

GABRIEL FRANCISCO MACHADO ALVES

AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE POSICIONAMENTO ABSOLUTO PRECISO STARFIRETM (DGPS)

INCONFIDENTES-MG

2016

GABRIEL FRANCISCO MACHADO ALVES

AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE POSICIONAMENTO ABSOLUTO PRECISO STARFIRETM (DGPS)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação em Agrimensura Engenharia de e Cartográfica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica.

Orientador: Prof. Esp. Paulo Augusto Ferreira Borges

INCONFIDENTES-MG

2016

GABRIEL FRANCISCO MACHADO ALVES

AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE POSICIONAMENTO ABSOLUTO PRECISO STARFIRETM (DGPS)

Data de aprovação: _____de____2016

Orientador: Prof. Esp. Paulo Augusto Ferreira Borges IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes

> Prof. Dr. Angelo Marcos Santos Oliveira IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes

> Prof. Dr. João Batista Tavares Junior IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Nossa Senhora de Aparecida, por sempre estar à frente dos meus afazeres, guiando meus passos e minha vida.

Aos meus pais, José Francisco e Lucilene, pelo apoio e incentivo ao longo de toda minha caminhada, por sonharem junto comigo, pelo amor e exemplo de vida que representam para mim.

Agradeço também as minhas irmãs, Talita e Poliana, por sempre estarem ao meu lado, me incentivando a caminhar.

Ao meu irmão Diego, pela sua amizade, pelo apoio, pelos conselhos, pelo exemplo de profissionalismo, pelos incentivos e por transmitir seus conhecimentos.

Agradeço também a minha namorada Raquel, pela amizade, pelo carinho, dedicação, companheirismo e compreensão.

Agradeço ao professor e orientador, Paulo Augusto Ferreira Borges pela atenção, paciência, dedicação, pelos ensinamentos que me proporcionou, pelo exemplo de profissional que é, ajudando-me da melhor maneira possível na realização deste trabalho. Minha eterna gratidão.

Ao professor Julierme Wagner da Penha, pela amizade, pelas oportunidades que me proporcionou, pelos conselhos. Minha eterna gratidão.

Aos professores João Batista Tavares Junior, Angelo Marcos Santos Oliveira, Mosar Faria Botelho, Marlei Rodrigues Franco, Miguel Isaac Toledo del Pino, Jean Paulo Alberti de Freitas, pelos conselhos, pelas oportunidades, pelos conhecimentos.

A todos os professores do setor de Agrimensura e Cartografia, que de alguma maneira contribuíram para minha formação acadêmica.

Agradeço também aos meus amigos Hugo Deleon e Leonardo Fiore, pela amizade, parceria e companheirismo durante toda esta jornada. Sabemos que não foi fácil, mas juntos a tornamos menos complicada.

Aos colegas do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, pelo companheirismo, e também por contribuírem de alguma maneira com minha pessoa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Inconfidentes, pelo acolhimento, pelas amizades, e por ter proporcionado todas as condições necessárias à minha formação.

À empresa Alezi Teodolini, por fornecer os equipamentos necessários à execução deste trabalho.

De modo final, agradeço a todas as pessoas, de que alguma forma, contribuíram para minha formação pessoal e acadêmica.

"Buscar as coisas do Alto. Não podemos ter medo de sonhar com grandes ideais. Triste de quem se acomoda e se apequena com reduzidos propósitos. A vida é feita de grandes projetos. O ser humano é chamado para grandes ideais. Os grandes sonhos nos dão força para superarmos os pequenos e grandes obstáculos."

(Padre Léo)

RESUMO

Receptores GNSS são ferramentas seguras, altamente produtivas para realização de observações aos satélites, possibilitando a determinação de coordenadas geodésicas sobre a superfície terrestre. As tecnologias e ferramentas disponíveis no mercado são de essencial importância no desenvolvimento eficiente dos projetos de engenharia e áreas correlatas. Neste trabalho o objetivo foi avaliar a acurácia e precisão obtida no posicionamento absoluto preciso (Precise DGPS), fazendo uso do receptor GNSS da NavCom SF-3040, a partir do sistema de correção global StarFireTM. As coordenadas de referência foram obtidas através do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Rede SATGPS). Para isso, foram observados 8 (oito) vértices. Para fins de análise, as coordenadas dos vértices pertencentes à rede SAT-GPS foram consideradas como verdadeiras. Em todos os vértices, foram realizados duas séries de observações, onde uma foi utilizada o sistema de inicialização rápida e a outra o sistema de inicialização por convergência, com coletas de tempos de 1, 5, 10, 30 e 60 segundos. A acurácia e precisão dos valores obtidos foram determinadas por meio de cálculos das discrepâncias nos eixos (Este, Norte e Altitude Geométrica) e com base nos RMS e erros planimétricos calculados. Também foi realizada um posicionamento cinemático em ambas inicializações, sendo cada vértice observado pelo tempo de 5 minutos, com taxa de gravação de 1 em 1 segundo, resultando em 300 observações por eixo. Posteriormente foram aplicados os testes estatísticos como média, mediana, moda, desvio padrão, curtose, assimetria, determinados os valores de mínimo e máximo e também aplicado o teste de normalidade Shapiro-Wilk. Em seguida, foram gerados para ambas as inicializações, histogramas de frequência referente a cada eixo como também os gráficos Quantil – Quantil (QQ – Plot), e assim verificando visualmente o comportamento dos dados obtidos. Ao avaliar as observações obtidas durante os experimentos em relação aos valores tomados como verdadeiros, obtidos através das monografias do site do IBGE, pode-se concluir que os resultados apresentaram acurácia planimétrica aproximada de 10 cm. Em relação à dispersão entre os valores observados (precisão) obteve-se erros aproximados de 5 cm. Concluiu-se que o uso da técnica de posicionamento avaliada é tecnicamente possível quando aplicada em levantamentos onde não requer precisão milimétrica.

Palavras-chave: GNSS, NavCom, Posicionamento Preciso, Correção Diferencial.

ABSTRACT

GNSS receivers are safe tools, highly productive for conducting observations to satellites, enabling the determination of geodetic coordinates on the earth's surface. The technologies and tools available in the market are of essential importance in the efficient development of engineering projects and related areas. In this work the objective was to evaluate the accuracy and precision obtained in precise absolute positioning (Precise DGPS), making use of GNSS NavCom SF-3040 receiver from the global correction system StarFireTM. The reference coordinates were obtained from the IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics -SAT-GPS Network). For this, we observed 8 (eight) vertices. For analysis purposes, the coordinates of the vertices belonging to the SAT-GPS network were considered as true. In all vertices they were carried out two sets of observations, where one was used the quick boot system and the other by the convergence boot system, with sampling times of 1, 5, 10, 30 and 60 seconds. The accuracy and precision of the obtained values were determined by calculation of the discrepancies in the axes (East, North and Geometric Altitude) and based on RMS and calculated planimetric errors. Also kinematic positioning was performed on both boots, each vertex observed by time of 5 minutes, with recording rate of 1 in 1 second, resulting in 300 axle observations. It was later applied statistical tests such as mean, median, mode, standard deviation, kurtosis and asymmetry, determined the minimum and maximum values, and also used the normality test Shapiro-Wilk. Then they were generated for both startups, frequency histograms for each axis as well as the graphics Quantil - Quantil (QQ - Plot), and so visually checking the behavior of the data. When evaluating the observations obtained during the experiments in relation to the values taken as true, obtained through the monographs of the IBGE website, it can be concluded that the results presented approximate planimetric accuracy of 10 cm. In relation to the dispersion between the observed values (accuracy), approximate errors of 5 cm were obtained. It was concluded that the use of the evaluated positioning technique is technically possible when applied in surveys where it does not require millimetric precision.

Keywords: GNSS, NavCom, Precise Positioning; Differential Correction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração do funcionamento do sistema Beacon DGPS	5
Figura 2 - Localização das Estações de Referência Terrestre	5
Figura 3 - Visualização da área de cobertura do sistema OmniSTAR	7
Figura 4 - Ilustração da estrutura MSAS	8
Figura 5 – Efeito do multicaminho	9
Figura 6 – Ilustração da Latência DGPS e da Idade	
Figura 7 – Ilustração do Fluxo de dados do sistema StarFire TM	14
Figura 8 – Centros de Processamentos (a) Torrance, CA e (b) Moline, IL	16
Figura 9 – Comportamento das Curvas conforme o coeficiente de curtose	19
Figura 10 – Gráficos simétrico e assimétrico à direita e à esquerda	20
Figura 11 – Ilustração de Precisão e Acurácia	21
Figura 12– Gráfico representativo da Distribuição Normal	24
Figura 13 – Localização dos Vértices homologados pelo IBGE	
Figura 14 – Receptor GNSS NavCom SF-3040	27
Figura 15 – Coletora de Dados GETAC PS236	27
Figura 16 – Universidade de São Paulo (USP) Raia Olímpica	
Figura 17 – Configuração do <i>Software</i> SurvCE_Inicialização Rápida	
Figura 18 – Configuração do <i>Software</i> SurveCE_Inicialização por Convergência.	
Figura 19 – Foto do Vértice P01	
Figura 20 – Foto do Vértice P1A	
Figura 21 – Foto do Vértice P1	33
Figura 22 – Foto do Vértice P2A	
Figura 23 – Foto do Vértice P2	
Figura 24 – Foto do Vértice P3C	
Figura 25 – Foto do Vértice P4	
Figura 26 – Foto do Vértice P5	
Figura 27 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte V	értice_P01
Figura 28 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vé	rtice_P01.37
Figura 29 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude	e Geométrica
Vértice_P01	

Figura 30 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Convergência Eixo Norte
Vértice_P01
Figura 31 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Convergência Eixo Este
Vértice_P01
Figura 32 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Convergência Eixo Altitude
Geométrica Vértice_P01
Figura 33 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P0140
Figura 34 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P0140
Figura 35 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) -
Vértice_P0140
Figura 36 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) -
Vértice_P0141
Figura 37 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) -
Vértice_P0141
Figura 38 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em
metros) - Vértice_P0141
Figura 39 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte Vértice_P1A
Figura 40 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vértice_P1A 71
Figura 41 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica
Vértice_P1A71
Figura 42 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte Vértice_P1.72
Figura 43 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vértice_P172
Figura 44 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica
Vértice_P172
Figura 45 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte Vértice_P2A
Figura 46 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vértice_P2A 73
Figura 47 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica
Vértice_P2A73
Figura 48 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte Vértice_P2.74
Figura 49 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vértice_P274

Figura 50 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica
Vértice_P274
Figura 51 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte Vértice_P3C
Eigure 52 Créfice Histograme de Frequêncie Inicialização Bénido Eixo Este Vértico D2C 75
Figura 52 - Granco Histograma de Frequência Inicialização Rapida Eixo Este Vence_FSC 75
Vártico P2C
Venuce_FSC
Figura 54 - Granco Histograma de Frequência Inicialização Rapida Eixo None Venice_P4.70
Figura 55 - Granco Histograma de Frequência Inicialização Rapida Eixo Este Venice_P4/o
Figura 56 - Granco Histograma de Frequencia inicialização Rapida Eixo Altitude Geometrica
Vertice_P4
Figura 57 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rapida Eixo Norte Vértice_P5.//
Figura 58 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vértice_P577
Figura 59 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica
Vértice_P577
Figura 60 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte
Vértice_P1A78
Figura 61 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este
Vértice_P1A
Figura 62 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude
Geométrica Vértice_P1A
Figura 63 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte
Vértice_P179
Figura 64 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este
Vértice_P179
Figura 65 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude
Geométrica Vértice_P179
Figura 66 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte
Vértice_P2A
Figura 67 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este
Vértice_P2A80
Figura 68 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude
Geométrica Vértice_P2A

Figura 69 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte
Vértice_P281
Figura 70 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este
Vértice_P281
Figura 71 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude
Geométrica Vértice_P281
Figura 72 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte
Vértice_P3C
Figura 73 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este
Vértice_P3C
Figura 74 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude
Geométrica Vértice_P3C
Figura 75 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte
Vértice_P483
Figura 76 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este
Vértice_P483
Figura 77 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude
Geométrica Vértice_P4
Figura 78 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte
Vértice_P5
Figura 79 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este
Vértice_P5
Figura 80 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude
Geométrica Vértice_P5
Figura 81 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P185
Figura 82 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P185
Figura 83 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) -
Vértice_P1
Figura 84 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P1A86
Figura 85 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P1A86
Figura 86 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) -
Vértice_P1A86
Figura 87 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P287

Figura 88 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P287
Figura 89 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) -
Vértice_P2
Figura 90 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P2A88
Figura 91 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P2A88
Figura 92 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) -
Vértice_P2A
Figura 93 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P3C89
Figura 94 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P3C89
Figura 95 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) -
Vértice_P3C
Figura 96 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P490
Figura 97 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P490
Figura 98 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) -
Vértice_P490
Figura 99 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P591
Figura 100 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P591
Figura 101 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) -
Vértice_P591
Figura 102 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) -
Vértice_P192
Figura 103 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) -
Vértice_P192
Figura 104 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em
metros) - Vértice_P192
Figura 105 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) -
Vértice_P1A93
Figura 106 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) -
Vértice_P1A93
Figura 107 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em
metros) - Vértice_P1A93
Figura 108 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) -
Vértice_P294

Figura 109 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) -
Vértice_P294
Figura 110 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em
metros) - Vértice_P294
Figura 111 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) -
Vértice_P2A95
Figura 112 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) -
Vértice_P2A95
Figura 113 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em
metros) - Vértice_P2A95
Figura 114 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) -
Vértice_P3C96
Figura 115 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) -
Vértice_P3C96
Figura 116 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em
metros) - Vértice_P3C96
Figura 117 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) -
Vértice_P497
Figura 118 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) -
Vértice_P497
Figura 119 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em
metros) - Vértice_P497
Figura 120 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) -
Vértice_P5
Figura 121 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) -
Vértice_P5
Figura 122 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em
metros) - Vértice_P5

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Detalhes dos Satélites StarFire TM	15
Tabela 2 – Especificações do Receptor NavCom SF-3040	28
Tabela 3 – Vértices Oficiais	32
Tabela 4 – Discrepâncias calculadas para o vértice P01 nos três eixos / Inicialização Rápio	da 34
Tabela 5 - Discrepâncias calculadas para o vértice P01 nos três eixos / Inicialização) por
Convergência	34
Tabela 6 – Estatísticas obtidas para o vértice P01	36
Tabela 7 - Discrepâncias calculadas para o vértice P1A nos três eixos / Inicialização Rá	ípida
	64
Tabela 8 – Discrepâncias calculadas para o vértice P1 nos três eixos / Inicialização Rápida	a 64
Tabela 9 - Discrepâncias calculadas para o vértice P2A nos três eixos / Inicialização Rá	ipida
	64
Tabela 10 – Discrepâncias calculadas para o vértice P2 nos três eixos / Inicialização Rápio	da 64
Tabela 11 - Discrepâncias calculadas para o vértice P3C nos três eixos / Inicialização Rá	ipida
	65
Tabela 12 – Discrepâncias calculadas para o vértice P4 nos três eixos / Inicialização Rápid	da 65
Tabela 13 – Discrepâncias calculadas para o vértice P5 nos três eixos / Inicialização Rápid	1a 65
Tabela 14 - Discrepâncias calculadas para o vértice P1A nos três eixos / Inicialização) por
Convergência	66
Tabela 15 - Discrepâncias calculadas para o vértice P1 nos três eixos / Inicialização) por
Convergência	66
Tabela 16 - Discrepâncias calculadas para o vértice P2A nos três eixos / Inicialização) por
Convergência	66
Tabela 17 - Discrepâncias calculadas para o vértice P2 nos três eixos / Inicialização) por
Convergência	66
Tabela 18 - Discrepâncias calculadas para o vértice P3C nos três eixos / Inicialização) por
Convergência	67
Tabela 19 - Discrepâncias calculadas para o vértice P4 nos três eixos / Inicialização) por
Convergência	67
Tabela 20 - Discrepâncias calculadas para o vértice P5 nos três eixos / Inicialização) por
Convergência	67
Tabela 21 - Estatísticas obtidas para o vértice P1	68

Tabela 22 - Estatísticas obtidas para o vértice P1A	68
Tabela 23 - Estatísticas obtidas para o vértice P2	68
Tabela 24 - Estatísticas obtidas para o vértice P2A	69
Tabela 25 - Estatísticas obtidas para o vértice P3C	69
Tabela 26 - Estatísticas obtidas para o vértice P4	69
Tabela 27 - Estatísticas obtidas para o vértice P5	70

LISTA DE SIGLAS

ARP	Antenna Reference Point
DGNSS	Differential Global Navigation Satellite System
DGPS	Differential Global Satellite System
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
GAGAN	GPS Aided Geo Augmentation Navigation
GBAS	Ground Based Augmentation System
GLONASS	Globalnaya Navigatsionnaya Sputnkova Sistema
GNSS	Global Navigation Satellite System
HRMS	Erro Médio Quadrático Horizontal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISRO	Organização de Investigação Espacial da Índia
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
JPL	Jet Propulsion Lab
MSAS	Multi-functional Satellite Augmentation System
NAVSTAR – GPS	NAV gation System with Timing and Ranging
NTRIP	Networked Transport of RTCM via Internet Protocol
РСО	Phase Offset Center
PCV	Phase Center Variation
RBCM	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo
RMS	Erro Médio Quadrático
RTG	Real Time GIPSY
RTK	Real Time Kinematic

