

Manual do Usuário
Posicionamento Por Ponto Preciso
Versão: março 2009

Coordenação de Geodésia
Diretoria de Geociências
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

1. Como usar o PPP	3
1.1. Especificações do Serviço.....	3
1.1.1. Descrição.....	3
1.1.2. Arquivos necessários para o processamento.....	3
1.1.3. Aplicabilidade.....	5
1.1.4. Suporte ao Usuário	5
1.2. Processando as observações com o IBGE-PPP.....	6
1.2.1. Informação da Antena	7
1.2.2. Sistema de Referência dos Resultados.....	8
ITRF (IGS00 / IGS05).....	8
SIRGAS2000.....	9
1.3. Descrição dos Resultados	9
1.3.1. Arquivo de extensão PDF	10
1.3.2. Arquivo de extensão SUM.....	11
1.3.3. Arquivo de extensão POS.....	20
1.3.4. Arquivo de extensão KML.....	21
1.4. Precisão Esperada e Validação dos Resultados	21
1.4.1. Precisão Esperada.....	22
1.4.2. Validação dos resultados.....	25
1.4.1. Precisão Esperada	22
1.4.2. Validação dos Resultados	25

1. Como usar o PPP

1.1. Especificações do Serviço

1.1.1. Descrição

O IBGE-PPP (Posicionamento por Ponto Preciso ou Posicionamento Absoluto Preciso) é um serviço on-line gratuito para o pós-processamento de dados GPS (*Global Positioning System*). Ele permite aos usuários de GPS, obterem coordenadas de boa precisão no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000) e no International Terrestrial Reference Frame (ITRF). No posicionamento com GPS, o termo **Posicionamento por Ponto Preciso** normalmente refere-se à obtenção da posição de uma estação utilizando as observáveis fase da onda portadora coletadas por receptores de duas frequências e em conjunto com os produtos do IGS (*International GNSS Service*). O resultado do IBGE-PPP independe de qualquer ajustamento de rede geodésica e não está associado às realizações ou ajustamentos de rede planimétrica. Deste modo, os resultados obtidos através deste serviço terão uma pequena diferença daqueles disponíveis no Banco de Dados Geodésicos – BDG.

O IBGE-PPP processa dados GPS que foram coletados por receptores de uma ou duas frequências no modo estático ou cinemático. Só serão aceitos dados GPS que foram rastreados após 25 de fevereiro de 2005, pois foi quando o SIRGAS2000 foi adotado oficialmente no Brasil.

1.1.2. Arquivos necessários para o processamento

Além do arquivo RINEX que é informado pelo usuário quando submete ao processamento, o serviço IBGE- PPP utiliza outros arquivos necessários para gerar os resultados, tais como órbitas e relógios (satélite), correção do centro de fase das antenas dos satélites e receptores, parâmetros de transformação ITRF/SIRGAS2000, modelo de carga oceânica, modelo de velocidades e o Modelo de Ondulação Geoidal – MAPGEO2004. Prioritariamente, o processamento GPS pelo PPP só é realizado se as órbitas e relógios GPS forem disponibilizados pelo IGS na Internet. Serão usados no processamento os produtos IGS mais precisos disponíveis no momento em que os dados forem submetidos ao PPP, como por exemplo, as órbitas precisas e rápidas são disponibilizadas 13 dias e 2 dias respectivamente, após a data do levantamento, sendo que a primeira é

mais precisa do que a segunda., e portanto, prioritária no processamento. A Tabela 1 apresenta disponibilidade dos tipos de órbitas e relógios GPS que podem ser obtidas no IGS.

Período		Produto IGS		Latência		Intervalo da Solução
De	Para	Órbitas	Relógios / Formato	De	Atraso	
13 Dias GPS anteriores até hoje	Hoje	Final	Final / CLK	Final do Dia GPS atual	13 dias	15 minutos
Início do Dia GPS atual	Final dos Dias GPS atuais	Rápida	Rápida / CLK	Final do Dia GPS atual	17 horas	15 minutos

Tabela 01 – Disponibilidade dos Produtos IGS (fonte: <http://www.igs.org/components/prods.html>)

Para que as observações sejam referenciadas ao Plano de Referência da Antena (ARP em inglês), os arquivos de correção do centro de fase são utilizados pelo PPP no processamento GPS. Para observações realizadas antes da semana GPS 1400 (05/11/2006), o PPP utiliza o arquivo de correção do centro de fase relativo, enquanto que para observações realizadas a partir dessa data, utiliza a correção do centro de fase absoluto para as antenas dos receptores e satélites. Estas correções são disponibilizadas pelo IGS e são constantemente atualizadas quando uma nova antena é inserida. Maiores informações sobre calibração de antenas GNSS podem ser encontradas em: ftp://igscb.jpl.nasa.gov/pub/station/general/antenna_README.pdf e <http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/index.shtml>.

O modelo de carga oceânica FES2004 é usado pelo PPP no processamento das observações GPS. Essas correções de cargas oceânicas serão utilizadas se a estação a ser processada estiver até 10 km de distância de uma estação da RBMC. Maiores informações sobre o modelo de carga oceânica e seu cálculo podem ser encontrados em: <http://www.oso.chalmers.se/~loading/>.

As coordenadas definidas em ITRF, assim como em qualquer outro sistema de referência de concepção global, mudam com o tempo devido ao deslocamento das placas e possivelmente a movimentos intra-placa, e é por esta razão que as suas coordenadas são referidas a uma época específica de tempo. O Modelo de Velocidades SIRGAS - VEMOS, é utilizado para transportar ou reduzir as coordenadas calculadas na data em que os dados foram coletados para época 2000.4, ou seja, época do SIRGAS2000. O VEMOS foi calculado pelo *Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut* – DGFI, o qual usou resultados de diferentes campanhas GPS realizadas em diferentes épocas na América do Sul. Maiores informações sobre o modelo VEMOS podem ser encontradas em: <http://www.sirgas.org/index.php?id=54&L=0>.

Para a transformação das altitudes geométricas (referidas ao elipsóide GRS80 – SIRGAS2000) em altitudes ortométricas (referidas ao geóide), o PPP utiliza o

Modelo de Ondulação Geoidal MAPGEO2004. Maiores informações sobre o Modelo MAPGEO2004 podem ser encontradas em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm.

Informações sobre os parâmetros de transformação adotados pelo PPP serão tratados no item 1.2.2 Sistema de Referência dos Resultados.

1.1.3. Aplicabilidade

Já que o processamento PPP é baseado somente nas órbitas e relógios dos satélites GPS (não havendo a necessidade de uma outra estação GPS coletando dados simultaneamente), ele permite processar observações GPS realizadas em qualquer lugar a qualquer hora do dia. Entretanto, para que as coordenadas sejam determinadas em SIRGAS2000, a estação deverá estar localizada na América do Sul (área de abrangência do modelo VEMOS). A duração da sessão de observação está sujeita as seguintes restrições:

Tempo mínimo de rastreo GPS processado pelo PPP

Não existe tempo mínimo para uma sessão de observação GPS, entretanto, pode existir o risco de que quanto menor for o tempo de rastreo GPS, menor será a precisão determinada pelo processamento PPP, conforme apresentado gráficos 1 e 2. Essa precisão está diretamente relacionada com a resolução das ambigüidades, que por sua vez está diretamente relacionado com o tempo de rastreo, qualidade do rastreo, tipo de equipamento, etc. Para arquivos de rastreo com períodos pequenos observações, as coordenadas serão calculadas usando somente as observações da pseudo-distância (precisão métrica). Para arquivos de rastreo com períodos de observações maiores, é possível resolver as ambigüidades usando-se as observações da fase da portadora, tornando o posicionamento mais preciso (precisão centimétrica).

Tempo máximo de rastreo GPS processado pelo PPP

O limitante para o processamento utilizando o PPP não é o tempo de rastreo GPS, mas sim o tamanho desse arquivo de observação. Arquivos ou conjunto de arquivos GPS maiores que 20 Mb não serão processados pelo PPP. O envio de um arquivo excedendo 20 Mb irá resultar num trabalho mal sucedido.

