

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

EVELYN PASSOS SANCHOTENE

**QUALIDADE DAS COORDENADAS GEODÉSICAS EM DIFERENTES
COMPRIMENTOS DE LINHA BASE**

**Itaqui
2018**

EVELYN PASSOS SANCHOTENE

**QUALIDADE DE COORDENADAS GEODÉSICAS EM DIFERENTES
COMPRIMENTOS DE LINHA BASE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharela em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Orientador: Marcelo Jorge de Oliveira

Coorientadora: Leydimere Janny Cota Oliveira

**Itaqui
2018**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do

Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

S211q Sanchotene, Evelyn Passos

Qualidade das coordenadas geodésicas em diferentes comprimentos de linha base / Evelyn Passos Sanchotene.

43 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA, 2018.

"Orientação: Marcelo Jorge de Oliveira".

1. RBMC. 2. Comprimento. 3. Linha-base. 4. Precisão. 5. Acurácia. I. Título.

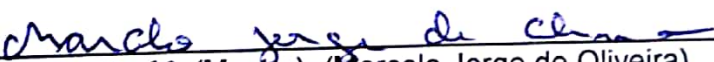
EVELYN PASSOS SANCHOTENE

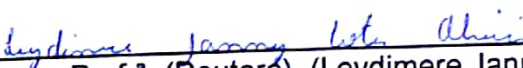
QUALIDADE DAS COORDENADAS GEODÉSICAS EM DIFERENTES
COMPRIMENTOS DE LINHA BASE


Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Cartográfica e de Agrimensura da
Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título
de Bacharela em Engenharia Cartográfica
e de Agrimensura.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 07, dezembro de 2018.

Banca examinadora:


Prof.º. (Mestre). (Marcelo Jorge de Oliveira)
Orientador
(UNIPAMPA)


Prof.ª. (Doutora). (Leydimere Janny Cota Oliveira)
(UNIPAMPA)


Prof.º. (Mestre). (Leonard Niero da Silveira)
(UNIPAMPA)

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A minha família, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Agradeço a minha mãe Irma Passos que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Aos professores, que sempre se disponibilizaram para sanar qualquer dúvida, em especial, para os meus orientadores Marcelo Jorge de Oliveira e Leydimere Janny Cota de Oliveira, pelo suporte, correções e incentivos.

Meus agradecimentos a todos os amigos, que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

“Quem escreve no mundo.
É como quem semeia no solo profundo...
A inteligência brilha sempre cheia de
passibilidades infinitas”.

Chico Xavier

RESUMO

A RBMC é a rede de referência ativa mais importante do país. Suas estações coletam continuamente as observáveis GNSS, sendo a mesma, o principal elo de ligação com redes internacionais e com os sistemas de referência adotados globalmente. Sabendo que o Estado de São Paulo é o que tem maior concentração de estações RBMC, foi feito um estudo para determinar as coordenadas geodésicas de três estações RBMC a partir de outras estações RBMC. As estações utilizadas foram (SPAR-99540, SPBO-99537, SPBR-99608, SPDR-99586, SPFE-99596, SPFR-99538, ILHA-96037, SPJA-99539, SPPI-99588, PPTTE-93900, SJRP-96042, SJSP-91537, POLI-93800, SPS1-99613), sendo determinada as coordenadas das estações PPTTE-93900, SPJA-99539 e SJSP-91537 a escolha dessas estações foi devido à distribuição geográfica de cada uma, por estarem dispersas na extensão territorial do Estado, o que vai gerar processamentos de linha-base de comprimentos que variam de 70km a 800km abrangendo uma grande porção do estado. Os processamentos foram realizados no software GNSS Solutions, para os dados de julho e agosto de 2018, foram processadas duas estações por vez, mantendo-se sempre fixa uma das três estações a serem determinadas e apenas ocorrendo uma variação entre as outras estações, esse processo se repetiu igualmente para as três estações. Os processamentos resultaram em 26 coordenadas para cada uma das três estações, sendo 13 coordenadas para o mês de agosto e as outras 13 para o mês de julho. As coordenadas obtidas foram comparadas, com as coordenadas oficiais do IBGE, com o intuito de analisar a acurácia e a precisão em função do comprimento da linha base. Verificando com 95% significância que as precisões dentro da longitude quanto da latitude são uma função linear do comprimento da linha-base. Já a acurácia não representa uma função em relação ao comprimento da linha-base devido ao longo tempo de ocupação de 24 horas.

Palavras-chaves: RBMC, comprimento, linha-base, precisão, acurácia.

ABSTRACT

RBMC is the most important active reference network in the country. Its stations continually collect the GNSS observables, being the same, the main link of connection with international networks and with the systems of reference adopted globally. Knowing that the State of São Paulo has the highest concentration of RBMC stations, a study was carried out to determine the geodetic coordinates of three RBMC stations from other RBMC stations. The stations used were (SPAR-99540, SPBR-99608, SPDR-99586, SPFE-99596, SPFR-99538, ILHA-96037, SPJA-99539, SPPI-99588, PPTTE-93900, SJRP-96042, SJSP PPTTE-93900, SPJA-99539 and SJSP-91537), the choice of these stations was due to the geographic distribution of each, because they State, which will generate baseline processing of lengths ranging from 70km to 800km covering a large portion of the state. The processing was performed in the GNSS Solutions software, for the data of July and August of 2018, two stations were processed at a time, always maintaining fixed one of the three stations to be determined and only occurring a variation between the other stations, this process it was repeated for the three seasons as well. The processing resulted in 26 coordinates for each of the three stations, 13 coordinates for the month of August and the other 13 for the month of July. The coordinates obtained were compared, with the official coordinates of the IBGE, in order to analyze the accuracy and precision as a function of the baseline length. Verifying with 95% significance that the accuracies within the longitude as well as the latitude are a linear function of the length of the baseline. However, the accuracy does not represent a function in relation to the length of the baseline due to the long occupation time of 24 hours.

Keywords: RBMC, length, baseline, precision, accuracy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração representando os conceitos de precisão e acurácia.....	18
Figura 2 – Mapa da área em estudo	22
Figura 3 – Gráfico da acurácia da longitude e latitude, da estação de Presidente Prudente para o mês de agosto	25
Figura 4 – Gráfico da precisão da longitude e latitude, da estação de Presidente Prudente para o mês de agosto	25
Figura 5 – Gráfico da acurácia da longitude e latitude, da estação de Jaboticabal para o mês de agosto.....	25
Figura 6 – Gráfico da precisão da longitude e latitude, da estação de Jaboticabal para o mês de agosto.....	26
Figura 7 – Gráfico da acurácia da longitude e latitude, da estação de São José dos Campos para o mês de agosto	26
Figura 8 – Gráfico da precisão da longitude e latitude, da estação de São José dos Campos para o mês de agosto	26
Figura 9 – Gráfico da acurácia da longitude e latitude, da estação de Presidente Prudente para o mês de julho	27
Figura 10 – Gráfico da precisão da longitude e latitude, da estação de Presidente Prudente para o mês de julho	27
Figura 11 – Gráfico da acurácia da longitude e latitude, da estação de Jaboticabal para o mês de julho.....	27
Figura 12 – Gráfico da precisão da longitude e latitude, da estação de Jaboticabal para o mês de julho.....	28
Figura 13 – Gráfico da acurácia da longitude e latitude, da estação de São José dos Campos para o mês de julho.....	28
Figura 14 – Gráfico da precisão da longitude e latitude, da estação de São José dos Campos para o mês de julho.....	28

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 – Análise estatística dos valores das precisões das coordenadas.....	29
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CS - Central de Sincronização

ECR - Estações de Controle e Rastreo

Galileo - Sistema de Posicionamento por Satélite Europeu

GNSS - *Global Navigation Satellite System*

GLONASS - *Global Navigation Satellite System*

GPS - *Global Positioning System*

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGS - *International GNSS Service for Geodynamics*

ILHA - Ilha Solteira

NAVSTAR - *Navigation Satellite with Time And Ranging*

POLI - São Paulo

RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo

SBAS - Satellite – *Based Augmentation System*

SCA - Sistema de Controle Ativo

SCC - Sistema de Controle Central

SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SPAR - Araçatuba

SPBO - Botucatu

SPBP - Bragança Paulista

SPDR - Dracena

SPFE - Fernandópolis

SPFR - Franca

SPJA - Jaboticabal

SPPI - Piracicaba

PPTE - Presidente Prudente

SJRP - São José do Rio Preto

SJSP - São José dos Campos

SPS1 - Sorocaba

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Sistema de posicionamento global (GPS).....	14
2.2 GLONASS.....	14
2.3 Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS).....	15
2.4 Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC).....	16
2.5 Acurácia e Precisão.....	17
2.6 Análise Estatística	18
2.6.1 Coeficiente de Determinação	19
2.6.2 Análise de Tendências	19
3 METODOLOGIA	21
3.1 Área de Estudo e Procedimentos Utilizados	21
4 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS.....	31
APÊNDICES	34
ANEXOS	40

1 INTRODUÇÃO

Segundo Marel (1996), numa rede GPS ativa os dados das estações de referência são coletados e enviados para o computador central e posteriormente disponibilizados para os usuários. Os dados podem ser validados antes de sua distribuição o que possibilita um rigoroso controle individual das estações.

Segundo (FAZAN et al., 2002) quando se requer precisão e rapidez em posicionamento, logo se pensa em utilizar o *Global Positioning System* (GPS). Dentre os sistemas de posicionamento global pode-se citar o *Navigation Satellite with Time And Ranging – Global Navigation Satellite System* (NAVSTAR-GNSS), *Global Navigation Satellite System* (GLONASS) e o Sistema de Posicionamento por satélite Europeu (Galileo). Sendo que, o mais utilizado e conhecido é o GLONASS.

Devido à alta tecnologia envolvida nos receptores NAVSTAR-GPS, e a alta exatidão que ela proporciona, uma grande comunidade usuária passou a utilizá-la para as mais diversas aplicações civis, tais como: navegação, posicionamento geodésico e topográfico, agricultura de precisão, controle de frotas, meteorologia, pesquisas de deformação da crosta, estudos de estabilidade e deformação de obras de engenharia (CHAVES, 2001), etc.