SBAS	Satellite Based Augmentation System
SCA	Sistema de Controle Ativo
SNR	Signal to Noise Ratio
TEC	Conteúdo Total de Elétrons
USP	Universidade do Estado de São Paulo
VRMS	Erro Médio Quadrático Vertical
WAAS	Wide Area Augmentation System
WCT	Wide Area Correction Transform
WMS	WAAS Mater Station

SUMÁRIO

1.	INTROD	UÇÃO	1
2.	REVISÃ(O DE LITERATURA	4
	2.1. HIST	ÓRICO DO USO DA CORREÇÃO DGPS	4
	2.1.1. S	Sistema Beacon DGPS	4
	2.1.2. S	Sistemas de Aumento	5
	2.1.2.1.	WAAS – Wide Area Augmentation System	5
	2.1.2.2.	EGNOS – European Geostationary Navigation Overlay System	6
	2.1.2.3.	OmniSTAR	6
	2.1.2.4.	MSAS - Multi-functional Satellite-Based Augmentation Service	7
	2.1.2.5.	GAGAN - GPS Aided Geo Augmented Navigation	8
	2.2. FONT	TES DE ERRO EM UM POSICIONAMENTO DGPS	8
	2.2.1. E	Erros Relacionados a Propagação do Sinal	8
	2.2.1.1.	Multicaminho	8
	2.2.1.2.	Intensidade do Sinal	9
	2.2.1.3.	SNR – Razão Sinal Ruído	9
	2.2.1.4.	Latência DGPS	10
	2.2.1.5.	Atraso Ionosférico	10
	2.2.1.6.	Atraso Troposférico	11
	2.2.1.7.	Perdas de Ciclo	11
	2.2.1.8.	Rotação da Terra	12
	2.2.2. E	Erros Relacionados ao Receptor e Antena	12
	2.2.2.1.	Erro do Relógio do Receptor	12
	2.2.2.2.	Erro entre Canais	12
	2.2.2.3.	Centro de Fase da Antena	13

2.3. SI	ISTEN	MA DE CORREÇÃO STARFIRE TM	13
2.3.1.	Int	rodução	13
2.3.2.	Té	cnica RTG StarFire TM	15
2.3.3.	Se	gmentos StarFire TM	15
2.3.3	3.1.	Segmento Espacial	15
2.3.3	3.2.	Segmento de Controle	16
2.3.3	3.3.	Segmento de Usuários	17
2.4. ES	STAT	TÍSTICAS	17
2.4.1.	De	finições	17
2.4.1	1.1.	Média	17
2.4.1	1.2.	Mediana	
2.4.1	1.3.	Moda	
2.4.1	1.4.	Curtose	
2.4.1	1.5.	Assimetria	19
2.4.1	1.6.	Variância Amostral (r = 2)	20
2.4.1	1.7.	Desvio Padrão	20
2.4.1	1.8.	Precisão	21
2.4.1	1.9.	Acurácia	21
2.4.1	1.10.	Erro Médio Quadrático	21
2.4.2.	Te	ste de Normalidade	22
2.4.2	2.1.	Shapiro-Wilk	22
2.4.3.	Dis	stribuição Normal	22
2.4.4.	Gr	áfico Quantil - Quantil	24
3. OBJE	TIV	DS	25
3.1. O	BJET	TVO GERAL	25
3.2 0	BJET	IVOS ESPECÍFICOS	

4. N	ATERIAIS E MÉTODOS26			
4.1.	ÁREA DE ESTUDO26			
4.2.	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS			
4.3.	SOFTWARES UTILIZADOS			
4.4.	METODOLOGIA UTILIZADA PARA EXECUÇÃO DO LEVANTAMENTO28			
5. R	ESULTADOS E DISCUSSÃO			
6. C	ONCLUSÃO			
REFE	RÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS44			
ANEXO I – RELATÓRIO DA ESTAÇÃO GEODÉSICA HOMOLOGADA PELO IBGE NÚMERO 91618				
APÊN PONT	DICE C – CÁLCULOS DAS ESTATÍSTICAS DOS VÉRTICES PARA O O P1A ATÉ P5			
APÊN PONT	DICE D – HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIAS DOS VÉRTICES PARA OS °OS P1A ATÉ P5 INICIALIZAÇÃO RÁPIDA71			
APÊN PONT	DICE E – HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIAS DOS VÉRTICES PARA OS OS P1A ATÉ P5 INICIALIZAÇÃO POR CONVERGÊNCIA			
APÊN VÉRI	DICE F – GRÁFICO QUANTIL - QUANTIL DOS EIXOS PARA OS ICES P1A ATÉ P5 INICIALIZAÇÃO RÁPIDA85			
APÊN VÉRT	DICE G – GRÁFICO QUANTIL - QUANTIL DOS EIXOS PARA OS ICES P1A ATÉ P5 INICIALIZAÇÃO POR CONVERGÊNCIA92			

1. INTRODUÇÃO

Posicionar um objeto nada mais é do que lhe atribuir coordenadas. Embora atualmente esta seja uma tarefa que pode ser realizada com relativa simplicidade, utilizandose, por exemplo, satélites artificiais apropriados para esse fim, determinar posições, limites, alinhamentos, áreas e implantar projetos vêm desafiando o homem há muito tempo (MONICO, 2008).

Nas últimas décadas, a geodésia deixou de observar astros verdadeiros e passou a observar satélites artificiais, fazendo com que a execução de parte dos serviços de topografia clássica passasse a utilizar o sistema GNSS. A sigla GNSS (*Global Navigation Satellite System*) é uma denominação genérica que contempla sistemas de navegação com cobertura global, associadas a uma série de infraestruturas espaciais (SBAS – *Satellite Based Augmentation System*) e terrestre (GBAS – *Ground Based Augmentation System*) que proporcionam melhor precisão e confiabilidade.

Dentre os sistemas englobados pelo GNSS podemos citar o sistema americano NAVSTAR-GPS (*NAVigation System with Timing and Ranging – Global Positioning System*), mais conhecido como GPS, o sistema russo GLONASS (*Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*), o sistema europeu Galileo - e o sistema chinês Compass/Beidou (*China's Compass Navigation Satelite System*).

Com a observação de satélites artificiais, fez-se necessária a criação de novos métodos de posicionamento (posicionamento absoluto preciso, posicionamento por ponto

preciso, posicionamento relativo em tempo real utilizando-se as técnicas NTRIP, RTK em Rede etc.), assim, é necessário definir, antes de ir a campo, a técnica de levantamento GNSS, a precisão e acurácia necessárias, compatíveis com a aplicação do projeto a ser executado. Desde então, tem ocorrido um contínuo crescimento no número de usuários dessa tecnologia para a obtenção de dados espaciais em pontos da superfície terrestre ou próximos a ela (GUANDALINI, 2012).

No que concerne ao posicionamento utilizando GNSS, independente do estado do objeto, ele pode ser realizado pelos métodos absoluto, quando as coordenadas estão relacionadas diretamente ao geocentro, e relativo, no caso em que as coordenadas são determinadas com relação a um referencial materializado por um ou mais vértices com coordenadas conhecidas (MONICO, 2008).

No posicionamento relativo, a posição de um ponto é determinada com relação à de outro(s), cujas coordenadas são conhecidas. Para realizar o posicionamento relativo, o usuário deve utilizar dois ou mais receptores que rastreiem simultaneamente, os mesmos satélites. O posicionamento relativo pode ser classificado em diversos métodos como estático, estático rápido, semicinemático e cinemático. Esses métodos podem ser realizados utilizandose as observáveis pseudodistância, fase da onda portadora e a combinação destas (fase da onda portadora e pseudodistância) (MONICO, 2008).

Por outro lado, com o surgimento dos chamados Sistemas de Controle Ativos (SCA), essa realidade mudou. Com apenas um receptor o usuário poderá efetuar o posicionamento relativo. Por esse motivo, deverá acessar os dados de uma ou mais estações pertencentes ao SCA, como por exemplo, a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) gerenciada pelo IBGE, além de outras estações contínuas disponibilizadas por empresas para fins comerciais. Logo, o sistema de referência do SCA será introduzido na solução do usuário via coordenadas das estações utilizadas como referência (MONICO, 2008).

Referindo-se a um posicionamento com a obtenção dos dados em tempo real os métodos utilizados são o RTK (*Real Time Kinematic*), com precisão ao nível centimétrico e variações de acordo com a distância do receptor móvel à base, e o DGPS (*Differential* GPS), que utiliza as pseudodistâncias para a realização do posicionamento, proporcionando precisão

de 1 a 3 m, com erro relativo em função da distância da estação de referência ao receptor móvel (SEEBER, 2003).

O conceito DGPS envolve o uso de um receptor estacionário em uma estação com coordenadas conhecidas, rastreando todos os satélites visíveis. O processamento dos dados nessa estação (posicionamento por ponto) permite que se calculem as correções posicionais, bem como as pseudodistâncias (MONICO, 2008).

Atualmente o posicionamento DGPS vem sendo bastante empregado juntamente com a técnica StarFireTM, desenvolvida pela *NavCom Technology, Inc.*. Considerada um grande avanço em solo, com base em sistemas de aumento (WAAS – *Wide Area Augmentation System*), as correções de órbita e dos relógios dos satélites GNSS são calculadas a partir de uma rede de monitoramento global com mais de 40 estações equipadas com receptores de dupla frequência (L1/L2).

Desenvolvida pela NavCom, as correções são transmitidas de modo direto para receptores StarFireTM através de *links* de satélites geo-estacionários, proporcionando uma cobertura mundial e permitindo a navegação em tempo real preciso. Logo a rede StarFireTM detém uma vantagem significativa sobre os sistemas diferenciais GPS (DGPS), uma vez que não há necessidade de possuir uma estação base em terra (posicionamento relativo), possibilitando o usuário deslocar-se sem limitações de alcance.

Neste contexto, este trabalho apresenta a utilização do posicionamento absoluto preciso (DGPS), para avaliação da técnica StarFireTM.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1.HISTÓRICO DO USO DA CORREÇÃO DGPS

2.1.1. Sistema Beacon DGPS

O sistema Beacon DGPS foi desenvolvido pela Guarda Costeira dos EUA – U.S. Coast Guard, a partir de estudos realizados para a melhoria da precisão do sinal GPS disponíveis para navegação, buscando atender especificações impostas para a navegação marítima do Plano Federal de Radionavegação dos EUA – Federal Radionavigation Plan (MIGUENS, 2000).

O princípio de funcionamento utilizado é similar ao posicionamento relativo, onde as observações dos satélites são recebidas por duas estações (estação Radiofarol e Navio), minimizando assim os efeitos de alguns erros sistemáticos (erros das órbitas dos satélites, atraso troposférico e ionosférico, erro do relógio do satélite etc.) (MIGUENS, 2000).

A estação de referência Radiofarol possui um receptor GPS que prediz através de cálculos a distância real para cada satélite que está sendo observado, e ao mesmo tempo mede as distâncias para os satélites, computando assim as diferenças entre as distâncias preditas e medidas e obtendo correções para as medidas efetuadas a cada satélite. Essas correções DGPS são transmitidas através de um *link* emitidos pelas balizas fixadas próximas às costas marítimas. O receptor DGPS presente no navio, então, recebe os dados de correção, e aplica às observações, garantindo assim medidas de posição, rumo e velocidade mais precisas, conforme a Figura 1 (MIGUENS, 2000).



Figura 1 - Ilustração do funcionamento do sistema Beacon DGPS

Fonte: Adaptado de (MARINE, 2016) - <<u>http://www.mx-marine.com/beacon-dgps-base-stations.html</u>>

2.1.2. Sistemas de Aumento

2.1.2.1. WAAS – Wide Area Augmentation System

WAAS é um sistema de navegação preciso desenvolvido pela *Federal Aviation Administration* para a aviação civil, composto de 38 estações de referência terrestre conforme a Figura 2. Este sistema permite o acesso às informações de aumento para receptores GPS tendo alta confiabilidade e precisão para realizar a estimativa da posição (ADMINISTRATION, 2016).





Fonte: Adaptado de (ADMINISTRATION, 2016) - <<u>https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/waas/ho</u>witworks/>

O Sistema de aumento WAAS basicamente fornece dois tipos de correções. No primeiro os parâmetros GPS corrigidos (com relação à posição do satélite, relógio etc.), onde o conjunto de correções se aplica a todos os usuários que estejam localizados dentro da área de cobertura do serviço WAAS. O segundo tipo transmite mensagens para correção do atraso ionosférico sobre o sinal da portadora L1. Este efeito é calculado através das várias estações terrestres espalhadas pelo continente norte-americano. Os dados das observações computados nestas estações de referências são enviados para estações denominadas de WMS – WAAS Master Station, onde recebem informações do atraso na vertical do sinal do sistema GPS, aplicando assim as devidas correções (ADMINISTRATION, 2016).

2.1.2.2. EGNOS – European Geostationary Navigation Overlay System

O sistema EGNOS foi o primeiro Sistema de Satélite Geoestacionário de Navegação Europeu, projetado para atender às necessidades e oferecer benefícios à área marítima, ao transporte terrestre, apoio às aplicações com relação à aeronáutica europeia e regiões vizinhas, aplicações à agricultura, às atividades de pesca e em geodésia. É um sistema desenvolvido para prover melhor precisão dos sistemas GNSS (AGENCY, 2016).

O sistema é composto por satélites geoestacionários sob a área da Europa e uma rede de estações terrestres, enviando correções em tempo real dos sinais GPS. O receptor GNSS para receber observações do sistema EGNOS não necessita de grandes mudanças, devido ao fato do sistema ser baseado na constelação GPS. Outro aspecto importante do sistema EGNOS é a transmissão de mensagens aos usuários, informando quando o sistema ou suas observações não devem ser utilizados (AGENCY, 2016).

2.1.2.3. OmniSTAR

Visando uma cobertura global, seja por meio de satélite, ou por meio da *internet*, o sistema OmniSTAR oferece serviços DGNSS. Como qualquer outro sistema de aumento, é composto por uma rede de seis satélites geoestacionários de alta potência, cem estações de referência terrestre e dois centros de controle de rede global, garantindo assim serviços e posicionamento altamente confiáveis em todo o mundo, conforme a Figura 3 (SERVICE, 2012).



Figura 3 - Visualização da área de cobertura do sistema OmniSTAR

Fonte: Adaptado de (SERVICE, 2012) - <<u>http://www.navtechgps.com/assets/1/7/OmniSTAR_DS.pdf</u>>

Gerando correções diferenciais com base em uma solução de rede de estações, é mais preciso e confiável do que as correções somente baseadas em dados GNSS. Possui um padrão conhecido como OmniSTAR – VBS que reduz os efeitos atmosféricos como também os efeitos orbitais na propagação do sinal GPS (SERVICE, 2012).

2.1.2.4. MSAS - Multi-functional Satellite-Based Augmentation Service

O sistema MSAS é de propriedade da Agência Meteorológica do Japão (*Japanese Meteorological Agency*) e operado pelo Ministério Japonês da Terra, Infraestrutura e Transporte. Sua cobertura é limitada à área do Japão, uma vez que não há nenhuma estação de referência em outros locais, como leste da Ásia e Oceania. A seguir, a Figura 4 demostra a estrutura do funcionamento do sistema MSAS (HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008).





Fonte: Adaptado de (AGENCY, 2016) - < http://www.navipedia.net/index.php/MSAS_Architecture>

O sistema MSAS funciona através do processamento de dados GPS coletados por uma rede de estações de referência para gerar as mensagens SBAS, que são transmitidas para os satélites geoestacionários. Estes por sua vez enviam as informações para os receptores GNSS, que calculam o posicionamento e informam sobre mensagens de alerta com um alto grau de embasamento (AGENCY, 2016).

2.1.2.5. GAGAN - GPS Aided Geo Augmented Navigation

O sistema de aumento GAGAN, foi desenvolvido pela Organização de Investigação Espacial da Índia (ISRO) e projetado como um complemento à rede GPS para fornecer mais confiabilidade às observáveis e segurança na navegação e posicionamento por satélite. Seu objetivo principal é atender às companhias aéreas e prestadoras de serviços de tráfego aéreo da Índia, bem como o Oceano Índico e parte da região da Ásia e do oceano Pacífico. (HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008).

2.2.FONTES DE ERRO EM UM POSICIONAMENTO DGPS

- 2.2.1. Erros relacionados a Propagação do Sinal
 - 2.2.1.1. Multicaminho

A antena de um receptor GNSS recebe além de sinais emitidos diretamente pelos satélites, sinais derivados de reflexões (desvios) de superfícies adjuntas, por exemplo, ruas, árvores, edifícios, lagos, veículos, conforme a Figura 5. O sinal oriundo desse desvio é denominado de multicaminho (LANGLEY, 1996).

Figura 5 – Efeito do multicaminho



Fonte: Adaptado de (HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008)

Como consequência, os sinais recebidos têm desvios de fase relativos e as diferenças de fase são proporcionais às diferenças dos comprimentos do percurso do sinal. Não há um modelo geral definido para descrever o efeito correspondente ao multicaminho, devido ao fator tempo e a situação geométrica, sendo esta última dependente da localização (HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008).

2.2.1.2. Intensidade do Sinal

Os sinais vindos dos satélites propagam-se através das diferentes regiões atmosféricas, de naturezas distintas e estados variáveis. Logo, acarretando diferentes perturbações, que provocam variações na velocidade de propagação, na direção da propagação e na intensidade do sinal (SEEBER, 2003).