1.1.4. Suporte ao Usuário

O PPP foi projetado para ser, uma aplicação auto-serviço. Mensagens de erros de um trabalho mal sucedido serão informadas para ajudar aos usuários a resolverem problemas comuns, entretanto as dúvidas ou outros problemas que surgirem podem ser encaminhados para o e-mail ibge@ibge.gov.br. As sugestões dos

usuários para melhorias futuras no serviço PPP são sempre bem-vindas e podem ser enviadas pelo mesmo e-mail informado anteriormente.

1.2. Processando as observações com o IBGE-PPP

Considerando que o usuário já tenha criado um arquivo de observação RINEX de seus dados GPS brutos observados, somente cinco passos serão necessários para o uso do PPP.

1º Passo: Selecionar o arquivo de observação GPS no formato RINEX ou Hatanaka. O arquivo deve ser preferencialmente comprimido em WINZIP, GZIP ou TAR-GZIP, reduzindo consideravelmente o tempo de recebimento das informações no sistema. É permitido que haja mais de um arquivo RINEX ou Hatanaka dentro de um arquivo comprimido, mas os arquivos deverão estar no diretório raiz.

Métodos de Compressão Compatíveis com o PPP

<u>Método</u>	<u>Extensão do Arquivo</u>
gzip	.gz
zip	.zip
compressão unix	.Z
Tarzip	tar.gz

2º Passo: Selecionar o modo de processamento, estático ou cinemático. Somente será permitida a seleção de um item.

3º Passo: Selecionar o tipo da antena conforme nomenclatura adotada pelo IGS. Caso o usuário não saiba o tipo de antena que possui, ele deve consultar o arquivo http://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/general/rcvr_ant.tab para identificar a sua antena. Se a opção “Não alterar RINEX” for a escolhida pelo usuário, o PPP irá usar a identificação da antena encontrada no arquivo RINEX. Caso esta identificação não seja a mesma adotada pelo IGS, o PPP não aplicará a correção de centro de fase da antena do receptor. Isso poderá ocasionar erros nos resultados, principalmente altimétricos que dependendo da antena em que está sendo utilizada, poderá chegar a 50 cm.

4º Passo: Inserir o valor da altura da antena em metros e selecionar a caixa ao lado para que o PPP use o valor informado na tela, caso contrário o

PPP usará o valor encontrado no arquivo RINEX. Este valor deve ser referido ao plano de referência da antena.

Informação Importante: Os valores selecionado e inserido nos passos 3 e 4 serão adotados para todos arquivos RINEX que estejam comprimidos em um único arquivo ZIP.

5º Passo: Inserir o endereço eletrônico para onde serão enviados os resultados do PPP. Os dados só poderão ser submetidos no PPP, 48 horas após o término do rastreamento, caso contrário o usuário receberá uma mensagem de erro, pois não haverá disponibilidade de órbitas para o processamento antes deste período.

1.2.1. Informação da Antena

Para obter as coordenadas precisas de uma estação (marco), deve-se considerar no processamento GPS, a distância vertical entre a referência dessa estação e o plano de referência da antena (ARP), e a distância entre o ARP e o centro de fase da antena (APC). A primeira é medida no campo pelo técnico, e inserida no receptor GPS e/ou no processamento PPP, enquanto que a segunda é obtida diretamente pelo programa PPP através do arquivo de centro de fase das antenas. Estas informações são apresentadas na figura abaixo.

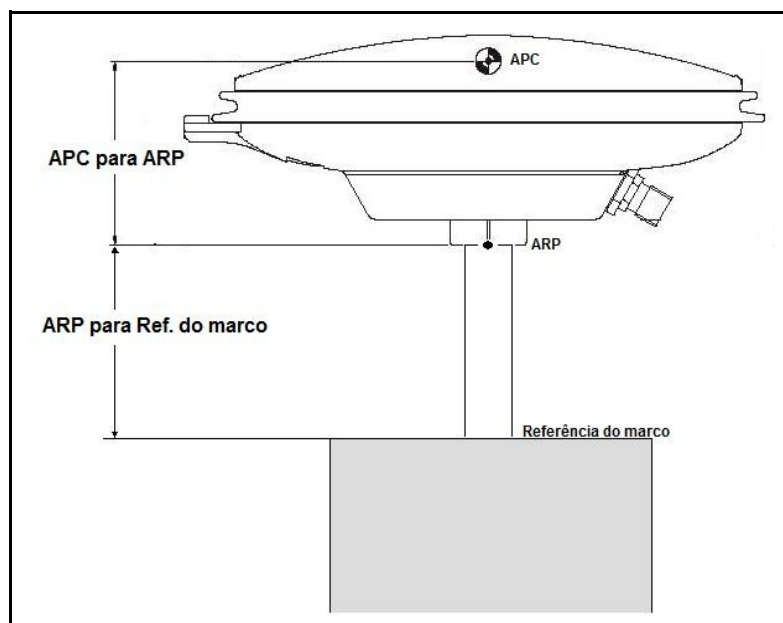


Figura 01 – APC e ARP da antena GPS

¹ Em outras publicações podem ser encontrados os termos ponto de referência da antena ou superfície de referência da antena.

ARP até o Marco (Altura da antena)

A distância vertical entre o ponto de referência do marco e o plano de referência da antena¹ é determinada em função da instalação da antena. Se conhecida, a distância do ARP ao marco em unidades de metro deve ser informada como a componente H, na linha "ANTENA: DELTA H/E/N" do cabeçalho do arquivo RINEX, e/ou no processamento GPS com o PPP. As componentes E e N, mesmo se não forem zero, não são considerados nos cálculos do PPP.

ARP para ACP

A distância entre o plano de referência da antena e o seu centro de fase é dependente da observável (L1 ou L2) e de uma função das características eletrônicas da antena. O PPP usa os valores de calibração do centro de fase da antena publicados pelo IGS e pelo U.S. National Geodetic Survey (NGS). A convenção do IGS para a identificação do modelo da antena é usado para identificar unicamente no registro do cabeçalho "ANT # / TIPO" RINEX o modelo de antena GPS usado na coleta de dados. A mesma identificação do modelo também é usada para recuperar da tabela de calibração da fase da antena os valores apropriados de ARP para ACP. Essa correção só será realizada se o usuário informar corretamente o modelo da antena utilizada no levantamento, de acordo com a lista disponibilizada pelo IGS conforme tópico 1.2.

As distâncias "referência do marco para ARP" e "ARP para APC" usadas nos cálculos do PPP estão incluídas no resumo do relatório de resultados e devem ser verificadas para validar as coordenadas calculadas.

1.2.2. Sistema de Referência dos Resultados

As coordenadas disponibilizadas no cálculo do PPP estão nos sistemas de referência, ITRF – *International Terrestrial Reference Frame* e SIRGAS2000 – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. Ambos referenciais são materializados através de suas redes de referência, mas as soluções fornecidas pelo PPP independe das redes que materializam estes sistemas.

ITRF (IGS00 / IGS05)

O referencial ITRF adotado pelo PPP é o realizado pelo IGS na época para a qual as órbitas IGS foram calculadas. Deve-se mencionar que o IGS utiliza somente dados de estações GPS no cálculo de suas órbitas. Destaca-se ainda que como o PPP só processa dados após o dia 25 de fevereiro de 2005 (data em que o SIRGAS2000 foi adotado oficialmente no Brasil), serão disponibilizadas somente soluções em ITRF(IGb00) e ITRF(IGS05). Os resultados dos dados coletados antes da semana GPS 1400 (05/11/2006) serão estimados em ITRF (IGb00), e

aqueles resultados estimados a partir da semana GPS 1400 estarão em ITRF (IGS05). Como as órbitas IGS são disponibilizadas diariamente, a época das coordenadas ITRF calculadas pelo PPP serão sempre referidas à data dos dados coletados, ou seja, à data do levantamento GPS. Maiores informações sobre ITRF são encontradas em: <http://www.iers.org/iers/products/itrf/>.