O NAVSTAR-GNSS tem revolucionado as atividades que requerem posicionamento de feições sobre a superfície terrestre. Utilizando o GNSS em conjunto com sistemas de comunicação, pesquisadores têm criado novos conceitos de posicionamento. Um desses conceitos diz respeito às redes ativas, também denominadas de Sistemas de Controle Ativo (SCA). Neste caso, os usuários interessados em realizar levantamentos GNSS relativos não necessitam ocupar as estações de referência, apenas estações a determinar (FORTES, 1997). Isso permite que um usuário necessite apenas de um receptor para realizar posicionamento relativo. No caso, de usuários que disponham de dois ou mais receptores, a sua produtividade será aumentada.

Em 1996 o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) começou a estabelecer a rede de referência ativa Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do GPS (RBMC). Ela utiliza receptores NAVSTAR-GNSS, sendo a mesma, a rede de referência ativa mais importante do país. Suas estações coletam continuamente as observáveis GNSS, sendo a mesma, o principal elo de ligação com redes

internacionais e com os sistemas de referência adotados globalmente (COSTA e FORTES, 2000).

O controle de qualidade é um assunto amplo e complexo, cujo objetivo é de estabelecer, melhorar e assegurar a qualidade de um produto ou serviço, para certas condições de consumo ou utilização (CAMARGO, 1992).

A estação RBMC é utilizada como um ponto de referência, sem a necessidade de imobilização de um receptor, o que possibilita numa análise da acurácia e qualidade de um sistema GNSS, através de um ponto de referência com coordenadas precisas.

Quando existe um aumento do comprimento da linha-base, ocorre um decréscimo na qualidade das coordenadas geodésicas, isso se dá porque a precisão diminui em torno de 1 ppm à medida que a distância entre as estações aumenta, acarretando em um erro de 1mm a cada quilômetro (TRIMBLE, 2001).

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema de posicionamento global (GPS)

O GPS ou NAVSTAR-GPS é um sistema de radionavegação desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, através da fusão de projetos da Marinha e da Força Aérea, com o objetivo de ser o principal sistema de navegação das forças armadas americanas. Devido à alta tecnologia envolvida nos receptores GPS, e a alta exatidão que ela proporciona, uma grande comunidade usuária passou a utilizá-la para as mais diversas aplicações civis, como navegação, posicionamento geodésico e topográfico, etc (FAZAN et al. 2002).

O conceito de serviço do GPS se baseia no fato de que um usuário, em qualquer local da superfície terrestre, tenha a sua disposição, no mínimo quatro satélites a serem rastreados, em tempo real. Uma das grandes vantagens oferecidas pela tecnologia GPS, a usuários que a utilizam para levantamentos, é o fato de não ser necessária a intervisibilidade entre as estações, sob quaisquer condições climáticas (MONICO, 2000).

2.2 GLONASS

GLONASS designa o sistema de navegação criado na extinta União Soviética, assim como seu congênere estadunidense, o sistema GLONASS foi criado para fins militares de posicionamento e navegação. O desenvolvimento do sistema iniciou-se em 1976 e tornou-se plenamente operacional em Dezembro de 2011, ao completar a constelação com um número de satélites suficientes para obter cobertura global (IAC, 2012).

De forma semelhante ao GPS, o sistema GLONASS é composto por três segmentos: espacial, usuário e controle (GLONASS ICD, MONICO, 2008).

O segmento espacial é composto por uma constelação de 24 satélites em Média Órbita Terrestre (GLONASS ICD, 2008). O segmento espacial tornou-se completamente operacional no dia 23 de dezembro de 2011, permitindo que sejam vistos em qualquer lugar da Terra entre seis e onze satélites simultaneamente (MONICO, 2008).

O segmento de usuário é composto pelos receptores GLONASS que calculam sua posição, tempo e velocidade na superfície terrestre através do rastreamento de satélites GLONASS (ROSSBACH, 2001).

O segmento de controle e monitoramento do sistema GLONASS localiza-se em território russo e é composto por um Sistema de Controle Central (SCC), uma Central de Sincronização (CS) que é responsável pelo sistema de tempo GLONASS e as estações de comando e rastreamento (ECR) (MONICO, 2008).

2.3 Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS)

O GNSS é um sistema que permite a localização geográfica de um ponto em qualquer parte do mundo, e engloba os sistemas de navegação atualmente disponíveis: GPS, GLONASS e o Galileo. Os sistemas GPS e GLONASS são sistemas desenvolvidos originalmente para uso militar, que aos poucos foram sendo incorporados às aplicações civis. O sistema Galileo, entretanto, é desenvolvido com um propósito estritamente civil (DELAZARI, 2005).

O sistema Galileo está baseado no desenvolvimento do *European Geostationary Navigation Overlay Service* (EGNOS), um projeto conjunto da Agência Espacial Europeia, da Comissão Europeia e do Eurocontrol (Organização Europeia para a Segurança da Navegação Aérea). O EGNOS aumenta os sistemas já operacionais, GPS, GLONASS Galileo, e os torna disponíveis para aplicações que exigem máxima segurança, como aviação e navegação marítima em canais estreitos. O EGNOS consiste de três satélites geoestacionários e uma rede de estações terrestres que transmitem um sinal contendo informações sobre a confiança e acurácia dos sinais enviados pelo GPS, GLONASS ou Galileo. Deste modo, permite aos usuários europeus a determinação de suas posições com precisão de cinco metros (DELAZARI, 2005).

O EGNOS faz parte dos chamados *Satellite-Based Augmentation Systems* (SBAS), que são sistemas regionais, criados justamente para garantir maior confiabilidade aos sinais recebidos dos satélites. O SBAS utiliza estações terrestres que rastreiam os satélites GNSS. A referida estação tem as suas coordenadas conhecidas com acurácia. Para cada estação integrante da rede são geradas mensagens com correções para o posicionamento que, em seguida, são enviadas para satélites próprios que as retransmitem aos usuários finais (WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2007).

2.4 Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC)

A RBMC é uma rede geodésica ativa que utiliza parte do conceito de um SCA. Isso quer dizer que usuários interessados em realizar levantamentos com o GPS, utilizando o método relativo, não necessitam ocupar as estações de referência, apenas as estações a determinar (FORTES, 1997).

As estações da RBMC são materializadas através de pinos de centragem forçada, especialmente projetados, e cravados em pilares estáveis. A maioria dos receptores da rede possui a capacidade de rastrear satélites GPS e GLONASS, enquanto alguns rastreiam apenas GPS. Esses receptores coletam e armazenam continuamente as observações do código e da fase das ondas portadoras transmitidos pelos satélites das constelações GPS ou GLONASS (IBGE).

Cada estação possui um receptor e antena geodésica, conexão de Internet e fornecimento constante de energia elétrica que possibilita a operação contínua da estação (IBGE).

As coordenadas das estações da RBMC são outro componente importante na composição dos resultados finais dos levantamentos a ela referenciados. Nesse aspecto, a grande vantagem da RBMC é que todas as suas estações fazem parte do Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), cujas coordenadas finais têm precisão da ordem de ± 5 mm, configurando-se como uma das redes mais precisas do mundo. Outro papel importante da RBMC é que suas observações vêm contribuindo, desde 1997, para a densificação regional da rede do *International GPS Service for Geodynamics* (IGS), garantindo uma melhor precisão dos produtos do IGS – tais como órbitas precisas – sobre o território brasileiro (IBGE).

Essa rede pode ser utilizada por usuários que realizam posicionamento com bases curtas, médias ou longas. Uma seção de observação com período de 1 a 5 horas para medir uma base de aproximadamente 500 km pode ser considerada econômica, ainda mais se outro receptor como o de simples frequência, puder ser usado simultaneamente para levantar os demais pontos de interesse na área, usando neste caso, as técnicas de posicionamento rápido (SILVA, 1999).

A operação da RBMC é realizada através de tarefas sistemáticas. Nas estações da RBMC os dados são coletados em sessões que se iniciam às 0h 01 min (TU) e são finalizadas às 24 horas (TU), tendo assim duração de 23h 59 min. Os procedimentos, necessários à disponibilização dos dados, aos usuários, são executados no dia seguinte ao da observação, nas próprias estações e na sede do Departamento de Geodésia do IBGE no Rio de Janeiro - RJ. Apenas o controle remoto das estações não é realizado de maneira sistemática. Esse procedimento é realizado por um operador, que pode acessar o receptor da estação desejada, para realizar diversas tarefas, tais como verificação do status do rastreamento, modificação dos parâmetros de observação, etc (FAZAN et al. 2002).

2.5 Acurácia e Precisão

Precisão e acurácia são dois termos bastante disseminados nos ramos da cartografia, topografia e geodésia, e embora se apresentem similares, cada um tem as suas peculiaridades. E são justamente essas similaridades que geram equívocos em suas aplicações.

Mikhail e Ackermann (1976, p. 64, apud Mônico, J. F. G. et al., 2009, p. 471) apresentam acurácia como sendo o grau de proximidade de uma estimativa com seu parâmetro (ou valor verdadeiro), enquanto precisão expressa o grau de consistência da grandeza medida com sua média. Esses autores acrescentam ainda que acurácia reflete a proximidade de uma grandeza estatística ao valor do parâmetro para o qual ela foi estimada e que precisão está diretamente ligada com a dispersão da distribuição das observações.

Para a acurácia, WEBER et. al (1999, apud NETO, 2006), existem diferentes tipos e conceitos. Entre eles destacam-se:

acurácia posicional ou geométrica: produto da medição de quanto o dado difere espacialmente (em termos de posição absoluta, relativa e forma) daquele tomado, então, como referência;

acurácia temporal: diz-se da medida de atualidade dos dados; em geral é descrita pela data ou época de produção dos dados; e

acurácia de atributos: mostra a fidelidade dos dados descritivos, avaliando de forma sucinta a identificação de entidades e atribuição de valores de atributo no conjunto de dados. Suas avaliações são feitas por meio de funções estatísticas que estimam o grau de concordância ou discordância dos atributos existentes em relação àqueles tidos como verdadeiros.

A acurácia mais aplicável aos propósitos deste trabalho é a posicional, já que trata da medida de quanto um dado difere espacialmente quando comparado com o que é tomado como referência.