Para que uma antena de um receptor GNSS seja capaz de obter informações de satélites, a intensidade do sinal necessária é cerca de cinco vezes superior que a intensidade do sinal necessária para que o receptor acompanhe a trajetória dos satélites e consiga identificar suas mensagens. Os sinais procedentes dos satélites que apresentam ângulos de baixa elevação estarão enfraquecidos, uma vez que o caminho será mais longo para atravessar a atmosfera terrestre (MIGUENS, 2000).

2.2.1.3. SNR – Razão Sinal Ruído

A SNR (*Signal to Noise Ratio*) é a razão entre a potência do sinal recebido no receptor pelo nível de potência do ruído. A SNR é graficamente dada por uma medida logarítmica e expressa em decibéis (db) (SEEBER, 2003).

As medidas de fase e pseudodistância além de estarem correlacionadas com a SNR, também possuem relação com o intervalo de captura das medidas e a geometria espacial entre os satélites e a antena do receptor GNSS. Outro fator importante é sua alta identidade com o ângulo de elevação dos satélites (FARRET *et al.*, 2003). Ultimamente, os valores de SNR estão sendo usados como parâmetros indicativos de qualidade para as observações GNSS, bem como no progresso de modelos para redução do efeito de multicaminho (SATIRAPOD, 2006).

2.2.1.4. Latência DGPS

Latência DGPS é definida como sendo, o tempo total decorrido desde a época da medição na estação de referência até o momento da utilização da mesma no receptor móvel ("tempo de cálculo + atraso de comunicação") de acordo com a Figura 6 (HOGAN, 2001).



Figura 6 - Ilustração da Latência DGPS e da Idade

Fonte: Adaptado de (HOGAN, 2001)

2.2.1.5. Atraso Ionosférico

A ionosfera é extremamente dependente da frequência, ou seja, a pseudodistância e a fase da portadora serão afetadas de forma diferentes. Este efeito é proporcional ao TEC (Conteúdo Total de Elétrons), variando de acordo com a radiação solar, posição do sol e do observador, além de outras aberrações e inconsistências. Logo, os ângulos de elevação dos satélites variam também com a localização da antena do receptor GNSS no momento da observação. O atraso ionosférico é causado principalmente por esses dois fatores (MONICO, 2008; SEEBER, 2003).

Existem duas maneiras de suavizar o atraso ionosférico: medir ou modelar o atraso. A ionosfera é um meio dispersivo para as ondas de rádio (LANGLEY, 1995). Portanto, utilizando receptores GNSS de dupla frequência, é possível mensurar e eliminar quase todo o atraso. Com receptores GNSS de simples frequência há a necessidade de se recorrer a modelos ionosféricos, que permitem minimizar em aproximadamente 50 a 80% do atraso ionosférico. Estes modelos mostram-se eficiente nas regiões de latitudes 20° - 60°, Norte e Sul, não sendo recomendados para regiões equatoriais e polares (LOOMIS; SHEYNBLATT; MUELLER, 1991).

2.2.1.6. Atraso Troposférico

A troposfera é a região mais baixa da atmosfera. A densidade desta camada não é constante ao longo da mesma, variando cerca de 9 km nos polos, e 16 km no equador. Ao contrário da ionosfera, a troposfera não é considerada dispersiva para frequências inferiores a 30 GHz (HORVÁTH, 2002).

O atraso Troposférico depende da massa gasosa que se encontra nas camadas mais baixas, sendo decomposta em duas componentes: uma composta de gases secos, responsável por cerca de 90% do atraso troposférico total, onde se tem influência das grandes quantidades de nitrogênio e oxigênio, porém podendo ser determinada com bastante precisão, e outra composta de gases úmidos, responsável pelos outros 10%, causada pela presença do vapor d'água, sendo variável no espaço e no tempo (WELLS *et al.*, 1986).

Devido a estes elementos, os sinais advindos dos satélites sofrem um atraso durante o caminho até que cheguem ao receptor GNSS. Este atraso também é dependente do ângulo de elevação dos satélites, variando 2,5 m para a direção do zênite e de 10 - 15 m para satélites próximos ao horizonte. Diferente da ionosfera, o atraso troposférico é o mesmo para as diferentes frequências (L1, L2 etc.), não podendo estas frequências serem utilizadas para mensurá-lo. No entanto, usam-se modelos atmosféricos baseados em leis de gases ideais em uma camada esférica de refratividade constante, sem modificação temporal a uma altura eficaz de aproximadamente 40 km, reduzindo o erro a um valor de 2 a 5% do seu total (GREWAL; WEILL; ANDREWS, 2001).

2.2.1.7. Perdas de Ciclo

O receptor ao ser ligado, automaticamente inicia a contagem do número de ciclos inteiros. Porém o número de ciclos inteiros emitido pelo satélite e sua reprodução gerada no receptor, resulta em uma medida fracionária, sendo esta desconhecida no início da observação (MONICO, 2008).

Este fato pode ser dependente da observação, causada pela razão sinal ruído (SNR), pela cintilação da ionosfera, ou devido ao rastreamento a satélites de baixas elevações, acarretando baixa intensidade no sinal. Outro fator dependente que resulta em perdas de ciclos refere-se ao receptor, observando-se alterações devido à sua localização (próxima a áreas de construções, árvores), aceleração da antena, problemas com *software* e interferência de outras fontes de rádio (WELLS *et al.*, 1986).

2.2.1.8. Rotação da Terra

As coordenadas de um satélite na época da transmissão do sinal, são calculadas com relação a um referencial de coordenadas fixo à Terra. No entanto, é indispensável realizar a correção do movimento de rotação da Terra, devido à propagação do sinal ser momentânea, dado que o sistema de coordenadas terrestre sofre uma rotação com relação ao satélite (MONICO, 2008).

- 2.2.2. Erros relacionados ao Receptor e Antena
 - 2.2.2.1. Erro do Relógio do Receptor

Para determinar a posição tridimensional de um receptor GNSS, é necessário mensurar o tempo de propagação do sinal de pelo menos quatro satélites. Por essa razão, é de suma importância saber o tempo de transmissão e recepção dos dados com alta precisão. Considerando um caso ideal, os satélites teriam que transmitir suas coordenadas em épocas extremamente sincronizadas com o sistema de tempo do receptor (HORVÁTH, 2002).

Embora os receptores GNSS possuam mecanismos de medição de tempo baseado em osciladores de quartzo, este sincronismo não ocorre, devido ao fato dos satélites apresentarem relógios excessivamente mais precisos do que aqueles oferecidos pelos receptores. Neste caso, pode-se realizar a correção deste erro, fazendo uso das efemérides e utilizando o posicionamento relativo, corrigindo assim as observáveis GNSS (MONICO, 2008).

2.2.2.2. Erro entre Canais

Recentemente receptores GNSS possuem mais que um canal, denominados de canais múltiplos, onde cada canal armazena dados de um determinado satélite. Entretanto, tem-se a ocorrência de erros sistemáticos entre os canais, uma vez que, o sinal advindo de cada satélite, irá percorrer um caminho distinto (MONICO, 2008).

2.2.2.3. Centro de Fase da Antena

Como as medidas das observáveis GNSS são referenciadas ao centro de fase da antena, e este não coincide com o centro mecânico da antena, faz-se necessário estabelecer uma relação entre o centro eletrônico e o centro mecânico da antena GNSS. Conhecido como ARP (*Antenna Reference Point* – Ponto de Referência da Antena), este ponto é utilizado como referência para efetuar medidas na antena GNSS (SEEBER, 2003).

Deslocando-se devido à intensidade e direção (elevação e azimute) dos sinais e apresentando particularidades para cada uma das portadoras, a maior adversidade encontrada é não estabilidade do centro de fase. Porém este erro pode ser corrigido realizando a calibração da antena, podendo ser feita pelo método denominado calibração relativa, onde os deslocamentos da antena (PCO – *Phase Offset Center*) e as variações do centro de fase (PCV – *Phase Center Variation*) da antena são calibrados em relação à outra antena adotada como referência (normalmente era utilizada a antena denominada de AOAD/M_T *antenna*, conhecida como antena *Dorne Margolin*), ou pelo método denominado de calibração absoluta, onde a antena a ser testada é movida por meio de um robô, de maneira que um determinado satélite é observado de diferentes ângulos pelas antenas de ensaio e de referência. Esta separação angular permite a cessação dos efeitos da antena de referência, transferindo apenas os valores de deslocamentos (PCO) e as variações do centro de fase (PCV) da antena teste, onde estes são calculados em função do ângulo de elevação e azimute do satélite (MONICO, 2008).

2.3.SISTEMA DE CORREÇÃO STARFIRETM

2.3.1. Introdução

Considerado um grande avanço na tecnologia DGPS, com base em sistemas de aumento (WAAS – *Wide Area Augmentation System*), o sistema StarFireTM desenvolvido pela *NavCom Technology, Inc.*, originalmente chamado de WCT - *Wide Area Correction Transform*, foi introduzido pela NavCom em 1998, e vem sendo oferecido comercialmente desde 1999, sendo aplicado em diversas áreas tais como engenharia, agricultura de precisão, mapeamento aéreo, área militar, etc (TECHNOLOGY, 2015).

Em 2002, a *NavCom Technology, Inc.* ampliou o serviço StarFireTM, tornando-o um sistema de cobertura global. Ao contrário dos sistemas SBAS regionais (WASS, EGNOS, OMNISTAR, MSAS e, GAGAN), a técnica desenvolvida pela *NavCom*, utiliza de uma rede

de mais de 60 estações de referência GNSS, uma nova versão da técnica RTG – *Real-Time GIPSY*, para realizar os cálculos referentes às órbitas dos satélites, correções dos relógios (DIXON, 2006).

Correções são geradas através de dois centros de processamento e vários *links* de comunicação, asseguram a disponibilidade contínua de correções StarFire[™]. Estas correções são transmitidas em tempo real para seis satélites Inmarsat geoestacionários, que proporcionam uma cobertura mundial (SBAS Global), e então retransmitem diretamente ao usuário em campo, permitindo a navegação em tempo real preciso. A seguir, na Figura 7, o funcionamento do sistema StarFire[™], sendo a leitura feita a partir do canto superior esquerdo para a direta (DIXON, 2006).



Figura 7 – Ilustração do Fluxo de dados do sistema StarFireTM

Fonte: Adaptado de (DIXON, 2006)

Existem várias características que garantem o bom funcionamento do sistema StarFireTM:

- Observações GNSS oriundos de uma rede global, composta de receptores de dupla frequência;
- Cálculos precisos das órbitas dos satélites, usando a tecnologia RTG *Real-Time GIPSY* e através do software JPL – *Jet Propulsion Lab*;
- Modelagem de todas as fontes de erros;
- Redundância na medição de dados, estruturas de processamentos potentes e alto desempenho dos *links* de comunicação.

2.3.2. Técnica RTG StarFireTM

Desenvolvida pela JPL – Jet Propulsion Laboratory, a técnica RTG – Real-Time GIPSY é financiada pela NASA's Earth Science Technology Office, a técnica RTG provê de correções diferenciais global GPS – Global Differencial GPS (RAMOS et al., 2007).

Através de uma rede global de estações, observações são enviadas em tempo real ou pela *internet*, onde se realiza com precisão a modelagem de vários parâmetros e erros inerentes aos satélites GNSS, e assim gerando correções referentes às órbitas e aos relógios dos satélites (RAMOS *et al.*, 2007).

Essas correções são calculadas em função de combinações lineares livres do efeito ionosférico enviadas para o usuário através da comunicação via *link* de satélites INMARSAT, através de sua Banda-L (1525 – 1565 MHz). Com a utilização desta técnica, todos os erros são identificados e modelados, dentre eles (RAMOS *et al.*, 2007):

- ➢ Geopotencial;
- Efeito troposférico;
- Efeito da maré oceânica;
- Pressão Solar.
- 2.3.3. Segmentos StarFireTM
 - 2.3.3.1. Segmento Espacial

O segmento espacial consiste de uma constelação de 3 satélites Inmarsat, o que torna diferente esta técnica das demais, proporcionando cobertura global, exceto nas áreas referentes aos polos (Norte e Sul). A Tabela 1 apresenta detalhes sobre as áreas inclusas, a longitude referente à posição geoestacionária, nome do satélite, tipo do satélite acrescido do ID e também as estações terrestres utilizadas para realizar *uplink* do sinal StarFireTM (DIXON, 2006).

Área	Long.	Nome	Sat.	Estações Terrestres
Américas	98°W	PAC-E	2-F2	Laurentides, Canadá
Europa África	25°E	IND-W	3-F5	Goonhilly, Englaterra
Asia Pacífico	109°E	IND-E	2-F4	Auckland, Nova Zelândia

Tabela 1 – Detalhes dos Satélites StarFireTM

Fonte: Adaptado de (DIXON, 2006)

2.3.3.2. Segmento de Controle

StarFireTM utiliza uma rede global de rastreamento de aproximadamente 60 estações de referência e cotado de um *software* desenvolvido pela *NavCom Technology, Inc.*, para realizar os cálculos das órbitas e dos relógios de forma muito preciso e exatos em tempo real para todos os satélites GPS e GLONASS (TECHNOLOGY, 2015).

StarFireTM utiliza a mais recente realização do *International Terrestrial Reference Frame* (ITRF). Em outras palavras, as correções StarFireTM são baseadas no ITRF08, e ajustado em uma base diária (UTC meia-noite) para calcular os deslocamentos das velocidades atribuídas e a mudanças continentais em uma base global.

O segmento de controle do sistema StarFireTM é composto por dois centros de observação (controle), conforme a Figura 8. Um está localizado na sede da *NavCom Tecnologia* em Torrance, Califórnia - EUA, e o segundo localizado na sede da John Deere em Moline, Illinois - EUA (DIXON, 2006).



Figura 8 - Centros de Processamentos (a) Torrance, CA e (b) Moline, IL

Fonte: (RODRIGUES, 2012)

Cada centro de observação (controle) recebe dados das estações de referência com uma latência de aproximadamente 2 segundos. Há dois centros de produção de dados (primário e secundário), que realizam cálculos e produzem dados de modo independente um do outro (DIXON, 2006).
2.3.3.3. Segmento de Usuários

Semelhante aos demais sistemas, o segmento de usuários da técnica StarFireTM está inteiramente ligado aos receptores GNSS. O que difere este dos demais é a disponibilidade dos receptores GNSS estarem dotados da tecnologia para receber observações através do uso da tecnologia StarFireTM e sobretudo a utilização de apenas uma antena para realizar a coleta de dados.

No entanto, os receptores devem ser pertinentes aos propósitos a que se estabelece, como agricultura, navegação, geodésia e atividades afins. Dotado de aplicações benéficas para os usuários, os receptores GNSS StarFireTM oferecem o recurso chamado *QuickStart* (Início Rápido), onde uma posição com coordenadas precisas conhecidas pode ser utilizada para iniciar a navegação StarFireTM e assim eliminar o período de convergência. Quando não se conhece nenhuma posição com precisão, será necessária a inicialização por convergência, que consiste em posicionar sobre o primeiro ponto por um período de 30 a 50 minutos. Após este procedimento obtém-se uma precisão sub-decimétrica para o posicionamento em tempo real (TECHNOLOGY, 2015).

2.4.ESTATÍSTICAS

2.4.1. Definições

2.4.1.1. Média

É a medida de tendência central. Representa o valor médio de um conjunto de dados. Quando calculada a partir de todos os valores de uma população, é representada pela letra grega μ . Caso sejam usados dados amostrais para seu cálculo, é utilizada a letra \bar{x} é definida pela Equação 1 (SALSA; MOREIRA; PEREIRA, 2007).

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \tag{1}$$

Onde:

 μ = média populacional;

 x_i = valores observados;

n = número de observações.

2.4.1.2. Mediana

Refere-se ao valor que ocupa a posição central de um conjunto de dados ordenados. Divide um conjunto de observações em duas partes iguais. Diferente da média, os valores extremos não influenciam em seu cálculo, visto que, é uma medida que está vinculada à posição que ocupa no conjunto de dados ordenados (SALSA; MOREIRA; PEREIRA, 2007).

2.4.1.3. Moda

É definida como o valor que aparece com maior frequência em um conjunto de dados observados. Caso aconteça de se ter, em uma mesma série estatística, dois ou mais valores que apresentem a mesma frequência de ocorrência, estes são denominados de distribuições bimodais (duas modas), ou trimodais (três modas), ou multimodais (SALSA; MOREIRA; PEREIRA, 2007).

2.4.1.4. Curtose

É utilizado para medir o grau de achatamento de uma distribuição de frequências com relação a uma distribuição padrão, verificando assim, se conjunto de dados é oriundo de uma distribuição normal. Recomenda-se, que os cálculos resultem em valores entre 2,5 e 3,5, sendo assim assertivo que os dados observados apresentam uma distribuição normal (FERREIRA, 2005).

Pode-se obter o valor de curtose a partir da Equação 2.

$$b_2 = \sum_{i=1}^n \frac{Z_i^4}{n} = \frac{m_4}{(\sqrt{m_2})^4}$$
⁽²⁾

Onde:

 Z_i = variável aleatória;

 m_2 = momento amostral de ordem 2;

 m_4 = momento amostral de ordem 4.

De acordo com o valor obtido através da Equação 3, define-se a curtose em três tipos:

$$g_2 = b_2 - 3$$
 (3)

18

Sendo que:

- Se $g_2 < 0$ denomina-se platicúrtica;
- Se $g_2 = 0$ denomina-se mesocúrtica;
- Se $g_2 > 0$ denomina-se leptocúrtica.

