

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA LATITUDE EM COORDENADAS GEODÉSICAS OBTIDA POR POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO - PPP/IBGE

Data de submissão: 06/01/2023

Data de aceite: 01/03/2023

Uemerson Soares de Andrade

Universidade Federal do Pampa,
UNIPAMPA
Catu - BA

<http://lattes.cnpq.br/1523832538377629>

Marcelo Jorge de Oliveira

Orientador Prof. Me.

Docente, Universidade Federal do Pampa,
UNIPAMPA
Itaqui - RS

<http://lattes.cnpq.br/0142593123723635>

RESUMO: Com a modernização dos Sistemas de Navegação Global por Satélites (GNSS), existem um conjunto de sistemas de posicionamento global vasto em operação, tais como GPS (Global Positioning System), GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System), Galileo (sistema de navegação por satélite da União Europeia) e mais recentemente o Beidou/Compass (é o sistema chinês de posicionamento global por satélite) que geram arquivos de observações GNSS. O serviço de PPP (posicionamento por ponto preciso) consiste no envio dos arquivos com as observações GNSS no formato RINEX para um servidor do IBGE onde os

dados são processados e posteriormente disponibilizados para o usuário, vale lembrar que o método do PPP não é tão preciso quanto o posicionamento relativo estático. O presente projeto tem como objetivo analisar a influência da precisão e acurácia das coordenadas obtidas pelo método PPP/IBGE conforme vai de afastando da linha do equador. Nesse estudo foram utilizados um conjunto de dados coletados, através do site do IBGE, departamento de Geociências, sobre o posicionamento geodésico da rede brasileira de monitoramento contínuo dos sistemas GNSS – RBMC, dados que a partir dele desenvolveu-se uma tabela contendo as informações sobre a descrição das RBMC's e seus respectivos códigos, incluindo as suas coordenadas homologadas pelo IBGE. Portanto as coordenadas calculadas pelo método PPP demonstraram na prática boa acurácia em todo o território de estudo com erro baixo.

PALAVRAS-CHAVE: PPP, GNSS, IBGE.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF LATITUDE ON GEODETIC COORDINATES OBTAINED BY PRECISE POINT POSITIONING - PPP/IBGE

ABSTRACT: With the modernization of Global Navigation Satellite Systems (GNSS), there is a vast set of global positioning systems in operation, such as GPS (Global Positioning System), GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System), Galileo (Global Navigation System), European Union satellite) and more recently Beidou/Compass (the Chinese global satellite positioning system) that generate GNSS observation files. The PPP (Precise Point Positioning) service consists of sending files with GNSS observations in RINEX format to an IBGE server where the data is processed and subsequently made available to the user, it is worth remembering that the PPP method is not as accurate as well as static relative positioning. This project aims to analyze the influence of the precision and accuracy of the coordinates obtained by the PPP/IBGE method as it moves away from the equator. In this study, a set of data collected through the IBGE website, Department of Geosciences, on the geodetic positioning of the Brazilian network of continuous monitoring of GNSS systems - RBMC were used, data from which a table was developed containing information about the description of the RBMC's and their respective codes, including their coordinates approved by IBGE. Carrying the coordinates calculated by the PPP method demonstrated in practice good accuracy throughout the study territory with low error.

KEYWORDS: PPP, GNSS, IBGE.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, com a modernização dos Sistemas de Navegação Global por Satélites (GNSS) existem um conjunto de sistemas de posicionamento global vasto em operação, o primeiro sistema a se destacar foi o norte americano GPS (Global Positioning System), em seguida o GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System), Galileo (sistema de navegação por satélite da União Europeia) e mais recentemente o Beidou/Compass (é o sistema chinês de posicionamento global por satélite).

O serviço de PPP (posicionamento por ponto preciso) consiste no envia pelo usuário os arquivos com as observações GNSS no formato RINEX para um servidor do IBGE onde os dados são processados e posteriormente disponibilizados para o usuário em um arquivo de relatório detalhado contendo as suas respectivas coordenadas com suas precisões no Sistema Geodésico de Referência oficial do País SIRGAS2000.

O posicionamento por ponto preciso (PPP) pode ser aplicado em uma diversidade de atividades geodésicas. Assim essa disponibilidade acarretou em um aumento significativo no número de usuários para este tipo de serviço, pois esse serviço possui vantagens tais como o uso de apenas um receptor, não tendo a necessidade de adquirir um software de processamento, basta somente submeter o arquivo de observação GNSS no formato RINEX ao IBGE, que o serviço IBGE-PPP gerar os resultados assim facilitando o serviço, porem o método do PPP não e tão preciso quanto o posicionamento relativo estático.