A Figura 1 que aplica os conceitos, de precisão e acurácia em um alvo de tiro, demonstra que se os pontos são medidos várias vezes e os resultados forem valores muito próximos, pode-se dizer que a amostra tem uma precisão alta, e quando os pontos mais se aproximam do centro do alvo, que seria o valor a ser alcançado, mais acurada é a amostra. Ambos os conceitos são independentes, pois uma amostra pode ser precisa e não acurada, e vice e versa.

FIGURA 1 – Ilustração representando os conceitos de precisão e acurácia



Fonte: Araújo (2017)

2.6 Análise Estatística

A análise estatística foi feita através da avaliação da existência de uma relação funcional entre a acurácia e precisão, da longitude e latitude com o

comprimento da linha-base. A apresentação desse comportamento se deu através, do gráfico de diagrama de dispersão com uma função de comportamento linear.

2.6.1 Coeficiente de Determinação

O coeficiente de determinação, também conhecido com R^2 , ou simplesmente r^2 para o caso de regressão linear simples, fornece uma informação auxiliar ao resultado da análise de variância da regressão, como uma maneira de se verificar se o modelo proposto é adequado ou não para descrever o fenômeno (PETERNELLI, 200-).

Os valores de R^2 variam de 0 a 1, e os valores próximos a 1 apontam que o modelo aplicado se adequa para explicar o modelo.

2.6.2 Análise de Tendências

A análise da precisão dos dados é baseada na análise estatística da diferença entre as coordenadas calculadas pelas as estações RBMC e as coordenadas oficiais das estações de PPTe-93900, SPJA-99539 e SJSP-91537.

Segundo GALO E CAMARGO (1994), a média $\Delta\bar{X}$, bem como o desvio padrão $S_{\Delta X}$ das discrepâncias amostrais devem ser calculadas por:

$$\Delta\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta X_i \quad (1)$$

e

$$S_{\Delta X} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta X_i - \Delta\bar{X})^2} \quad (2)$$

onde ΔX_i é a diferença entre a coordenada calculada e a coordenada tomada como referência e n é o número de amostras.

No teste de tendência são avaliadas as seguintes hipóteses:

$$H_0: \Delta\bar{X} = 0$$

$$H_1: \Delta\bar{X} \neq 0$$

Além do teste de Tendência também é realizado o teste t-Student. O teste t pode ser uni ou bicaudal dependendo da definição da hipótese nula que após análise estatística pode ou não ser rejeitada na avaliação do teste. Por exemplo, se a hipótese nula for $|t_{\text{calc}}| \leq t_{\text{tab}}$ e a hipótese alternativa $|t_{\text{calc}}| > t_{\text{tab}}$, ao consultar a função densidade de probabilidade da distribuição t-Student, deve-se considerar

somente a área superior, ou seja, somente uma das "caudas" da distribuição (SILVA, 2014, apud MORENO et al., 2015).

Segundo GALO E CAMARGO (1994), a fórmula para o cálculo do t-Student t_x e para o intervalo de confiança $|t_x|$, são obtidas através de:

$$t_x = \frac{\Delta\bar{X}}{s_{\Delta X}} \sqrt{n} \quad (3)$$

e

$$|t_x| < t_{(n-1, \frac{\alpha}{2})} \quad (4)$$

onde α é o nível de significância, foi utilizado um nível de significância de 5%, o que resulta em 2,5%, esse valor é tabelado Anexo A.

Os valores obtidos para t serão comparados com o valor de t tabelado, se o valor de t calculado for maior que o t tabela, rejeita-se a hipótese nula H_0 .

3 METODOLOGIA

O controle de qualidade em redes GNSS é um tema largamente investigado, principalmente no sentido de detecção e identificação de observações equivocadas de erros grosseiros e verificação de medidas de confiabilidade, tanto no planejamento (pré-análise) quanto após o ajustamento de observações (COLLISCHONN, 2015).

Além dessas aplicações, as medidas de confiabilidade podem ser utilizadas como critério para escolha de linhas-base. Sabendo que o estado de São Paulo é o que tem maior concentração de RBMC, foi realizado um estudo baseado em analisar como a distância linha-base pode influenciar na qualidade das coordenadas.

Para se avaliar até que distância pode se obter uma coordenada geodésica precisa, é proposta uma metodologia, que consiste em testar diferentes comprimentos de linha-base entre as estações RBMC, estabelecendo um padrão de comportamento entre a acurácia e a precisão das coordenadas, em função do comprimento da linha-base.

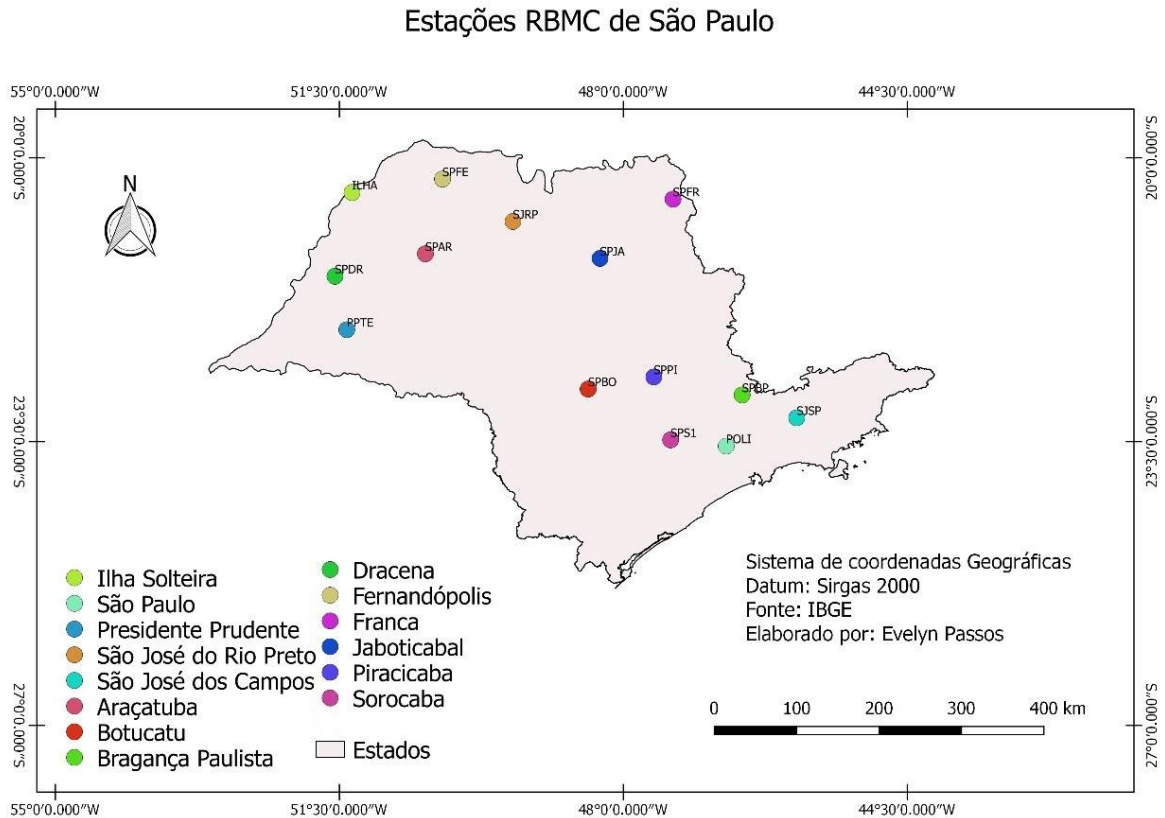
Os principais dados e softwares utilizados no trabalho foram:

- Dados GNSS das estações da RBMC.
- Software para processamento de dados GNSS Solutions.

3.1 Área de Estudo e Procedimentos Utilizados

O objeto de estudo foram 14 (quatorze) estações RBMC do estado de São Paulo apresentadas no mapa da área de estudo Figura 2, que estão situadas nas cidades de Araçatuba (SPAR-99540), Botucatu (SPBO-99537), Bragança Paulista (SPBP-99608), Dracena (SPDR-99586), Fernandópolis (SPFE-99596), Franca (SPFR-99538), Ilha Solteira (ILHA-96037), Jaboticabal (SPJA-99539), Piracicaba (SPPI-99588), Presidente Prudente (PPTTE-93900), São José do Rio Preto (SJRP-96042), São José dos Campos (SJSP-91537), São Paulo (POLI-93800) e Sorocaba (SPS1-99613).

FIGURA 2 - Mapa da área em estudo



Fonte: Autor (2018)

Dentre as 14 (quatorze) estações RBMC foram escolhidas 3 (três), PPTÉ-93900, SPJA-99539 e SJSP-91537, a escolha dessas estações foi devido a distribuição geográfica de cada uma, por estarem dispersas na extensão territorial do estado, PPTÉ-93900 mais a oeste, SPJA-99539 próximo do centro e SJSP-91537 a leste, o que vai gerar processamentos de linha base de comprimentos variados que abrangem uma grande porção do estado de São Paulo. A partir das outras estações RBMC foram determinadas as coordenadas de PPTÉ-93900, SPJA-99539 e SJSP-91537, esse processo gerou vetores que variaram conforme o comprimento da linha-base.

Os dados foram dos meses de julho e agosto do ano de 2018, obtidos no site do IBGE juntamente com os relatórios de informações de cada estação, que contém as suas coordenadas oficiais.

Os processamentos foram realizados no software GNSS Solutions, processando duas estações por vez. Para a determinação da coordenada de PPTÉ-93900, foram utilizados os dados dos 2 (dois) meses, um total 13 (treze) processamentos, mantendo-se sempre fixa a estação PPTÉ-93900 e apenas variando a outra estação. Essa variação vai ocorrer entre as estações de SPAR-

99540, SPBO-99537, SPBR-99608, SPDR-99586, SPFE-99596, SPFR-99538, ILHA-96037, SPJA-99539, SPPI-99588, SJRP-96042, SJSP-91537, POLI-93800, SPS1-99613, sendo a estação de PPT-93900 a coordenada a ser definida pelas demais estações, que são os pontos de controle. As coordenadas das estações (pontos de controle) são oriundas do relatório de informação de cada estação.

