



RAFAEL VICTOR MORENO

**AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA NO POSICIONAMENTO RELATIVO
GNSS UTILIZANDO-SE ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA VIRTUAIS
(VRS)**

INCONFIDENTES-MG

2015

RAFAEL VICTOR MORENO

**AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA NO POSICIONAMENTO RELATIVO
GNSS UTILIZANDO-SE ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA VIRTUAIS
(VRS)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação em Engenharia de Agrimensura 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

2015

RAFAEL VICTOR MORENO

**AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA NO POSICIONAMENTO RELATIVO
GNSS UTILIZANDO-SE ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA VIRTUAIS
(VRS)**

Data de aprovação: ____ de _____ 2015

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

**Prof. Msc. Julierme Wagner da Penha
IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes**

**Prof. Msc. Fabio Luiz Albarici
IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar sempre presente, me abençoando e me dando sabedoria ao longo de toda minha vida.

Aos docentes, do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, por transmitirem seus conhecimentos e, em especial, ao professor Paulo Augusto Ferreira Borges por ter me auxiliado durante todo o processo de execução deste trabalho.

E por fim, a todos meus familiares e amigos por terem sempre me apoiado e ajudado durante este processo de formação acadêmica.

“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem.
Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo.”

(Walter S. Landor)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a acurácia e a precisão das coordenadas obtidas a partir de dados coletados por um receptor GNSS e processados utilizando-se uma base virtual, ou seja, adotando uma VRS de referência para o processamento dos dados. Foi avaliado também se a quantidade de horas geradas em uma base VRS interfere na acurácia das coordenadas obtidas a partir desta. Por outro lado, foi analisada a acurácia do método RTK em rede. Para isso, primeiramente foi realizado um posicionamento relativo estático de 10 vértices materializados por marcos no qual utilizou-se as estações geodésicas homologados pelo IBGE como base para o processamento dos dados. Para fins de análise, as coordenadas do posicionamento relativo estático foram consideradas como sendo verdadeiras. Posteriormente, realizou-se a coleta de dados em tempos de 2, 4, 6, 8 e 10 minutos os quais foram processados utilizando-se dados de bases VRS geradas com tempos de 2, 4, 6, 8 e 10 horas. A acurácia dos valores obtidos foi determinada por meio do cálculo das discrepâncias nos eixos (este, norte e altura geométrica) e pelos RMS. A precisão foi definida por meio dos métodos dos momentos calculando-se principalmente as médias e as variâncias dos dados e posteriormente aplicando a distribuição normal. Por fim concluiu-se que o método de VRS pós-processado apresenta acurácia em torno de 20 centímetros e precisão em torno de 9 centímetros. Já para o método RTK em rede obteve-se acurácia planimétrica inferior a 8 centímetros e altimétrica inferior a 11 centímetros.

Palavras-chave: GNSS; Posicionamento Relativo; VRS; RTK em rede; Acurácia; Precisão.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the accuracy and precision of GNSS data collected by a multichannel receiver and processed using a virtual basis, ie, adopting a reference VRS for processing the data. It was also assessed whether the amount of time generated based on a RSV interferes with the accuracy and / or precision of the coordinates which uses as a reference the base. On the other, it was analyzed the accuracy of the method RTK network. For this, we first performed a relative static positioning materialized by 10 vertex in which landmarks used if approved by IBGE geodetic stations as a basis for data processing. To analyze the data, the coordinates of the relative static positioning were thought to be true. Subsequently he held in the data collection time of 2, 4, 6, 8 and 10 minutes which were the basis for processing the data bases generated by VRS times of 2, 4, 6, 8 and 10 hours. The accuracy of the values obtained was determined by calculating the discrepancies on different axes (west, north and geometric height) and the RMS. The precision is defined by the methods of times mainly calculating means and variances of the data and subsequently applying the normal distribution. Finally, it was concluded that the post-processed VRS method has accuracy of about 20 centimeters and accuracy about 9 centimeters. As for the method RTK network was obtained planimetric accuracy less than 8 centimeters and altimetry less than 11 centimeters.

Keywords: GNSS; Relative Positing; VRS; RTK Network; Accuracy; Precision.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Constelação de satélites do sistema NAVSTAR GPS	4
Figura 2- Constelação dos satélites do sistema GLONASS	5
Figura 3 - Posicionamento Absoluto	7
Figura 4- Posicionamento relativo.....	8
Figura 5 - Ilustração do método de posicionamento RTK em rede.....	9
Figura 6- Conceito de estação de referência virtual	15
Figura 7- Posicionamento em tempo real utilizando bases VRS.....	16
Figura 8- Probabilidade associada com uma distribuição normal.....	20
Figura 9- Localização da área de estudo	22
Figura 10- Localização dos marcos	23
Figura 11- Equipamentos instalados nas estações geodésicas e em alguns vértices	24
Figura 12 - Localização das bases RBMC utilizadas para a geração das VRS	26
Figura 13- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-01	33
Figura 14- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-01	36
Figura 15- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-02.....	74
Figura 16- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-03.....	75
Figura 17- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-04.....	76
Figura 18- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-05.....	77
Figura 19- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-06.....	78
Figura 20- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-07.....	79
Figura 21- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-08.....	80
Figura 22- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-09.....	81
Figura 23- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-10.....	82
Figura 24- Gráficos do RMS referente a estação geodésica 93949.....	83

Figura 25- Gráficos do RMS referente a estação geodésica 93953.....	84
Figura 26- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-02.....	89
Figura 27- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-03.....	90
Figura 28- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-04.....	90
Figura 29- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-05.....	90
Figura 30- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-06.....	90
Figura 31- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-07.....	90
Figura 32- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-08.....	90
Figura 33- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-09.....	90
Figura 34- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-10.....	90
Figura 35- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica da estação 93949	90
Figura 36- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica da estação 93953	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas dos vértices e das estações geodésicas do IBGE e seus respectivos desvios padrão para o posicionamento relativo estático.....	28
Tabela 2 - Coordenadas das estações VRS.....	29
Tabela 3- Coordenadas do vértice MR-01 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados	30
Tabela 4- Discrepâncias calculadas para o vértice MR-01 nos 3 eixos (E, N e h).....	31
Tabela 5- Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-01	32
Tabela 6- Valores calculados dos RMS absolutos para cada um dos vértices e também para as estações geodésicas.....	34
Tabela 7- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-01	34
Tabela 8- Coordenadas coletadas por meio da técnica de RTK em rede	37
Tabela 9- Valores das diferenças entre cada eixo dos vértices e seu respectivo RMS.....	37
Tabela 10 - Coordenadas do vértice MR-02 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados.....	46
Tabela 11 - Coordenadas do vértice MR-03 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados.....	47
Tabela 12 - Coordenadas do vértice MR-04 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados.....	48
Tabela 13 - Coordenadas do vértice MR-05 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados.....	49
Tabela 14 - Coordenadas do vértice MR-06 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados.....	50
Tabela 15 - Coordenadas do vértice MR-07 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados.....	51
Tabela 16 - Coordenadas do vértice MR-08 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados.....	52

Tabela 17 - Coordenadas do vértice MR-09 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados.....	53
Tabela 18 - Coordenadas do vértice MR-10 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados.....	54
Tabela 19 - Coordenadas do vértice 93949 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados	55
Tabela 20 - Coordenadas do vértice 93953 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados	56
Tabela 21 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-02 nos 3 eixos (E, N e h).....	57
Tabela 22 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-03 nos 3 eixos (E, N e h).....	58
Tabela 23 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-04 nos 3 eixos (E, N e h).....	59
Tabela 24 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-05 nos 3 eixos (E, N e h).....	60
Tabela 25 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-06 nos 3 eixos (E, N e h).....	61
Tabela 26 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-07 nos 3 eixos (E, N e h).....	62
Tabela 27 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-08 nos 3 eixos (E, N e h).....	63
Tabela 28 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-09 nos 3 eixos (E, N e h).....	64
Tabela 29 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-10 nos 3 eixos (E, N e h).....	65
Tabela 30 - Discrepâncias calculadas para o vértice 93949 nos 3 eixos (E, N e h)	66
Tabela 31 - Discrepâncias calculadas para o vértice 93953 nos 3 eixos (E, N e h)	67
Tabela 32 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-02	68
Tabela 33 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-03	68
Tabela 34 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-04	69
Tabela 35 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-05	69

Tabela 36 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-06	70
Tabela 37 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-07	70
Tabela 38 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-08	71
Tabela 39 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-09	71
Tabela 40 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-10	72
Tabela 41 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice 93949	72
Tabela 42 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice 93953	73
Tabela 43- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-02	85
Tabela 44- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-03	85
Tabela 45- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-04	85
Tabela 46- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-05	86
Tabela 47- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-06	86
Tabela 48- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-07	86
Tabela 49- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-08	87

Tabela 50- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-09	87
Tabela 51- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-10	87
Tabela 52- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados da estação geodésica 93949	88
Tabela 53- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados da estação geodésica 93953	88

LISTA DE SIGLAS

ARP	<i>Antenna Reference Point</i>
CEGAT	Centro Geodésico Alezi Teodolini
CNSS	<i>Compass Navigation Satellite System</i>
DGPS	<i>Differential GPS</i>
DGPS	<i>Differential Global Positioning System</i>
EGNOS	<i>European Geostationary Navigation Overlay Service</i>
ESA	<i>European Space Agency</i>
GLONASS	<i>Global'naya Navigatsionnaya Sputnkova Sistema</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GSM	<i>Groupe Special Mobile</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IERS	<i>International Earth Rotation and Reference Systems Service</i>
IFSULDEMINAS	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas
IGS	<i>International GNSS Service</i>
IGS	<i>International GNSS Service</i>
MSAS	<i>Multi-functional Satellite Augmentation System</i>
NMEA	<i>National Marine Electronics Association</i>