2 | OBJETIVOS

O presente projeto tem como objetivo selecionar três épocas distintas do mês para a aquisição de dados de rastreamento e verificar a precisão e acurácia das coordenadas obtidas pelo método PPP conforme vai de afastando da linha do equador.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse estudo foram utilizados um conjunto de dados coletados, através do site do IBGE, departamento de Geociências, sobre o posicionamento geodésico da rede brasileira de monitoramento contínuo dos sistemas GNSS - RBMC, em 3 datas distintas 01/06/2022, 15/06/2022 e 30/06/2022 para cada estação, sendo utilizadas 05 estações RBMC ativas do IBGE, Boa Vista (RR) – BOAV, Macapá (AP) – APMA, Salvador (BA) – SSA1, Curitiba (PR) – UFPR e Capão do Leão (RS) – RSPE, sendo Boa Vista no extremo norte do país localizada acima da Linha do Equador, Macapá na linha do equador, Capão no extremo sul do país, Salvador e Curitiba mais ao meio do país, para ter uma distribuição ao longo do país começando acima da linha do equador e descendo.

4 | RESULTADOS

Com os arquivos de dados das 05 estações RBMC coletados foram submetidos os arquivos para o processamento no site do IBGE através do serviço IBGE-PPP - Serviço online para pós-processamento de dados GNSS, para a verificação da acurácia destes dados obtidos. Desenvolveu-se uma tabela contendo as informações sobre a descrição das RBMC's e seus respectivos códigos, incluindo as suas coordenadas homologadas do IBGE, em três períodos diferentes, dia 1 de junho, 15 de junho e 30 de junho como coordenadas dadas como certas, conforme tabela 01.

RBMC			
Boa vista	01/06/22	15/06/22	30/06/22
Latitude	02° 50' 42,65645"	02° 50' 42,65645"	02° 50' 42,65645"
Longitude	- 60° 42' 4,01375"	- 60° 42' 4,01375"	- 60° 42' 4,01375"
Capão	01/06/22	15/06/22	30/06/22
Latitude	- 31° 48' 8,81800"	- 31° 48' 8,81800"	- 31° 48' 8,81800"
Longitude	- 52° 25' 3,46276"	- 52° 25' 3,46276"	- 52° 25' 3,46276"
Curitiba	01/06/22	15/06/22	30/06/22
Latitude	- 25° 26' 54,12695"	- 25° 26' 54,12695"	- 25° 26' 54,12695"
Longitude	- 49° 13' 51,43717"	- 49° 13' 51,43717"	- 49° 13' 51,43717"
Macapá	01/06/22	15/06/22	30/06/22
Latitude	00° 02' 49,32623"	00° 02' 49,32623"	00° 02' 49,32623"

Longitude	- 51° 05' 49,68963"	- 51° 05' 49,68963"	- 51° 05' 49,68963"
Salvador	01/06/22	15/06/22	30/06/22
Latitude	- 12° 58' 30,56969"	- 12° 58' 30,56969"	- 12° 58' 30,56969"
Longitude	- 38° 30' 59,34470"	- 38° 30' 59,34470"	- 38° 30' 59,34470"

Tabela 01 – Coordenadas homologadas das RBMC's do IBGE

Fonte: Autor, 2023.

Após baixar os dados dos períodos citados na tabela 01, foram processados os pontos das RBMC's pelo método PPP pelo site do IBGE, gerando 30 dados "latitude e longitude" de 15 coordenadas, dos períodos 1 de junho, 15 de junho e 30 de junho de cada RBMC, conforme tabela 02.

PPP		
Boa vista	Latitude	Longitude
01/06/22	02° 50' 42,6568"	- 60° 42' 4,0143"
15/06/22	02° 50' 42,6569"	- 60° 42' 4,0142"
30/06/22	02° 50' 42,6569"	- 60° 42' 4,0143"
Macapá	Latitude	Longitude
01/06/22	00° 02' 49,3258"	- 51° 05' 49,6900"
15/06/22	00° 02' 49,3257"	- 51° 05' 49,6899"
30/06/22	00° 02' 49,3259"	- 51° 05' 49,6900"
Salvador	Latitude	Longitude
01/06/22	- 12° 58' 30,5691"	- 38° 30' 59,3461"
15/06/22	- 12° 58' 30,5691"	- 38° 30' 59,3458"
30/06/22	- 12° 58' 30,5690"	- 38° 30' 59,3459"
Curitiba	Latitude	Longitude
01/06/22	- 25° 26' 54,1266"	- 49° 13' 51,4381"
15/06/22	- 25° 26' 54,1266"	- 49° 13' 51,4383"
30/06/22	- 25° 26' 54,1265"	- 49° 13' 51,4382"
Capão	Latitude	Longitude
01/06/22	- 31° 48' 8,8179"	- 52° 25' 3,4640"
15/06/22	- 31° 48' 8,8181"	- 52° 25' 3,4640"
30/06/22	- 31° 48' 8,818"	- 52° 25' 3,4641"

Tabela 02 – Coordenadas processadas pelo PPP/IBGE

Fonte: Autor, 2023.