Esses procedimentos também se repetiram para determinação das coordenadas de SPJA-99539 e SJSP-91537, mantendo-as fixas e variando apenas a outra estação, determinando as coordenadas das mesmas.

4 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

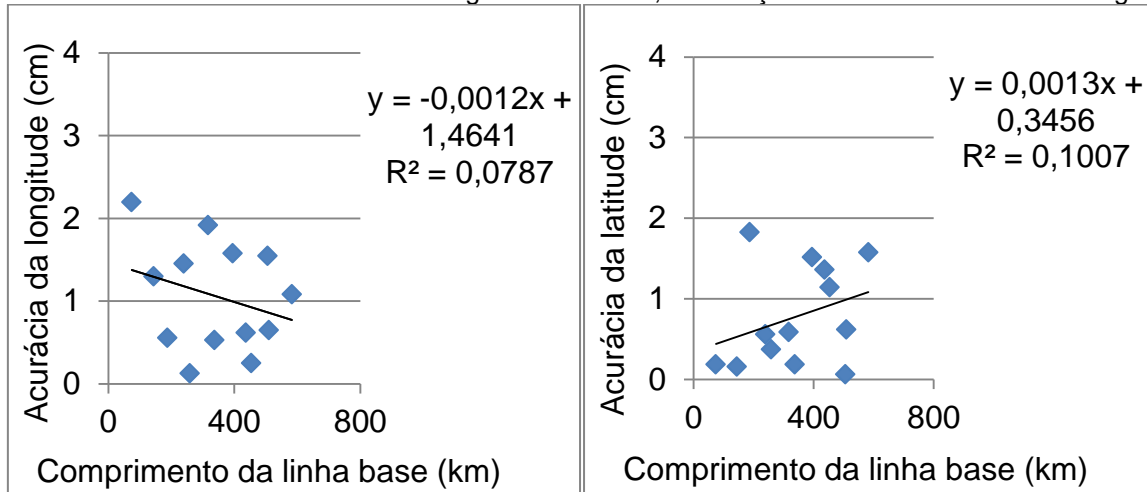
Foram feitas aplicações de diferentes comprimentos de linha-base, que variam de 70km a 800km, essa variação foi aplicada com o intuito de analisar o comportamento da acurácia e precisão da longitude e latitude, pois quando existe um aumento do comprimento da linha-base, a precisão diminui em torno de 1 ppm o que acarretando em um erro de 1mm a cada quilômetro (TRIMBLE, 2001).

A partir do processamento dos 13 vetores, variando o comprimento da linha-base, foram obtidas as coordenadas das estações RBMC de Presidente Prudente (PPTe-93900), Jaboticabal (SPJA-99539) e São José dos Campos (SJSP-91537). Posteriormente as coordenadas obtidas pelos processamentos, foram comparadas com as coordenadas oficiais dessas 3 estações, com o intuito de analisar a acurácia e a precisão da longitude e latitude em função do comprimento da linha-base, verificando se as mesmas, são funções lineares do comprimento da linha-base.

As Figuras 4 a 15 ilustram graficamente a distribuição da acurácia e da precisão das coordenadas obtidas para as estações de PPTe-93900, SPJA-99539 e SJSP-91537 para o mês de julho e agosto. Podemos verificar que a acurácia da longitude e latitude, não representa uma função linear em relação ao comprimento linha-base. Já a precisão da longitude e latitude, é uma função linear do comprimento da linha base, os pontos amostrais de ambas as precisões coincidem com a linha de tendência e crescem conforme aumenta o comprimento da linha base.

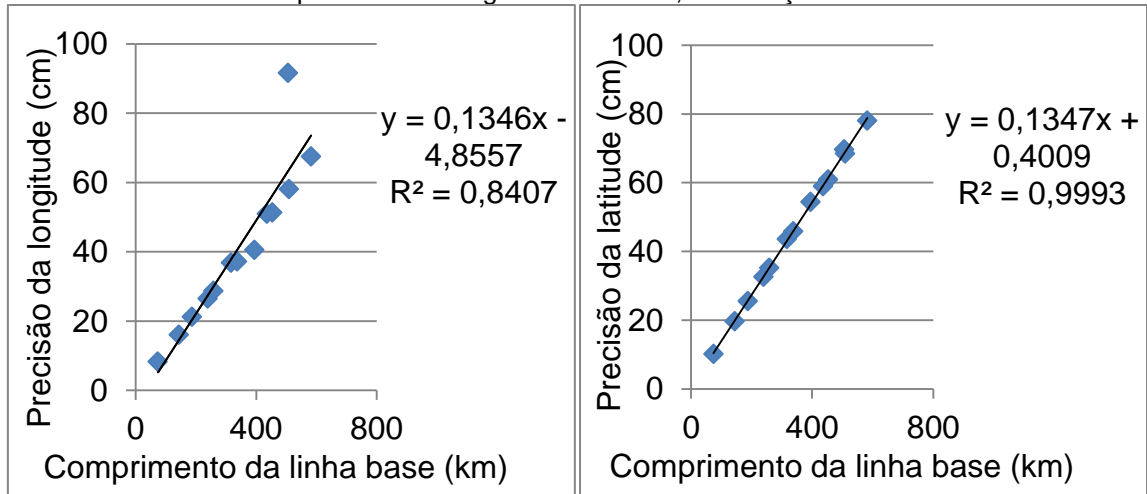
Pois os valores de R^2 dos dados amostrais da precisão da longitude e latitude se aproximam de 1, indicando que o modelo linear é adequado para representação dos dados.

FIGURA 3 - Gráfico da acurácia da longitude e latitude, da estação PPTÉ-93900 no mês de agosto



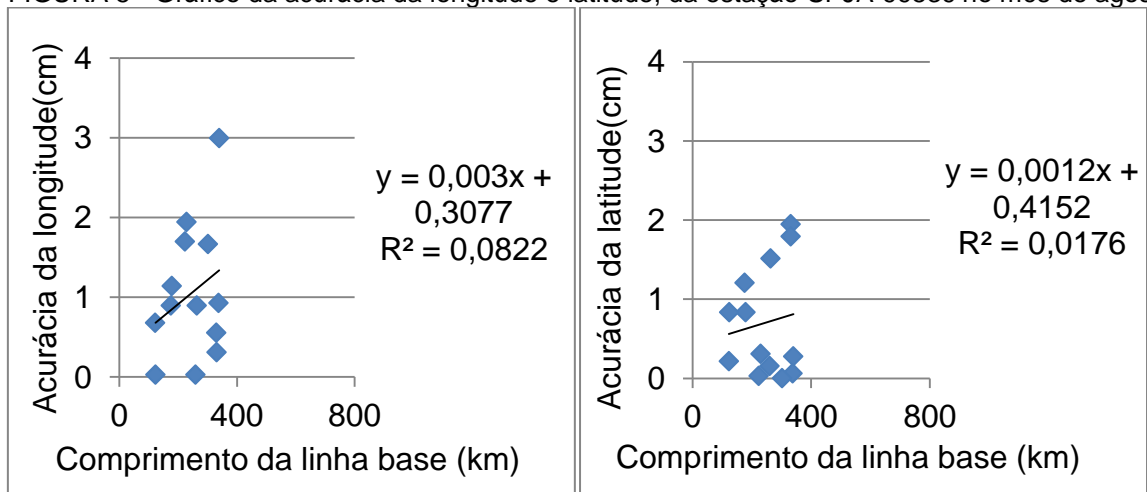
Fonte: Autor (2018)

FIGURA 4 - Gráfico da precisão da longitude e latitude, da estação PPTÉ-93900 no mês de agosto



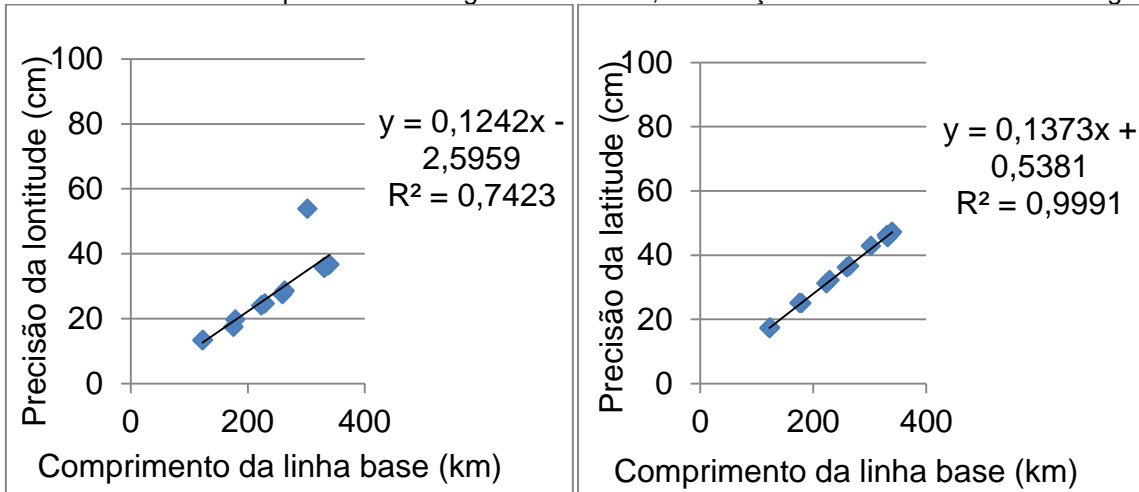
Fonte: Autor (2018)

FIGURA 5 - Gráfico da acurácia da longitude e latitude, da estação SPJA-99539 no mês de agosto