NTRIP	<i>Networked Transport of RTCM via Internet Protocol</i>
RBMC	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo
RINEX	<i>Receiver Independent Exchange Format</i>
RMS	Erro Médio Quadrático
RTCM	<i>Radio Technical Commission for Maritime Services</i>
RTK	<i>Real Time Kinematic</i>
SBAS	<i>Satellite-based Augmentation Systems</i>
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
VRS	<i>Virtual Reference Station</i>
WAAS	<i>Wide Area Augmentation System</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. SISTEMAS GNSS.....	4
2.2. OBSERVÁVEIS GNSS	6
2.2.1. Pseudodistância	6
2.2.2. Fase da onda portadora	7
2.3. MÉTODOS DE POSICIONAMENTO	7
2.3.1. Posicionamento absoluto	7
2.3.2. Posicionamento relativo estático	8
2.3.3. Posicionamento relativo estático rápido	8
2.3.4. Posicionamento relativo semicinemático	8
2.3.5. Posicionamento relativo cinemático	8
2.3.6. RTK e RTK em rede.....	9
2.4. ERROS EM UM POSICIONAMENTO GNSS	10
2.4.1. Erros relacionados aos satélites	10
2.4.1.1. Erros Orbitais.....	10
2.4.1.2. Erros no relógio	10
2.4.1.3. Efeito da Relatividade	10
2.4.1.4. Atraso entre as duas ondas portadoras.....	10
2.4.1.5. Centro de fase da antena do satélite.....	10
2.4.2. Erros relacionados à propagação do sinal.....	11
2.4.2.1. Refração troposférica.....	11
2.4.2.2. Refração ionosférica	11
2.4.2.3. Multicaminho	11
2.4.2.4. Perda de ciclo.....	12
2.4.2.5. Rotação da Terra.....	12
2.4.3. Erros relacionados com o receptor e a antena	12
2.4.3.1. Erro do relógio.....	12
2.4.3.2. Erro entre os canais.....	12
2.4.3.3. Centro de fase da antena.....	13

2.4.3.4.	Fase wind-up	13
2.4.4.	Erros relacionados com a estação.....	13
2.4.4.1.	Coordenadas da estação.....	13
2.4.4.2.	Maré terrestre.....	14
2.4.4.3.	Movimento do polo	14
2.4.4.4.	Carga oceânica.....	14
2.4.4.5.	Carga atmosférica	14
2.5.	VRS	15
2.6.	ESTATÍSTICAS.....	17
2.6.1.	Definições.....	17
2.6.2.	Método dos Momentos	18
2.6.3.	Distribuição normal	19
3.	OBJETIVOS	21
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1.	ÁREA DE ESTUDO	22
4.2.	EQUIPAMENTOS	22
4.3.	<i>SOFTWARES</i>	23
4.4.	METODOLOGIA.....	23
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6.	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
	ANEXO I – RELATÓRIO DA ESTAÇÃO GEODÉSICA HOMOLOGADA PELO IBGE NÚMERO 93949	42
	ANEXO II – RELATÓRIO DA ESTAÇÃO GEODÉSICA HOMOLOGADA PELO IBGE NÚMERO 93953	44
	APÊNDICE A – COORDENADAS OBTIDAS PARA OS VÉRTICES MR-02 A MR-10 E PARA AS ESTAÇÕES GEODÉSICAS DO IBGE A PARTIR DOS PROCESSAMENTOS COM BASES VRS GERADAS COM DIFERENTES TEMPOS	

APÊNDICE B – DISCREPÂNCIAS OBTIDAS PARA OS VÉRTICES MR-02 A MR-10 E PARA AS ESTAÇÕES GEODÉSICAS DO IBGE A PARTIR DOS PROCESSAMENTOS COM BASES VRS GERADAS COM DIFERENTES TEMPOS
57

APÊNDICE C – VALORES DE RMS CALCULADOS PARA OS VÉRTICES MR-02 A MR-10 E PARA AS ESTAÇÕES GEODÉSICAS DO IBGE A PARTIR DOS PROCESSAMENTOS COM BASES VRS GERADAS COM DIFERENTES TEMPOS
68

APÊNDICE D – GRÁFICOS CONTENDO OS VALORES DE RMS PARA OS VÉRTICES MR-02 A MR-10 E PARA AS ESTAÇÕES GEODÉSICAS DO IBGE.74

APÊNDICE E – VALORES DE MÉDIA, VARIÂNCIA, DESVIO PADRÃO, MÁXIMO, MÍNIMO, CURTOSE E ASSIMETRIA OBTIDAS PARA OS VÉRTICES MR-02 A MR-10 E PARA AS ESTAÇÕES GEODÉSICAS DO IBGE A PARTIR DOS PROCESSAMENTOS COM BASES VRS GERADAS COM DIFERENTES TEMPOS
85

APÊNDICE F – GRÁFICOS CONTENDO A DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA OS EIXOS ESTE, NORTE E ALTURA GEOMÉTRICA DOS VÉRTICES MR-02 A MR-10 E PARA AS ESTAÇÕES GEODÉSICAS DO IBGE.....89

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de se posicionar geograficamente fez com que o ser humano buscasse o aprimoramento de técnicas que o permitisse se localizar. As diferentes técnicas foram desenvolvidas e aprimoradas por diferentes filósofos e estudiosos ao longo dos séculos, de diferentes áreas, os quais contribuíram para que a tecnologia atual pudesse ser empregada. Atualmente tem-se observado um crescente e contínuo uso do posicionamento por GNSS em diversas aplicações. O posicionamento por GNSS juntamente com a Topografia Clássica, que se utiliza de estações totais ou teodolitos, tem sido os métodos mais empregados para a determinação da localização de um objeto.

A Topografia é a ciência aplicada, baseada na geometria e na trigonometria plana, que utiliza medidas de distâncias horizontais, de diferenças de nível, de ângulos e de orientação, com o fim de obter a representação, em projeção ortogonal sobre um plano de referência, dos vértices que definem a forma, as dimensões e a posição relativa de uma porção limitada do terreno, sem considerar a curvatura da Terra (Loch & Cordini, 2007).

Existem diferentes técnicas utilizadas para a determinação de vértices sobre a superfície terrestre, entre as quais podemos citar a triangulação, a trilateração e a poligonação. Destas, a mais amplamente utilizada atualmente em levantamentos cadastrais é a poligonação, a qual garante grande simplicidade e praticidade nas operações de campo, além de ser um método confiável e preciso.

A cada dia o posicionamento por meio de GNSS (*Global Navigation Satellite System*) vem sendo aprimorado por meio de diferentes técnicas. Uma das principais finalidades do aprimoramento é a obtenção de coordenadas acuradas em tempo mais ágil e com um menor custo (Alves & Monico, 2010).

Os sistemas de posicionamento mais utilizados são o GPS (Estados Unidos) e o GLONASS (Rússia) que possuem abrangência global em pleno funcionamento. Alguns

sistemas como o BEIDOU (China) e o GALILEO (Europa) ainda estão em fase de implantação para que possam ter alcance global. O sistema SBAS (composto pelos sistemas WAAS, EGNOS e o MSAS), por sua vez, é regional e possui interoperabilidade.

Os métodos de posicionamento por meio de GNSS são classificados inicialmente em absoluto (quando a referência do sistema é geocêntrica) e relativo, quando a referência é um ou mais vértices de coordenadas conhecidas (Monico, 2008).

O posicionamento relativo é realizado empregando-se dois ou mais receptores, os quais devem obter uma coleta simultânea de dados. Este tipo de posicionamento pode ser classificado como: estático, estático-rápido, semicinemático (*stop and go*) e cinemático (Monico, 2008).

Quando se trata de posicionamento com a obtenção dos dados em tempo real os métodos utilizados são o DGPS (*Differential GPS*), que utiliza as pseudodistâncias para a realização do posicionamento e proporciona uma precisão de 1 a 3m variando de acordo com a distância do receptor móvel à base (estação de referência), e o posicionamento RTK (*Real Time Kinematic GPS*) que diferentemente do DGPS apresenta uma precisão na casa dos centímetros, variando também de acordo com a distância da estação de referência ao receptor móvel. Este último método utiliza-se da fase da onda portadora para realização dos cálculos (Seeber, 2003).

Os posicionamentos em tempo real necessitam de uma ou mais estações de referência, as quais apresentam coordenadas conhecidas, e a partir dessas serão calculadas as correções diferenciais para os demais receptores móveis a fim de determinar o posicionamento com precisão. Porém, este processo tem como limitação a distância entre a estação de referência e o receptor móvel, devido a atenuação do sinal de correção transmitido via rádio UHF. Para distâncias até 10km ainda se consegue precisão centimétrica, sofrendo degradação à medida que se aumenta a distância (Afonso, 2006).

Sabendo-se dessa limitação de distância se introduziu o conceito de estação de referência virtual (VRS - *Virtual Reference Station*). Neste conceito o usuário irá obter dados de uma estação virtual que se assemelhe a uma estação real, cuja posição é definida próxima ao local de levantamento (Alves & Monico, 2010).

Neste contexto, este trabalho propõe a utilização de estações de referência virtual para o posicionamento relativo, calculadas a partir de estações de monitoramento contínuo da rede RBMC do IBGE, e utilizadas para o pós-processamento de vértices de perímetro. A geração

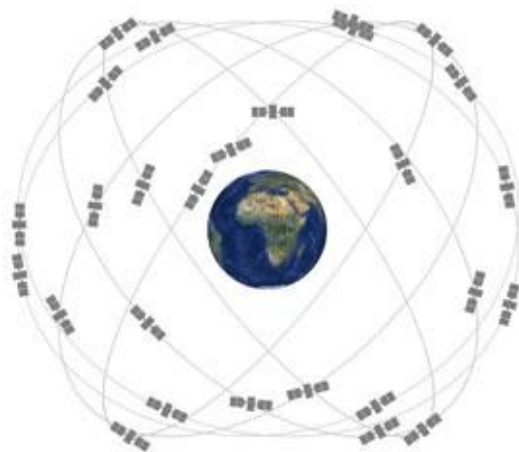
dos arquivos VRS e o pós-processamento dos vértices foram realizados utilizando-se o *software* GNSS Solutions™ na versão 3.80.8. Utilizou-se ainda o conceito de Rede de Estações de Referência Virtual em tempo real (RTK em rede), realizando-se o posicionamento sobre os mesmos vértices a partir da rede CEGAT da empresa Alezi Teodolini.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. SISTEMAS GNSS

O sistema NAVSTAR GPS (*NAVigation System with Time And Ranging Global Positioning System*) foi desenvolvido pelos Estados Unidos, desde 1973, inicialmente para uso militar e posteriormente disponibilizado para uso civil. A concepção do sistema consiste de no mínimo 24 satélites com uma altitude média de 20.200 km e situados em 6 (seis) planos orbitais de inclinação de 55° (Estados Unidos Da América, 2015). A Figura 1 demonstra a disposição dos satélites do sistema GPS.

Figura 1 - Constelação de satélites do sistema NAVSTAR GPS



Fonte: (Estados Unidos Da América, 2015).

O segmento de controle GPS é formado por uma estação mestre, localizada no Colorado, responsável por manter a integridade do sistema e proporcionar dados precisos referente aos satélites, uma estação de controle mestre alternativa, 12 (doze) antenas de comando e controle utilizadas para efetuar a comunicação com os satélites, e 16 locais de monitoramento que fornecem os dados referente as observações dos satélites, dados

atmosféricos, tempo e sinais de navegação para a estação mestre (Estados Unidos Da América, 2015).