SIRGAS2000

Para o desenvolvimento das atividades geodésicas no território nacional conforme os padrões estabelecidos pela tecnologia atualmente disponível, foi estabelecido como novo sistema de referência geodésico para o Sistema Geodésico Brasileiro - SGB e para o Sistema Cartográfico Nacional - SCN o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em sua realização do ano de 2000 (SIRGAS2000), época 2000.4. A Resolução do Presidente do IBGE nº 1 de 25/02/2005, é o documento que oficializa o uso do SIRGAS2000 no Brasil. Este documento pode ser encontrado em: ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/legislacao/RPR_01_25fev2005.pdf. Maiores informações sobre o Sistema SIRGAS2000 são encontradas em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/default_pmrg.shtm?c=12.

O relacionamento entre as duas realizações do ITRF mencionadas anteriormente e o SIRGAS2000 é realizado através de uma transformação de 7 parâmetros (três translações, três rotações e escala) que foram estimadas através de coordenadas de estações GPS permanentes no continente Sul-Americano presentes nestes sistemas. Os valores dos parâmetros de transformação aplicados pelo PPP são apresentados na tabela abaixo.

	T x (cm)	T y (cm)	T z (cm)	Escala (ppb)	Rx (mas)	Ry (mas)	Rz (mas)
ITRF (IGb00)>SIRGAS2000	-0.054	-0.022	-0.027	0.0	0.070	0.020	0.170
ITRF (IGS05)>SIRGAS2000	-0.051	-0.065	-0.099	0.0	0.150	0.020	0.021

Tabela 02 – Parâmetros de transformação utilizados pelo PPP – ITRF X SIRGAS2000

1.3. Descrição dos Resultados

O PPP disponibiliza os resultados através de um link fornecido no serviço de retorno de e-mail do PPP. Neste endereço encontra-se um arquivo compactado no formato ZIP, o qual quando descompactado é criado um diretório com o mesmo nome do arquivo ZIP. Neste diretório são encontrados cinco arquivos, os quais possuem as seguintes informações:

- (1) O arquivo de extensão SUM possui o relatório detalhado do resultado. As informações contidas nesta saída são as informações utilizadas no processamento dos dados, tais como correção do centro de fase da antena, órbitas e parâmetros de orientação terrestre, modelo de carga oceânica, parâmetros de transformação, opções do processamento, observações rejeitadas e coordenadas do processamento (estático).
- (2) O arquivo de extensão POS possui a estimativa das coordenadas época-por-época, ao longo do tempo de rastreamento. Ele é útil para um levantamento realizado no modo cinemático.
- (3) Arquivo KML para ser visualizado no Google Earth. Vale ressaltar, que a posição do ponto apresentado na imagem do Google Earth, pode não coincidir com a sua verdadeira posição, devido à precisão associada à imagem, que em alguns casos pode chegar a dezenas de metros.
- (4) Arquivo Leiname.txt informa o conteúdo de cada arquivo de saída do processamento.
- (5) Arquivo PDF apresenta o relatório resumido do resultado. As principais informações contidas nesta saída são as coordenadas do processamento (estático), desvio padrão das coordenadas (sigma) e ondulação geoidal. Um processamento no modo cinemático não produzirá este arquivo. Este é o principal arquivo de resultados disponibilizado pelo PPP.

Na sessão seguinte são detalhados os resultados do PPP.

1.3.1. Arquivo de extensão PDF

O arquivo de extensão PDF, principal saída do PPP é um relatório resumido sobre o processamento. Ele contém duas sessões. Na primeira sessão são apresentadas as informações mais relevantes utilizadas no processamento, tais como: o identificador da estação, data e hora do início e término dos dados processados, modo de operação (estático ou cinemático), observações encontradas nos dados (código ou código e fase), o modelo da antena segundo identificação adotada pelo IGS, tipo de órbita IGS utilizada no processamento (precisa ou rápida), observável processada (C1&L1 ou L3), intervalo utilizado no processamento, desvio padrão da pseudodistância e portadora em metros, altura da antena em metros e os resíduos da pseudodistância e portadora em metros. Na segunda sessão são apresentadas as coordenadas SIRGAS2000, em duas épocas distintas, ou seja, na época 2000.4 (data de referência do Sistema SIRGAS2000) e na data que foi realizado o levantamento (época tomada no início do rastreamento), assim como o desvio padrão destas coordenadas. Também são apresentadas a ondulação

geoidal e altitude ortométrica obtidos através do modelo geoidal MAPGEO2004.

1.3.2. Arquivo de extensão SUM

O arquivo de extensão SUM é um relatório mais completo sobre o processamento. Ele contém um registro do cabeçalho seguido por três seções. A seção 1 especifica os nomes dos arquivos de ENTRADA, de SAÍDA e INTERNOS usados durante o processamento. A seção 2 fornece os parâmetros do processamento extraídos dos arquivos INTERNOS (mantidos centralmente no site do CSRS-PPP). Este relata os pontos iniciais do Salto de ciclo do filtro (2.1), variação do centro de fase da antena do satélite (APC) (2.2), deslocamento do centro de fase da antena do receptor (APC) (2.3), parâmetros da transformação do referencial materializado entre ITRF (IGb e IGS05) e SIRGAS2000 (2.4), coeficientes de carga oceânica (2.5) e dados meteorológicos de superfície (2.6). A seção 3 apresenta as opções do processamento (3.1), a sessão observada (3.2), a estimativa da coordenada (3.3), diferenças de coordenadas (3.4), a estimativa do relógio do receptor (3.5) e observações com resíduos altos (3.6).

Informações Gerais

As informações gerais contidas no cabeçalho contém o nome do serviço, a versão do programa executável, a data em que o programa foi compilado e a informação de contato.

```
-----  
GPS Posicionamento por Ponto Preciso (IBGE-PPP ver.      1.04/ 246/2007-04-18)  
Inst. Bras. de Geografia e Estatística/Coordenação de Geodésia - IBGE/CGED  
Av. Brasil 15671, Rio de Janeiro - RJ, Brasil  
Fone: 0800-7218181 - Email: ibge@ibge.gov.br  
Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento GPS-PPP  
desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of  
Canada (NRCan) .  
-----
```

SEÇÃO 1 - Sumário dos Arquivos

Na seção 1 são especificados os nomes dos arquivos ENTRADA, SAÍDA e INTERNOS usados durante o processamento.

Os arquivos de ENTRADA incluem as observações RINEX submetidas pelo usuário, às opções de processamento selecionadas on-line, as órbitas e relógios de satélite GPS precisas e o atraso ionosférico (para o processamento de dados com uma frequência).

Os arquivos de SAÍDA, nomeados pela mudança da extensão do arquivo submetido RINEX, fornece o relatório completo do processamento (.sum),

parâmetros estimados para cada época observada (.pos), relatório resumido (.pdf), arquivo Google Earth (.kml).

Os arquivos INTERNOS são armazenados no servidor IBGE-PPP e atualizados pelo administrador do sistema. Esses arquivos contêm a tolerância do filtro para a detecção da perda de ciclo, variação do centro da fase da antena do satélite, variação do centro da fase da antena do receptor GPS, coeficientes de carga oceânica e parâmetros da transformação entre os referenciais materializados do ITRF (IGb00 e IGS05) e SIRGAS2000.

SECAO 1. Sumario dos Arquivos

Conteudo	Arquivos de Entrada
Observacoes	braz1581.06o.proc_ibge
Opcoes de Processamento	ldia_sirg_est.cmd
Orbitas dos satelites	igs13783.sp3
Relogio do satellite	igs13783.clk
Orbitas dos satelites	igs13784.sp3
Relogio do satellite	igs13784.clk
.....	Arquivos de Saida
Relatório do Processamento	braz1581.sum
Parametros estimados	braz1581.pos
Arquivo Google Earth	braz1581.kml
Resumo do Processamento	braz1581.pdf
	Arquivos Internos
Parametros do filtro	gpsppp.flt
Variação do satellite	gpsppp.svb
Variação da Antena	gpsppp.pcv
Carga Oceanica	gpsppp.olc
Transformacao de Coordenada	gpsppp.trf

SEÇÃO 2 – Sumário dos parâmetros do processamento

O sumário do processamento da sessão apresenta os valores que foram utilizados pelo sistema no processamento, sendo eles:

Seção 2.1: Parâmetros de filtragem das observações

As tolerâncias para a portadora *narrowlane* e a variação do código/portadora *widelane* sob o intervalo observado são usadas pelo sistema PPP para detectar a perda de ciclos. As perdas de ciclos são detectadas no processamento código/portadora e durante a filtragem do código da dupla frequência.