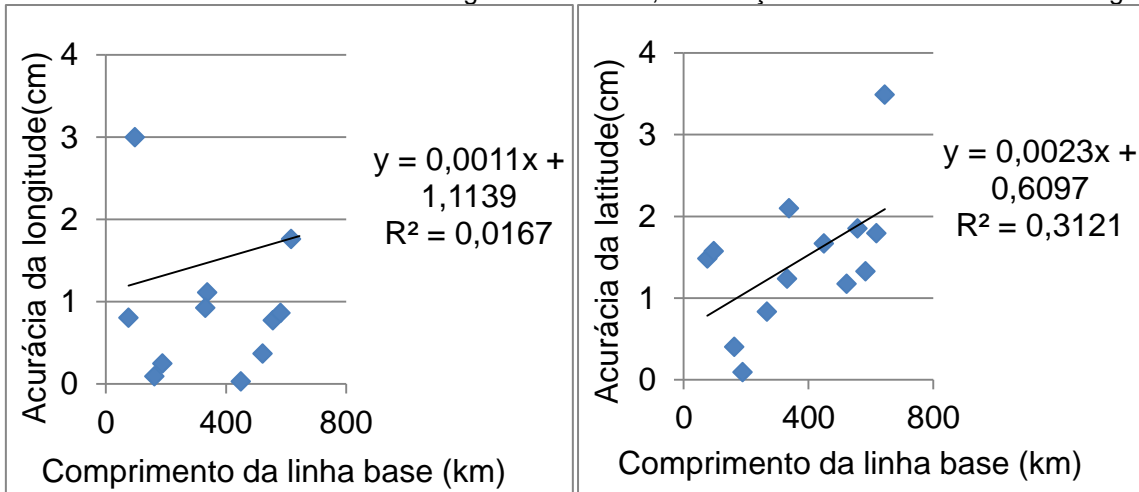
Fonte: Autor (2018)

FIGURA 6 - Gráfico da precisão da longitude e latitude, da estação SPJA-99539 no mês de agosto



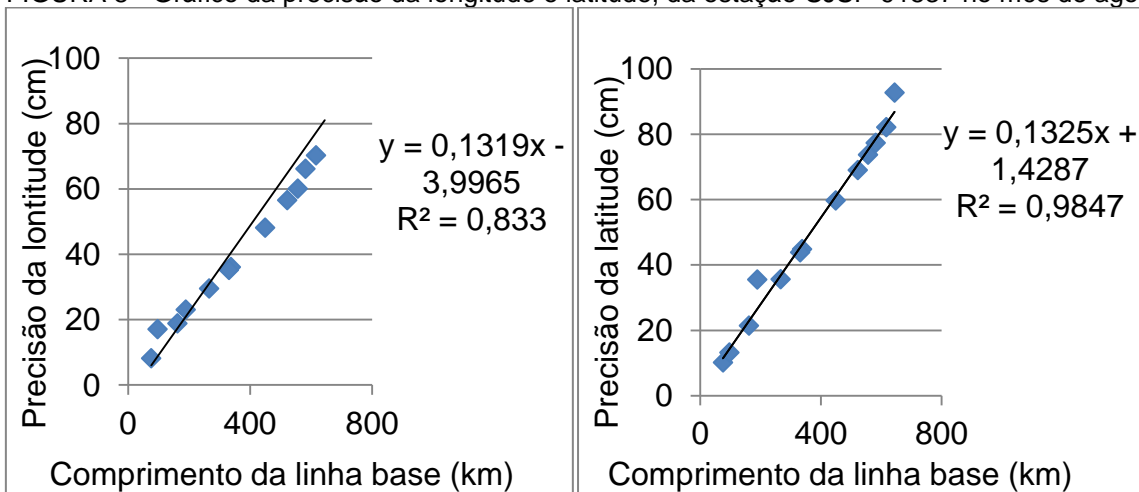
Fonte: Autor (2018)

FIGURA 7 - Gráfico da acurácia da longitude e latitude, da estação SJSP-91537 no mês de agosto



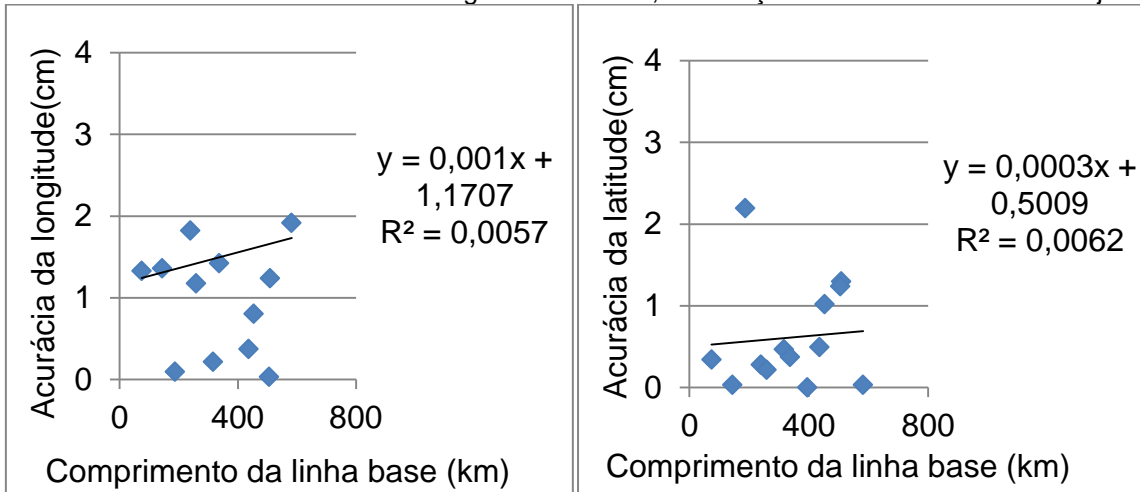
Fonte: Autor (2018)

FIGURA 8 - Gráfico da precisão da longitude e latitude, da estação SJSP-91537 no mês de agosto



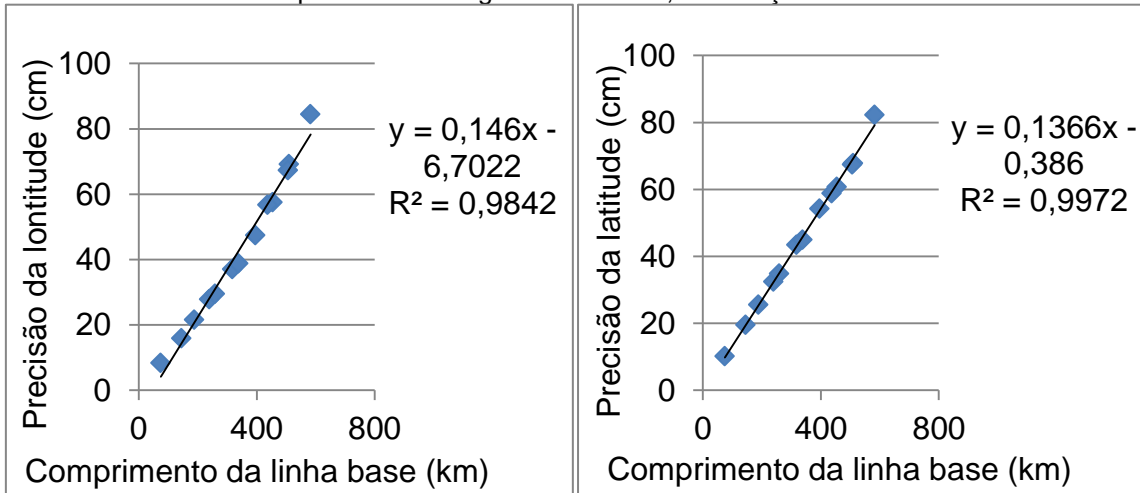
Fonte: Autor (2018)

FIGURA 9 - Gráfico da acurácia da longitude e latitude, da estação PPTÉ-93900 no mês de julho



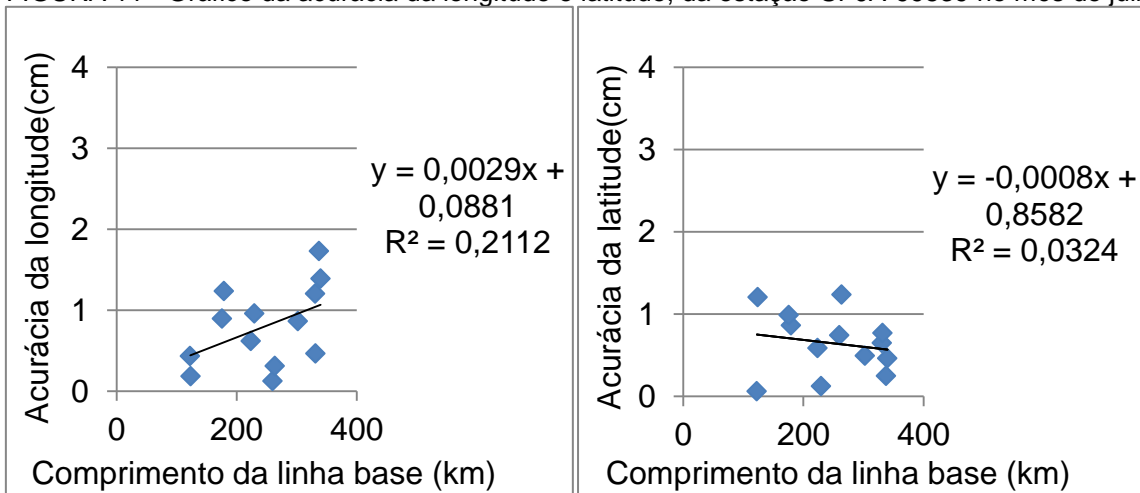
Fonte: Autor (2018)

FIGURA 10 - Gráfico da precisão da longitude e latitude, da estação de PPTÉ-93900 no mês de julho