As denominações atribuídas às distribuições são apresentadas na Figura 9.



Figura 9 - Comportamento das Curvas conforme o coeficiente de curtose



2.4.1.5. Assimetria

É a parte da estatística utilizada para verificar a partir de histogramas de dados ou distribuição de frequências, o comportamento geral dos dados. O recomendável é que a distribuição dos dados em forma gráfica seja simétrica, ou seja, os valores de média, mediana e moda sejam coincidentes. Não tendo ocorrência deste evento, teremos a distribuição assimétrica positiva e assimétrica negativa. Em uma distribuição assimétrica positiva, a média é maior que a mediana, que por sua vez é maior que a moda. No caso de se ter uma distribuição assimétrica negativa, a média será menor que a moda, conforme ilustrada na Figura 10 (MEDRI, 2011).





Fonte: (MEDRI, 2016). Disponível em http://www.uel.br/pos/estatisticaeducacao/textos_didaticos/especializacao_estatistica.pdf

O valor de assimetria pode ser obtido pela Equação 4.

$$b_1 = \sum_{i=1}^n \frac{Z_i^3}{n} = \frac{m_3}{(\sqrt{m_2})^3} \tag{4}$$

Analisando o valor resultante da Equação 4, temos que:

- ▶ $b_1 > 0$ distribuição assimétrica positiva;
 Z_i > variável aleatória;
- → $b_1 = 0$ distribuição assimétrica negativa; m_2 > momento amostral de ordem 2;
- → $b_1 < 0$ distribuição perfeitamente simétrica; $m_3 >$ momento amostral de ordem 3;

2.4.1.6. Variância amostral (r = 2)

É definida como o quadrado dos desvios padrão. É definida pela Equação 5 (FERREIRA, 2005).

$$S^{2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_{i} - \bar{x})^{2}}{n-1}$$
(5)

> S^2 > variância amostral; x_i > elemento *i* do conjunto de dados;

 \triangleright

\bar{x} > média do conjunto de dados; n > total de elementos do conjunto de dados;

2.4.1.7. Desvio Padrão

É definido extraindo-se a raiz quadrada da variância, sendo assim expresso na mesma unidade dos dados utilizados para o cálculo da variância, sendo mais utilizado nas análises estatísticas. É definido pela Equação 6 (FERREIRA, 2005).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$
(6)

2.4.1.8. Precisão

É o grau com que uma série de valores está próximo uns dos outros. Normalmente é expressa por meio do desvio padrão ou da variância. A Figura 11 representa a precisão de uma série de medidas (AMORIM, 2005).

2.4.1.9. Acurácia

Expressa o grau com que os valores medidos se aproximaram do valor tomado como real (verdadeiro). A Figura 11 ilustra a acurácia de uma série de medidas (AMORIM, 2005).



Fonte: (AMORIM, 2005).

2.4.1.10. Erro Médio Quadrático

É também utilizando em estatística como índice de precisão. Conhecido como RMS, ele pode ser determinado pela Equação 7 (GEMAEL, 2004).

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\varepsilon_i)^2}{n-1}}$$
(7)

21

Onde:

RMS = Root Mean Square (Erro Médio Quadrático); $\varepsilon_i = erros verdadeiros;$ n = número de observações.

2.4.2. Teste de Normalidade

2.4.2.1. Shapiro-Wilk

O teste de normalidade Shapiro-Wilk é utilizado para calcular a variável estatística denominada de *W*, que verifica se uma amostra aleatória foi resultado de uma distribuição normal. Pode ser calculado pela Equação 8 (SCUDINO, 2008).

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^{n} a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}$$
(8)

Onde:

 a_i = constantes geradas a partir de meio, variâncias e covariâncias da ordem estatística de uma amostra de tamanho n e uma distribuição normal.

 x_i = valores ordenados de amostras (x_i é o menor); \bar{x} = média dos valores amostrais;

W = Estatística calculada por Shapiro-Wilk; n = tamanho da amostra.

Depois de calculado o valor de W, compara-se este com o valor tabelado. Caso o valor calculado seja menor que o valor tabelado, diz-se que a observação em questão foi reprovada no teste de normalidade a um nível de significância α , ou seja, rejeita-se a hipótese de normalidade.

2.4.3. Distribuição Normal

Considerada uma das mais importantes distribuições de probabilidades contínuas, é muito utilizada no desenvolvimento teórico da inferência estatística, uma vez que distribuições por amostragem de médias e de proporções em grandes números de amostras tendem a ser distribuídas normalmente. Também é utilizada para realizar aproximações de distribuições binomial ou normal (OLIVEIRA, 2010). Na distribuição normal, a curva tende a ser simétrica em relação ao seu centro, representado pelo valor médio. Uma variável aleatória contínua terá distribuição normal, descrita pela função de densidade de probabilidade conforme a Equação 9 (OLIVEIRA, 2010):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{\frac{-(x-\mu)}{2\sigma^2}}$$
 (9)

Onde:

f(x) = função da variável aleatória x;

e = exponencial;

x = valores amostrais;

 μ = média aritmética da distribuição;

 σ = desvio padrão.

Como cada variável tem sua própria média e sua variância, padronizou-se uma nova variável denominada de variável aleatória normal padrão, encontrada pela Equação 10 (OLIVEIRA, 2010).

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \tag{10}$$

Onde:

Z = variável aleatória normal padrão;

 μ = média aritmética da distribuição;

 σ = desvio padrão;

X = valores amostrais.

A seguir, a Figura 12 representa a probabilidade em função da quantidade de desvios padrão. A área entre dois limites abaixo da curva calculada, normalmente é probabilidade da variável estar no intervalo. A largura máxima de distribuição é limitada a 6σ , onde a probabilidade da existência de obter valores menores é aproximadamente de 0,26% (OLIVEIRA, 2010).





Fonte: (OLIVEIRA, 2010)

2.4.4. Gráfico Quantil - Quantil

Conhecido como QQ – Plot, expressa a relação entre os quantis observados e os quantis normais esperados. Auxiliado por uma linha reta, os dados quando representam uma distribuição normal, tendem a se manter em cima, ou bem próximo desta. Este tipo de gráfico obedece a certas características de dados como curtose e assimetria (FERREIRA, 2005). Através deste tipo de gráfico, é possível justificar o porquê dos dados não pertencerem a uma distribuição normal, podendo esta ser sistemática, devido à curtose, à assimetria, à mistura de distribuições, à presença de outlier (R-BLOGGERS, 2016).

3. OBJETIVOS

3.1.OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade do posicionamento GNSS a partir da técnica de posicionamento absoluto preciso StarFireTM desenvolvido pela *NavCom Technology Inc*.

3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ➢ Proporcionar o conhecimento mais acurado sobre a nova técnica StarFire[™];
- Avaliar qualitativamente e quantitativamente as novas técnicas propostas;
- > Avaliar as vantagens e desvantagens das novas técnicas;

➢ Avaliar a produtividade e desempenho das novas técnicas e suas respectivas aplicações;

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1.ÁREA DE ESTUDO

Para realização das atividades de campo do presente trabalho, foi utilizada a Raia Olímpica da Universidade do Estado de São Paulo – USP, conforme a Figura 13.



Figura 13 - Localização dos Vértices homologados pelo IBGE

Fonte: (GOOGLE EARTH, 2014)

4.2.EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Nos experimentos realizados foram utilizados os seguintes equipamentos:

- > 1 (um) receptor GNSS da *NavCom*, modelo SF-3040 (Figura 14).
- > 1 (uma) coletora de dados GETAC PS236 (Figura 15).
- > 1 (um) notebook AMD VISION, 4 GB de memória RAM, 500 GB de HD.

Figura 14 – Receptor GNSS NavCom SF-3040

Fonte: (TECHNOLOGY, 2015)

Figura 15 - Coletora de Dados GETAC PS236



De acordo com as informações contidas no manual do fabricante (TECHNOLOGY, 2015), a precisão nominal do equipamento utilizado tem os seguintes valores, apresentados na Tabela 2.

Precisões Esperadas						
RTK	<40 km					
Horizontal	1 cm + 0,5 ppm					
Vertical	2 cm + 1 ppm					
StarFire TM						
Horizontal	5 cm					
Vertical	10 cm					
DGPS ((<200 km)					
Horizontal	45 cm + 3 ppm					
Vertical	90 cm + 3 ppm					
Fonte: (TECHNOLOGY, 2015)						

Tabela 2 - Especificações do Receptor NavCom SF-3040

Ainda de acordo com o manual o receptor possui 66 canais Independentes, sendo habilitado para rastrear:

- GPS: L1, L2, L2C, L5 Fase, CA, L1P, L2P e L2C Código.
- SLONASS: G1 e G2 Fase, Código CA e P.
- ➢ Galileo: E1 e E5a.
- SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS e GAGAN.

Pode-se trabalhar com vários métodos de levantamento como o Pós- Processado, RTK, StarFireTM e Modo de Navegação.

4.3.SOFTWARES UTILIZADOS

Foram utilizados para a manipulação dos dados GNSS, o *software SurveCE*, para o cálculo das estatísticas o *software IBM SPSS Statistics 23*, o *software Google Earth Pro* para a obtenção da imagem geral do local escolhido para realizar as atividades de campo e planilha eletrônica (*Microsoft Excel*) para realização de cálculos afins.

4.4.METODOLOGIA UTILIZADA PARA EXECUÇÃO DO LEVANTAMENTO

Os experimentos foram realizados sobre vértices homologados pelo IBGE, localizados na Universidade de São Paulo (USP), ao longo da raia olímpica (Figura 16). Com o objetivo de avaliar a precisão, a acurácia e a viabilidade de uso da tecnologia de posicionamento com o emprego da técnica StarFireTM, foram executadas duas séries de observações, contabilizando um total de 8 (oito) pilares em cada série. O receptor GNSS

NavCom SF-3040, oferece duas formas de se iniciar um levantamento quando se utiliza o serviço StarFireTM. A primeira seria realizar uma inicialização do receptor GNSS em um vértice cujas coordenadas são conhecidas, fazendo com que a precisão HRMS¹ e VRMS² se estabilizem de forma instantânea. Uma segunda forma de acordo com as especificações técnicas informadas pelo fabricante no manual do receptor GNSS seria a inicialização através do tempo de espera, sendo em média 50 minutos para que os valores de HRMS e VRMS sejam melhores do que 10 cm. As Figuras 17 e 18 mostram as configurações realizadas, sendo a interpretação realizada de cima para baixo, da esquerda para a direita.





¹ Horizontal Root Mean Square (Erro Médio Quadrático Planimétrico)

² Vertical Root Mean Square (Erro Médio Quadrático Vertical)

SurvCE *1* Continue Last Job Select New/Existing Job Select New/Existing Job Name: Inicialização F File Equip Survey COGO Road Total Station S Localization 2 GPS Base Z Monitor/Skyplot S Stolerances P	*2* > > > > > > > > > >	AO RÁPIDA *3* Survey QOGO Road © Data Transfer © Exit © Type: BUetooth V Port: COM 1
4 GPS Utilities	Load Save Rename Delete	
Ops *7* × Current Comms Receiver RTK Antenna Type: [NAVSF3040] § ♥ 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	Starfire Options *8* X Communications: StarFire Y SFOIP Mntpt: SFGNSSCMP.1 Y Image: Allow Automatic Switching to SFOIP When StarFire Corrections are not received for a period of 5 minutes automatically switch to StarFire Over IP. Image: Use Rapid Recovery (FOM): 10 14 Parameter Datum	Advanced *9* X Multipath: Survey Environme Use SBAS (WAAS,EGNOS,etc.) Use GLONASS Use 3rd Party Glonass RTK Glonass RTK Type: NOVATEL RTK. Corrections Bias: Image: Send file after config Data Collector NMEA out:
😂 JOB:INICIALIZAÇÃO RÁPIDA *10* 🗐 🔞	GPS Utilities *11* ←	Sob:INICIALIZAÇÃO RÁPIDA *12*
Eile Equip Survey COGO Road 1 Total Station ⓐ ⓑ Localization ⓐ 2 GPS Base 값 ℤ Monitor/Skyplot ⓐ 3 GPS Rover 〗 ⑧ Tolerances ⑧ 4 GPS Utilities ⑨ Peripherals ⑧ 5 Configure ᅇ About SurvCE ⑧	Quickstart Eject File Card Reset Receiver Reset RTK Engine Hard Reset StarFire Status Send Command	Eile Equip Survey COGO Road 1 Store Points 6 Auto by Interval 9 2 Stake Points 7 7 Log Raw GPS 2 3 Stake Line/Arc 1 8 Leveling 2 4 Stake Offset 6 5 5 Elev Difference 5
STORE PTS *13* X Image: Store product of the store of	Average GPS *14* * By Number By Time in minutes 30.000 Increment number or time on valid Readings. Beep on rejected readings. Log Average Observations. Always Display Average Statistics Configure Tolerances GPS Monitor	

Figura 17 – Configuração do Software SurvCE_Inicialização Rápida.

SurvCE *1* Continue Last Job Select New/Existing Job Name: Inicialização Continue Last	*2* * * <th>ÃO CONVERGÊNCIA Survey COGO Road 6 Data Transfer 20 7 Import/Export 21 21 20</th>	ÃO CONVERGÊNCIA Survey COGO Road 6 Data Transfer 20 7 Import/Export 21 21 20
Survey COGO Road File Equip Survey COGO Road 1 Total Station 6 Localization 10 2 GPS Base 7 Monitor/Skyplot 10 3 GPS Rover 8 Tolerances 10 4 GPS Utilities 9 Peripherals 10 5 Configure 2 About SurvCE 10	GPS Rover *5* X Current Comms Receiver RTK Manufacturer: NavCom Image: Comms Image: Comms Model: SF-3040 Image: Comms Image: Comms Load Save Rename Delete	GPS Rover *6* X Current Comms Receiver RTK Type: Bluetooth • BT Type: Generic • Port: COM 1 •
GPS Rover *7* * * * Current Comms Receiver RTK Antenna Type: [NAVSF3040] \$]] = 90.6 mm Antenna Height: 0 * Yertical NGS Elevation Mask: 1 Hz * DGPS Type: StarFire * StarFire Options Advanced	StarFire Options *8* X Communications: StarFire SFGNSSCMP.1 Image: Allow Automatic Switching to SFOIP When StarFire Corrections are not received for a period of 5 minutes automatically switch to StarFire Over IP. Image: Use Rapid Recovery (FOM): 10 14 Parameter Datum	Advanced *9* X Multipath: Survey Environme V Use SBAS (WAAS,EGNOS,etc.) • Use GLONASS • Use 3rd Party Glonass RTK • Glonass RTK Type: NOVATEL RTK Corrections Bias: • Send file after config No File Selectedi Data Collector NMEA out: None
Survey COGO Road File Equip Survey COGO Road 1 Total Station 6 Localization 10 2 GPS Base 7 Monitor/Skyplot 10 3 GPS Rover 8 Tolerances 10 4 GPS Utilities 9 Peripherals 10 5 Configure 2 About SurvCE 10	Quickstart Eject File Card Reset Receiver Reset RTK Engine Hard Reset StarFire Status Send Command	Stake Doints Image: Convergence of the second s
STORE PTS *13* No Response from Receiver 30 m S A A A Pt: 1 Desc: HT: Pt: 1 HSDV: VSDV:	Average GPS *14* * × By Number By Time in minutes 30.000 Increment number or time on valid Readings. Beep on rejected readings. Log Average Observations. ✓ Always Display Average Statistics Configure Tolerances GPS Monitor	

Figura 18 - Configuração do Software SurveCE_Inicialização por Convergência

Para realizar a coleta das observações, em ambas as séries realizadas, foram obtidos dados em diferentes tempos de 1, 5, 10, 30 e 60 segundos em cada um dos vértices, utilizado a função média de coordenadas, a fim de determinar se a quantidade de tempo interfere no resultado final dos dados obtidos.

Foi realizada ainda, em cada vértice, uma coleta de dados utilizando o método de posicionamento cinemático, com o tempo de 5 minutos, com uma taxa de gravação de 1 segundo, obtendo-se assim 300 observações para cada vértice. Ao final da coleta de todos os dados, para cada série separadamente foi realizado o cálculo das diferenças entre as coordenadas do vértice obtido pelo método de posicionamento através das médias realizadas e as coordenadas encontradas nas monografias homologadas pelo IBGE (ANEXO I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII) resumidas na Tabela 3, determinando-se, assim, as discrepâncias para os eixos: Este, Norte e Altitude Geométrica.

(Coordenadas O	Desvio Padrão				
Vértice	Norte (N) (m)	Este (E) (m)	Alt. Geométrica (h) (m)	σN (m)	σE (m)	σh (m)
P01	7.394.441,125	323.237,627	718,228	0,003	0,004	0,017
P1A	7.394.438,855	323.242,048	718,200	0,003	0,004	0,017
P1	7.394.432,170	323.255,082	718,140	0,003	0,004	0,017
P2A	7.394.427,523	323.264,150	718,116	0,003	0,004	0,017
P2	7.394.410,017	323.298,272	718,092	0,003	0,004	0,017
P3C	7.394.356,783	323.402,038	718,057	0,003	0,004	0,018
P4	7.394.227,192	323.654,701	718,216	0,003	0,005	0,018
P5	7.394.058,291	323.983,968	718,607	0,004	0,004	0,018

Tabela 3 - Vértices Oficiais

Fonte: (IBGE, 2016)

Para determinar a acurácia foi realizado o cálculo do erro médio quadrático (RMS) entre as coordenadas obtidas nas séries e as homologadas pelo IBGE. Para melhor visualização e interpretação dos resultados obtidos, geraram-se tabelas apresentando as discrepâncias encontradas para cada série realizada como também, o erro médio quadrático.