O sistema GPS é modulado em duas frequências L1 e L2 obtidas a partir de uma frequência fundamental de 10,23MHz. A frequência L1 tem valor de 1575,42 MHz e um comprimento de onda de aproximadamente 19 cm e a frequência L2 tem valor de 1227,60 MHz e comprimento de onda de 24 cm (Monico, 2008).

O sistema de posicionamento de satélite da Rússia é denominado de GLONASS (*Global'naya Navigatsionnaya Sputnkova Sistema*). O lançamento dos primeiros satélites ocorreu no ano de 1982 até chegar a sua capacidade atual de 24 satélites em 1996. Os satélites do sistema encontram-se em uma altitude de 19100 km e um período orbital de 11 horas 15 minutos e 44 segundos. Estes encontram-se em órbitas de inclinação de 64,8° com a linha do Equador (Hofmann-Wellenhof; Lichtenegger; Wasle, 2008). A Figura 2 demonstra a disposição dos satélites do sistema GLONASS.

Figura 2- Constelação dos satélites do sistema GLONASS



Fonte: <www.navigpedia.net>

De forma similar ao sistema GPS, o GLONASS apresenta uma estação mestre localizada na cidade de Moscou e outras estações de monitoramento espalhadas igualmente pelo território da antiga União Soviética (Seeber, 2003).

O GLONASS é modulado em duas frequências L1 e L2, porém, diferentemente do sistema GPS, cada satélite transmite um valor de frequência. A frequência fundamental tem valor de 1602 MHz fazendo com que a frequência L1 tenha valores entre 1602 a 1615 MHz e a frequência L2 tenha frequência entre os valores de 1246 a 1256 MHz (Seeber, 2003).

O sistema de navegação por satélite europeu é chamado de GALILEO e está sendo criado pela Agência Espacial Europeia (*European Space Agency – ESA*) juntamente com indústrias europeias. Este sistema está sendo criado para operar concomitantemente com o GPS e o GLONASS. É esperado que consista de 27 satélites operantes e mais 3 de reserva em três órbitas de inclinação de 56° e uma altitude de 23616 km e com um período orbital de 14h e 4 min (Seeber, 2003).

O segmento de controle do GALILEO é constituído de 2 centros de controle, sendo que um é utilizado para determinação dos parâmetros dos satélites e geração dos dados de navegação e tempo, e outro para manter a integridade do sistema. Aproximadamente 30 estações de monitoramento denominadas GALILEO *Sensor Stations* (GSS), são utilizadas para disponibilizar os dados dos satélites para os centros de controle (Seeber, 2003).

O sistema GALILEO disponibilizará dados em dupla frequência, fornecendo serviços de posicionamento em tempo real em diferentes níveis de exatidão, integridade e disponibilidade, além de ser utilizado para resgate em situações de emergência, segurança para o pouso de aviões, rastreamento de cargas, controle de tráfego entre outros. (Seeber, 2003)

O sistema de navegação Chinês *Compass Navigation Satellite System* (CNSS), conhecido também como Beidou vem sendo desenvolvido de forma independente para fornecimento de informações de posicionamento e mensagens para usuários civis e militares (Chong, 2009).

Os SBAS (*Satellite-based Augmentation Systems*) são sistemas regionais utilizados nos sistemas GNSS. Este sistema faz com que ocorra um aumento na precisão dos resultados obtidos no posicionamento absoluto. Na Europa é utilizado o EGNOS, nos Estados Unidos da América o WAAS e no Japão o MSAS (Seeber, 2003).

2.2. OBSERVÁVEIS GNSS

As principais observáveis do GNSS são a pseudodistância e a fase da onda portadora (Seeber, 2003).

2.2.1. Pseudodistância

O cálculo da distância entre o satélite e o receptor GNSS é realizado por meio da diferença entre o tempo de recepção do sinal por meio do receptor e o tempo de transmissão do sinal por meio do satélite. Devido ao não sincronismo entre o tempo de recepção e transmissão do sinal esta distância é denominada de pseudodistância (Monico, 2008).

2.2.2. Fase da onda portadora

A fase da onda portadora é uma observável mais precisa do que a pseudodistância. Esta observável fica definida como a diferença entre a fase do sinal do satélite, recebido no receptor, e a fase do sinal gerado no receptor, ambas no mesmo momento de recepção. Nesta observável é necessário que se faça a contagem do número de ciclos inteiros, desde o momento da primeira observação, entre o receptor e o satélite que é denominada ambiguidade (Monico, 2008).

2.3. MÉTODOS DE POSICIONAMENTO

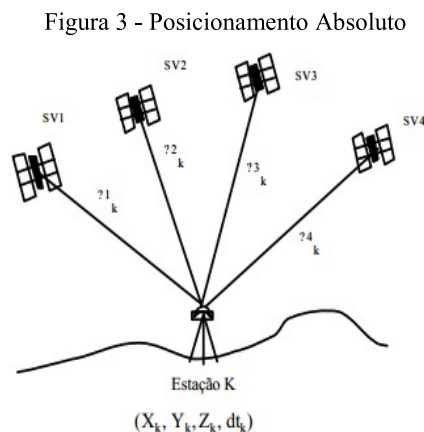
O posicionamento de qualquer objeto é realizado por meio da determinação de seu referencial. Quando este referencial é relacionado essencialmente a uma referência geocêntrica, diz-se que este posicionamento é absoluto. Porém se o referencial escolhido for um, ou mais, vértices materializados em campo diz-se que o posicionamento é relativo (Monico, 2008).

Para posicionamentos absolutos é necessário apenas um receptor e para um posicionamento relativo é necessário que se tenha dois ou mais receptores (Monico, 2008).

Os diferentes métodos de posicionamento por meio de GNSS estão descritos nos capítulos 2.3.1 a 2.3.6.

2.3.1. Posicionamento absoluto

O posicionamento absoluto utiliza-se de somente um receptor, como mostra a Figura 3, o qual irá determinar a coordenada do local de forma imediata, porém com baixa precisão. Neste método as coordenadas são obtidas por meio da pseudodistância derivada do código C/A presente na portadora L1 (Monico, 2008).

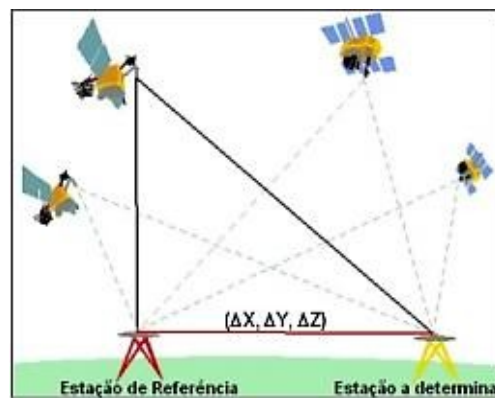


Fonte: < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfomQAK/faculdade-tecnologia-pompeia>>

2.3.2. Posicionamento relativo estático

Para a realização de posicionamentos relativos faz-se necessária a utilização de 2 (dois) ou mais receptores GNSS, os quais realizam a coleta de dados simultaneamente, como é possível verificar pela Figura 4. Para o posicionamento relativo estático faz-se necessário que dois ou mais receptores façam o rastreamento simultâneo por um tempo superior a 20 (vinte) minutos. Neste caso são utilizadas as duplas diferenças da fase da onda portadora para a realização do posicionamento devido ao longo período de rastreamento dos dados. Porém a pseudodistância também pode ser utilizada para estimar o erro do relógio (Monico, 2008).

Figura 4- Posicionamento relativo



Fonte: < http://www.inde.gov.br/images/inde/recom_gps_internet.pdf>

2.3.3. Posicionamento relativo estático rápido

O posicionamento relativo estático rápido segue o mesmo conceito do relativo estático, porém com um tempo de rastreamento inferior a 20 (vinte) minutos e superior a 5 (cinco) minutos. Neste caso é necessário que o vetor da ambiguidade seja fixado como inteiro (Monico, 2008).

2.3.4. Posicionamento relativo semicinemático

O posicionamento relativo semicinemático baseia-se no mesmo princípio do posicionamento estático rápido, porém seu tempo de rastreamento é menor que 5 (cinco) minutos onde a solução da ambiguidade é realizada ao decorrer do processo de posicionamento. Neste caso é necessário que o receptor GNSS esteja ligado durante todo o tempo e não haja perda de sinal. Este método é também conhecido como *Stop And Go* (Monico, 2008).

2.3.5. Posicionamento relativo cinemático

O posicionamento relativo cinemático é quando se utiliza o receptor móvel em movimento sobre a feição a qual se deseja determinar. Sendo assim o receptor coleta dados de

forma contínua onde deve-se ter o cuidado para não haver perda de ciclos e consequentemente a não solução da ambiguidade (Huerta; Mangiaterra; Noguera, 2005).

2.3.6. RTK e RTK em rede

O método RTK consiste em um posicionamento relativo em tempo real e com precisão para distâncias curtas. Esta técnica consiste de uma base com coordenadas conhecidas que disponibiliza correções, por meio de um link de rádio ou de internet, para os demais receptores móveis, os quais utilizam-se destas correções para resolver o vetor da ambiguidade de forma quase instantânea (Seeber, 2003).

As correções são enviadas por meio de mensagens RTCM (*Radio Technical Commission for Maritime Services*), disponibilizadas nas diferentes versões 2.3, 3.0 e 3.1 (Seeber, 2003).

Para transmissões via internet foi criado pela *German Federal Agency for Cartography and Geodesy* o protocolo denominado de NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*). Deste modo as limitações sofridas por transmissões via link de rádio são supridas por mensagens de correções enviadas por link de internet baseado em protocolos HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), ficando melhor representado pela Figura 5 (Hofmann-Wellenhof; Lichtenegger; Wasle, 2008).

Figura 5 - Ilustração do método de posicionamento RTK em rede



Fonte: Adaptado de < http://www.hezolinem.com/produto_det.cfm?id=161 >

2.4. ERROS EM UM POSICIONAMENTO GNSS

2.4.1. Erros relacionados aos satélites

2.4.1.1. Erros Orbitais

A determinação correta da posição dos satélites no momento de transmissão do sinal deve ser feita de forma precisa, pois este erro irá influenciar na determinação da localização do usuário. Para isso as coordenadas corretas são determinadas pelo IGS por meio das efemérides que podem ser: transmitidas, preditas ou precisas. Em posicionamentos absolutos este erro influencia diretamente na determinação da posição, porém em posicionamentos relativos ele se torna quase nulo (Wells *et al*, 1986).

2.4.1.2. Erros no relógio

O erro do relógio é causado devido a diferença entre o relógio atômico associado ao satélite e o relógio inserido nos receptores GNSS. Uma diferença de microssegundos entre as diferenças de tempos pode causar um erro de 300 m. Na maioria das vezes essa diferença de tempo é mantida em aproximadamente 20 nano-segundos (Wells *et al.*, 1986).