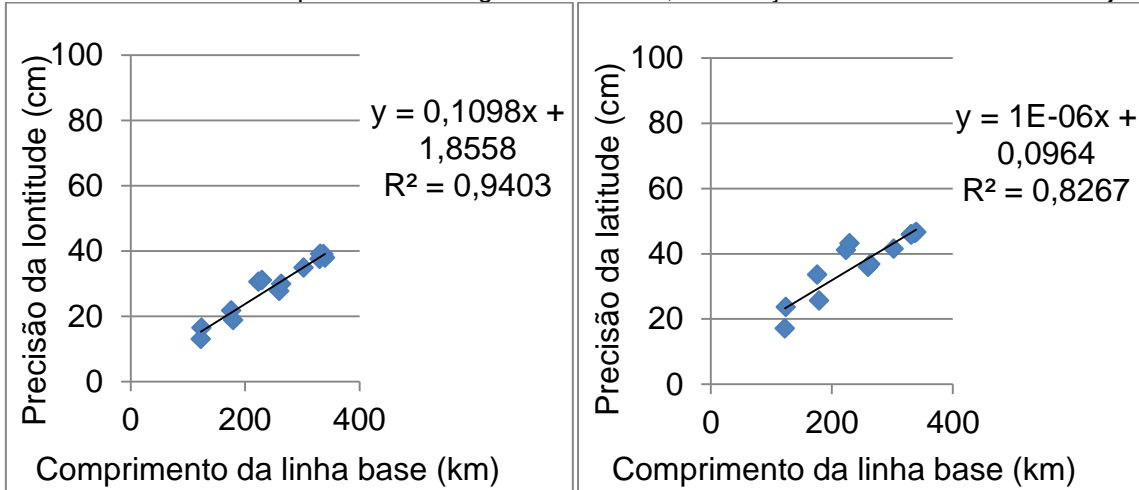
Fonte: Autor (2018)

FIGURA 11 - Gráfico da acurácia da longitude e latitude, da estação SPJA-99539 no mês de julho



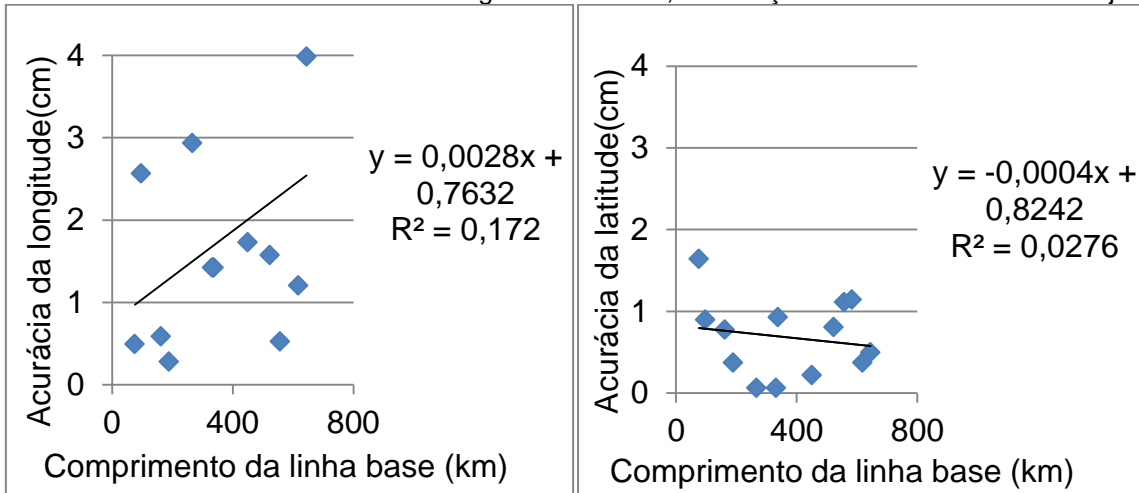
Fonte: Autor (2018)

FIGURA 12 - Gráfico da precisão da longitude e latitude, da estação SPJA-99539 no mês de julho



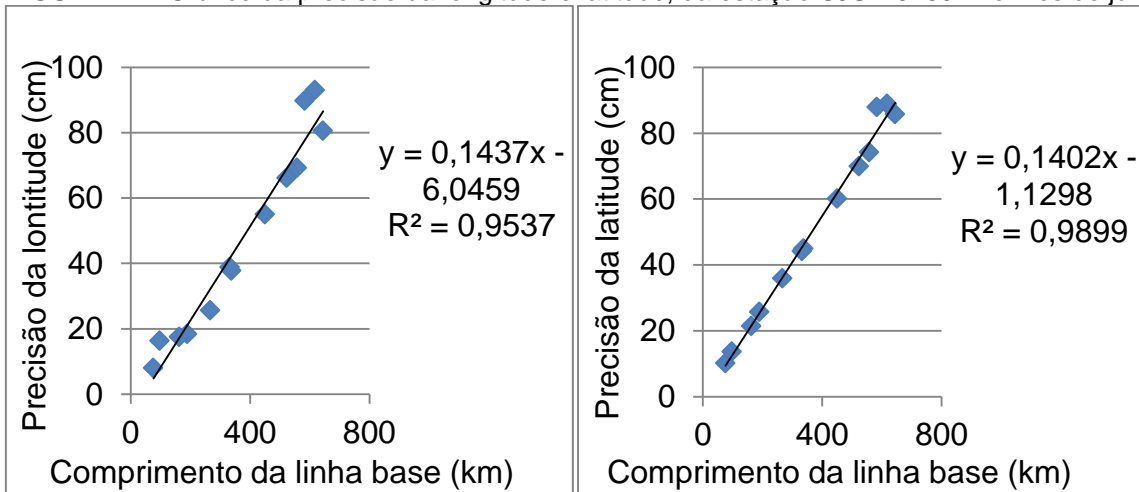
Fonte: Autor (2018)

FIGURA 13 - Gráfico da acurácia da longitude e latitude, da estação SJSP-91537 no mês de julho



Fonte: Autor (2018)

FIGURA 14 - Gráfico da precisão da longitude e latitude, da estação SJSP-91537 no mês de julho



Fonte: Autor (2018)

Os gráficos da figura 3, 11 e 13 tem uma taxa de variação negativa para a longitude, isso ocorre devido à acurácia não ser uma função do comprimento da linha-base.

A partir das coordenadas obtidas pelos processamentos, foi realizado o teste t-Student para os valores da precisão das coordenadas. Tendo como resultado:

QUADRO 1: Análise estatística dos valores das precisões das coordenadas

Estação-Mês	t_x (Longitude)	t_x (Latitude)
POTE – Julho	6,81	7,85
SPJA – Julho	7,8	13,93
SJSP – Julho	5,7	6,41
POTE – Agosto	6,49	7,99
SPJA – Agosto	8,88	11,41
SJSP – Agosto	5,51	6,73

Fonte: Autor (2018)

A partir dos valores de t_x para longitude e latitude, pode-se dizer que é satisfeita a hipótese de que $|t_{calc}| > 2,179$, rejeitando a hipótese nula H_0 , o que acaba por confirmar que com 95% significância que as precisões dentro da longitude quanto da latitude são uma função linear da distribuição.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho consistiu na análise da acurácia e da precisão alcançadas, quando variado o comprimento da linha-base, a variação na distância da linha-base ocorreu entre 70km a 800km.

Através da análise dos gráficos da precisão para pontos amostrais de Presidente Prudente, Jaboticabal e São José dos Campos, pode-se dizer que a precisão tem um comportamento linear em função da distância da linha-base. Derivando a função tem-se uma taxa de variação da precisão/distância de 0,12cm/km, podendo considerar que as coordenadas obtidas tem valores aceitáveis para sua aplicabilidade.

Pela verificação dos gráficos dos pontos amostrais da acurácia, observa-se que a mesma não representa uma função em relação ao comprimento da linha-base. Isso se deve ao longo tempo de ocupação de 24 horas.

Recomenda-se para estudos futuros, a análise de como tempo de rastreo das coordenadas geodésicas para linha-bases longas, irá influenciar na acurácia e precisão das coordenadas. A partir da verificação do comportamento da acurácia e precisão, estipular um intervalo de confiabilidade, de tempo mínimo e máximo, para que a acurácia e a precisão sejam funções do comprimento da linha-base.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. B. D.; DALBELO, A. F. L.; MONICO, G. F. J. **Análise da qualidade de uma estação de referência virtual através do posicionamento por ponto preciso.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA, 2., 2007, Presidente Prudente.

ARAÚJO, J. **Precisão, acurácia e resolução.** Disponível em: <http://jaraujo.adserve.com.br/electronica/precisao-acuracia-e-resolucao>, Acessado em: 02 nov. 2018.

BARBETTA, P. A. - **Estatística aplicada às Ciências Sociais.** 7 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2010.

COLLISCHONN, C. **Estudos de confiabilidade de redes GNSS.** 2015. 76 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2015.

DELAZARI, L. S. **GNSS muito além do mapeamento.** Revista MundoGEO, 30 de Junho de 2005. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2005/06/30/gnss-muito-alem-do-mapeamento/>. Acesso em 08 dez. 2018.

FAZAN, A. J.; MONICO, G. F. J.; CAMARGO, O. P. **Controle de qualidade dos dados GPS da RBMC.** In: ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA, Presidente Prudente - SP, 9-13 de julho de 2002. p.042-051.

Galo, M.; Camargo, P. de O.; **O uso do GPS no controle de qualidade de cartas.** In: COBRAC - 1994, 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Tomo II, p. 41-48, Florianópolis - SC, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS.** Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/rbmc.shtm> Acessado em: 02 maio 2018.

MIKHAIL, E.; ACKERMAN, F. **Observations and Least Squares**. University Press of America, 1976. 497 p. *apud* MONICO, G. F. J. **Posicionamento por ponto de alta precisão utilizando o GPS: uma solução para a geodinâmica**. Presidente Prudente: Departamento de Cartografia, FCT/UNESP, 2000.

SILVA, T. M. **Teste T-Student Teste Igualdade De Variâncias**. Belém: Faculdade De Estatística, 2014. *apud* MORENO, V. R. et al. **Comparação entre coordenadas obtidas por métodos de posicionamento GNSS relativo estático e RTK**. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 4., 2015, Poços de Caldas.

WEBER, E. et al. **Qualidade de Dados Geoespaciais**. 1999. 37 f. Monografia (Pós – graduação em Ciência da Computação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1999. *apud* NETO, A. O. J. **Análise da precisão e acurácia de pontos georreferenciados com a técnica do código suavizado pela fase da portadora utilizando GPS de simples frequência**. 2006. 207 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil : Transportes) – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2006.

PETERNELLI, L. A. **Regressão Linear e Correlações - Cap 09**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, UFV, 200-. Disponível em: <http://www.dpi.ufv.br/~peternelli/inf162.www.16032004/materiais/CAPITULO9.pdf>> Acessado em: 1 de novembro 2018.

POLEZEL, C. G. W. et al. **Rede GNSS ativa do estado de São Paulo: implantação e funcionalidade**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA, 2., 2007, Presidente Prudente.