Para averiguar a precisão dos vértices obtidos, foram calculados a média, a mediana, a moda, a variância, os valores de máximo e mínimo, a amplitude, o coeficiente de curtose e o coeficiente de assimetria, para cada vértice de cada série, sobre os dados coletados no método cinemático por um período de 5 minutos. Para melhor visualizar os resultados obtidos foram plotados histogramas juntamente com a distribuição normal, e também o QQ - PLOT. A seguir as Figuras 19 até 26 demonstram o equipamento instalado nos vértices pertencente à rede SAT-GPS do IBGE.

Figura 19 – Foto do Vértice P01

Figura 20 – Foto do Vértice P1A

Figura 21 – Foto do Vértice P1







Figura 22 – Foto do Vértice P2A

Figura 23 – Foto do Vértice P2

Figura 24 – Foto do Vértice P3C







Figura 25 – Foto do Vértice P4







5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As coordenadas obtidas, por meio das séries de observações executadas em campo, com valores médios obtidos em intervalos 1, 5, 10, 30 e 60 segundos, para estimar a discrepância obtida, o erro médio quadrático (RMS) e o erro planimétrico, para o vértice P01, estão demostrada nas Tabelas 4 e 5. Os resultados para os demais vértices estão demostrados nas tabelas apresentadas no Apêndice A e B.

	Co	Acur	rácia O	btida	DMG	Erro		
Vértice	Norte (m)	Este (m)	Alt. Geométrica (m)	ΔN (m)	ΔE (m)	Δh (m)	(m)	Planimé trico (m)
P01_T01	7.394.441,219	323.237,588	719,254	0,094	-0,039	1,026	1,031	0,102
P01_T05	7.394.441,132	323.237,542	718,629	0,007	-0,085	0,401	0,410	0,085
P01_T10	7.394.441,082	323.237,521	718,501	-0,043	-0,106	0,273	0,296	0,114
P01_T30	7.394.441,092	323.237,524	718,316	-0,033	-0,103	0,088	0,140	0,109
P01_T60	7.394.441,150	323.237,516	718,135	0,025	-0,111	-0,093	0,147	0,114

Tabela 4 - Discrepâncias calculadas para o vértice P01 nos três eixos / Inicialização Rápida

Tabela 5 - Discrepâncias calculadas para o vértice P01 nos três eixos / Inicialização por Convergência

	C	Acu	rácia O	btida	DMG	Erro		
Vértice	Norte (m)	Este (m)	Alt. Geométrica (m)	ΔN (m)	ΔE (m)	Δh (m)	(m)	Planimé trico (m)
P01_T01	7.394.441,347	323.237,556	718,084	0,222	-0,071	-0,144	0,274	0,234
P01_T05	7.394.441,356	323.237,554	718,102	0,231	-0,073	-0,126	0,274	0,243
P01_T10	7.394.441,355	323.237,541	718,111	0,230	-0,086	-0,117	0,272	0,245
P01_T30	7.394.441,355	323.237,548	718,127	0,230	-0,079	-0,101	0,263	0,243
P01_T60	7.394.441,349	323.237,545	718,102	0,224	-0,082	-0,126	0,269	0,238

Analisando a Tabela 4, relativa às discrepâncias dos eixos, pode-se observar que quando realizada a inicialização rápida, o eixo Norte, obteve menor variação, sendo 0,007 metros. Já o eixo da Altitude Geométrica, apresentou as maiores variações, chegando há 1,026 metros. O eixo Este variou em torno de -0,039 metros, destacando-se apenas o vértice P1A deparado no Apêndice A, onde o eixo Este obteve um valor mínimo de 0,004 metros.

Para a inicialização por convergência (Tabela 5), o eixo Este, obteve menor variação, sendo -0,071 metros. Já o eixo Norte, apresentou variações as maiores variações, alcançando o valor de 0,231 metros. O eixo da Altitude Geométrica variou em -0,144 metros, destacando-se apenas o vértice P3C deparado no Apêndice B, onde o eixo da Altitude Geométrica obteve um valor de -0,024 metros.

Para os valores de RMS calculados, é possível notar uma variação mínima de 0,140 metros para a inicialização rápida (Tabela 4) e 0,263 metros para a inicialização por convergência (Tabela 5). O tempo estipulado para realizar as coletas não teve influência significativa no valor da coordenada, uma vez que, os valores dos resíduos das coordenadas não se comportam de forma decrescente conforme se aumenta o tempo de rastreio. Estes erros encontrados podem ser oriundos de erros sistemáticos, e não decorrentes de erros grosseiros, sendo que os vértices são de centragem forçada.

Com relação ao erro planimétrico, este teve seu valor muito próximo ao do RMS, uma vez que, o eixo da Altitude Geométrica teve pouca variação. Os valores alcançados para inicialização rápida foi de 0,085 metros e para inicialização por convergência foi de 0,234 metros.

Para melhor analisar a eficácia do receptor, foram realizados rastreios utilizandose do método de posicionamento cinemático, onde para cada vértice em cada série, obteve um total de 300 observações. Sendo assim, calcularam-se os valores de média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores de mínimo e máximo, amplitude, coeficiente de curtose e assimetria, e por fim a aplicação do teste de normalidade Shapiro-Wilk. Estes valores referentes ao vértice P01, utilizando os dois tipos de inicialização, encontram-se na Tabela 6. Os valores referentes aos outros vértices encontram-se no Apêndice C.

Fetatísticas	Inic	ialização Ráp	ida	Inicialização por Convergência			
Estatisticas	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)	
Média	323.237,561	7.394.441,240	718,172	323.237,543	7.394.441,346	718,094	
Mediana	323.237,542	7.394.441,246	718,155	323.237,543	7.394.441,346	718,094	
Moda	323.237,582	7.394.441,152	718,217	323.237,541	7.394.441,351	718,088	
Desvio Padrão	0,034	0,056	0,044	0,005	0,010	0,021	
Variância	0,001	0,003	0,002	0,000	0,000	0,000	
Mínimo	323.237,519	7.394.441,129	718,073	323.237,531	7.394.441,322	718,046	
Máximo	323.237,629	7.394.441,322	718,254	323.237,556	7.394.441,364	718,149	
Amplitude	0,110	0,193	0,181	0,026	0,042	0,103	
Curtose	-1,173	-1,176	-1,316	-0,116	-0,338	-0,609	
Assimetria	0,646	-0,203	0,167	0,127	-0,210	-0,044	
	0,843	0,937	0,930	0,991	0,984	0,990	
Shapho-white $(\alpha = 5\%)$	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado	

Tabela 6 – Estatísticas obtidas para o vértice P01

Analisando os valores de curtose e assimetria, verifica-se que os dados obtidos não representam uma distribuição normal. Isso devido ao fato de não pertencerem ao intervalo esperado (2,5 - 3,5).

Com relação ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, este foi aplicado com um nível de significância, $\alpha = 5\%$. Como demonstrado na Tabela 6, tanto para inicialização rápida como para convergência, nenhum dos eixos do vértice P01, foi aprovado no teste. Isto significa que o valor calculado (representado pela letra *W*), foi menor do que o tabelado. Já os vértices P2, P2A e P4, para ambos os tipos de inicialização, o eixo correspondente ao Norte foi aprovado no teste, ou seja, o valor de *W* calculado, foi maior que o valor tabelado, sendo assim aceita a hipótese de normalidade.

De posse de todos esses dados, calcularam-se o histograma de frequência contendo a curva normal, para melhor visualização dos dados. As Figuras 27, 28, 29, 30, 31 e 32 apresentam o histograma de frequência para cada eixo do vértice P01, referentes à inicialização rápida e por convergência. No eixo das abcissas estão representados os valores observados, ou seja, as classes. No eixo das ordenadas, estão ordenadas as frequências dos dados obtidos. Para os demais vértices, os histogramas encontram-se nos Apêndice D e E.



Figura 27 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte Vértice_P01

Figura 28 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vértice_P01



Figura 29 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica Vértice_P01



Figura 30 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Convergência Eixo Norte Vértice_P01



Figura 31 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Convergência Eixo Este Vértice_P01



Figura 32 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Convergência Eixo Altitude Geométrica



Ainda, para melhor visualização dos resultados, foram construídos também os gráficos Quantil – Quantil (QQ – Plot). As Figuras 33, 34, 35, 36, 37 e 38, apresentam os eixos Norte, Este e Altitude Geométrica do vértice P01, correspondentes as inicializações rápida e por convergência. No eixo das abcissas estão representados os valores observados. No eixo das ordenadas, estão os valores normais esperados. Para os demais vértices, os QQ – Plot, encontram-se nos Apêndice F e G.

Inicialmente podemos notar uma não coincidência das distribuições nos gráficos 33, 34 e 35, correspondentes à inicialização rápida. Isto pode ser explicado devido à mistura de distribuições, ou seja, alteração da curtose. Quando se tem essas misturas de distribuições, ocorrem nos gráficos QQ – Plot, afastamento nos extremos.

Diferentemente da inicialização rápida, a por convergência demonstrou-se nos gráficos 36, 37 e 38, com um comportamento normal, uma vez que se manteve muito próximo da reta. Destacando-se o eixo Este, onde se observa uma normalidade dos dados, mais ao mesmo tempo uma distância entre eles. Isso pode ser explicado devido aos dados serem discretos, ou seja, apresentam um padrão nas observações.

Figura 33 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P01



Figura 34 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P01



Figura 35 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) - Vértice_P01





Figura 36 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) - Vértice_P01

Figura 37 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) - Vértice_P01



Figura 38 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em metros) -



6. CONCLUSÃO

Realizar um levantamento fazendo uso da técnica StarFireTM é sinônimo de eficiência quando se trata de levantamentos com GNSS. Isto devido a não utilização de dois receptores para que se possa realizar o levantamento.

O novo método é tecnicamente aprovado neste trabalho, para uso em levantamento onde não requer precisão milimétrica, uma vez que, analisando o RMS de cada vértice levando em consideração as diferentes formas de inicialização do receptor, estes apresentaram acurácia de aproximadamente 0,100 metros, tendo alguns casos em que os valores foram altos, como no vértice P1 utilizando o método de inicialização rápida, apresentando um valor médio de 0,540 metros e para o vértice P5, utilizando o método de inicialização por convergência, tendo um valor médio de 0,484 metros.

Nos serviços topográficos convencionais, como o georreferenciamento de imóveis, onde a melhor precisão exigida é de 0,500 metros, podem empregar a técnica, desde que pelo menos consiga rastrear um satélite, para o envio de correções StarFireTM, uma vez que a tecnologia atende a precisão especificada.

Outro fator importante que deve ser destacado é o tempo de coleta de dados. Nas tabelas onde se apresentam as discrepâncias em função do tempo de observação, ficam expressamente claros que não há alteração significativa no valor das coordenadas. Os erros acarretados continuam os mesmos ou até aumentam, não sendo então, um fator dependente do tempo.

Nos histogramas de frequência, ficam expressas as qualidades dos dados obtidos. Em alguns casos os valores se comportam abaixo da curva e próximo ao valor médio. Ou apresentam duas médias de dados. Mas na grande maioria os valores se comportam dentro da variação esperada para uma distribuição normal, podendo-se concluir que os dados estão precisos, e não acurados.

Nos gráficos QQ – Plot, na grande maioria os dados são representados próximos a uma linha reta. Em alguns casos, destaca-se a mistura de destruições, onde se tem alteração da curtose, fazendo que os dados não tomem uma distribuição contínua. Em outros se nota o problema devido aos dados apresentarem um padrão de variação escala (dados discretos).

Contudo, quando analisados os dados obtidos com o receptor GNSS, deve sempre retomar as fontes de erros existentes em um posicionamento, sendo estes oriundos da propagação do sinal ou herdados da antena do receptor. Um fator que pode ter influenciado nos resultados dos dados observados é o erro devido ao multicaminho, devido ao local apresentar um aspecto arbóreo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADMINISTRATION, Federal Aviation. **Satellite Navigation - WAAS: How It Works**. 2016. Disponível em: . Acesso em: 09 ago. 2016.

AGENCY, European Space. EGNOS: The European Geostationary Navigation Overlay System - Cornerstone of Galileo (ESA SP-1303). 2016. Disponível em: http://www.esa.int/About_Us/ESA_Publications/EGNOS_The_European_Geostationary_Navigation_Overlay_System_A_Cornerstone_of_Galileo_br_ESA_SP-1303>. Acesso em: 10 ago. 2016.

AGENCY, European Space. **MSAS** Architecture. 2016. Disponível em: http://www.navipedia.net/index.php/MSAS_Architecture. Acesso em: 10 ago. 2016.

AMORIM, Geraldo Passos. Formação Continuada em Georreferenciamento Aplicado ao Cadastro Rural: Ajustamento de Observações. Espirito Santo: Cefetes - Coordenadoria de Geomática, 2005. 130 p.

BERTOLO,Luiz.Curtose.2016.Disponívelem:<http://www.bertolo.pro.br/AdminFin/AnalInvest/Curtose.pdf>.Acesso em: 08 set. 2016.

DIXON, K., **StarFire: A Global SBAS for Sub-Decimeter Precise Point Positioning.** Proceedings of the 19th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS 2006), Fort Worth, TX, September 2006, pp. 2286-2296.

FARRET, J. C.; SANTOS, M. C.; MORAES, C. V.; FARRET, I. S.; BARBIERI, M. J.; SANTOS, C. P. **Correlação SNR e multicaminho na fase das portadoras GPS**. In: COLÓQUIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS, 3, 2003, Curitiba. Anais...Curitiba: UFPR, 2003.

FERREIRA, Daniel Furtado. Estatística Básica. Lavras: UFLA, 2005. 664 p.

GEMAEL, Camil. **Introdução ao ajustamento de observações: Aplicações geodésicas**. Curitiba, PR: ED. UFPR, 2004. 319 p.

GOOGLE. **Google Earth.** Version 7.1.7.2606. 2014. Nota (Universidade do estado de São Paulo - USP). Disponível em: https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/. Acesso em: 07 dez. 2016

GREWAL, Mohinder S.; WEILL, Lawrence R.; ANDREWS, Angus P. Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration. Avenue, Nw York: A John Wiley & Sons, Inc. Publication, 2001. 391p

GUANDALINI, Marcos. Análise Metodológica do Posicionamento Relativo Através do GNSS e suas Aplicações na Engenharia: Uso da Técnica RTK/GSM. 2012. 210 p. Tese (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo - Sp.

HOFMANN-WELLENHOF, B., LICHTENEGGER H., WASLE E. **GNSS** – **Global Navigation Satellite Systems - GPS, GLONASS, Galileo, and more.: GPS, GLONASS, Galileo, and more**. Printed In Austria: Springer – Wien New York, 2008. 501 p.

HOGAN, M. (2001). Wide Area Differential GPS (WADGPS) Introduction and Overview. Presentation to UNB course GGE 6242, Department of Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick, Canada.

HORVÁTH, Tamás. **Performance Comparison of Wide Area Differential GPS Systems.** New Brunswick, Canada: Diploma Thesis, Budapest University Of Technology And Economics, Department Of Geodesy And Geomatics Engineering Technical Report No. 212, University Of New Brunswich, 2002. 143 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema Geodésico Brasileiro: Banco de Dados Geodésicos – Modo Textual.** 2016. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/bdgpesq_googlemaps.php). Acesso em: 23 ago. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. NTGIR - 10.267: Manual Técnico de Posicionamento. 1. ed. Brasília: INCRA, 2013. 34 p.

LANGLEY, R. B., 1996, "Propagation of the GPS signals", GPS for Geodesy. Springer, Berlin, p. 103 – 140.

LANGLEY, R.B., P.J.G. TEUNISSEN, A. KLEUSBERG, Y. BOCK, G. BEUTLER, and C.C. GOAD. **GPS for Geodesy**. Netherlands Geodetic Commission, Delft, The Netherlands, 1995, p. 3-33.

LOOMIS, P., L. SHEYNBLATT, T. MUELLER (1991). "Differential GPS Network Design. "Proceedings of the 4th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation. Albuquerque, New Mexico, U.S.A., 11-13 September, The Institute of Navigation, Alexandria, Virginia, U.S.A., p.511-520.

MARINE, Mx. **Beacon DGPS Broadcasting Stations network.** 2016. Disponível em: http://www.mx-marine.com/beacon-dgps-base-stations.html. Acesso em: 22 set. 2016.

MEDRI, Waldir. **Análise Exploratória de Dados**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2011. 78 p. Disponível em: <http://www.uel.br/pos/estatisticaeducacao/textos_didaticos/especializacao_estatistica.pdf>. Acesso em: 08 set. 2016.

MIGUENS, Altineu Pires. Navegação: A Ciência e a Arte. Vol. 3: Navegação Eletrônica e em Condições Especiais. Diretoria de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, 2000. 878p.

MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, fundamentos e aplicações**. 2. ed. São Paulo - Sp: Unesp, 2008. 477 p.

OLIVERIA, João Urbano Coutinho de. Estatística Básica: Uma Nova Abordagem. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2010. 530 p.

RAMOS, A.M., LEANDRO D., HUINCA S.C.M., KRUEGER C.P. Análise da Acurácia Horizontal do Posicionamento Diferencial GPS empregado em Levantamentos Hidrográficos a partir de Sistemas DGPS, RTK e RTG. In: Simpósio Brasileiro de Geomática; Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 2007, Presidente Prudente. Anais. Presidente Prudente: Unesp, 2007. v. 1, p. 819 - 827.