2.4.1.3. Efeito da Relatividade

Os satélites e os receptores não se encontram em locais com mesmos campos gravitacionais e também não apresentam as mesmas velocidades, fazendo com que os relógios a bordo dos satélites sofram uma aparente alteração em sua frequência de oscilação que é denominada de efeito da relatividade (Monico, 2008).

2.4.1.4. Atraso entre as duas ondas portadoras

O atraso causado pelas ondas portadoras é decorrente de essas não percorrerem o mesmo caminho até atingirem o receptor. Esse erro pode também ser utilizado para a determinação da quantidade de elétrons presente na ionosfera, permitindo sua modelagem (Monico, 2008).

2.4.1.5. Centro de fase da antena do satélite

A posição correta do centro de fase da antena do satélite permite determinar com precisão as suas órbitas. Para a sua determinação é necessário realizar uma conversão entre o sistema fixo no satélite, o qual tem como origem o seu centro de massa e um sistema fixo na Terra (Monico, 2008).

2.4.2. Erros relacionados à propagação do sinal

2.4.2.1. Refração troposférica

A troposfera é a camada mais baixa da atmosfera terrestre e apresenta uma composição de gases secos e gases úmidos. Estes elementos acabam causando um atraso no sinal até que ele chegue ao receptor. Para satélites na posição zenital este erro varia em média 2,5m e para satélites de baixa elevação varia entre 10 a 15m (Grewal; Weill; Andrews, 2001).

Este erro pode ser dividido ainda em atenuação atmosférica, cintilação troposférica e atraso troposférico. Para a análise deste erro é necessário que se tenha conhecimento da refratividade da troposfera, uma vez que é quase impossível determinar essa refratividade faz-se então a utilização de modelos para a descrever esta variável (Monico, 2008).

A modelagem deste erro é feita por meio de leis baseadas em gases ideais em uma camada esférica de aproximadamente 40km. Desta maneira faz-se com que o erro caia para um valor de 2 a 5% do seu total (Grewal; Weill; Andrews, 2001).

2.4.2.2. Refração ionosférica

A ionosfera encontra-se em uma camada que vai de aproximadamente 50 km a 1000 km acima da Terra. Esta camada encontra-se ionizada fazendo com que o sinal, ao atravessá-la, sofra alterações que variam de acordo com: o grau de ionização, a frequência e o ângulo de incidência do sinal. Com efeito os códigos GNSS (pseudodistâncias) sofrem um atraso na propagação do sinal e a fase da onda portadora sofre um avanço do sinal (Hofmann-Wellenhof; Lichtenegger; Wasle, 2008).

Este erro é diretamente proporcional ao TEC (*Total Electrons Contents*), ou seja, com o número total de elétrons presente ao decorrer do caminho percorrido pelo sinal. O TEC pode variar de acordo com diversos valores, como: a variação da radiação solar, posição do sol e do observador, as variações das estações do ano, do campo magnético, devido a cintilação ionosférica dentre outros fatores (Monico, 2008).

Uma das maneiras para a minimização deste erro é a utilização de receptores com duas frequências. Outro método empregue é a utilização de modelos da ionosfera no qual a partir de dados coletados em receptores de dupla frequência estima-se as correções necessárias a serem utilizadas pelo usuário (Monico, 2008).

2.4.2.3. Multicaminho

O sinal quando emitido pelo satélite tende a chegar diretamente a antena do receptor, porém isso nem sempre acontece. Em locais que apresentam muitos obstáculos o sinal pode

ser refletido antes de chegar à antena. A ocorrência do desvio do sinal é denominado de multicaminho (Seeber, 2003).

O efeito deste erro sobre as pseudodistâncias é duas vezes maior que para a fase da onda portadora podendo o erro chegar a ordem dos centímetros ou em casos mais críticos até a ordem de metros (Seeber, 2003).

2.4.2.4. Perda de ciclo

O receptor ao receber o sinal transmitido pelo satélite começa a realizar uma contagem do número de ciclos inteiros. Entretanto, quando o receptor é inicializado existe uma parte fracionária da fase de batimento que é adicionada a contagem. Se não houver interrupções durante o tempo de rastreamento este valor permanece constante durante todo o tempo (Monico, 2008).

Muitas vezes, devido a obstruções, o sinal não chega até a antena fazendo com que o receptor perca a contagem dos números inteiros de ciclos. Este fato é denominado como perda de ciclo (Monico, 2008).

2.4.2.5. Rotação da Terra

A posição do satélite no momento da transmissão do sinal deve ser realizada em relação a um referencial fixo na Terra. Contudo neste cálculo deve ser efetuada a correção do movimento de rotação da Terra uma vez que, durante a propagação do sinal há uma rotação entre o sistema de coordenadas terrestre em relação ao satélite (Monico, 2008).

2.4.3. Erros relacionados com o receptor e a antena

2.4.3.1. Erro do relógio

Os sistemas GNSS necessitam que o satélite e o receptor estejam sincronizados em um mesmo tempo. Isto não ocorre devido ao fato de que os satélites apresentam relógios muito mais precisos do que aqueles encontrados nos receptores. Deste modo ocorre uma diferença entre os dois tempos em questão causando assim o erro do relógio nas observáveis GNSS (Silva, 2007).

2.4.3.2. Erro entre os canais

Ultimamente a maioria dos receptores apresentam dois canais múltiplos e cada um deles rastreia o mesmo satélite ao mesmo tempo. Porém, neste momento os sinais transmitidos pelo satélite podem percorrer caminhos diferentes até chegarem a antena. Sendo assim ocorre um erro sistemático no processo de rastreamento dos satélites (Monico, 2008).

2.4.3.3. Centro de fase da antena

O local da antena o qual recebe o sinal emitido pelos satélites é denominado de centro de fase eletrônico da antena. Normalmente este centro de fase não coincide com o centro mecânico da antena fazendo com que seja necessário determinar um vértice de referência para criar uma relação entre os centros de fase eletrônico e o mecânico. Normalmente este vértice é denominado de ARP (*Antenna Reference Point*) (Hofmann-Wellenhof; Lichtenegger; Wasle, 2008).

A correção deste erro é realizada por meio da calibração da antena. A calibração pode ser feita em relação a uma antena de referência (conhecido como calibração relativa, onde normalmente utiliza-se a antena Dorne Margolin) ou absoluta quando os parâmetros de calibração são determinados de forma independente (Hofmann-Wellenhof; Lichtenegger; Wasle, 2008).

2.4.3.4. Fase wind-up

A maioria das antenas e satélites apresentam polarização específica e na maioria das vezes diferentes. Assim, a medida da fase depende da orientação relativa entre os dois sistemas (receptor e satélite). Uma vez que havendo uma mudança na orientação da antena ou do satélite, ocorre uma mudança no local de recepção ou transmissão do sinal e conseqüentemente na mudança da fase observada. Sendo assim acaba ocorrendo um erro na contagem dos comprimentos de onda de até meio comprimento ocasionando assim o erro denominado de fase wind-up (Monico, 2008).

2.4.4. Erros relacionados com a estação

2.4.4.1. Coordenadas da estação

Este erro ocorre nos casos em que a posição correta da estação de referência não foi determinada de forma precisa. Normalmente, no processo de transporte de coordenadas deve-se sempre utilizar duas ou mais estações de controle vinculadas ao SGB (Sistema Geodésico Brasileiro), realizando-se um ajustamento em rede para obtenção das coordenadas finais do vértice que será utilizado como referência. Para o posicionamento relativo fica evidente que erros na estação de referência irão afetar diretamente na posição das demais coordenadas associadas a ela (Wells *et al*, 1986).

2.4.4.2. Maré terrestre

A maré terrestre consiste da junção entre a atração gravitacional da lua e o sol sobre a Terra fazendo com que ocorra deformações em sua forma causando assim deslocamentos dos vértices posicionados (Monico, 2008).

2.4.4.3. Movimento do polo

Ao movimento do eixo de rotação terrestre em torno do eixo de inércia máxima, denomina-se movimento do polo. Este movimento é caracterizado por uma variação na posição relativa de um observador com relação ao eixo de rotação ocasionado por movimentos internos e deformações na forma da Terra (Monico, 2008).

Para um observador qualquer, o movimento do pólo tem o efeito de mudar sua latitude e sua longitude, que por sua vez é necessária nas transformações de coordenadas terrestres para celestes. O IERS (*International Earth Rotation Service*) define um sistema de referência terrestre baseado em um eixo de referência, chamado de IERS *Reference Pole* (IRP) (Gemael; Andrade, 2004).

A principal componente do movimento do polo tem um período de 430 dias, denominada de Chandler, com uma amplitude de 0.1” a 0.2”, correspondente na terra rígida ao período de Euler, de 305 dias. Uma segunda componente de período anual e de menor amplitude também é observada, causada devido ao deslocamento de massas no oceano e na atmosfera. Aliada às duas componentes citadas soma-se uma terceira, presumivelmente secundária, formando-se assim a trajetória que descreve o polo, chamada de Polodia (Gemael; Andrade, 2004)

2.4.4.4. Carga oceânica

O efeito causado pelas marés oceânicas na crosta terrestre é variável de acordo com a localização e características do local da estação, posição do sol e da lua. Essas variações podem causar erros que vão desde 1centímetro até aproximadamente 10 centímetros (Monico, 2008).

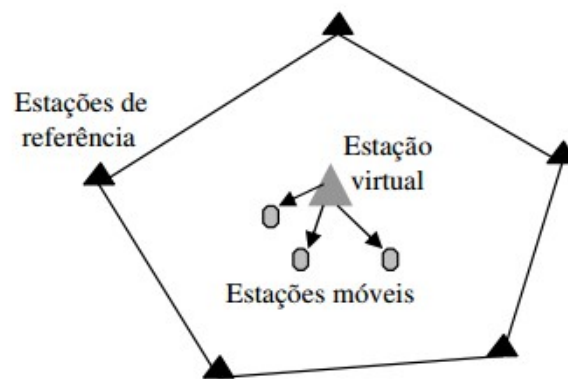
2.4.4.5. Carga atmosférica

As diferentes massas atmosféricas fazem com que ocorram diferenças de pressões da atmosfera que tem por consequência a deformação na crosta terrestre. Estas deformações provocam erros principalmente na determinação vertical do local (Monico, 2008).

2.5. VRS

O conceito básico da técnica VRS (*Virtual Reference Station*- Estação de referência virtual) é a geração de dados GNSS para uma base não real por meio de observações de bases reais, como é mostrado na Figura 6. Este conceito é utilizado para solucionar a limitação das linhas de base longas. Deste modo, o usuário irá obter dados de uma estação virtual, que se assemelhe a uma estação real, normalmente localizada próxima ao local de levantamento (Alves; Monico; Dalbello, 2007).