GPS pathfinder systems receiver manual. Desenvolvido por: TRIMBLE NAVIGATION LIMITED. U.S.A. 2001.

VAZ, A. J.; PISSARDINI, S. R.; JUNIOR, F. S. E. **Comparação da cobertura e acurácia entre os sistemas GLONASS e GPS obtidas dos dados de observação**

de uma estação da rede brasileira de monitoramento contínuo. Revista Brasileira de Cartografia, v.65, n.3, p. 529-539, nov.- jan. 2013

APÊNDICES

APÊNDICE A – Tabela das coordenadas de Presidente Prudente para o mês de julho.

Vetor	Comprimento (km)	Latitude	Precisão (cm)	Acurácia (cm)	Longitude	Precisão (cm)	Acurácia (cm)
SPAR- PPTE	144,154	-22° 07' 11,65708"	19,5	0,03	-51° 24' 30,72205"	15,9	1,359
SPBO- PPTE	316,825	-22° 07' 11,65692"	43,4	0,463	-51° 24' 30,72242"	37	0,216
SPBP- PPTE	509,206	-22° 07' 11,65749"	67,8	1,297	-51° 24' 30,72209"	69,1	1,235
SPDR- PPTE	74,437	-22° 07' 11,65696"	10,1	0,339	-51° 24' 30,72206"	8,3	1,328
SPFE- PPTE	239,34	-22° 07' 11,65716"	32,4	0,277	-51° 24' 30,72190"	27,8	1,822
SPFR- PPTE	453,654	-22° 07' 11,65740"	60,7	1,019	-51° 24' 30,72223"	57,5	0,803
ILHA- PPTE	187,479	-22° 07' 11,65778"	25,5	2,193	-51° 24' 30,72246"	21,5	0,092
SPJA- PPTE	337,397	-22° 07' 11,65719"	44,9	0,37	-51° 24' 30,72203"	38,8	1,42
SPPI- PPTE	394,969	-22° 07' 11,65707"	54,2	0	-51° 24' 30,71999"	47,4	7,721
SJRP- PPTE	258,681	-22° 07' 11,65714"	34,8	0,216	-51° 24' 30,72211"	29,5	1,173
SJSP- PPTE	582,446	-22° 07' 11,65706"	82,2	0,03	-51° 24' 30,72187"	84,4	1,915
POLI- PPTE	505,708	-22° 07' 11,65747"	67,4	1,235	-51° 24' 30,72250"	67,3	0,03
SPS1- PPTE	436,536	-22° 07' 11,65691"	58,8	0,494	-51° 24' 30,72237"	56,7	0,37

APÊNDICE B – Tabela das coordenadas de Jaboticabal para o mês de julho.

Vetor	Comprimento (km)	Latitude	Precisão (cm)	Acurácia (cm)	Longitude	Precisão (cm)	Acurácia (cm)
SPAR- SPJA	223,629	-21° 14' 27,86368"	41,1	0,586	-48° 17' 12,13012"	30,6	0,617
SPBO- SPJA	179,076	-21° 14' 27,86359"	25,6	0,864	-48° 17' 12,13072"	18,8	1,235
SPBP- SPJA	259,800	-21° 14' 27,86411"	35,9	0,741	-48° 17' 12,13028"	27,7	0,123
SPDR- SPJA	339,784	-21° 14' 27,86372"	46,6	0,463	-48° 17' 12,12987"	37,9	1,389
SPFE- SPJA	229,416	-21° 14' 27,86383"	43,1	0,123	-48° 17' 12,13001"	31	0,957
SPFR- SPJA	123,758	-21° 14' 27,86426"	23,6	1,204	-48° 17' 12,13038"	16,4	0,185
ILHA- SPJA	330,629	-21° 14' 27,86408"	45,9	0,648	-48° 17' 12,13071"	37,5	1,204
SPPI- SPJA	175,783	-21° 14' 27,86355"	33,5	0,988	-48° 17' 12,13003"	21,7	0,895
PPTÉ- SPJA	337,397	-21° 14' 27,86379"	46,3	0,247	-48° 17' 12,13088"	39	1,729
SJRP- SPJA	122,454	-21° 14' 27,86385"	17,1	0,061	-48° 17' 12,13018"	13	0,432
SJSP- SPJA	331,493	-21° 14' 27,86362"	45,8	0,772	-48° 17' 12,13017"	39,1	0,463
POLI- SPJA	302,280	-21° 14' 27,86403"	41,5	0,494	-48° 17' 12,13060"	34,9	0,864
SPS1- SPJA	263,539	-21° 14' 27,86347"	36,8	1,235	-48° 17' 12,13022"	29,9	0,308

APÊNDICE C – Tabela das coordenadas de São José dos Campos para o mês de julho.

Vetor	Comprimento (km)	Latitude	Precisão (cm)	Acurácia (cm)	Longitude	Precisão (cm)	Acurácia (cm)
SPAR- SJSP	522,36	-23° 12' 25,67644"	69,9	0,803	-45° 51' 42,25651"	66,1	1,575
SPBO- SJSP	266,4	-23° 12' 25,67668"	35,9	0,061	-45° 51' 42,25695"	25,6	2,934
SPBP- SJSP	75,668	-23° 12' 25,67723"	10,2	1,637	-45° 51' 42,25616"	8	0,494
SPDR- SJSP	617,208	-23° 12' 25,67658"	88,8	0,37	-45° 51' 42,25639"	93	1,204
SPFE- SJSP	556,918	-23° 12' 25,67634"	74,2	1,111	-45° 51' 42,25617"	69,2	0,525
SPFR- SJSP	337,629	-23° 12' 25,67700"	44,9	0,926	-45° 51' 42,25646"	37,7	1,42
ILHA- SJSP	644,608	-23° 12' 25,67686"	85,7	0,494	-45° 51' 42,25729"	80,5	3,984
SPJA- SJSP	331,493	-23° 12' 25,67668"	44,2	0,061	-45° 51' 42,25646"	38,8	1,42
SPPI- SJSP	189,127	-23° 12' 25,67658"	25,7	0,37	-45° 51' 42,25609"	18,3	0,277
PPTE- SJSP	582,446	-23° 12' 25,67633"	87,9	1,142	-45° 51' 42,25747"	89,7	4,54
SJRP- SJSP	449,795	-23° 12' 25,67663"	60,1	0,216	-45° 51' 42,25656"	55	1,729
POLI- SJSP	96,831	-23° 12' 25,67641"	13,7	0,895	-45° 51' 42,25517"	16,3	2,563
SPS1- SJSP	161,866	-23° 12' 25,67645"	21,4	0,772	-45° 51' 42,25619"	17,5	0,586

APÊNDICE D – Tabela das coordenadas de Presidente Prudente para o mês de agosto.

Vetor	Comprimento (km)	Latitude	Precisão (cm)	Acurácia (cm)	Longitude	Precisão (cm)	Acurácia (cm)
SPAR- PPTE	144,154	-22° 07' 11.65702"	19,7	0,154	-51° 24' 30.72207"	16	1,297
SPBO- PPTE	316,825	-22° 07' 11.65688"	43,6	0,586	-51° 24' 30.72311"	36,8	1,915
SPBP- PPTE	509,206	-22° 07' 11.65727"	68,5	0,617	-51° 24' 30.72270"	58,1	0,648
SPDR- PPTE	74,437	-22° 07' 11.65713"	10,2	0,185	-51° 24' 30.72178"	8,3	2,193
SPFE- PPTE	239,34	-22° 07' 11.65725"	32,6	0,555	-51° 24' 30.72202"	26,5	1,451
SPFR- PPTE	453,654	-22° 07' 11.65744"	60,9	1,142	-51° 24' 30.72257"	51,3	0,247
ILHA- PPTE	187,479	-22° 07' 11.65766"	25,5	1,822	-51° 24' 30.72267"	21,2	0,555
SPJA- PPTE	337,397	-22° 07' 11.65713"	45,8	0,185	-51° 24' 30.72266"	37,2	0,525
SPPI- PPTE	394,969	-22° 07' 11.65756"	54,4	1,513	-51° 24' 30.72198"	40,5	1,575
SJRP- PPTE	258,681	-22° 07' 11.65719"	35,2	0,37	-51° 24' 30.72253"	28,7	0,123
SJSP- PPTE	582,446	-22° 07' 11.65656"	78,1	1,575	-51° 24' 30.72284"	67,5	1,081
POLI- PPTE	505,708	-22° 07' 11.65709"	69,7	0,061	-51° 24' 30.72199"	91,6	1,544
SPS1- PPTE	436,536	-22° 07' 11.65663"	59	1,359	-51° 24' 30.72229"	51	0,617

APÊNDICE E - Tabela das coordenadas de Jaboticabal para o mês de agosto.

Vetor	Comprimento (km)	Latitude	Precisão (cm)	Acurácia (cm)	Longitude	Precisão (cm)	Acurácia (cm)
SPAR- SPJA	223,629	-21° 14' 27.86386"	31,2	0,03	-48° 17' 12.12977"	24	1,698
SPBO- SPJA	179,076	-21° 14' 27.86360"	25	0,833	-48° 17' 12.13069"	19,6	1,142
SPBP- SPJA	259,800	-21° 14' 27.86392"	36,1	0,154	-48° 17' 12.13031"	27,4	0,03
SPDR- SPJA	339,784	-21° 14' 27.86396"	47,2	0,277	-48° 17' 12.12935"	36,6	2,996
SPFE- SPJA	229,416	-21° 14' 27.86397"	32,2	0,308	-48° 17' 12.12969"	24,6	1,945
SPFR- SPJA	123,758	-21° 14' 27.86414"	17,4	0,833	-48° 17' 12.13033"	13,3	0,03
ILHA- SPJA	330,629	-21° 14' 27.86450"	46,2	1,945	-48° 17' 12.13014"	35,8	0,555
SPPI- SPJA	175,783	-21° 14' 27.86348"	25,1	1,204	-48° 17' 12.13003"	17,4	0,895
PPTE- SPJA	337,397	-21° 14' 27.86389"	46,6	0,061	-48° 17' 12.13002"	36,3	0,926
SJRP- SPJA	122,454	-21° 14' 27.86394"	17,2	0,216	-48° 17' 12.13010"	13,2	0,679
SJSP- SPJA	331,493	-21° 14' 27.86329"	45,5	1,791	-48° 17' 12.13022"	35,5	0,308
POLI- SPJA	302,280	-21° 14' 27.86387"	42,8	0	-48° 17' 12.12978"	53,8	1,667
SPS1- SPJA	263,539	-21° 14' 27.86338"	36,5	1,513	-48° 17' 12.13003"	28,5	0,895

APÊNDICE F - Tabela das coordenadas de São José dos Campos para o mês de agosto.