SECAO 2. Sumario dos parametros de processamento

2.1 Parametros de filtragem das observações

Multicaminho:	600.0
Narrowlane :	20.0
Widelane :	600.0
P3 filtrado :	NAO
Codigo L1 :	P1 C1
P1-C1 bias :	APLICADO

Seção 2.2: Variação do centro de fase da antena do Satélite

Os valores adotados para a variação do centro de fase da antena do satélite pelo sistema PPP são os mesmos do IGS no cálculo dos seus produtos, como por exemplo, órbita e relógio do GPS. Eles são as componentes do vetor entre o centro de massa do satélite e o centro de fase da combinação da antena L1/L2, no referencial do satélite. Os satélites (PRNs) ativos durante o período de observação são listados sob os cabeçalhos do bloco do satélite (IIR, IIA, II) seguidos pela lista de PRNs inativos.

```
2.2 Variacao do Centro de Fase da Antena do Satellite (CFA) - mm
Centro de massa -> CFA [Coordenadas X,Y,Z com origem no centro de massa
do satellite]
IIR [ 0, 0, 0]
PRNs 02 11 13 14 16 17 18 19 20 21 22 23 28
vCLK 09 10 08 10 10 10 13 11 12 15 14 10 10
IIA [ 279, 0,1023]
PRNs 01 03 04 05 06 07 08 09 10 24 25 26 27 29 30 31
vCLK 25 26 07 03 07 05 24 28 09 23 06 07 28 25 27 09
II [ 279, 0,1023]
PRNs 15
vCLK 21
INATIVO
PRNs 12 32
vCLK 00 00
```

Seção 2.3: Variação do centro de fase da antena do receptor

Os valores da variação do centro de fase da antena estão armazenados em arquivos de calibração atualizados pelo IGS os quais fornecem as componentes (Norte, Este e Altura) do vetor entre o centro de fase da antena L1 e L2 e o plano de referência da antena. Esta variação do centro de fase da antena é dependente do ângulo de elevação e azimute do satélite. Este arquivo apresenta estas correções com incrementos de 5 graus que abrangem o intervalo de 0 a 90 graus na elevação e 0 a 360 graus no azimute. É informado também o modelo da antena segundo identificação adotada pelo IGS.

```

2.3 Variacao do Centro de fase da Antena do Receptor (CFA) - mm
Modelo da Antena      TRM41249.00
CFA [Norte, Este, Cima]      L1 [ 0, 1, 55], L2 [ 0, 0, 57]
***      Domes correspondente nao encontrado - Usando NONE      ***
Variacao do desvio relativo ao angulo de elevacao
AZIM ELV 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0
0 L1 0 0 0 -1 -1 -2 -2 -3 -3 -4 -4 -4 -3 -2 -1 0 1 4 6
360 L1 0 0 0 -1 -1 -2 -2 -3 -3 -4 -4 -4 -3 -2 -1 0 1 4 6
0 L2 0 0 -1 -1 -2 -2 -3 -3 -4 -4 -4 -4 -4 -3 -2 0 2 3 6
360 L2 0 0 -1 -1 -2 -2 -3 -3 -4 -4 -4 -4 -4 -3 -2 0 2 3 6

Desvio da antena em relacao ao angulo nadir (NAD) em graus
BLK NAD 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
1      279.00      0.00      2201.00
3 L1 -1 -1 -1 -1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 -1 -1
3 L2 -1 -1 -1 -1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 -1 -1
2      0.00      0.00      614.00
5 L1 11 10 8 5 1 -4 -8-10-10-10 -7 -4 0 6 12
5 L2 11 10 8 5 1 -4 -8-10-10-10 -7 -4 0 6 12
. . . . . . . . . . . . . . . .
  
```

Seção 2.4: Parâmetros de transformação

Esses parâmetros de transformação são usados para relacionar uma realização do ITRF (IGb00 ou IGS05) na época da observação para o referencial SIRGAS2000. As 3 translações, 3 rotações e fator de escala são armazenadas em um arquivo interno e selecionado de acordo com a realização do ITRF especificado na órbita do IGS.

```

2.4 Parametros de transformacao entre sistemas de referencia
ITRF (IGS05)->SIRGAS2000
Translacoes (Tx,Ty,Tz), Rotacoes (Rx,Ry,Rz), Escala (S)

Tx      Ty      Tz      S      Rx      Ry      Rz
(cm)    (cm)    (cm)    (ppb)  (mas)  (mas)  (mas)
-0.051  -0.065  -0.099  0.000  0.150  0.020  0.021

dTx     dTy     dTz     dS     dRx     dRy     dRz
(cm/y)  (cm/y)  (cm/y)  (ppb/y) (mas/y) (mas/y) (mas/y)
0.000   0.000   0.000   0.000  0.000  0.000  0.000
  
```

Seção 2.5: Coeficientes de carga oceânica

Os coeficientes de carga oceânica são calculados segundo o modelo FES2004. Estes coeficientes são utilizados pelo IBGE-PPP quando a estação a qual os dados forem submetidos estiver até 10 km de distância de uma estação da RBMC, caso contrário nenhuma correção é efetuada.

2.5 Coeficientes de carga oceanica								FOUND
Harmonic	Radial		North-South		East-West			
Term	Frequ.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
	(rad/h)	(deg)	(mm)	(deg)	(mm)	(deg)	(mm)	(deg)
M2	0.5059	124.300	11.5	34.800	1.7	224.600	2.5	202.000
S2	0.5236	360.000	3.9	50.000	0.6	264.900	0.9	222.300
N2	0.4964	349.336	2.6	30.500	0.4	186.500	0.5	194.500
K2	0.5250	200.933	1.0	43.500	0.2	267.100	0.3	215.500
K1	0.2625	190.466	0.6	199.300	0.9	296.900	0.5	217.400
O1	0.2434	293.833	0.8	278.400	0.9	266.500	0.6	158.800
P1	0.2611	169.534	0.2	199.000	0.3	296.800	0.2	216.900
Q1	0.2339	158.870	0.3	268.700	0.2	240.000	0.1	129.100
MF	0.0192	256.633	0.5	188.900	0.1	359.600	0.1	339.000
MM	0.0095	314.963	0.3	185.300	0.1	353.500	0.1	334.300
SSA	0.0014	20.933	0.2	181.300	0.0	357.800	0.0	350.500

Seção 2.6: Dados meteorológicos da superfície

São adotados valores meteorológicos segundo a atmosfera padrão. A pressão é ajustada levando-se em conta a altura da estação elipsoidal. Os dados meteorológicos são usados para o modelamento de atrasos troposféricos, a menos que o atraso troposférico no zenite seja estimado, neste caso é usado somente em uma época inicial como estimado inicialmente.

2.6 Dados meteorológicos da superfície	
Temperatura	(C): 20.00
Pressao	(Mb): 886.62
Humidade Relativa(%)	: 50.00

SEÇÃO 3 - Sumário do Processamento da sessão

Esta seção reporta as opções de processamento selecionadas para esta execução (3.1), a sessão observada informação/estatísticas do usuário (3.2), coordenadas e precisão (3.3), diferenças de coordenadas e erro médio quadrático com respeito ao valor inicialmente calculado (3.4), estimativa do erro do relógio do receptor (3.5) e resíduos da observação (por satélite) (3.6).

Seção 3.1: Opções de Processamento

No processamento GPS utilizando o PPP, há três tipos de entrada de informações: SELECIONADAS PELO USUÁRIO, obtidas do ARQUIVO CABEÇALHO RINEX e PRÉ-DETERMINADOS pela aplicação on-line. Nos dois primeiros casos, as informações dependem do usuário (modo de processamento, antena e receptor utilizado, taxa de rastreo, tipo de observável utilizada). No último caso, as informações são selecionadas automaticamente pelo PPP, em alguns casos dependem da informação fornecida pelo do arquivo RINEX (correção de fase, carga oceânica).