Figura 6- Conceito de estação de referência virtual



Fonte: (Alves, 2008).

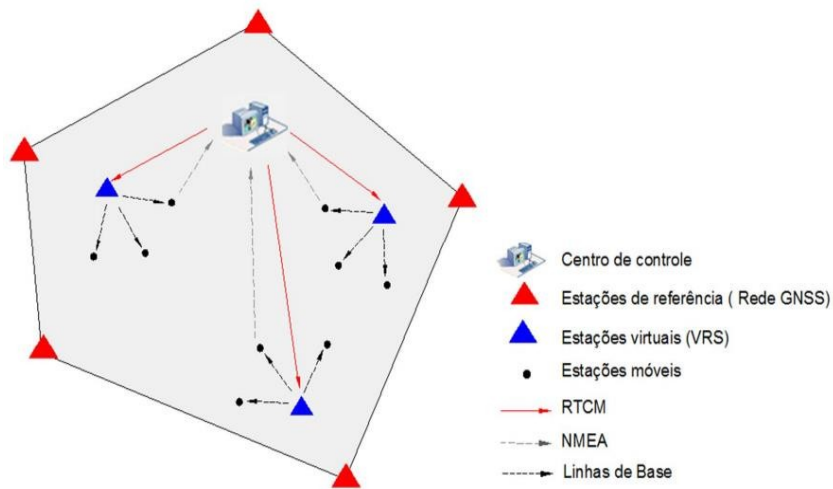
Os dados provenientes de uma VRS podem ser gerados em formato RINEX (*Receiver Independent Exchange Format*) o que possibilita sua utilização para pós-processamento, facilitando o processo de obtenção de dados em muitos casos relacionados ao posicionamento relativo (Alves, 2008). Nos *softwares* comerciais os dados são gerados nos formatos proprietários que podem ser convertidos para o formato RINEX.

A geração de uma base VRS é feita a partir de dados de estações ativas mais próximas da localização do usuário por meio das observações das fases e pseudodistâncias. A partir destas faz-se as correções geométricas para cada instante das observações gerando assim as observáveis para a VRS (Alves, 2008).

Para a obtenção de precisão na casa dos centímetros é necessário que se tenha a disponibilidade de 3 ou mais estações ativas a uma distância de aproximadamente 35km (Hofmann-Wellenhof; Lichtenegger; Wasle, 2008).

Quando utilizado para o posicionamento em tempo real, é necessário que seja enviado a um computador central (normalmente denominado de servidor *Caster*) a posição aproximada do usuário por meio de um código NMEA (*National Marine Electronics Association*) e uma comunicação por meio de um link de internet. Desta maneira o computador central disponibiliza as correções da VRS em formato RTCM, como pode ser visto na Figura 7 (Landau; Vollath; Chen, 2002).

Figura 7- Posicionamento em tempo real utilizando bases VRS



Fonte: (Oliveira, 2013)

Este conceito de VRS permite que os erros causados na região de utilização do usuário do serviço sejam modelados e posteriormente as correções sejam transmitidas para o receptor móvel e por consequência a precisão do posicionamento seja melhorada (Lachapelle; Alves, 2002).

A disposição de uma rede RTK compreende de: estações de referência GNSS, sistemas de comunicação (rádio, internet e etc.) para coleta e envio de correções diferenciais ao usuário e um centro de controle para gerenciamento dos dados (Oliveira, 2013).

As principais vantagens da utilização do RTK em rede é de que caso algumas das estações de referência sofra alguma interferência ou dano é possível elimina-la e continuar o serviço, desde que haja disponibilidade redundante de estações de referência, sem que haja problemas na coleta dos dados. Por outro lado, observa-se situação contrária quando da utilização de um sistema RTK via rádio UHF (*Ultra High Frequency*), onde caso ocorra perda de conexão com a base o usuário não conseguirá receber as correções diferenciais (Fotopoulos, 2000)

Para utilização de VRS em tempo real em linhas de base de aproximadamente 16 km foi constatado que os resultados são bem similares aos valores obtidos com RTK em linha de aproximadamente 10 km (Landau; Vollath; Chen, 2002).

As diferenças entre a VRS e uma base real não são afetadas somente pelas distâncias da VRS com as estações ativas utilizadas, sendo importante também a qualidade da geometria formada pelas estações ativas utilizadas para a determinação da VRS. (Netto; Oliveira, 2008)

2.6. ESTATÍSTICAS

2.6.1. Definições

- Erro grosseiro: este tipo de erro é proveniente da imperícia do usuário (Gemael, 2004).
- Erro sistemático: este erro é produzido pelo sistema e normalmente são erros conhecidos pelo usuário (Gemael, 2004).
- Erros acidentais: este erro também pode ser denominado de aleatório e é proveniente de fontes desconhecidas e que não podem ser atribuídos a nenhum dos tipos descritos anteriormente (Gemael, 2004).
- Precisão: está relacionado com o grau de proximidade de uma variável com a média de seus valores (Camargo, 2000).
- Acurácia: está relacionado com o grau de proximidade de uma variável com seu valor considerado verdadeiro (Camargo, 2000).
- Amostra: qualquer subconjunto de elementos de uma amostra (Montgomery; Runger, 2012).
- População: qualquer conjunto de elementos seja ele finito ou infinito (Montgomery; Runger, 2012).
- Erro médio quadrático: é um índice de precisão também denominado de desvio padrão (Gemael, 2004). Este também é denominado por diversos autores de RMS. Calculado de acordo com a Equação 1.

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

Onde:

ε_i = erros verdadeiros;

n = número de observações.

2.6.2. Método dos Momentos

O método dos momentos é um dos métodos utilizado para a determinação de estimadores pontuais. Esta técnica é a mais utilizado em estatística devido seus estimadores pontuais serem mais fáceis de calcular. A ideia básica é igualar os momentos da população, a partir de dados esperados, aos respectivos momentos da amostra (Montgomery; Runger, 2012). Este momento pode ser definido de acordo com a Equação 2:

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^r}{n} \quad (2)$$

Sendo r o grau de cada momento.

Segundo Montgomery & Runger (2012), alguns dos momentos mais utilizados são:

- Média (r=1): é o valor médio de todo um conjunto amostral. Definido pela Equação 3.

$$\mu = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3)$$

Onde:

μ = média;

x_i = valores amostrais;

n = número de observações.

- Variância da população (r = 2): é uma medida do grau de dispersão de uma amostra ao redor de sua média. Definido pela Equação 4.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (4)$$

- Variância da amostra (r = 2): é uma medida de variabilidade de dados amostrais. Definido pela Equação 5.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (5)$$

- Desvio Padrão (r = 2): refere-se a raiz quadrada positiva da variância sendo está uma das medidas de distribuição de probabilidade mais utilizada em estatística. Definido pela Equação 6.

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

- Assimetria (r = 3): é um termo utilizado em histogramas de dados ou distribuição de probabilidade para determinar se a concentração dos dados se encontram em torno do valor central. Para este parâmetro é recomendável que os valores se encontrem entre -0,5 a 0,5 (Ramos apud Nero, 2005).
- Curtose (r = 4): é o grau de achatamento de uma distribuição unimodal. Para este parâmetro é recomendável que os valores se encontrem entre 2,5 a 3,5. Quando o valor é igual a 3, ou próximo, diz-se que a distribuição é mesocúrtica; se for menor que 3 diz-se que a distribuição é platicúrtica; e se for maior diz-se que a distribuição é leptocúrtica (Ramos apud Nero, 2005).

2.6.3. Distribuição normal

Este tipo de distribuição foi estudado inicialmente por De Moivre, porém seus trabalhos foram perdidos e por volta de 100 anos depois Gauss, autonomamente, desenvolveu este método que também pode ser denominado de distribuição gaussiana (Montgomery; Runger, 2012).

Para o estudo da distribuição normal é necessário que se tenha o conhecimento da variância e do valor médio dos valores obtidos (Gemaël, 2004).

Nesta distribuição as variáveis aleatórias são melhor modeladas a partir da escolha da média dos valores obtidos como o centro da função e as variâncias como a largura (Montgomery; Runger, 2012).

Uma variável aleatória normal padrão é definida como tendo os valores de média e variância de 0 e 1, respectivamente, onde a sua função de densidade de probabilidade é dada por (Montgomery; Runger, 2012):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (7)$$

Onde:

μ = média aritmética da distribuição;

σ = desvio padrão.

Como na maioria dos casos a variável não atende as definições anteriores é realizado uma padronização dos valores criando uma nova variável definida como variável aleatória normal padrão. Para isto é utilizado a equação a seguir (Montgomery; Runger, 2012):

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (8)$$

Onde:

Z = variável aleatória normal padrão;

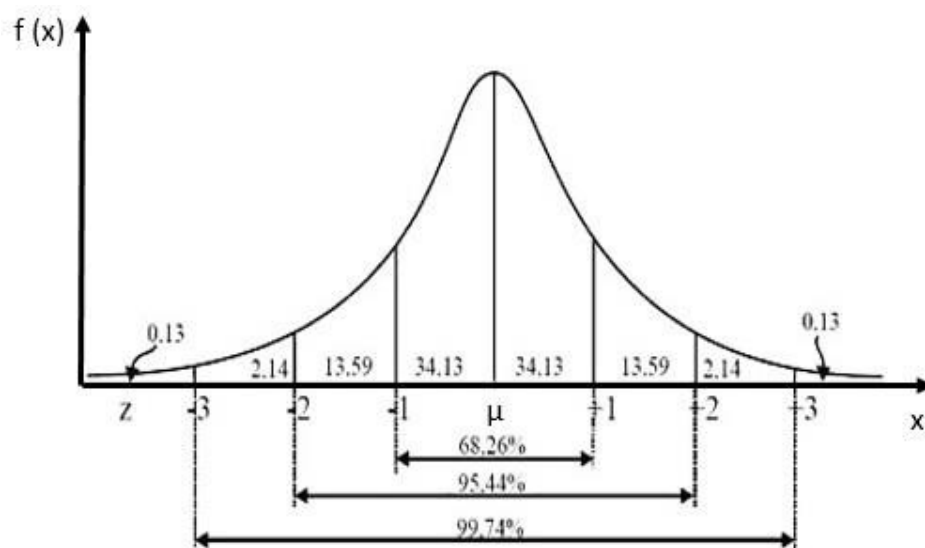
μ = média aritmética da distribuição;

σ = desvio padrão;

X = valores amostrais.

Sendo assim a probabilidade de um valor ser obtido é demonstrado como a área abaixo da curva calculada. Isto pode ser observado a partir da Figura 8 na qual representa as probabilidades de acordo com a quantidade de desvios padrão. Deste modo é possível analisar que a largura máxima de uma curva de distribuição é de 6σ , devido ao fato de a probabilidade de se obter valores menores é de 0,26% (Montgomery; Runger, 2012).