Vetor	Comprimento (km)	Latitude	Precisão (cm)	Acurácia (cm)	Longitude	Precisão (cm)	Acurácia (cm)
SPAR- SJSP	522,36	-23° 12' 25.67708"	69	1,173	-45° 51' 42.25588"	56,5	0,37
SPBO- SJSP	266,4	-23° 12' 25.67697"	35,6	0,833	-45° 51' 42.25747"	29,5	4,54
SPBP- SJSP	75,668	-23° 12' 25.67718"	10,1	1,482	-45° 51' 42.25626"	8,1	0,803
SPDR- SJSP	617,208	-23° 12' 25.67728"	82,1	1,791	-45° 51' 42.25543"	70,2	1,76
SPFE- SJSP	556,918	-23° 12' 25.67730"	73,7	1,853	-45° 51' 42.25575"	60	0,772
SPFR- SJSP	337,629	-23° 12' 25.67738"	44,8	2,1	-45° 51' 42.25636"	36	1,111
ILHA- SJSP	644,608	-23° 12' 25.67783"	92,7	3,49	-45° 51' 42.25765"	117,1	5,096
SPJA- SJSP	331,493	-23° 12' 25.67710"	43,8	1,235	-45° 51' 42.25630"	35,2	0,926
SPPI- SJSP	189,127	-23° 12' 25.67673"	35,5	0,092	-45° 51' 42.25592"	23	0,247
PPTE- SJSP	582,446	-23° 12' 25.67713"	77,3	1,328	-45° 51' 42.25628"	66,1	0,864
SJRP- SJSP	449,795	-23° 12' 25.67724"	59,7	1,667	-45° 51' 42.25599"	48,1	0,03
POLI- SJSP	96,831	-23° 12' 25.67721"	13,2	1,575	-45° 51' 42.25697"	17	2,996
SPS1- SJSP	161,866	-23° 12' 25.67657"	21,4	0,401	-45° 51' 42.25597"	18,8	0,092

ANEXOS

ANEXO A - Tabela da distribuição t (student)

gl	Área na cauda superior								
	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0025	0,001	0,0005
1	1,000	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	127,3	318,3	636,6
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	14,09	22,33	31,60
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	7,453	10,21	12,92
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	5,598	7,173	8,610
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	4,773	5,894	6,869
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	4,317	5,208	5,959
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,029	4,785	5,408
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	3,833	4,501	5,041
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	3,690	4,297	4,781
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	3,581	4,144	4,587
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	3,497	4,025	4,437
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,428	3,930	4,318
13	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,372	3,852	4,221
14	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,326	3,787	4,140
15	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,286	3,733	4,073
16	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,252	3,686	4,015
17	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,222	3,646	3,965
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,197	3,610	3,922
19	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,174	3,579	3,883
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,153	3,552	3,850
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,135	3,527	3,819
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,119	3,505	3,792
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,104	3,485	3,768
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,091	3,467	3,745
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,078	3,450	3,725
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,067	3,435	3,707
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,057	3,421	3,689
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,047	3,408	3,674
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,038	3,396	3,660
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,030	3,385	3,646
35	0,682	1,306	1,690	2,030	2,438	2,724	2,996	3,340	3,591
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	2,971	3,307	3,551
45	0,680	1,301	1,679	2,014	2,412	2,690	2,952	3,281	3,520
50	0,679	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678	2,937	3,261	3,496
z	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	2,807	3,090	3,291

Fonte: Barbetta (2010)

ANEXO B – Monografia do IBGE da estação RBMC 93900



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS

Relatório de Informação de Estação

PPTE - Presidente Prudente

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC

Data: 01/01/2006

Atualização: 06/04/2018 - Atualização de Firmware

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: PRESIDENTE PRUDENTE

Ident. da Estação: PPTE

Código SAT: 93900

Código Internacional: 41611M002

2. Informação sobre a localização

Cidade: Presidente Prudente

Estado: São Paulo

Informações Adicionais: Pilar de concreto revestido de tubo de PVC, medindo 3,05 m de altura e 0,30 m de diâmetro, em seu topo dispositivo de centragem forçada. No Campus da UNESP de Presidente Prudente, próximo a Estação de Meteorologia, Rua Roberto Simonsen, 305.

3. Coordenadas oficiais

3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)

Coordenadas Geodésicas		
Latitude:	- 22° 07' 11,65707"	Sigma: 0,001 m
Longitude:	- 51° 24' 30,72249"	Sigma: 0,001 m
Alt. Elip.:	431,049 m	Sigma: 0,003 m
Coordenadas Cartesianas		
X:	3.687.624,3674 m	Sigma: 0,002 m
Y:	-4.620.818,6827 m	Sigma: 0,002 m
Z:	-2.386.880,3805 m	Sigma: 0,001 m
Coordenadas Planas (UTM)		
UTM (N):	7.553.844,609 m	
UTM (E):	457.866,057 m	
MC:	-51	

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receptor

- 4.1.1 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
 Número de Série - 5215K84090
 Versão do Firmware - 5.33 (Principal)
 Atualização do Firmware - 06/04/2018 às 17:36 UTC
- 4.1.2 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
 Número de Série - 5215K84090
 Versão do Firmware - 5.30 (Principal)
 Atualização do Firmware - 02/03/2018 às 19:42 UTC
- 4.1.3 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
 Número de Série - 5215K84090
 Versão do Firmware - 4.85 (Principal)
 Atualização do Firmware - 30/05/2014 às 13:25 UTC

ANEXO C – Monografia do IBGE da estação RBMC 91537



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
SPJA - Jaboticabal

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC
 Data: 02/10/2010
 Atualização: 22/03/2017 - Atualização de Firmware

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: JABOTICABAL
 Ident. da Estação: SPJA
 Código SAT: [99539](#)
 Código Internacional: 41686M001

2. Informação sobre a localização

Cidade: Jaboticabal
 Estado: São Paulo

Informações Adicionais: Pilar cilíndrico de concreto medindo 2,91 m de altura com diâmetro de 0,30 m sobre uma base quadrangular de 1,20 m x 1,20 m. Possui no topo um dispositivo de centragem forçada. Em terreno situado ao lado do prédio do Laboratório de Instrumentação, dentro do Campus da UNESP, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Na Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane s/n - Jaboticabal/SP.

3. Coordenadas oficiais

3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 21° 14' 27,86387"	Sigma:	0,002 m
Longitude:	- 48° 17' 12,13032"	Sigma:	0,002 m
Alt. Elip.:	570,199 m	Sigma:	0,009 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	3.957.806,6961 m	Sigma:	0,006 m
Y:	-4.440.069,7850 m	Sigma:	0,006 m
Z:	-2.296.499,8742 m	Sigma:	0,003 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	7.648.754,712 m		
UTM (E):	781.612,637 m		
MC:	-51		

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receptor

- 4.1.1 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
 Número de Série - 5429R49135
 Versão do Firmware - 5.22 (Principal)
 Atualização do Firmware - 22/03/2017 às 20:50 UTC
- 4.1.2 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
 Número de Série - 5429R49135
 Versão do Firmware - 5.20 (Principal)
 Atualização do Firmware - 04/01/2017 às 18:04 UTC
- 4.1.3 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR9
 Número de Série - 5429R49135
 Versão do Firmware - 5.03 (Principal)
 Data de Instalação - 26/10/2016 às 10:10 UTC

ANEXO D – Monografia do IBGE da estação RBMC 99539



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS

Relatório de Informação de Estação

SJSP - São José dos Campos

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC

Data: 29/04/2013

Atualização: 09/05/2018 - Atualização de Firmware

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

Ident. da Estação: SJSP

Código SAT: 91537

Código Internacional: 41601M002

2. Informação sobre a localização

Cidade: São José dos Campos

Estado: São Paulo

Informações Adicionais: Pilar de concreto com formato cilíndrico, medindo 1,16 m de altura e com 0,29 m de diâmetro, está assentado em uma base de 1,00 m x 1,00 m x 0,80 m. Possui no topo um dispositivo de centragem forçada padrão UFRJ. Foi colocado a 0,20 m do topo, uma chapa de metal padrão IBGE na parte sudeste do marco, foi estampado: SAT- 91537. Próximo a uma cerca, a SE da portaria 1 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, na cidade de São José dos Campos - SP.

3. Coordenadas oficiais

3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)

Coordenadas Geodésicas		
Latitude:	- 23° 12' 25,67670"	Sigma: 0,002 m
Longitude:	- 45° 51' 42,25600"	Sigma: 0,003 m
Alt. Elip.:	605,088 m	Sigma: 0,016 m
Coordenadas Cartesianas		
X:	4.084.802,4337 m	Sigma: 0,010 m
Y:	-4.209.560,3974 m	Sigma: 0,011 m
Z:	-2.498.056,9590 m	Sigma: 0,006 m
Coordenadas Planas (UTM)		
UTM (N):	7.433.289,119 m	
UTM (E):	411.820,813 m	
MC:	-45	

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receptor

- 4.1.1 Tipo do Receptor - SEPT SEPT POLARX5
 Número de Série - 45001182
 Versão do Firmware - 5.2.0 (Principal)
 Atualização do Firmware - 09/05/2018 às 13:00 UTC
- 4.1.2 Tipo do Receptor - SEPT SEPT POLARX5
 Número de Série - 45001182
 Versão do Firmware - 5.1.2 (Principal)
 Atualização do Firmware - 27/03/2018 às 00:18 UTC
- 4.1.3 Tipo do Receptor - SEPT SEPT POLARX5
 Número de Série - 45001182
 Versão do Firmware - 5.1.1 (Principal)
 Data de Instalação - 10/03/2017 às 14:00 UTC