3.1 Opções de processamento		
Modo de Operacao do Usuario	:	ESTATICO
Observacao processada	:	CODIGO&FASE
Frequencia observada	:	L3
Orbitas dos satelites	:	PRECISA
Intervalo de dados do Satellite	:	5-MINUTOS
Modelo de Ionosfera	:	L1&L2
Coordenadas do marco	:	ESTIMADAS
Atraso Troposferico no Zenite (ATZ)	:	ESTIMADAS
Interpolacao do relógio	:	SIM
Parametro de suavizacao	:	NAO
Sistema de Referencia	:	SIRGAS2000
Sistema de Coordenada	:	ELIPSOIDAL
Desvio Padrao da pseudodistancia (m)	:	2.000
Desvio Padrao da portadora (m)	:	0.015
Caminho aleatorio do ATZ (mm/hr)	:	5.000
Distancia Marco->CFA (m)	:	0.008
Angulo de Elevacao (grau)	:	10.000

Opções Selecionadas pelo Usuário

As opções selecionadas pelo usuário determinam se as coordenadas do levantamento GPS serão estimadas independentemente para cada época observada (CINEMÁTICO) ou será tomado um valor único ajustado (ESTÁTICO). Sabendo-se que a série de dados foi coletada no modo estático, o resultado fornece uma melhor precisão, ao permitir uma média das observações sobre o tempo da sessão, e conseqüentemente uma melhor estimativa das coordenadas. As observações realizadas com receptores GPS fixos(estáticos) ou em movimento podem ser processados usando a opção CINEMÁTICO, mas a série de dados coletados com um receptor em movimento NÃO PODE ser processada com a opção ESTÁTICO. A tentativa de fazê-lo resultará na rejeição da maioria das épocas observadas. De outro modo, o processamento de dados coletados com um receptor fixo usando-se a opção CINEMÁTICO pode ser útil para se avaliar a dispersão das posições estimadas em cada época.

Opções preparadas pelo Cabeçalho Rinex

A frequência observada (L1, L1&L2), a altura da antena e o tipo de antena não são realmente opções, mas são assumidas pelo programa quando da leitura do cabeçalho do arquivo RINEX. A observável identificada no cabeçalho RINEX com o título '# / TIPOS DE OBSERV' irá determinar se a série de dados foi obtida com um receptor de simples ou dupla frequência, e afeta uma quantidade de OPÇÕES PRÉ-DETERMINADAS que são dependentes da frequência. O valor da altura da antena, também definido como deslocamento ARP encontrado no registro do cabeçalho RINEX com o título 'ANTENA: DELTA H/E/N' será usado, em conjunto com os deslocamentos do Centro de Fase da Antena (APC) (encontrado em 2.3) para transferir as coordenadas do ponto de observação (APC) para a referência do marco (Fig. 01). Os deslocamentos do centro de fase da antena (APC) (em 2.3) são obtidos do arquivo de calibração da antena usando o identificador do tipo de antena escrito no registro do cabeçalho RINEX com o título 'ANT # /

TIPO', Tanto as informações de altura de antena, como o tipo de receptor, também poderão ser inseridas diretamente no PPP pelo usuário.

Opções Pré-determinadas pela Aplicação

A opção por órbita do satélite é sempre ajustada para PRECISA/RÁPIDA. Se o processamento GPS estiver sendo realizado ao menos 13 dias após o levantamento das observações, a órbita utilizada será a IGS precisa final (PRECISA), antes desse período o PPP utilizará a órbita IGS precisa rápida (RÁPIDA).

O PPP está habilitado a processar dados coletados somente apartir do dia 25/02/2005, sendo assim, só será utilizado arquivos de relógio do satélite com intervalos de 5-MINUTOS.

O sistema de coordenada dos resultados será sempre ELIPSOIDAL.

O tipo de observação processada depende da frequência observada pelo equipamento GPS e armazenado no arquivo RINEX submetido. Teoricamente, a combinação ionosférico-livre e CÓDIGO&FASE devem ser usadas para ambos os processamentos L1 e L1&L2. A solução CÓDIGO&FASE L1 ainda não foi implementada e o processamento L1 é baseado somente nas observações de CÓDIGO. Considerando que a ionosfera causa um atraso nas observações do CÓDIGO L1, um modelo ionosférico é necessário para corrigir as observações. A fonte das correções ionosféricas selecionadas para o processamento L1 são os mapas ionosféricos globais combinados produzidos a intervalos de 2-horas no formato IONEX pelo IGS. O processamento L1&L2 usa a combinação ionosférico-livre L1&L2 e as observações CÓDIGO&FASE e não requer entrada de uma fonte externa de informação ionosférica.

Os atrasos troposféricos que afetam as observações também precisam ser removidos. A abordagem usada para fazê-lo dependerá da frequência observada. Isto é devido a grande diferença em precisão que existe entre as observações CÓDIGO L1 e a combinação CÓDIGO&FASE L1&L2. Enquanto que a combinação CÓDIGO&FASE L1&L2 tem a precisão de milímetros, a observação do CÓDIGO L1 tem precisão de poucos decímetros para receptores GPS, o que é insuficiente para a estimativa do atraso troposférico. Consequentemente, o processamento com o CÓDIGO L1 usa um modelo troposférico em conjunto com a superfície meteorológica padrão, e uma função de mapeamento para corrigir o atraso troposférico ao longo do caminho do sinal GPS. A solução CÓDIGO&FASE L1&L2 estima o atraso total do zenite.

Seção 3.2: Sessão Observada

A sessão observada fornece um resumo geral da quantidade e qualidade das observações processadas.

O primeiro item informa a identificação do marco informado no cabeçalho arquivo RINEX seguido pelo horário início e fim informando a data e o período inicial e final das observações no formato YYYY/MM/DD hh:mm:ss.ss. O intervalo de observação também é definido a partir do arquivo RINEX, e corresponde ao intervalo de rastreamento das observações. O intervalo no processamento se refere ao intervalo de tempo no qual cada coordenada é calculada. Os 4 itens seguintes são as contagens do número total de satélites e épocas processadas seguido pelo número de observações processadas e rejeitadas. Finalmente, os resíduos do código e fase são informados, fornecendo ao usuário uma apreciação da qualidade do equipamento GPS usado para coletar os dados submetidos.

3.2 Sessão Observada

Nome do Marco	:	BRAZ - Brasilia
Início	:	2008/08/17 00:00:15.00
Fim	:	2008/08/17 23:59:45.00
Intervalo de observacao (seg)	:	15.00
Intervalo no processamento (seg)	:	15.00
Numero de epocas processadas	:	5759
Numero de satelites processados	:	30
Numero de observacoes processadas	:	50270
Numero de observacoes rejeitadas	:	8237
Residuos da pseudodistancia	:	0.87
Residuos da fase da portadora	:	1.16

A seção que estima as coordenadas do marco são fornecidas em duas tabelas contendo as coordenadas CARTESIANA (XYZ), ELIPSOIDAL e a precisão estimada nos referenciais materializados SIRGAS2000 e ITRF, além da diferença das coordenadas SIR-ITRF. Essas tabelas são importantes principalmente para observações realizadas no modo ESTÁTICO. Para dados coletados no modo CINEMÁTICO, as coordenadas estimadas são a posição média da trajetória da sessão e o sigma representa a distância média da posição média. As coordenadas apresentadas nesta seção são referidas à data do levantamento.

3.3 Coordenadas Estimadas na data do levantamento

CARTESIANA	SIRGAS2000	ITRF (IGS05)	Sigma (m)	SIR-ITR (m)
X (m)	4115014.0801	4115014.0803	0.0071	-0.0002
Y (m)	-4550641.5885	-4550641.5895	0.0070	0.0010
Z (m)	-1741443.9223	-1741443.9176	0.0030	-0.0047
ELIPSOIDAL				
Latitude (gms)	-15 56 50.9079	-15 56 50.9078	0.0017	-0.0048
Longitude (gms)	-47 52 40.3293	-47 52 40.3293	0.0046	0.0005
Alt. Geo. (m)	1106.0188	1106.0184	0.0092	0.0004

Seção 3.4: Diferenças nas Coordenadas

Na seção 3.4 é apresentada a diferença entre as coordenadas estimadas e as coordenadas inicialmente utilizadas no processamento (*a-priori*) obtidas no arquivo RINEX. São 2 tabelas contendo coordenadas CARTESIANA e ELIPSOIDAL estimadas e *a-priori* com a diferença e o erro médio quadrático (EMQ) das diferenças.