Figura 8- Probabilidade associada com uma distribuição normal.



Fonte: Adaptado de <<https://sondagenseestudosdeopinioao.wordpress.com/estatistica/estatistica-descritiva/>>.

3. OBJETIVOS

A realização deste trabalho teve como objetivo:

- Avaliar a acurácia e a precisão do posicionamento relativo pós-processado utilizando-se de bases VRS;
- Determinar se a quantidade de horas de dados VRS gerados interfere na acurácia das coordenadas processadas tendo estas bases como referência;
- Avaliar a acurácia do posicionamento semicinemático em tempo real em rede (RTK em rede).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDO

Para a realização da parte prática deste trabalho foi selecionado uma área localizada na Fazenda escola do IFSULDEMINAS- Campus Inconfidentes conforme o polígono demonstrado na Figura 9.

Figura 9- Localização da área de estudo



4.2. EQUIPAMENTOS

Os equipamentos utilizados para a execução dos trabalhos consistiram em:

- 4 (quatro) receptores GNSS da Spectra Precision, modelo ProMark™ 220;
- 4 (quatro) antenas GNSS, o modelo ASH 111661;

- 4 (quatro) tripés;
- 4 (quatro) bastões;
- 1 (um) notebook;
- 10 (dez) marcos de concreto.

4.3. SOFTWARES

Para o processamento e manipulação dos dados GNSS obtidos foi utilizado o *software* GNSS Solutions™ na versão 3.80.8, o *software* Google Earth Pro para a obtenção de imagens relacionadas a execução do trabalho e planilha eletrônica para a realização dos cálculos necessários.

4.4. METODOLOGIA

Primeiramente foram materializados 10 marcos de concreto distribuídos pelos limites da área de estudo os quais foram usados como objetos de comparação. Cada marco foi nomeado com prefixo de MR e numeração variando de 01 até 10. A Figura 10 ilustra a localização de cada um deles.

Figura 10- Localização dos marcos



Com todos os marcos materializados foi realizado primeiramente o transporte das coordenadas para a determinação precisa das coordenadas de cada marco, utilizando-se para isso o sistema de referência SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as

Américas) no fuso 23 e meridiano central de -45° , de forma a vincular as coordenadas ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), conforme a resolução do IBGE R.PR – 1/2005. Para isso foi utilizado o método de posicionamento relativo estático realizando um tempo de rastreamento de aproximadamente 30 minutos em cada vértice. Como base para este posicionamento foram instalados, em cada uma das estações geodésicas homologadas pelo IBGE situadas na cidade de Inconfidentes-MG, um receptor GNSS que realizou rastreamento simultâneo das coordenadas. A Figura 11 demonstra os equipamentos instalados nos pilares que foram utilizados como base e em alguns dos demais vértices. Como referência para as coordenadas das estações geodésicas homologadas pelo IBGE foram utilizados os dados disponíveis nos seus respectivos relatórios, que podem ser encontrados nos Anexos I e II ou então no site do IBGE.

Figura 11- Equipamentos instalados nas estações geodésicas e em alguns vértices



Com os dados do posicionamento relativo estático coletados foram realizados os processamentos dos dados por meio do *software* GNSS Solutions™ determinando assim as coordenadas que foram tomadas como verdadeiras devido a sua maior precisão em função do maior tempo de posicionamento.

Novamente foi realizado o rastreamento dos marcos, porém nesta etapa utilizou-se do método de posicionamento relativo estático rápido no qual foram coletados dados de tempos de 2, 4, 6, 8 e 10 minutos de rastreamento em cada um dos marcos. Porém neste caso foi utilizada uma base VRS para o processamento dos dados. Desta forma as coordenadas obtidas serão

utilizadas como instrumento de análise a partir das coordenadas que foram tomadas como verdadeiras.

Para a geração da VRS foi determinado um vértice arbitrário nas proximidades da área que foi levantada, sempre adotando a mesma coordenada para esta etapa deste processamento. Para o caso das estações geodésicas do IBGE, que se encontravam um pouco mais afastado da área de estudo, foram adotados vértices mais próximos a estas. A definição do local foi feita de forma que as bases VRS ficassem próxima aos vértices e com que os valores fossem exatos para minimizar a possibilidade de erros grosseiros no momento da digitação. Feito isto foram criadas bases VRS com tempos de 02, 04, 06, 08 e 10 horas a fim de determinar se a quantidade de dados na base interfere no resultado final dos dados obtidos.

Como base para criar cada uma das VRS foram utilizadas as seguintes estações da RBMC: MGIN (Inconfidentes- MG), SJSP (São José dos Campos - SP), MGVI (Varginha, MG), POLI (São Paulo - SP). Com intuito de modelar também a ionosfera e a troposfera e assim minimizar esses erros foi adicionado também a base CHPI (Cachoeira Paulista – SP) proveniente das bases do IGS. Estas bases foram escolhidas, para a geração das VRS, por serem as mais próximas da área de estudo.

Neste caso os dados VRS gerados contêm apenas dados do sistema GPS devido à capacidade do *software* para a geração dos dados. Quanto ao intervalo de tempo dos dados, o arquivo ficou de 30 em 30 segundos devido as bases do IGS disponibilizarem seus dados neste mesmo intervalo.

Assim como no posicionamento estático utilizou-se o *software* GNSS Solutions™ para o processamento dos dados com as bases VRS de diferentes quantidades de tempo. Sendo assim determinou-se as coordenadas, no sistema de referência SIRGAS 2000, para cada um dos marcos por meio das diferentes bases VRS.

Após calculado todos os vértices foi realizado o cálculo das diferenças entre os vértices do método de posicionamento relativo estático e os vértices calculados por meio das bases VRS, determinando, deste modo, as discrepâncias para os eixos: este (E), norte (N) e altitude geométrica (h).

Para a determinação da acurácia foi realizado o cálculo do erro médio quadrático (RMS) parcial entre as coordenadas definidas como verdadeira (posicionamento relativo estático) e as coordenadas calculadas por meio de bases VRS. Para isso utilizou-se a Equação 9.

$$RMS = \sqrt{(E_v - E_{VRS})^2 + (N_v - N_{VRS})^2 + (h_v - h_{VRS})^2} \quad (9)$$

Onde:

E_v = coordenada no eixo este verdadeira;

E_{VRS} = coordenada no eixo este calculado por meio de base VRS;

N_v = coordenada no eixo norte verdadeira;

N_{VRS} = coordenada no eixo norte calculado por meio de base VRS;

h_v = altura geométrica verdadeira;

h_{VRS} = altura geométrica calculada por meio de base VRS.

Deste modo foram calculados os RMS obtidos para cada um dos vértices rastreados em tempos de 2, 4, 6, 8 e 10 minutos e também para os mesmos vértices, porém processados com VRS de tempos de rastreamento de 2, 4, 6, 8 e 10 horas. Sendo assim foram calculadas 25 RMS diferentes para cada um dos vértices, totalizando 300 RMS. Para uma melhor visualização dos resultados obtidos gerou-se gráficos no qual foram demonstrados os valores obtidos e os valores esperados para cada um dos vértices. Estes gráficos foram separados por vértices e também por tempo de dados utilizados para geração da VRS. Neste caso, nas abscissas foram plotados os tempos que variaram de 2, 4, 6, 8 e 10 minutos e no eixo das ordenadas foi plotado os valores dos RMS parciais. As localizações das bases estão de acordo com a Figura 12.

Figura 12 - Localização das bases RBMC utilizadas para a geração das VRS



Por meio dos valores parciais de RMS calculou-se um valor absoluto deste erro considerando todas as 25 coordenadas dos mesmos vértices, definindo assim um RMS absoluto para cada uma das coordenadas.

Para a determinação da precisão dos vértices foram calculados o desvio padrão, a média, a variância e o valor máximo e mínimo de todos os 25 dados obtidos para cada um dos vértices. Estes valores foram calculados para a aplicação da distribuição normal.

A partir da variância, da média e os valores máximos e mínimos encontrados foi aplicado a distribuição normal padronizada pois os valores da média e desvio padrão não eram 0 e 1 respectivamente. Primeiramente calculou-se os valores padronizados (Z) para cada um dos momentos. Posteriormente determinou-se as classes que iriam compor os conjuntos de dados. Deste modo foi possível determinar o valor esperado para cada classe. E por fim, o cálculo da quantidade real (obtido) de dados em cada uma das classes.

Por meio dos valores esperados e os obtidos foi plotado gráficos da distribuição normal para cada eixo dos vértices. Desta maneira é possível analisar a precisão de cada valor obtido de acordo com a curva gerada. Quanto mais próximo o valor estiver do pico da curva real mais próximo ele estará da média e conseqüentemente mais preciso.

Para a utilização da técnica VRS em rede foi indispensável realizar uma conexão à internet para o recebimento das correções necessárias. Esta conexão foi realizada por meio de dados móveis (GSM) a qual se conectou na rede CEGAT para a recepção das correções.

Feita a conexão com a rede realizou-se o posicionamento em tempo real, coletando assim a coordenada dos vértices 3 vezes para assim ter uma média dos dados. Os resultados eram apenas salvos quando se obtinha a solução fixa para o vetor da ambigüidade.

Através dos dados coletados foi realizado o cálculo das diferenças encontradas entre as coordenadas tidas como verdadeiras e as obtidas em tempo real. E por fim, calculou-se também o erro médio quadrático de cada vértice para verificar a acurácia final quando aplicado este tipo de método.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processamento dos dados no método relativo estático obtiveram-se todos os vetores processados como fixos, ou seja, com a solução da ambiguidade resolvida. As coordenadas este (E), norte (N) e altura geométrica (h) dos 10 vértices processados e ajustados ficaram de acordo com a Tabela 1 e também os seus respectivos desvios padrão (σ).

Tabela 1 - Coordenadas dos vértices e das estações geodésicas do IBGE e seus respectivos desvios padrão para o posicionamento relativo estático

Vértice	E (m)	σ (m)	N (m)	σ (m)	h (m)	σ (m)
MR-01	362981,131	0,001	7531737,370	0,001	847,623	0,002
MR-02	362928,669	0,001	7531735,756	0,001	847,058	0,003
MR-03	362942,037	0,001	7531856,641	0,001	848,933	0,002
MR-04	362968,333	0,002	7531848,452	0,003	848,812	0,008
MR-05	362972,519	0,001	7531861,953	0,001	849,013	0,003
MR-06	362996,974	0,001	7531864,434	0,002	849,106	0,004
MR-07	363058,503	0,003	7531851,412	0,004	848,821	0,009
MR-08	363127,375	0,001	7531830,614	0,001	847,912	0,001
MR-09	363092,691	0,001	7531783,986	0,002	847,594	0,003
MR-10	363012,062	0,001	7531749,606	0,001	847,336	0,001
93949	362796,871	0,002	7531218,558	0,001	884,825	0,008
93953	363128,180	0,002	7532322,245	0,002	930,627	0,013

Analisando-se a Tabela 1 é possível verificar que a maioria das coordenadas obteve desvio padrão inferior a 4 mm o que leva a considerar que todas foram determinadas com precisão e podem ser utilizadas como referência para o estudo.