R-BLOGGERS. **Como fazer e Interpretar o Gráfico Quantil - Quantil**. 2016. Disponível em: https://www.r-bloggers.com/lang/portuguese/1179>. Acesso em: 20 set. 2016.

RODRIGUES, Danilo. **Receptor GNSS Navcom SF 3040 com tecnologia StarFire**. 2012. Alezi Teodolini - Equipamentos Topográficos e Comércio. Disponível em: http://mundogeo.com/webinar/starfire/starfire-navcom.pdf>. Acesso em: 07 set. 2016.

SALSA, Ivone da Silva; MOREIRA, Jeanete Alves; PEREIRA, Marcelo Gomes. **Medidas de Tendência Central: Média, Mediana e Moda**. Universidade do Rio Grande do Norte: Ufrn, 2007. 292 p. Disponível em: <files.sistele7.webnode.com/.../4426477-Matematica-e-Realidade-Aula-08-551.pdf>. Acesso em: 07 set. 2016.

SARATIPOD, C.. Stochastic models used in static GPS relative Positioning. Survey Review, 2006, vol. 38, n. 299, p. 379-386.

SCUDINO, Patrícia Araújo. A Utilização de Alguns Testes Estatísticos para Análise da Variabilidade do Preço do Mel nos Municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba, Estado do Rio de Janeiro. 2008. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Matemática, Departamento de Matemática, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008. Cap. 2. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/abelhanatureza/paginas/docs_estado/Estudomercado_mel.pdf>. Acesso em: 09 set. 2016.

SEEBER, Günter. Satellite Geodesy: Foundations, Methods, and Applications. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 2003. 589 p.

SERVICE, Omnistar Accuracy Reliability And Customer. **OmniSTAR DGNSS**. Coverage. 2012. Disponível em: http://www.navtechgps.com/assets/1/7/OmniSTAR_DS.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2016.

TECHNOLOGY, Navcom. **StarFire - Precise Positioning (PPP).** 2015. Disponível em: https://www.navcomtech.com/navcom_en_US/products/equipment/cadastral_and_boundary/starfire/starfire.page. Acesso em: 10 ago. 2016.

WELLS, D., BECK N., DELIKARAOGLOU D., KLEUSBERG A., KRAKIWSKY E.J., LACHAPELLE G., LANGLEY R.B., NAKIBOGLU M., SCHWARZ K.P., TRANQUILLA J.M., VANÍCEK P. . **Guide to GPS Positioning**. Fredericton, New Brunswick, Canada: Printed In Fredericton, New Brunswick, Canada By The University Of New Brunswick Graphic Services, 1986. 602 p.

ANEXO I – RELATÓRIO DA ESTAÇÃO GEODÉSICA HOMOLOGADA PELO IBGE NÚMERO 91618



MC

SPIBGE Relatório de Estação Geodésica

Estação :	91618	Nome da Estação :	91618			Προ :	Es	tação GPS
Municipio :	SÃO PAULO						UF:	SP
Ültima Visita:	15/03/1994	Situação Marco Princi	pa/: Bo	om				
DA	DOS PLANIALTI	MÉTRICOS	DAI	DOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAV	VIMÉTRICOS	
Latitude		23*33'02,7503*8	Altitude Ontomé	trica(m)	Gravidad	e(mGal)		
Longitude		46 * 43 ' 54,2909 "W	Fonte		Datum			
Altitude Geo	métrica(m)	718,228	Sigma Altitude(r	m)	Data Med	lição		
Fonte		GPS Geodésico	Datum		Data Cák	uio		
Origem		Ajustada	Data Medição					
Datum		SIRGAS2000	Data Cálculo					
Data Mediçi	o	15/03/1994						
Data Cálcul	,	23/11/2004						
Sigma Latin	de(m)	0,003						
Sigma Long	tude(m)	0,004						
Sigma Altitu	de Geométrica(m)	0,017						
UTM(N)		7.394.441,125						
UTM(E)		323.237,627						

-45

iate_siges2000.pdf

MC Ajustamento Altimétrico Simultâneo de Rede Altimétrica em 1506/2011 - Relatório em fpußgeolfpubge gov.bridocumentos/geodesia/tel Ajustamento Planimétrico SiRGAS2000 em 23/11/2004 e 0603/2006 - Relatório em fpußgeolfpubge gov.bridocumentos/geodesia/tel Pare obtenção de Altitude Ortométrica referente a leventamento SAT utilizar o MAPGEO2015 disponível em http://www.lage.gov.briton As informeções de coordenadas estão relacionadas ao aistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 2402/2015. Localização io geoidel shim

No Campus da USP, Cidade Universitária, cerca de 10 m do espelho d'água, na margem 8 da raia de remo, a aproximadamente 70 m da extremidade W. Descrição

O marco principal é um plar de concreto cilindrico de concreto fundido em uma base estável do mesmo material, com 0,3 m de diâmetro e 1,25 m de altura e possul uma chapa metálica com diámetro semeihante ao do plar. Possul ainda dispositivo de centragem forçada padrão USP. Sua coloração é branca e tem os caracteres O e T pintados em seu corpo.

ltinerário

Entrar pelo portão nº 2 da Cidade Universitaria; seguir pela Av. Prof. Melio Moraes; com cerca de 1,2 km entrar à esquerda, atravessar a Av. e entrar na área da raia de remo por um portão de ferro situado a 20 m do prédio destinado à guarda das embarcações. Desse portão seguir à esquerda, margeando o lado 8 da raia; com cerca de 1,1 km, chegar ao local do marco. Observação

A orientação da antena deve ser feita com bússola afastada do pliar.



ANEXO II – RELATÓRIO DA ESTAÇÃO GEODÉSICA HOMOLOGADA PELO IBGE NÚMERO 91625



MC

Relatório de Estação Geodésica

Estação :	91625	Nome da Estação :	91625			Tipo :		Estação	GP8
Municipio :	SÃO PAULO							UF:	SP
Última Visita:	15/03/1994	Situação Marco Princi	pal:	Bom					
DAD	OS PLANIALTI	MÉTRICOS		ADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS G	RAVIMÉTRI	COS	
Latitude		23 * 33 * 02,8258 * 8	Altitude Orto	métrica(m)		Gravidade(mGal)			
Longitude		46 * 43 * 54,1360 *W	Fonte		6	Jatum			
Altitude Geo	métrica(m)	718,200	Sigma Altitu	de(m)	6	Data Medição			
Fonte		GPS Geodésico	Datum		1	Data Cálculo			
Origem		Ajustada	Data Mediçi	0					
Datum		SIRGAS2000	Data Cálculo	,					
Data Mediçã	0	15/03/1994							
Data Cálculo	•	23/11/2004							
Sigma Lattu	de(m)	0,003							
Sigma Longi	tude(m)	0,004							
Sigma Altitud	ie Geométrica(m)	0,017							
UTM(N)		7.394,438,855							
UTM(E)		323,242,048							

etorioaiuster to pd

desia/tel_sirges2000.pdf

MC Ajustamento Altimétrico Simultâneo de Rede Altimétrica em 15/05/2011 - Relatório em fipuligeolipuloge gov britócumentos/geodesia/rel Ajustamento Planimétrico SiRGA52000 em 23/11/2004 e 05/03/2006 - Relatório em fipuligeolipuloge gov britócumentos/geodesia/rel Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a lavantamento SAT utilizar o MAPGE/2015 disponível em http://www.ibge.gov.brito-As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGA52000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015. Localização De de parto de parto delo geoidal shim

-45

No Campus da USP, Cidade Universitária, cerca de 10 m do espelho d'agua, na margem 5 da raia de remo, aproximadamente 70 m da extremidade W da raia. Descrição

O marco principal é um plar cilindrico de concreto, fundido em uma base estável do mesmo material. Possul 0,30 m de diámetro e añora 1,21 m. Possul ainda dispositivo de centragem forçada padrão USP. Sua coloração é branca e tem os caracteres 1A pintados em seu corpo. Interário Entrar na Cidade Universitária pelo portão nº 2, seguir pela Av. Prof. Meilo Moraes; com cerca de 1,2 km entrar à esquerda, atravessar à avenida e adentrar a área da

Entanta o casos contrestanta pelo portas na sua 20 m do prédio destinado a guarda das embarcações. Desse portão, seguir à esquerda, margeando o lado 8 da raía; com cerca de 1,1 km chega-se ao local do marco. Observação

A orientação da antena, deve ser feita com a bússola afastada do pliar.



Mantenha-se etualizado consultando periodicamente o ISOG. Agradecemos a comunicação de faihas ou omissões. Para entire em contato contraco, utilize os recursos abalto 2 Fale concesco: 0800 218181 Email: bige@ibge.gov.br

ANEXO III – RELATÓRIO DA ESTAÇÃO GEODÉSICA HOMOLOGADA PELO IBGE NÚMERO 91607


Selatório de Estação Geodésica

					-		
Estação :	91607	Nome da Estação :	91607		Tipo :	Estação GP	8
Município :	SÃO PAULO					UF: S	P
Última Visita:	27/11/1996	Situação Marco Princi	pal: Bom				
Conexões :	RN: 3007T						
D	ADOS PLANIALTI	MÉTRICOS	DADOS AL	TIMÉTRICOS	DADOS G	RAVIMÉTRICOS	
Latitude		23*33'03,0482*8	Altitude Ontométrica(m)	721,1014	Gravidade(mGal)		
Longitude		46 * 43 ' 53,6793 "W	Fonte	Nivelamento Geométrico	Datum		
Altitude G	eométrica(m)	718,140	Sigma Altitude(m)	0,06	Data Medição		
Fonte		GPS Geodésico	Datum	Imbituba	Data Cálculo		
Origem		Ajustada	Data Medição	27/11/1996			
Datum		SIRGAS2000	Data Cálculo	15/06/2011			
Data Med	ção	15/03/1994					
Data Cálc	uio	23/11/2004					
Sigma Lat	itude(m)	0,003					
Sigma Lo	ngitude(m)	0,004					
Sigma Alt	tude Geométrica(m)	0,017					
UTIM(N)		7.394,432,170					
UTM(E)		323.255,082					
MC		-45					

MC Austamento Altimétrico Simultâneo de Rede Altimétrica em 15/05/2011 - Relatório em fpu/geotpubge gov.britocumentos/geodesia/rel_sirges/2000 pd/ Austamento Altimétrico Simultâneo de Rede Altimétrica em 15/05/2016 - Relatório em fpu/geotpubge gov.britocumentos/geodesia/rel_sirges/2000 pd/ Para obtenção de Altitudo Ortométrica referente e leventemento SAT utilizar o MAPGEO/2015 disponível em http://www.ibge.gov.britocumentos/geodesia/rel_sirges/2000 pd/ Para obtenção de Altitudo Ortométrica referente e leventemento SAT utilizar o MAPGEO/2015 disponível em http://www.ibge.gov.britocumentos/geodesia/rel_sirges/2000 pd/ As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS/2000, em conformidade com e RPR 01/2015 de 24/02/2015. Localização مخاط لهانل

No campus da USP, Cidade Universitária, cerca de 10 m do espeiho drágua, na margem sul da raia de remo, a aproximadamente 90 m da extremidade oeste da raia. Descrição

Plar cilindrico de concreto, fundido em uma base estável, do mesmo material; possul 0,30 m de diâmetro e añora 1,12 m. Possul um dispositivo de centragem forçada, padrão USP e tem o algarismo 1 pintado em seu corpo.

Itinerário Entrar na Cidade Universitária, pelo portão de nº 2 e seguir pela Av. Prof. Mello Moraes; com cerca de 1,2 km, entrar à esquerda, atravessar a Av. e adentrar a área da raia de remo, por um portão de ferro situado a uns 20 m do prédio destinado a guarda das embarcações; desse portão, seguir à esquerda, margeando o lado sul da raia; com cerca de 1,1 km, local da estação. Observação

A orientação da antena, deve ser feita com a bússola afastada do pliar.



ANEXO IV – RELATÓRIO DA ESTAÇÃO GEODÉSICA HOMOLOGADA PELO IBGE NÚMERO 91626



MC

Selatório de Estação Geodésica

Estação :	91626	Nome da Estação :	91626			Про :	Estaçã	lo GPS
Municipio :	SÃO PAULO						UF:	SP
Última Visita:	15/03/1994	Situação Marco Princi	pal :	Bom				
		-						
DA	ADOS PLANIALT	MÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAV	IMÉTRICOS	
Latitude		23*33'03,2028*8	Altitude Onto	métrica(m)	Gra	(dade(mGal)		
Longitude		46 * 43 ' 53,3616 "W	Fonte		Date	m		
Altitude Ge	eométrica(m)	718,116	Sigma Altitu	de(m)	Data	Medição		
Fonte		GP8 Geodésico	Datum		Data	Cálculo		
Origem		Ajustada	Data Mediçi	lo l				
Datum		SIRGAS2000	Data Cálcul	,				
Data Medi	ção	15/03/1994						
Data Cálcu	do lo	23/11/2004						
Sigma Lati	tude(m)	0,003						
Sigma Lon	altude (m)	0,004						
Sigma Alth	ude Geométrica(m)	0,017						
UTM(N)		7.394,427,523						
UTM(E)		323,264,150						

orioalunte to od

iate_siges2000.pdf

MC -45 Ajustemento Atimétrico Simultáneo de Rede Atimétrica em 1505/2011 - Relatório em fpulgeotpulge gou bróticoumentos/geodesia/tel Ajustemento Planimétrico SiRGAS2000 em 2911/2004 e 0505/2005 - Relatório em fpulgeotpulge gou bróticoumentos/geodesia/tel Para obtenção de Atitude Criométrica relevente e leventemento SAT utilizar o MARGEO2015 disponível em htpul/www.lgar.gou.bróto As informeções de coordenadas estão relacionedas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 2402/2015. Localização Localização in consideration of

-45

No Campus da USP, Cidade Universitária, cerca de 10 m do espeiho d'agua, na margem S da raia de remo, aproximadamente 70 m da extremidade W da raia. Descrição

O marco principal é um plar clindrico de concreto, fundido em uma base estavel do mesmo material. Possul 0,30 m de diâmetro e aflora 1,13 m. Possul ainda, dispositivo de centragem forcada, padrão usp. Sua coloracao e branca e tem os caracteres "2a" pintados em seu corpo.

Itherário Entrar na Cidade Universitária pelo portão nº 2, seguir pela Av. Prof. Melio Moraes; com cerca de 1,2 km entrar à esquerda, atravessar à avenida e adentrar a área da raía de remo por um portão de ferro situado a uns 20 m do prédio destinado a guarda das embarcações. Desse portão, seguir à esquerda, margeando o lado 8 da raía; com cerca de 1,1 km chega-se ao local do marco. Observação

A orientação da antena, deve ser feita com a bússola afastada do pliar.



ANEXO V – RELATÓRIO DA ESTAÇÃO GEODÉSICA HOMOLOGADA PELO IBGE NÚMERO 91619



MC

SPIBGE Relatório de Estação Geodésica

Estação :	91619	Nome da Estação :	91619		Προ	: 1	Estação GPS
Municipio :	SÃO PAULO					UF	: SP
Ültima Visita:	15/03/1994	Situação Marco Princi	pal :	Bom			
DAI	DOS PLANIALTI	MÉTRICOS	D	ADOS ALTIMÉTRICOS	DADO	S GRAVIMÉTRICO	S
Latitude Longitude Altitude Geo Fonte Origem Datum	métrica(m)	23 * 33 * 03,7852 * 8 46 * 43 * 52,1660 *W 718,092 GPS Geodésico Ajustada SIRGAS2000	Altitude Orton Fonte Sigma Altitud Datum Data Medição Data Cálculo	nétrica(m) e(m)	Gravidade(mGal) Datum Data (Jedição Data Cálculo		
Data Mediçti Data Calculo Sigma Lattu Sigma Longi Sigma Alttur UTIM(N) UTIM(E)	io 9 de(m) tude(m) de Geométrica(m)	15/03/1994 23/11/2004 0,003 0,004 0,017 7.394.410,017 323.298,272					

orioalunte to pd

desia/tel_sirges2000.pdf

MC Ajustamento Altimétrico Simultâneo de Rede Altimétrica em 15/05/2011 - Relatório em fipuligeolipuloge gov britócumentos/geodesia/rel Ajustamento Planimétrico SiRGA52000 em 23/11/2004 e 05/03/2006 - Relatório em fipuligeolipuloge gov britócumentos/geodesia/rel Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a leventamento SAT utilizar o MAPGE/2015 disponível em http://www.ibge.gov.brito-As informeções de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGA52000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015. Localização nio geoidel shim

-45

No Campus da USP, Cidade Universitária, cerca de 10 m do espelho d'água na margem S da raia de remo, a aproximadamente 140 m extremidade W da raia. Descrição

O marco principal é um plar cilindrico de concreto fundido em uma base estável do mesmo material com 0,3 m de diámetro e 0,96 m de altura, possul chapa metálica com diámetro semeihante ao do plar. Possul também dispositivo de centragem forçaada, padrão USP. Sua coloração é branca e tem o nº 2 estampado no corpo do plar.

Itherário Entrar pelo portão de nº 2 na Cidade Universitária , seguir pela Av. Prof. Melio Moraes. Com cerca de 1,2 km entrar à esquerda, atravessar à Av. e entrar na área da raia de remo, por um portão de ferro, situado a uns 20 m do prédio destinado à guarda das embarcações. Desse portão seguir à esquerda margeando o lado 8 da raia. Com cerca de 1 km chegar ao local do marco. Observação

A orientação da antena deve ser feita com a bússola afastada do pliar.



