS-PPP. (2012). *Canadian Spatial Reference System Online Global GPS Processing Service (CSRS-PPP)*. Disponível em http://www.geod.nrcan.gc.ca/products-produits/ppp_e.php
 Galera, J. F. (2007). *Posicionamento pelo GNSS, Descrição, Fundamentos e aplicações*, 2ª edição, Editora UNESP.
 IBGE (2012a). *Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo*. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/rbmc.shtm>.
 IBGE (2012b). *Projeto Mudança do Referencial Geodésico*. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/noticia_sirgas.shtm.
 IBGE (2012c). *Posicionamento Preciso por Ponto – PPP*. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/ppp/default.shtm>
 IBGE (2012d). *Manual do Usuário, Posicionamento Preciso por Ponto – PPP, março 2009*. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/ppp/manual_ppp.pdf.
 IBGE (2012e). *Modelo de Ondulação Geoidal*. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm.
 IGS (2010). International GNSS Service Tracking Network. Disponível em <http://igs.cb.jpl.nasa.gov/network/netindex.html>
 INCRA (2012). *Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais*, 2ª Edição. Disponível em <http://www.incra.gov.br/index.php/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/certificacao-de-imoveis-rurais>
 ITRF (2010). *The International Terrestrial Reference Frame (ITRF)*. Disponível em http://www.iers.org/IERS/EN/DataProducts/ITRF/itrf.html?__nnn=true.
 SIRGAS (2010). Sistema de Referência Geocêntrico para las Américas – Sirgas. Disponível em <http://www.sirgas.org>.

Altamimi, Z.; Collilieux, X.; Legrand, J.; Garayt, B. and Boucher, C. (2007). ITRF2005: A new release of the International Terrestrial Reference Frame based on time series of station positions and Earth Orientation Parameters, *J. Geophys. Res.*, 112, B09401, doi:10.1029/2007JB004949.

Antex_readme.pdf (2006). *Update of the Satellit. File and the ANTEX (V1.3) Converter, Consideration of Receiver Antenna Radome Codes, Bernese*. Disponible en: ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/TXT/ANTEX_README.pdf.