As coordenadas dos vértices utilizados para a geração das VRS estão de acordo com a Tabela 2. Para os vértices que se encontram situados na Fazenda Escola foi utilizada a coordenada VRS-01, para o cálculo dos dados da estação do IBGE 93953, situado próximo ao

cruzeiro, foi utilizado a coordenada VRS-02 e para a estação do IBGE 93949, situado próximo a lavanderia do IFSULDEMINAS- Campus Inconfidentes, foi utilizado as coordenadas do VRS-03.

Tabela 2 - Coordenadas das estações VRS

Vértice	E (m)	σ (m)	N (m)	σ (m)	h (m)	σ (m)
VRS-01	363000,000	0,000	7531800,000	0,000	848,000	0,000
VRS-02	362800,000	0,000	7532330,000	0,000	925,00	0,000
VRS-03	363150,000	0,000	7531200,000	0,000	885,000	0,000

As coordenadas obtidas, por meio do processamento dos dados coletados em tempos de 2, 4, 6, 8 e 10 minutos, para o vértice MR-01 ficaram de acordo com a Tabela 3. As demais tabelas contendo os resultados para os demais vértices estão apresentadas no Apêndice A.

Tabela 3- Coordenadas do vértice MR-01 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados

MR- 01 para VRS de 2 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-01-02	2 min	362981,178	0,001	7531737,184	0,001	847,526	0,001
MR-01-04	4 min	362981,183	0,001	7531737,218	0,001	847,570	0,001
MR-01-06	6 min	362981,195	0,002	7531737,210	0,002	847,528	0,005
MR-01-08	8 min	362981,225	0,002	7531737,182	0,002	847,500	0,004
MR-01-10	10 min	362981,189	0,001	7531737,185	0,001	847,514	0,002
MR- 01 para VRS de 4 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-01-02	2 min	362981,091	0,001	7531737,198	0,001	847,615	0,002
MR-01-04	4 min	362981,187	0,001	7531737,209	0,001	847,550	0,002
MR-01-06	6 min	362981,194	0,002	7531737,210	0,002	847,512	0,005
MR-01-08	8 min	362981,226	0,002	7531737,185	0,002	847,495	0,004
MR-01-10	10 min	362981,189	0,001	7531737,185	0,001	847,507	0,003
MR- 01 para VRS de 6 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-01-02	2 min	362981,177	0,001	7531737,191	0,001	847,550	0,001
MR-01-04	4 min	362981,180	0,001	7531737,199	0,001	847,496	0,002
MR-01-06	6 min	362981,195	0,002	7531737,210	0,002	847,528	0,005
MR-01-08	8 min	362981,225	0,002	7531737,183	0,002	847,501	0,004
MR-01-10	10 min	362981,189	0,001	7531737,185	0,001	847,513	0,003
MR- 01 para VRS de 8 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-01-02	2 min	362981,178	0,001	7531737,182	0,001	847,522	0,001
MR-01-04	4 min	362981,183	0,001	7531737,218	0,001	847,572	0,001
MR-01-06	6 min	362981,195	0,002	7531737,210	0,002	847,528	0,005
MR-01-08	8 min	362981,227	0,002	7531737,184	0,002	847,505	0,004
MR-01-10	10 min	362981,184	0,001	7531737,189	0,001	847,501	0,002
MR- 01 para VRS de 10 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-01-02	2 min	362981,178	0,001	7531737,184	0,001	847,525	0,001
MR-01-04	4 min	362981,183	0,001	7531737,218	0,001	847,572	0,001
MR-01-06	6 min	362981,195	0,002	7531737,210	0,002	847,529	0,005
MR-01-08	8 min	362981,227	0,002	7531737,184	0,002	847,506	0,004
MR-01-10	10 min	362981,189	0,001	7531737,186	0,001	847,512	0,003

Analisando as coordenadas processadas é possível verificar que o *software* disponibilizou coordenadas precisas uma vez que o desvio padrão dos eixos encontra-se entre 1 a 3 milímetros para os eixos este e norte e de até 1,3 centímetros para a altura geométrica.

Os resultados calculados para as discrepâncias no vértice MR-01, entre cada um dos eixos, ficaram de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4- Discrepâncias calculadas para o vértice MR-01 nos 3 eixos (E, N e h)

VRS de 2 horas de dados				VRS de 4 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-01-02	-0,047	0,186	0,097	MR-01-02	0,040	0,172	0,008
MR-01-04	-0,052	0,152	0,053	MR-01-04	-0,056	0,161	0,073
MR-01-06	-0,064	0,160	0,095	MR-01-06	-0,063	0,160	0,111
MR-01-08	-0,094	0,188	0,123	MR-01-08	-0,095	0,185	0,128
MR-01-10	-0,058	0,185	0,109	MR-01-10	-0,058	0,185	0,116

VRS de 6 horas de dados				VRS de 8 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-01-02	-0,046	0,179	0,073	MR-01-02	-0,047	0,188	0,101
MR-01-04	-0,049	0,171	0,127	MR-01-04	-0,052	0,152	0,051
MR-01-06	-0,064	0,160	0,095	MR-01-06	-0,064	0,160	0,095
MR-01-08	-0,094	0,187	0,122	MR-01-08	-0,096	0,186	0,118
MR-01-10	-0,058	0,185	0,110	MR-01-10	-0,053	0,181	0,122

VRS de 10 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-01-02	-0,047	0,186	0,098
MR-01-04	-0,052	0,152	0,051
MR-01-06	-0,064	0,160	0,094
MR-01-08	-0,096	0,186	0,117
MR-01-10	-0,058	0,184	0,111

Os resultados das discrepâncias observadas para os demais vértices encontram-se no Apêndice B.

Por meio de averiguação das tabelas relacionadas às discrepâncias dos eixos é possível notar que os maiores valores estão relacionados ao eixo norte do sistema chegando a valores em torno de 20 centímetros e para os eixos este e altura geométrica os valores ficaram entre 1 e 12 centímetros.

Com todas as discrepâncias entre os eixos determinadas, calculou-se o erro médio quadrático (RMS) para cada uma das 25 observações em cada vértice, definindo assim um RMS parcial. Os resultados do RMS para o vértice MR-01 encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5- Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-01

VRS de 2 horas de dados		VRS de 4 horas de dados		VRS de 6 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-01-02	0,215	MR-01-02	0,177	MR-01-02	0,199
MR-01-04	0,169	MR-01-04	0,185	MR-01-04	0,219
MR-01-06	0,197	MR-01-06	0,205	MR-01-06	0,197
MR-01-08	0,244	MR-01-08	0,244	MR-01-08	0,242
MR-01-10	0,222	MR-01-10	0,226	MR-01-10	0,223

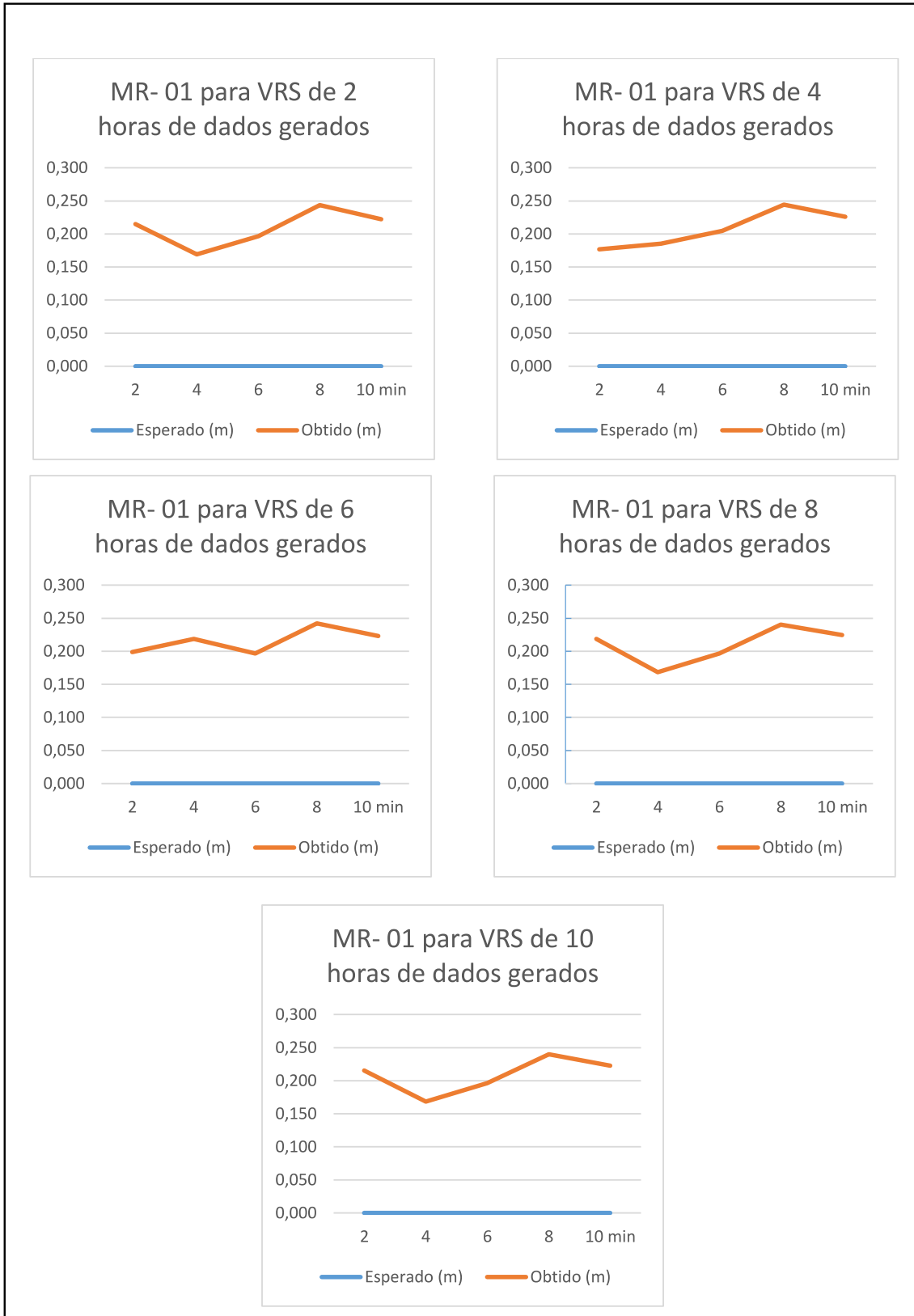
VRS de 8 horas de dados		VRS de 10 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-01-02	0,219	MR-01-02	0,215
MR-01-04	0,169	MR-01-04	0,169
MR-01-06	0,197	MR-01-06	0,196
MR-01-08	0,240	MR-01-08	0,240
MR-01-10	0,225	MR-01-10	0,223

Os resultados dos valores de RMS calculados para os demais vértices encontram-se no Apêndice C.