Essas tabelas são importantes principalmente para as observações coletadas no modo ESTÁTICO. No processamento PPP usando o modo ESTÁTICO, a diferença entre as coordenadas estimadas (FINAL) e os valores ENCONTRADOS inicialmente no cabeçalho do arquivo RINEX ou estimada na primeira época usando observações de código, pode ser útil para a validação do PPP usando dados GPS observados em marcos de controle (marcos com coordenadas conhecidas). O EMQ das diferenças não é muito significativo no processamento estático já que o seu cálculo inclui diferenças de posição obtidas antes da convergência da solução. No processamento dos dados estáticos usando o modo CINEMÁTICO, a diferença apresentada é a média das diferenças entre a coordenada estimada e os valores iniciais. Quando as coordenadas conhecidas estão no cabeçalho RINEX, o EMQ fornece uma estimativa da dispersão das coordenadas estimadas durante a sessão, a qual indica a precisão do posicionamento cinemático PPP.

3.4 Diferença de Coordenadas SIRGAS2000

CARTESIANA	ESTIMADO	A-PRIORI	Diferença (m)	EQM (m)
X (m)	4115014.0801	4115014.0910	-0.0109	0.1394
Y (m)	-4550641.5885	-4550641.5872	-0.0013	0.1362
Z (m)	-1741443.9223	-1741443.9267	0.0044	0.0573
ELIPSOIDAL				
Latitude (gms)	-15 56 50.9079	-15 56 50.9080	0.0024	0.0157
Longitude (gms)	-47 52 40.3293	-47 52 40.3290	-0.0090	0.0264
Alt. Geo. (m)	1106.0188	1106.0261	-0.0073	0.2009

Seção 3.5: Estimativa do relógio do receptor

Esta seção fornece a estimativa de fase e deriva do relógio do receptor GPS relativos ao relógio de referência fornecido nas órbitas IGS. As estimativas de precisão obtidas de um ajuste linear para a estimativa da época do relógio também são fornecidos junto com o EMQ dos resíduos do relógio. As estimativas do relógio são de interesse principalmente para os receptores GPS que utilizam relógios atômicos externos.

3.5 Estimativa do relógio do satélite

Epoca de Referência	:	2008/08/17 00:00:00.00	
Fase do relógio (ns)	:	15.51	0.16
Desvio do relógio (ns/dia)	:	-8.27	0.28
EQM dos resíduos (ns)	:		6.00

Sessão 3.6: Resíduos do Satélite

Esta seção fornece um relatório mais detalhado sobre a quantidade e qualidade das observações de forma mais detalhada do que a apresentada na Seção 3.2. Neste relatório são apresentadas informações sobre as observações e estatísticas listadas para cada satélite. Cada linha é iniciada com o número PRN do satélite seguido pelo número de arcos de satélite e épocas processadas. As colunas reportam as rejeições devido a perda de ciclo (SLP), erro do relógio do satélite (CLK), erro da órbita do satélite (EPH), erro do ponto do grid ionosférico (IGP), falha da checagem do residuo (RES) e outliers (OUT). Finalmente, as últimas 4 colunas fornece a média (AVG) e o EMQ dos resíduos do CÓDIGO e da FASE.

3.6 Tabela de Observacoes Rejeitadas														
PRN	AC	#ARC	#OBS	#REJ						RES	CODIGO		FASE	
				TRK	SLP	REL	EFE	IGP	MED		EQM	MED	EQM	
(cm)											ELV	(m)	(m)	(cm)
2	4	2	1332	18	0	0	0	0	0	223	0.18	0.85	-0.08	1.1
3	4	3	1343	164	0	0	0	0	0	167	-0.40	0.91	0.06	0.7
4	4	2	2028	139	0	0	0	0	0	416	-0.08	0.78	0.04	1.0
6	4	1	1396	8	0	0	0	0	0	129	-0.35	0.94	0.04	0.8
7	4	2	1919	2	0	0	0	0	0	152	-0.36	0.92	-0.13	1.8
8	4	2	2047	1	0	0	0	0	0	119	0.11	0.94	0.08	0.7
9	4	1	1386	5	0	0	0	0	0	130	-0.11	0.82	-0.08	0.7
10	4	1	2089	201	0	0	0	0	1	406	-0.01	0.79	0.03	1.8
11	4	2	1375	2	0	0	0	0	10	161	0.02	0.88	-0.01	2.1
12	4	1	1828	0	0	0	0	0	0	171	0.26	0.84	0.08	1.2
13E	4	2	1830	44	0	0	0	0	0	280	0.03	0.87	0.11	1.2
14	4	1	1304	126	0	0	0	0	0	35	-0.06	0.93	0.07	1.0
15E	8	2	1491	3	0	0	0	0	0	721	-0.04	0.70	-0.02	1.0
16	4	2	1981	215	0	0	0	0	0	288	-0.15	0.82	-0.02	1.1
17	4	1	1364	0	0	0	0	0	0	134	0.05	0.82	-0.06	1.2
18	8	1	1386	111	0	0	0	0	0	76	0.21	0.96	-0.03	1.0
19	8	3	1637	4	0	0	0	0	0	472	0.08	0.78	0.01	0.9
20	4	2	1768	39	0	0	0	0	0	136	-0.09	0.85	0.05	1.0
21	4	1	1953	5	0	0	0	0	1	132	0.03	0.91	-0.05	1.0
22	4	1	1676	23	0	0	0	0	0	167	-0.16	0.84	0.06	1.2
23E	4	2	1779	0	0	0	0	0	0	389	0.21	1.00	-0.06	1.1
.				

1.3.3. Arquivo de extensão POS

O arquivo de extensão POS é o mais importante para um processamento no modo CINEMÁTICO, pois apresenta um valor de coordenada a cada intervalo de observação registrado pelo receptor GPS. Ele possui várias colunas dentre as quais destacam-se: O sistema de referência das coordenadas (fornece somente resultados em SIRGAS2000), identificador do marco, ano, mês, dia e época da observação, número de satélites(NSV), precisão da observação (quanto menor o valor melhor é a precisão)(GDOP), desvio padrão das observação de código (SDC), desvio padrão das observações de fase (SDP), diferença (em metros) em latitude entre a época inicial e a época observada

(DLAT), diferença (em metros) em longitude entre a época inicial e a época observada (DLON), diferença (em metros) em altitude entre a época inicial e a época observada (DHGT), erro do relógio do receptor (em nano segundos) (CLK), Correção do atraso troposférico no zênite (em metros), desvio padrão da latitude (em metros) (SLAT), desvio padrão da longitude (em metros) (SLON), desvio padrão da altitude (em metros) (SHGT), desvio padrão do erro do relógio do receptor (SCLK), desvio padrão do atraso troposférico no zênite, latitude (grau, minuto, segundo) $LAT(d) - LAT(m) - LAT(s)$, longitude (grau, minuto, segundo) $LON(d) - LON(m) - LON(s)$.

1.3.4. Arquivo de extensão KML

O arquivo de extensão KML é utilizado para visualização dos resultados no Google Earth. Em um levantamento realizado no modo ESTÁTICO apenas um ponto é apresentado na imagem do Google, e em um levantamento realizado no modo CINEMÁTICO é apresentado o trajeto do levantamento. O mais importante para um processamento no modo CINEMÁTICO. Vale ressaltar, que a posição do ponto apresentado na imagem do Google Earth, pode não coincidir com a sua verdadeira posição, devido à precisão associada à imagem, que em alguns casos pode chegar a dezenas de metros.