ANEXO VI – RELATÓRIO DA ESTAÇÃO GEODÉSICA HOMOLOGADA PELO IBGE NÚMERO 91620



Sigma Longitude(m) Sigma Altitude Geométrica(m)

UTM(N) UTM(E)

MC

SPIBGE Relatório de Estação Geodésica

Estação :	91620	Nome da Estação :	91620			Про :	Estaçã	o GPS
Municipio :	SÃO PAULO						UF:	SP
Última Visita:	15/03/1994	Situação Marco Princip	pa/ :	Bom				
DAI	DOS PLANIALT	IMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIN	IÉTRICOS	
Latitude		23*33'05,5562*8	Altitude Orto	métrica(m)	6	Gravidade(mGal)		
Longitude		46 * 43 ' 48,5302 "W	Fonte		6	Natum		
Altitude Geo	métrica(m)	718,057	Sigma Altitut	de(m)		Nata Medição		
Fonte		GP8 Geodésico	Datum			lata Cálculo		
Origem		Ajustada	Data Mediçã	lo l				
Datum		SIRGAS2000	Data Cálculo	,				
Data Mediçi	io i	15/03/1994						
Data Cálcul	2	23/11/2004						
Sigma Latitu	de(m)	0,003						

to od

desia/tel_sirges2000.pdf

MC Ajustamento Altimétrico Simultâneo de Rede Altimétrica em 15/09/2011 - Relatório em fp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/ela Ajustamento Planimétrico SiRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2005 - Relatório em fp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/ela Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGE/02/015 disponível em http://www.ibge.gov.br/documentos/geodesia/ela As informações de coordenadas estão relacionadas eo sistema SIRGAS2000, em conformidede com a RIPR 01/2015 de 24/02/2015. Localização Disponível em tempo de a coordenadas estão relacionadas eo sistema SIRGAS2000, em conformidede com a RIPR 01/2015 de 24/02/2015. Localização almodelo geoidal shtm

0,004 0,018

-45

7.394.356,783 323.402,038

No Campus da USP, Cidade Universitária, cerca de 10 m do espeiho dragua, na margem 8 da raia de remo, aproximadamente a 250 m da extremidade W da cidade.

Descrição O marco principal é um pilar de concreto fundido em uma base estável do mesmo material com 0,03 m de diâmetro e 1,09 m de altura e possul uma chapa metálica com diâmetro semeihante ao do pilar. Possul alnda dispositivo de centragem forçada padrão USP. Sua coloração é branca e tem os caracteres 3 e C pintado no corpo do pliar.

itherário Entrar na Cidade Universitária pelo portão nº 2, seguir pela Av. Prof. Melio Moraes. Com cerca de 1,2 km entrar à esquerda, atravessar a Av. e entrar na área da raia de remo, por um portão de ferro situado a uns 20 m do prédio destinado a guarda das embarcações. Desse portão seguir à esquerda margeando o lado S da raia. Com cerca de 0,9 km chegar ao local do marco. Observação

A orientação da antena deve ser feita com a bússola afastada do pliar.

Foto(s) 2- 9° ...

IBGE - DGC - Coordeneção de Geodésia

ANEXO VII – RELATÓRIO DA ESTAÇÃO GEODÉSICA HOMOLOGADA PELO IBGE NÚMERO 91621



SPIBGE Relatório de Estação Geodésica

Estação :	91621	Nome da Estação :	91621		Προ :		Estação	GP8
Municipio :	SÃO PAULO						UF:	SP
Ültima Visita:	15/03/1994	Situação Marco Princi	pal :	Bom				
DA	DOS PLANIALTI	IMÉTRICOS	D	ADOS ALTIMÉTRICOS	DADOS GR	RAVIMÉTR	ICOS	
Latitude Longitude		23 * 33 * 09,8674 * 8 46 * 43 * 39,6771 *W	Altitude Orior Fonte	métrica(m)	Gravidade(mGal) Datum			
Altitude Ger	ométrica(m)	718,216	Sigma Altitud	ie(m)	Data Medição			
Fonte		GPS Geodésico	Datum		Data Cálculo			
Origem		Ajustada	Data Medição	D				
Datum	_	SIRGAS2000	Data Cálculo	1				
Data Mediç	50	15/03/1994						
Data Cálcul	0	23/11/2004						
Sigma Latt	vde(m)	0,003						
Sigma Long	itude(m)	0,005						
Sigma Altitu	de Geométrica(m)	0,018						
UTIM(N)		7.394.227,192						
UTIM(E)		323.654,701						

atorioajustar tio pdf

odesia/tel_sirges2000.pdf

MC Ajustamento Alimétrico Simultâneo de Rede Alimétrica em 1506/2011 - Relatório em fipulgeofipulge, por britócumentos/geodesia/heljario Ajustamento Planimétrico SiRGAS2000 em 23/11/2004 e 060/32006 - Relatório em fipu/geofipulge gor britócumentos/geodesia/heljario Para oblenção de Alitude Ontométrica referente a levantemento SAT utilizar o MAPGEO2015 disponível em http://www.lbge.gov.br/homelg As informações de coordenadas estão relacionadas ao aistema SIRGAS2000, em conformidede com a RPR 01/2015 de 240/2/2015. Localização Culta de cramo, apondel ministropo deborrheize

-45

No Campus da USP, Cidade Universitária, cerca de 10 m do espeiho d'agua, na margem Sul da raia de remo, aproximadamente a 540 m da extremidade oeste da rala.

Descricão

O marco principal é um pilar cilindrico de concreto fundido em uma base estávelo mesmo material com 0,3 m de diámetro e 0,95 m de altura e possul uma chapa metálica com diámetro semeihante ao do pilar. Possul ainda dispositivo de centragem forçada padrão USP. Sua coloração é branca e tem o nº 4 estampado no corpo do pliar.

Itinerário Entrar na Cidade Universitária pelo portão de nº 2, seguir pela Av. Prof. Melio Moraes. Com cerca de 1,2 km entrar à esquerda, atravessar a avenida e entrar na área da raia de remo por um portão de ferro, situado a uns 20 m do prédio destinado a guarda das embarcações. Desse portão seguir à esquerda margeando o iado 8 da raia. Com cerca de 0,6 km chegar ao local do marco. Observação

A orientação da antena deve ser feita com a bússola afastada do pliar.

Foto(s)

MC



IBGE - DGC - Coordeneção de Geodésia

ANEXO VIII – RELATÓRIO DA ESTAÇÃO GEODÉSICA HOMOLOGADA PELO IBGE NÚMERO 91622



Sigma Longitude(m) Sigma Altitude Geométrica(m)

UTM(N) UTM(E)

MC

SPIBGE Relatório de Estação Geodésica

Estação :	91622	Nome da Estação :	91622		Tipo :	Estaçã	o GPS
Municipio :	SÃO PAULO					UF:	SP
Ültima Visita:	15/03/1994	Situação Marco Princi	pal :	Bom			
DAD	OOS PLANIALTI	MÉTRICOS	0	ADOS ALTIMÉTRICOS	DADOS GRAVIMÉ	FRICOS	
Latitude		23*33*15,4861*8	Altitude Onto	métrica(m)	 Gravidade(mGal)		
Longitude		46 * 43 ' 28,1396 "W	Fonte		Datum		
Altitude Geo	métrica(m)	718,607	Sigma Altitud	ie(m)	 Data Medição		
Fonte		GPS Geodésico	Datum		 Data Cálculo		
Origem		Ajustada	Data Mediçã	0			
Datum		SIRGAS2000	Data Cálculo	,			
Data Mediçã	0	15/03/1994					
Data Cálculo		23/11/2004					
Sigma Lattu	de(m)	0,004					

ho,otr relatoriogiusten

0,004 0,018

-45

7.394.058,291 323.983,968

odesia/tel_sirges2000.pdf

almodelo geoidal shtm

No Campus da USP, Cidade Universitária, cerca de 10 m do espeiho d'agan, na margem S da raia de remo, aproximadamente 500 m da extremidade W da raia. Dista ainda cerca de 200 m a NW do prédio destinado a guarda dos barcos.

Descrição O marco principal é pliar cilindrico de concreto fundido em uma base estável do mesmo material. Possul 0,30 m de diâmetro e 1,12 m de altura e encimado por uma chapa metálica com diâmetro semeihante ao do pliar. Possul ainda, dispositivo de centragem forçada padrão USP. Sua coloração é branca e tem o nº 5 pintado no

Itherario Entrar na Cidade Universitária pelo portão nº 2, seguir pela Av. Prof. Melio Moraes; com cerca de 1,2 km entrar à esquerda, atravessar a avenida e entrar na área da raía de remo por um portão de ferro, situado a uns 20 m do prédio destinado a guarda das embarcações . Desse portão seguir à esquerda margeando o lado 8 da raía. Com mais 200 m chega-se ao local do marco. Observação

A orientação da antena deve ser feita com a bússola afastada do pliar.

Foto(s):



Apêndice A – Cálculos das discrepâncias dos eixos dos vértices para o ponto P1A até P5 Inicialização Rápida.

	Co	ordenadas (Obtidas	Acurácia Obtida			DMS	Erro
Vértice	Norto (m)	Este (m)	Alt. Geométrica	ΔN	ΔΕ	Δh	(m)	Planimétrico
	Norte (III)		(m)	(m)	(m)	(m)	(111)	(m)
P1A_T01	7.394.439,084	323.242,028	718,198	0,229	-0,020	-0,002	0,230	0,230
P1A_T05	7.394.439,095	323.242,019	718,205	0,240	-0,030	0,005	0,242	0,242
P1A_T10	7.394.439,099	323.242,027	718,200	0,244	-0,021	0,000	0,245	0,245
P1A_T30	7.394.439,109	323.242,034	718,205	0,253	-0,014	0,005	0,254	0,254
P1A_T60	7.394.439,106	323.242,044	718,200	0,251	-0,004	0,000	0,251	0,251

Tabela 7 – Discrepâncias calculadas para o vértice P1A nos três eixos / Inicialização Rápida

Tabela 8 - Discrepâncias calculadas para o vértice P1 nos três eixos / Inicialização Rápida

	Co	Coordenadas Obtidas				btida	RMS	Erro
Vértice	Norto (m)	Esta (m)	Alt. Geométrica	ΔN	ΔΕ	Δh		Planimétrico
	Norte (III)	Lste (III)	(m)	(m)	(m)	(m)	(111)	(m)
P1_T01	7.394.432,393	323.254,674	717,681	0,223	-0,408	-0,459	0,653	0,465
P1_T05	7.394.432,469	323.254,670	718,129	0,299	-0,412	-0,011	0,509	0,509
P1_T10	7.394.432,589	323.254,655	718,287	0,419	-0,427	0,147	0,616	0,598
P1_T30	7.394.432,693	323.254,688	718,340	0,523	-0,394	0,200	0,685	0,655
P1_T60	7.394.432,531	323.254,775	718,367	0,361	-0,307	0,227	0,525	0,474

Tabela 9 - Discrepâncias calculadas para o vértice P2A nos três eixos / Inicialização Rápida

	Co	ordenadas (Obtidas	Acurácia Obtida			DMS	Erro
Vértice	Norte (m)	Este (m)	Alt. Geométrica	ΔN	ΔΕ	Δh	(m)	Planimétrico
			(m)	(m)	(m)	(m)	(111)	(m)
P2A_T01	7.394.427,733	323.264,067	718,097	0,210	-0,083	-0,019	0,227	0,226
P2A_T05	7.394.427,726	323.264,068	718,095	0,202	-0,082	-0,021	0,220	0,219
P2A_T10	7.394.427,732	323.264,073	718,096	0,209	-0,077	-0,020	0,223	0,222
P2A_T30	7.394.427,727	323.264,094	718,067	0,204	-0,056	-0,049	0,217	0,212
P2A_T60	7.394.427,725	323.264,101	718,066	0,202	-0,050	-0,050	0,214	0,208

Tabela 10 – Discrepâncias calculadas para o vértice P2 nos três eixos / Inicialização Rápida

	Co	ordenadas (Obtidas	Acurácia Obtida			DMS	Erro
Vértice	Norte (m)	Este (m)	Alt. Geométrica	ΔN	ΔΕ	Δh	(m)	Planimétrico
	Norte (III)		(m)	(m)	(m)	(m)	(111)	(m)
P2_T01	7.394.410,248	323.298,211	718,039	0,231	-0,061	-0,053	0,245	0,239
P2_T05	7.394.410,245	323.298,215	718,062	0,228	-0,057	-0,030	0,237	0,235
P2_T10	7.394.410,245	323.298,216	718,047	0,228	-0,056	-0,045	0,240	0,235
P2_T30	7.394.410,240	323.298,212	718,036	0,223	-0,060	-0,056	0,238	0,231
P2_T60	7.394.410,246	323.298,205	718,038	0,229	-0,067	-0,054	0,245	0,239

	Co	ordenadas () btidas	Acurácia Obtida			BWS	Erro
Vértice	Norte (m)	Este (m)	Alt. Geométrica	ΔN	ΔΕ	Δh	(\mathbf{m})	Planimétrico
			(m)	(m)	(m)	(m)	(111)	(m)
P3C_T01	7.394.357,016	323.401,948	717,962	0,233	-0,090	-0,095	0,267	0,249
P3C_T05	7.394.357,011	323.401,941	717,952	0,228	-0,097	-0,105	0,269	0,248
P3C_T10	7.394.357,004	323.401,931	718,001	0,220	-0,107	-0,056	0,251	0,245
P3C_T30	7.394.356,993	323.401,957	718,027	0,210	-0,082	-0,030	0,228	0,226
P3C_T60	7.394.356,991	323.401,950	717,991	0,208	-0,088	-0,066	0,235	0,226

Tabela 11 - Discrepâncias calculadas para o vértice P3C nos três eixos / Inicialização Rápida

Tabela 12 – Discrepâncias calculadas para o vértice P4 nos três eixos / Inicialização Rápida

	Co	Coordenadas Obtidas					DMS	Erro
Vértice	Norte (m)	Este (m)	Alt. Geométrica	ΔN	ΔΕ	Δh	(\mathbf{m})	Planimétrico
			(m)	(m)	(m)	(m)	(III)	(m)
P4_T01	7.394.227,396	323.654,605	718,199	0,204	-0,096	-0,017	0,226	0,226
P4_T05	7.394.227,408	323.654,609	718,217	0,216	-0,092	0,001	0,235	0,235
P4_T10	7.394.227,398	323.654,610	718,201	0,206	-0,091	-0,015	0,226	0,225
P4_T30	7.394.227,410	323.654,621	718,215	0,218	-0,080	-0,001	0,233	0,233
P4_T60	7.394.227,405	323.654,606	718,226	0,213	-0,095	0,010	0,233	0,233

Tabela 13 – Discrepâncias calculadas para o vértice P5 nos três eixos / Inicialização Rápida

	Co	Coordenadas Obtidas			Acurácia Obtida			Erro
Vértice	Norte (m)	Fsta (m)	Alt. Geométrica	ΔN	ΔΕ	Δh	(\mathbf{m})	Planimétrico
	Norte (III)	LSte (III)	(m)	(m)	(m)	(m)	(111)	(m)
P5_T01	7.394.058,397	323.984,149	718,763	0,106	0,181	0,156	0,262	0,210
P5_T05	7.394.058,399	323.984,155	718,742	0,108	0,187	0,135	0,254	0,216
P5_T10	7.394.058,404	323.984,146	718,770	0,113	0,177	0,163	0,266	0,210
P5_T30	7.394.058,414	323.984,079	718,699	0,123	0,111	0,091	0,189	0,166
P5_T60	7.394.058,412	323.984,049	718,602	0,121	0,081	-0,005	0,145	0,145

Apêndice B – Cálculos das discrepâncias dos eixos dos vértices para o ponto P1A até P5 Inicialização por Convergência.