A partir dos dados da tabela 02, foi possível realizar o cálculo da distância entre dois pontos que no caso é entre as coordenadas da RBMC e as do PPP utilizando a fórmula $D = \sqrt{(Lat_{RBMC} - Lat_{PPP})^2 + (Long_{RBMC} - Long_{PPP})^2}$, obtendo assim 15 pontos calculados,

logo gerando uma nova planilha com 15 coordenadas calculadas, a diferença gerou um resíduo que só aparece partir da terceira casa após a virgula logo o resíduo do erro é pequeno, conforme tabela 03 e o gráfico 01 das precisões por estações e datas.

Estações / Data	01/06/22	15/06/22	30/06/22
Boa Vista	0,00065192	0,00057009	0,00065192
Macapá	0,00056727	0,00050774	0,00056727
Salvador	0,00151924	0,00124824	0,00133720
Curitiba	0,00099368	0,00118296	0,00108784
Capão	0,00124403	0,00124403	0,00134373

Tabela 03 – Precisões calculadas

Fonte: Autor, 2023.

Boa Vista, Macapá, Salvador, Curitiba e Capão

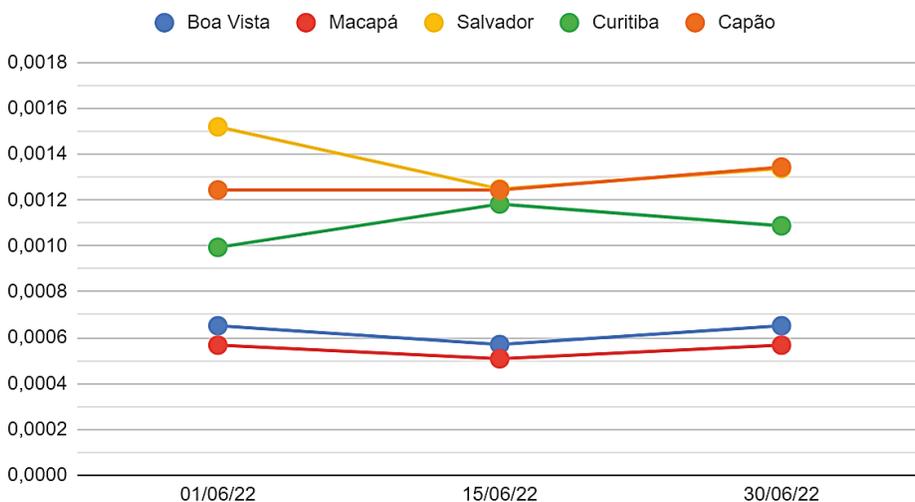


Gráfico 01 – Precisões calculadas

Fonte: Autor, 2023.

5 | CONCLUSÕES

Como demonstrada através de cálculos tendo como referência em 01/06/22, Boa Vista 0.00065192, Macapá 0.00056727, Salvador 0.00151924, Curitiba 0.00099368, Capão 0.00124403 e com o auxílio do gráfico, os valores obtidos demonstraram que conforme as bases vão se afastando da linha do equador as precisões em termos de acurácia se degradam, tanto acima da linha do equador como abaixo dele. Como podemos notar com

a ajuda do gráfico, Boa vista também modificou conforme sobe acima da linha do equador, logo Boa vista e Macapá tiveram a melhor precisão, pois uma está acima da linha do equador, mais perto da linha do equador e boa vista está na linha do equador já Salvador, Curitiba e Capão, conforme se afastam vai diminuindo a sua precisão. Vale ressaltar que as intermediárias Salvador e Curitiba foi que obtiveram a maior variação na acurácia no período observado, portanto as coordenadas calculadas pelo método PPP demonstraram na pratica uma boa acurácia em todo o território de estudo com erro baixo.

REFERÊNCIAS

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ibge-ppp - serviço online para pós-processamento de dados gnss**. [S.l.]: GEOCIÊNCIAS, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?=&t=processar-os-dados>. Acesso em: 02 jan. 2023.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Rbmc - rede brasileira de monitoramento contínuo dos sistemas gnss**. [S.l.]: GEOCIÊNCIAS, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-continuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html?=&t=dados-diarios-e-situacao-operacional>. Acesso em: 02 jan. 2023.