1.4. Precisão Esperada e Validação dos Resultados

Uma forma de avaliar a qualidade das coordenadas determinadas com o PPP é verificar o sigma apresentado na seção 3.3 do arquivo SUM, para as componentes; latitude, longitude e altitude. A outra forma é avaliar a diferença entre as coordenadas determinadas pelo PPP, com as coordenadas conhecidas em um marco de referência.

Quando qualquer tipo de observação é realizada, faz-se importante quantificar a sua qualidade. Por exemplo, se uma coordenada foi determinada por GPS é necessário quantificar o seu grau de certeza. Vários termos são usados para quantificar as precisões das observações, sendo os termos mais comuns a precisão e acurácia. A acurácia se refere à proximidade de uma estimativa, ou observação está do seu valor verdadeiro, mas desconhecido, estando vinculada aos erros aleatórios e grosseiros. Enquanto a precisão se refere à proximidade de uma estimativa, ou observação está da sua média, estando vinculada aos erros aleatórios. O desvio padrão, representado pelo símbolo σ , é usado para quantificar a dispersão em torno da média das observações. Ele é a medida de precisão mais utilizada, mas devido ao grande número de observações em um sistema de equações de uma solução GPS ele se torna um indicador muito otimista. A precisão absoluta é a proximidade da coordenada de uma estação com relação ao seu referencial, e a precisão relativa é um indicador da

qualidade na medida entre dois pontos, que no caso poderão ser as linhas de base GPS observadas através do posicionamento relativo.

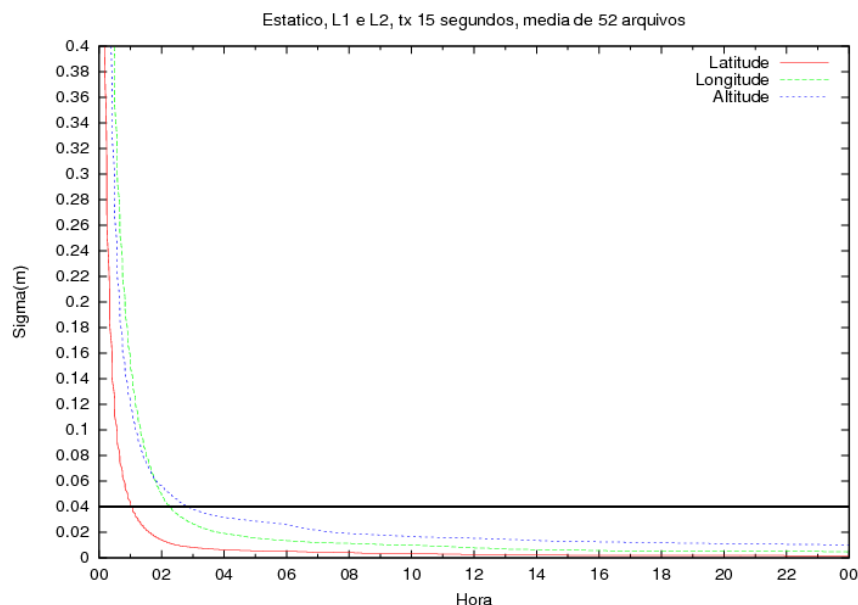
A acurácia, ou certeza de uma solução, pode ser quantificada por múltiplos do desvio padrão ou por uma determinada função de probabilidade de distribuição das observações. A função de probabilidade de distribuição normal fornece o relacionamento entre os dois (observações e modelo matemático de distribuição), como por exemplo, uma observação qualquer dentro de um conjunto tem 95,45% de probabilidade de estar contida em $\pm 2\sigma$ da média.

1.4.1. Precisão Esperada

Ao processar os dados GPS utilizando o PPP, uma ou um conjunto de coordenadas serão estimados, caso o modo de processamento selecionado for Estático ou Cinemático respectivamente. Associado a cada uma dessas coordenadas, estará uma precisão estimada. Essa precisão será influenciada principalmente pelo tipo de observável utilizada (código ou fase), pelo modo de processamento (estático ou cinemático), e pelo tempo da sessão de observação GPS realizado no levantamento. Essa precisão fornece um indicativo da qualidade das coordenadas determinadas no processamento com o PPP.

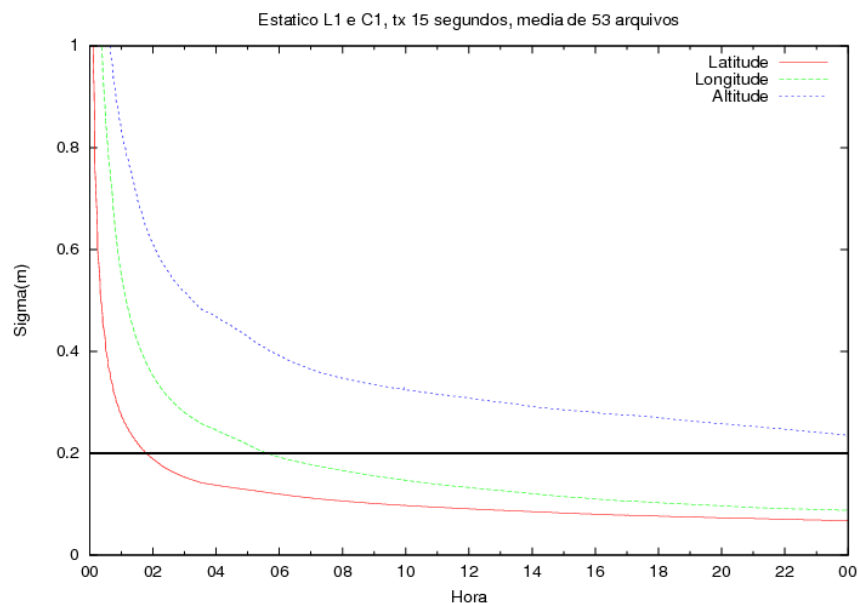
Os resultados apresentados nos gráficos 1 e 2 indicam a variação desvios padrão em latitude, longitude e altitude em relação ao tempo. Estes gráficos expressam a precisão esperada em posicionamentos estático com o PPP em um período de 24 horas, usando observações GPS de dupla-frequência (gráfico 1) e de uma frequência (gráfico 2).

Gráfico1 – Variação dos desvios padrão obtidos no processamento estático em L1&L2 numa sessão de 24 horas.



As precisões planimétrica e altimétrica obtidas nos resultados de receptores de dupla frequência após 2 horas de rastreamento são aproximadamente 4 cm e 6 cm respectivamente, e após 6 horas de rastreamento esta precisão estabiliza em aproximadamente 2 cm e 4 cm respectivamente, o que vem a comprovar a boa qualidade dos resultados.

Gráfico 2 - variação dos desvios padrão obtidos no processamento estático do em C1&L1 numa sessão de 24 horas.



As precisões planimétrica e altimétrica obtidas nos resultados de receptores de uma frequência após de 2 horas de rastreo são de 30 cm e 70 cm respectivamente, e após 6 horas de rastreo esta precisão chega a aproximadamente 15 cm e 40 cm. com uma pequena melhoria após 12 horas de rastreo.

Os gráficos 3 e 4 apresentam as precisões obtidas em um levantamento estático usando a opção cinemático (posição estimada independentemente a cada época da observação), usando observações GPS de dupla-frequência (gráfico 3) e de uma frequência (gráfico 4). Como tal representa o melhor cenário não considerando alguns dos efeitos do mundo real das observações coletadas de um receptor em movimento. A estimativa da ambiguidade da fase da portadora é o fator principal que afeta a convergência na precisão dos gráficos. Quanto maior for o número de ambigüidades resolvidas, melhor será a precisão obtida nos resultados das observações da fase da portadora.

Gráfico 3 – Precisões horizontal e vertical de um levantamento estático obtidas no processamento realizado na opção cinemático em L1&L2.