	C	Coordenadas (Obtidas	Acu	rácia O	btida	DMS	Erro
Vértice	Norte (m)	Esta (m)	Altitudo (m)	ΔN	ΔΕ	Δh	(m)	Planimétrico
	Norte (III)	Lste (III)	Alutuue (III)	(m)	(m)	(m)	(111)	(m)
P1A_T01	7.394.439,082	323.241,939	718,126	0,227	-0,109	-0,074	0,262	0,252
P1A_T05	7.394.439,072	323.241,930	718,130	0,217	-0,118	-0,070	0,257	0,247
P1A_T10	7.394.439,071	323.241,929	718,124	0,215	-0,120	-0,076	0,258	0,246
P1A_T30	7.394.439,057	323.241,932	718,082	0,202	-0,116	-0,118	0,261	0,233
P1A_T60	7.394.439,068	323.241,920	718,123	0,213	-0,128	-0,077	0,260	0,248

Tabela 14 - Discrepâncias calculadas para o vértice P1A nos três eixos / Inicialização por Convergência

Tabela 15 – Discrepâncias calculadas para o vértice P1 nos três eixos / Inicialização por Convergência

	C	Coordenadas Obtidas			rácia O	btida	DMS	Erro
Vértice	Norte (m)	Eata (m)	Altitudo (m)	ΔN	ΔΕ	Δh		Planimétrico
	Norte (III)	Este (III)	Altitude (III)	(m)	(m)	(m)	(111)	(m)
P1_T01	7.394.432,362	323.254,962	718,053	0,192	-0,120	-0,087	0,242	0,226
P1_T05	7.394.432,353	323.254,967	718,020	0,183	-0,115	-0,120	0,247	0,216
P1_T10	7.394.432,331	323.254,973	717,950	0,161	-0,109	-0,190	0,272	0,194
P1_T30	7.394.432,365	323.254,970	718,030	0,195	-0,112	-0,110	0,250	0,225
P1_T60	7.394.432,380	323.254,976	718,050	0,210	-0,106	-0,090	0,252	0,236

Tabela 16 - Discrepâncias calculadas para o vértice P2A nos três eixos / Inicialização por Convergência

	C	Coordenadas (Obtidas	Acu	rácia O	btida	DMS	Erro
Vértice	Norte (m)	Fste (m)	Altitude (m)	ΔN	ΔΕ	Δh	(m)	Planimétrico
	Norte (III)	Este (III)	Annual (III)	(m)	(m)	(m)	(111)	(m)
P2A_T01	7.394.427,719	323.264,037	718,068	0,196	-0,113	-0,048	0,231	0,226
P2A_T05	7.394.427,718	323.264,045	718,055	0,195	-0,105	-0,062	0,230	0,221
P2A_T10	7.394.427,720	323.264,041	718,071	0,197	-0,110	-0,045	0,229	0,225
P2A_T30	7.394.427,719	323.264,038	718,054	0,196	-0,112	-0,062	0,234	0,225
P2A_T60	7.394.427,719	323.264,042	718,051	0,196	-0,108	-0,065	0,233	0,223

Tabela 17 - Discrepâncias calculadas para o vértice P2 nos três eixos / Inicialização por Convergência

	C	Coordenadas Obtidas			rácia O	btida	DMS	Erro
Vértice	Norte (m)	Esta (m)	Altitudo (m)	ΔN	ΔΕ	Δh		Planimétrico
	Norte (III)	Este (III)	m) Altitude (m)		(m)	(m)	(111)	(m)
P2_T01	7.394.410,226	323.298,162	717,976	0,209	-0,110	-0,116	0,263	0,236
P2_T05	7.394.410,225	323.298,173	717,977	0,208	-0,100	-0,115	0,258	0,231
P2_T10	7.394.410,228	323.298,173	718,002	0,211	-0,099	-0,090	0,250	0,233
P2_T30	7.394.410,232	323.298,171	718,015	0,215	-0,101	-0,077	0,250	0,238
P2_T60	7.394.410,230	323.298,166	718,006	0,213	-0,106	-0,086	0,253	0,238

	C	oordenadas (Obtidas	Acu	rácia O	btida	DMS	Erro
Vértice	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)	ΔN (m)	ΔE (m)	Δh (m)	(m)	Planimé trico (m)
P3C_T01	7.394.356,916	323.401,897	718,089	0,133	-0,141	0,032	0,197	0,194
P3C_T05	7.394.356,921	323.401,914	718,093	0,138	-0,124	0,036	0,189	0,186
P3C_T10	7.394.356,892	323.401,931	718,088	0,109	-0,107	0,031	0,156	0,153
P3C_T30	7.394.356,938	323.401,941	718,023	0,155	-0,097	-0,034	0,186	0,183
P3C_T60	7.394.356,944	323.401,949	718,033	0,161	-0,089	-0,024	0,185	0,184

Tabela 18 - Discrepâncias calculadas para o vértice P3C nos três eixos / Inicialização por Convergência

Tabela 19 - Discrepâncias calculadas para o vértice P4 nos três eixos / Inicialização por Convergência

	C	Coordenadas Obtidas			rácia O	btida	DMS	Erro
Vértice	Norte (m)	Esta (m)	Altitudo (m)	ΔN	ΔΕ	Δh	(\mathbf{m})	Planimétrico
	Norte (III)	Este (III)	Alutude (III)	(m)	(m)	(m)	(III)	(m)
P4_T01	7.394.227,476	323.654,584	718,026	0,284	-0,117	-0,190	0,361	0,307
P4_T05	7.394.227,398	323.654,564	718,122	0,206	-0,137	-0,094	0,265	0,248
P4_T10	7.394.227,370	323.654,557	718,174	0,178	-0,144	-0,042	0,232	0,229
P4_T30	7.394.227,240	323.654,540	718,334	0,048	-0,161	0,118	0,206	0,168
P4_T60	7.394.227,155	323.654,538	718,386	-0,037	-0,163	0,169	0,238	0,168

Tabela 20 – Discrepâncias calculadas para o vértice P5 nos três eixos / Inicialização por Convergência

	C	Coordenadas (Obtidas	Acu	rácia O	btida	DMS	Erro
Vértice	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)	ΔN	ΔΕ	Δh	(m)	Planimétrico
	Horte (III)	Lste (III)	Annuae (III)	(m)	(m)	(m)	(111)	(m)
P5_T01	7.394.058,535	323.983,415	718,582	0,244	-0,553	-0,025	0,605	0,605
P5_T05	7.394.058,526	323.983,453	718,667	0,235	-0,515	0,060	0,569	0,566
P5_T10	7.394.058,499	323.983,515	718,797	0,208	-0,453	0,190	0,533	0,498
P5_T30	7.394.058,485	323.983,609	718,988	0,194	-0,359	0,381	0,558	0,408
P5_T60	7.394.058,510	323.983,704	719,038	0,219	-0,264	0,431	0,551	0,343

	Inic	ialização Ráp	ida	Inicializaç	ão por Conv	ergência
Estatisticas	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)
Média	323.254,864	7.394.432,351	718,381	323.254,967	7.394.432,377	718,080
Mediana	323.254,854	7.394.432,357	718,341	323.254,967	7.394.432,377	718,082
Moda	363.254,834	7.394.432,366	718,282	323.254,969	7.394.432,384	718,098
Desvio Padrão	0,038	0,026	0,102	0,005	0,008	0,028
Variância	0,001	0,001	0,010	0,000	0,000	0,001
Mínimo	323.254,797	7.394.432,301	718,231	323.254,956	7.394.432,354	718,001
Máximo	323.254,921	7.394.432,448	718,565	323.254,985	7.394.432,398	718,146
Amplitude	0,124	0,147	0,334	0,030	0,044	0,145
Curtose	-1,513	-0,167	-1,355	0,483	0,044	-0,021
Assimetria	0,023	0,195	0,330	0,605	-0,358	-0,192
Sharing Wills $(n - 50/)$	0,903	0,961	0,903	0,974	0,987	0,990
Shapiro-white $(\alpha = 5\%)$	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado

Apêndice C – Cálculos das estatísticas dos vértices para o ponto P1A até P5

Tabela 21 - Estatísticas obtidas para o vértice P1

Tabela 22 - Estatísticas obtidas para o vértice P1A

Estatisticas	Inicia	alização Rápid	a	Inicializaç	ão por Conv	ergência
Estatisticas	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)
Média	323.242,054	7.394.439,113	718,183	323.241,912	7.394.439,059	718,095
Mediana	323.242,051	7.394.439,112	718,183	323.241,911	7.394.439,058	718,093
Moda	323.242,046	7.394.439,108	718,182	323.241,915	7.394.439,047	718,089
Desvio Padrão	0,011	0,009	0,015	0,007	0,009	0,026
Variância	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Mínimo	323.242,035	7.394.439,094	718,133	323.241,898	7.394.439,040	718,041
Máximo	323.242,078	7.394.439,138	718,216	323.241,933	7.394.439,081	718,151
Amplitude	0,043	0,044	0,083	0,035	0,041	0,110
Curtose	-0,655	-0,455	0,036	0,000	-0,821	-0,851
Assimetria	0,609	0,445	-0,381	0,563	0,124	0,001
Shapiro-Wilk (α = 5%)	0,932	0,972	0,986	0,972	0,981	0,978
	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado

Tabela 23 - Estatísticas obtidas para o vértice P2

Estations	Inic	ialização Ráp	ida	Inicializaç	ão por Conv	ergência
Estatisticas	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)
Média	323.298,194	7.394.410,245	718,045	323.298,167	7.394.410,214	718,002
Mediana	323.298,194	7.394.410,245	718,046	323.298,167	7.394.410,215	718,000
Moda	323.298,184	7.394.410,246	718,048	323.298,168	7.394.410,216	717,998
Desvio Padrão	0,010	0,005	0,014	0,005	0,005	0,022
Variância	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mínimo	323.298,176	7.394.410,233	718,008	323.298,150	7.394.410,200	717,938
Máximo	323.298,218	7.394.410,257	718,082	323.298,177	7.394.410,229	718,068
Amplitude	0,041	0,025	0,074	0,027	0,029	0,130
Curtose	-0,796	-0,182	-0,362	0,399	-0,186	0,577
Assimetria	0,413	0,107	-0,186	-0,527	-0,113	0,067
Shaning Wills $(\alpha - 50/)$	0,958	0,994	0,990	0,979	0,992	0,990
Shapiro-Wilk ($\alpha = 5\%$)	Reprovado	Aprovado	Reprovado	Reprovado	Aprovado	Reprovado

Estations	Inic	ialização Ráp	ida	Inicializaç	ão por Conv	ergência
Estatisticas	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)
Média	323.264,088	7.394.427,738	718,076	323.264,046	7.394.427,723	718,040
Mediana	323.264,089	7.394.427,737	718,075	323.264,046	7.394.427,722	718,041
Moda	323.264,090	7.394.427,736	718,074	323.264,041	7.394.427,726	718,044
Desvio Padrão	0,006	0,006	0,010	0,007	0,008	0,017
Variância	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mínimo	323.264,075	7.394.427,721	718,049	323.264,029	7.394.427,703	717,997
Máximo	323.264,101	7.394.427,751	718,097	323.264,062	7.394.427,746	718,080
Amplitude	0,026	0,030	0,048	0,033	0,043	0,083
Curtose	-0,846	-0,245	-0,470	-0,543	0,136	-0,370
Assimetria	-0,196	0,094	-0,034	-0,121	0,220	-0,162
Shapira Will: $(\alpha - 50/)$	0,976	0,993	0,990	0,990	0,987	0,992
Shapiro-Wilk ($\alpha = 5\%$)	Reprovado	Aprovado	Reprovado	Reprovado	Aprovado	Reprovado

Tabela 24 - Estatísticas obtidas para o vértice P2A

Tabela 25 - Estatísticas obtidas para o vértice P3C

Estatísticas	Inicialização Rápida			Inicialização por Convergência			
	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)	
Média	323.401,949	7.394.356,997	717,994	323.401,910	7.394.356,955	717,998	
Mediana	323.401,948	7.394.356,994	717,995	323.401,910	7.394.356,955	718,000	
Moda	323.401,942	7.394.356,984	717,997	323.401,919	7.394.356,952	718,004	
Desvio Padrão	0,008	0,015	0,021	0,013	0,012	0,036	
Variância	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	
Mínimo	323.401,931	7.394.356,972	717,938	323.401,867	7.394.356,922	717,926	
Máximo	323.401,969	7.394.357,037	718,041	323.401,939	7.394.356,981	718,101	
Amplitude	0,038	0,066	0,103	0,072	0,059	0,175	
Curtose	-0,600	-0,450	-0,529	0,253	-0,456	-0,237	
Assimetria	0,420	0,575	-0,326	0,087	-0,123	0,185	
Shapiro-Wilk ($\alpha = 5\%$)	0,969	0,958	0,981	0,980	0,987	0,990	
	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado	

Tabela 26 - Estatísticas obtidas para o vértice P4

Estatísticas	Inicialização Rápida			Inicialização por Convergência			
	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)	
Média	323.654,609	7.394.227,398	718,220	323.654,548	7.394.227,276	718,260	
Mediana	323.654,606	7.394.227,398	718,220	323.654,549	7.394.227,327	718,206	
Moda	323.654,602	7.394.227,400	718,223	323.654,548	7.394.227,352	718,175	
Desvio Padrão	0,008	0,005	0,012	0,015	0,098	0,147	
Variância	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,022	
Mínimo	323.654,594	7.394.227,384	718,194	323.654,519	7.394.227,112	718,032	
Máximo	323.654,626	7.394.227,413	718,247	323.654,577	7.394.227,398	718,514	
Amplitude	0,032	0,029	0,053	0,059	0,286	0,482	
Curtose	-1,200	-0,006	-0,770	-0,979	-1,488	-1,411	
Assimetria	0,251	-0,106	-0,192	-0,014	-0,422	0,148	
Shapiro-Wilk ($\alpha = 5\%$)	0,940	0,991	0,979	0,969	0,848	0,912	
	Reprovado	Aprovado	Reprovado	Reprovado	Aprovado	Reprovado	

Estatísticas	Inicialização Rápida			Inicialização por Convergência			
	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)	Eixo E (m)	Eixo N (m)	Eixo h (m)	
Média	323.984,135	7.394.058,403	718,567	323.983,741	7.394.058,464	718,860	
Mediana	323.984,129	7.394.058,402	718,569	323.983,738	7.394.058,464	718,841	
Moda	323.984,123	7.394.058,403	718,574	323.983,724	7.394.058,457	718,769	
Desvio Padrão	0,018	0,014	0,017	0,018	0,005	0,087	
Variância	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	
Mínimo	323.984,083	7.394.058,372	718,528	323.983,719	7.394.058,456	718,753	
Máximo	323.984,169	7.394.058,438	718,607	323.983,782	7.394.058,478	719,030	
Amplitude	0,087	0,066	0,079	0,063	0,022	0,277	
Curtose	-1,090	-0,704	-0,572	-0,735	0,259	-1,084	
Assimetria	0,174	0,084	-0,146	0,610	0,552	0,453	
Shapiro-Wilk ($\alpha = 5\%$)	0,943	0,987	0,984	0,900	0,959	0,910	
	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado	Reprovado	

Tabela 27 - Estatísticas obtidas para o vértice P5

Apêndice D – Histograma de Frequências dos vértices para os pontos P1A até P5 Inicialização Rápida.

Figura 39 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte Vértice_P1A



Figura 40 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vértice_P1A



Figura 41 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica Vértice_P1A



Figura 42 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte Vértice_P1



Figura 43 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vértice_P1



Figura 44 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica Vértice_P1



Figura 45 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte Vértice_P2A



Figura 46 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vértice_P2A



Figura 47 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica Vértice_P2A



Figura 48 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte Vértice_P2



Figura 49 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vértice_P2



Figura 50 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica Vértice_P2



Figura 51 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte Vértice_P3C



Figura 52 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vértice_P3C



Figura 53 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica Vértice_P3C



Figura 54 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte Vértice_P4



Figura 55 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vértice_P4



Figura 56 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica Vértice_P4



Figura 57 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Norte Vértice_P5



Figura 58 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Este Vértice_P5



Figura 59 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica Vértice_P5



Apêndice E – Histograma de Frequências dos vértices para os pontos P1A até P5 Inicialização por Convergência.

Figura 60 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte Vértice_P1A



Figura 61 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este Vértice_P1A



Figura 62 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica



Figura 63 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte Vértice_P1



Figura 64 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este Vértice_P1



Figura 65 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica



Figura 66 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte Vértice_P2A



Figura 67 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este Vértice_P2A



Figura 68 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica



Figura 69 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte Vértice_P2



Figura 70 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este Vértice_P2



Figura 71 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica



Figura 72 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte Vértice_P3C



Figura 73 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este Vértice_P3C



Figura 74 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica



Figura 75 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte Vértice_P4



Figura 76 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este Vértice_P4



Figura 77 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica



Figura 78 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Norte Vértice_P5



Figura 79 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Este Vértice_P5



Figura 80 - Gráfico Histograma de Frequência Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica



Apêndice F – Gráfico Quantil - Quantil dos Eixos para os Vértices P1A até P5 Inicialização Rápida.



Figura 81 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P1

Figura 82 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P1



Figura 83 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) - Vértice_P1





Figura 84 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P1A

Figura 85 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P1A



Figura 86 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) - Vértice_P1A





Figura 87 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P2

Figura 88 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P2



Figura 89 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) - Vértice_P2





Figura 90 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P2A

Figura 91 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P2A



Figura 92 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) - Vértice_P2A




Figura 93 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P3C

Figura 94 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P3C



Figura 95 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) - Vértice_P3C





Figura 96 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P4

Figura 97 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P4



Figura 98 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) - Vértice_P4





Figura 99 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Norte (em metros) - Vértice_P5

Figura 100 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Este (em metros) - Vértice_P5



Figura 101 - Gráfico QQ - Plot Inicialização Rápida Eixo Altitude Geométrica (em metros) - Vértice_P5



Apêndice G – Gráfico Quantil - Quantil dos Eixos para os Vértices P1A até P5 Inicialização por Convergência.



Figura 102 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) - Vértice_P1

Figura 103 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) - Vértice_P1



Figura 104 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em metros) -





Figura 105 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) - Vértice_P1A

Figura 106 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) - Vértice_P1A



Figura 107 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em metros) -





Figura 108 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) - Vértice_P2

Figura 109 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) - Vértice_P2



Figura 110 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em metros) -





Figura 111 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) - Vértice_P2A

Figura 112 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) - Vértice_P2A



Figura 113 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em metros) -





Figura 114 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) - Vértice_P3C

Figura 115 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) - Vértice_P3C



Figura 116 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em metros) -





Figura 117 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) - Vértice_P4

Figura 118 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) - Vértice_P4



Figura 119 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em metros) -





Figura 120 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Norte (em metros) - Vértice_P5

Figura 121 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Este (em metros) - Vértice_P5



Figura 122 - Gráfico QQ - Plot Inicialização por Convergência Eixo Altitude Geométrica (em metros) -