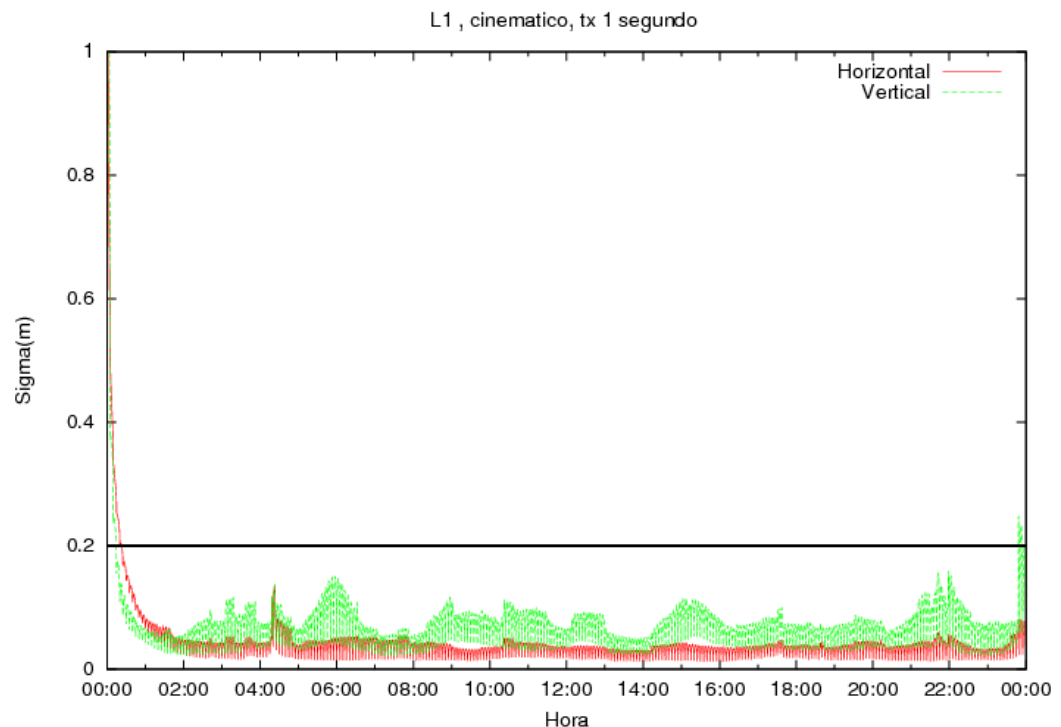
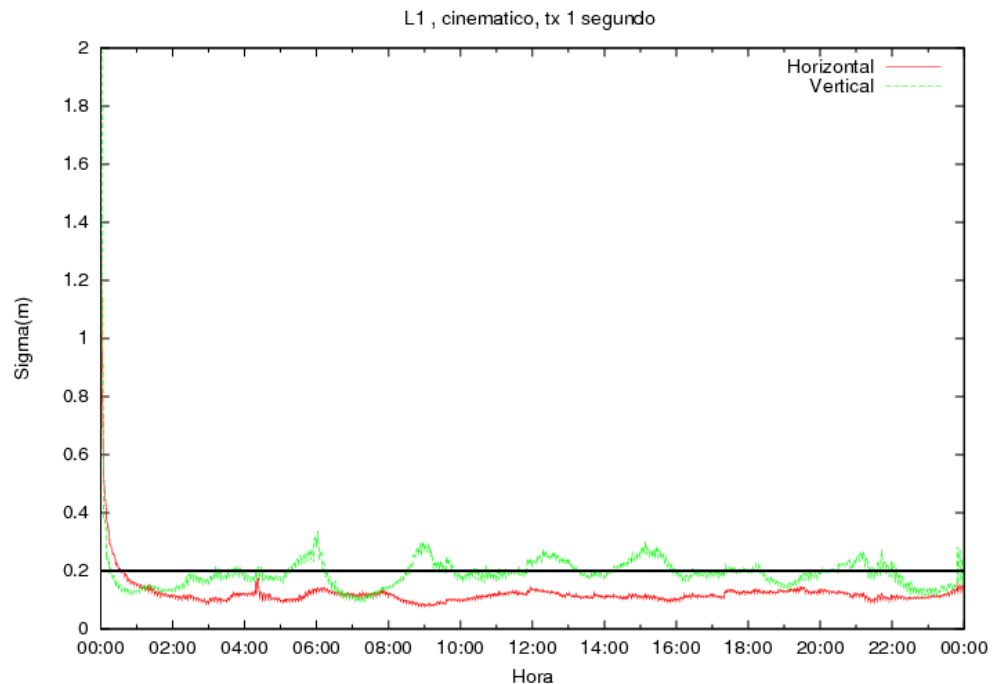


Gráfico 4 - Precisões horizontal e vertical de um levantamento estático obtidas no processamento realizado na opção cinemático em C1&L1.



1.4.2. Validação dos resultados

Um método de validação usualmente adotado para aferir um equipamento, procedimentos de campo e programa de processamento, é a realização de levantamentos em marcos geodésicos onde as coordenadas geodésicas são conhecidas com precisão, como por exemplo, linhas de base calibradas muito utilizadas para a aferição de equipamentos.

Os gráficos 5 e 6 apresentam as diferenças entre as coordenadas da estação BRAZ da RBMC e as soluções obtidas no PPP durante um período de 24 horas de rastreo com observações L1&L2 e C1&L1, respectivamente. Observa-se que as diferenças encontradas usando as observáveis L1&L2 variam entre 2 a 4 cm após 10 horas de rastreo, permanecendo nestes valores até completar 24 horas. As diferenças encontradas usando as observáveis C1&L1 variam entre 0,5 a 2,5 metros após 10 horas de rastreo, permanecendo nestes valores até completar 24 horas.

Gráfico 5 – Diferenças de coordenadas entre a solução PPP e Banco de Dados Geodésicos obtidas na estação BRAZ da RBMC, durante um período de rastreo de 24 horas usando as observáveis L1&L2.

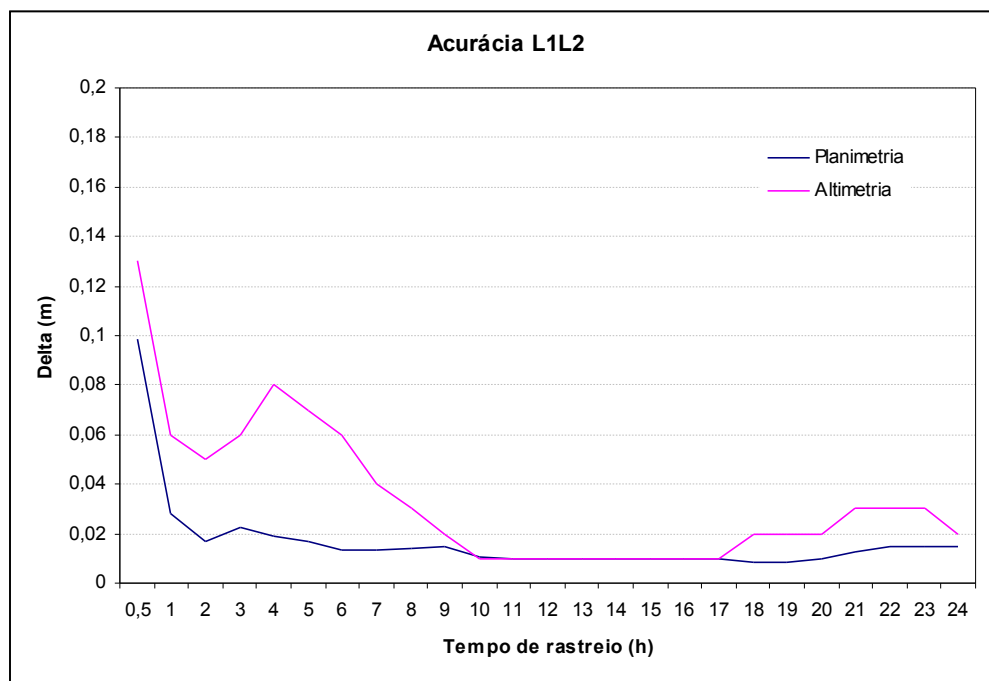


Gráfico 6 - Diferenças de coordenadas entre a solução PPP e Banco de Dados Geodésicos obtidas na estação BRAZ da RBMC, durante um período de rastreo de 24 horas usando as observáveis C1&L1.