É possível notar que o RMS calculado para todos os vértices obteve valores em média de 20 centímetros, porém para os vértices MR-09 e MR-10, com tempos de rastreamento de dois minutos e processados com uma base VRS de 8 horas de dados gerados, apresentou erros de 2,27 metros e 0,664 metros que podem ser devido a erros sistemáticos ou então, em um caso menos provável, devido a erros grosseiros. Devido a isso descartaram-se esses valores para a realização dos demais cálculos estatísticos.

Os gráficos plotados a partir dos RMS para o vértice MR-01 está apresentado na Figura 13.

Figura 13- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-01



Os demais gráficos referentes ao RMS gerados para os demais vértices encontram-se no Apêndice D.

Os resultados dos RMS absolutos para cada um dos vértices obtiveram os valores de acordo com a Tabela 6.

Tabela 6- Valores calculados dos RMS absolutos para cada um dos vértices e também para as estações geodésicas

Vértice	RMS (m)
MR-01	0,212
MR-02	0,198
MR-03	0,227
MR-04	0,210
MR-05	0,204
MR-06	0,223
MR-07	0,216
MR-08	0,214
MR-09	0,219
MR-10	0,195
93949	0,197
93953	0,204

Para fins de análise estatística calcularam-se os valores das médias, desvio padrão, variância, curtose, assimetria e ainda os valores de máximo e mínimo. Estes valores, para cada um dos eixos este (E), norte (N) e altura geométrica (h) do vértice MR-01, encontram-se de acordo com a Tabela 7.

Tabela 7- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-01

	E	N	h
μ (m)	362981,195	7531737,196	847,523
s^2 (m²)	0,0003036	0,0001915	0,0005605
σ (m)	0,0174252	0,0138385	0,0236752
Máx. (m)	362981,227	7531737,218	847,572
Mín. (m)	362981,177	7531737,182	847,495
Curtose	-0,1798006	-1,5919932	0,0171866
Assimetria	1,1236848	0,5038250	0,9602677

Os demais valores estatísticos calculados para os demais vértices encontram-se no Apêndice E.

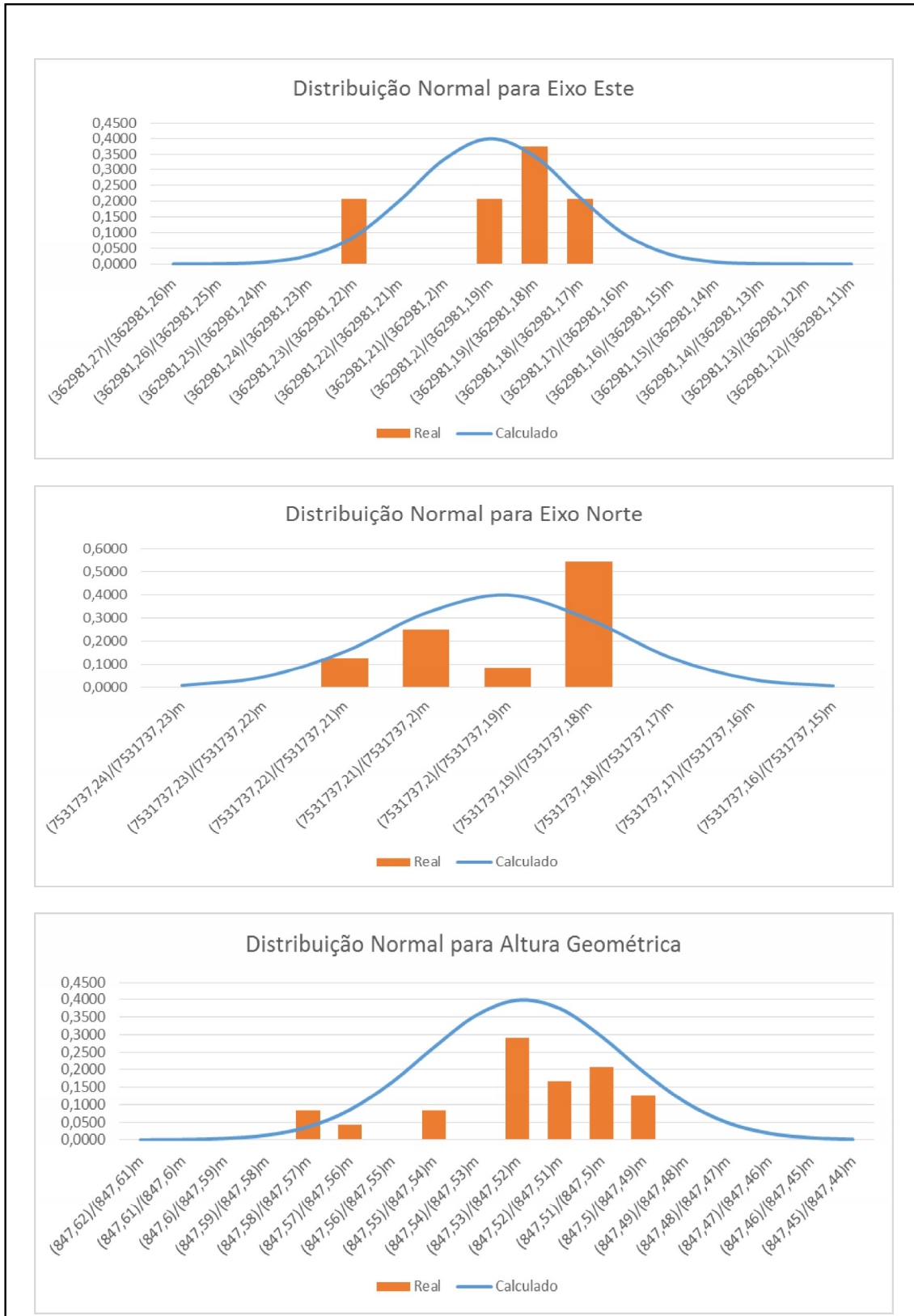
Para a distribuição normal, nas abcissas foram plotadas as classes determinadas para cada vértice e no eixo das ordenadas foram plotados os valores da quantidade de dados; a curva em azul indica os valores calculados que representam os valores esperados para cada um dos dados (coordenadas) e as barras em laranja representam a quantidade de valores reais para cada uma das classes. Para os dados calculados a partir dos vértices, as classes foram feitas de 1 em 1 centímetro, porém para as estações geodésicas as classes foram criadas de 1 em 1 milímetro, isto ocorreu devido a diferença obtida para cada um dos desvios padrão.

Analisando-se as coordenadas referente ao vértice MR-01 apresentou desvio padrão superior a 3 sigmas para a altura geométrica sendo este desconsiderado para as análises estatísticas.

A distribuição normal para os três eixos relativos ao vértice MR-01 ficou de acordo com a Figura 14.

Analisando-se os valores de curtose e assimetria calculados para os vértices e para as estações geodésicas do IBGE é possível verificar que os dados obtidos não apresentam uma distribuição normal uma vez que os valores de curtose não estão dentro da margem esperada (entre 2,5 e 3,5). Verificando que as acurácias do método apresentam variações similares (de mesma magnitude) é possível que haja a influência de erros sistemáticos no processo de cálculo.

Figura 14- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-01



Os demais gráficos da distribuição normal para os demais vértices encontram-se no Apêndice F.

Por meio da coleta de dados realizando a técnica de VRS em rede e obtendo as correções por meio de dados da rede CEGAT obteve as coordenadas média dos vértices e seus respectivos desvios padrão de acordo com os dados da Tabela 8

Tabela 8- Coordenadas coletadas por meio da técnica de RTK em rede

Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-01	RTK-VRS	362981,117	0,016	7531737,336	0,016	847,651	0,022
MR-02	RTK-VRS	362928,645	0,011	7531735,733	0,011	847,087	0,018
MR-03	RTK-VRS	362942,004	0,008	7531856,569	0,008	848,989	0,012
MR-04	RTK-VRS	362968,357	0,011	7531848,452	0,011	848,877	0,016
MR-05	RTK-VRS	362972,507	0,010	7531861,926	0,010	849,119	0,015
MR-06	RTK-VRS	362996,964	0,009	7531864,413	0,009	849,207	0,015
MR-07	RTK-VRS	363058,440	0,012	7531851,390	0,012	848,879	0,016
MR-08	RTK-VRS	363127,423	0,016	7531830,597	0,016	847,932	0,030
MR-09	RTK-VRS	363092,684	0,011	7531783,925	0,011	847,638	0,016
MR-10	RTK-VRS	363012,020	0,011	7531749,611	0,011	847,373	0,017

As diferenças encontradas entre as coordenadas obtidas no posicionamento relativo estático e as coordenadas obtidas no posicionamento RTK em rede utilizando-se de base VRS em tempo real e seus respectivos RMS encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9- Valores das diferenças entre cada eixo dos vértices e seu respectivo RMS

Vértice	Descrição	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	RMS (m)
MR-01	RTK-VRS	0,014	0,034	-0,028	0,046
MR-02	RTK-VRS	0,024	0,023	-0,029	0,044
MR-03	RTK-VRS	0,033	0,072	-0,056	0,097
MR-04	RTK-VRS	-0,024	0,000	-0,065	0,069
MR-05	RTK-VRS	0,012	0,027	-0,106	0,110
MR-06	RTK-VRS	0,010	0,021	-0,101	0,104
MR-07	RTK-VRS	0,063	0,022	-0,058	0,088
MR-08	RTK-VRS	-0,048	0,017	-0,020	0,055
MR-09	RTK-VRS	0,007	0,061	-0,044	0,076
MR-10	RTK-VRS	0,042	-0,005	-0,037	0,056

6. CONCLUSÃO

A geração das bases VRS por meio do *software* GNSS Solutions™ não demandaram muito tempo, o que demonstra a eficiência do método quanto ao tempo de obtenção dos dados uma vez que uma base virtual pode gerar dados de horas em apenas alguns minutos.

Por meio da análise do cálculo dos RMS absoluto (Tabela 6) de cada vértice em relação às coordenadas verdadeiras (posicionamento relativo estático) pode-se concluir que a maioria dos vértices obteve acurácia de aproximadamente 20 centímetros, exceto para os casos dos vértices MR-09 e MR-10 discutidos anteriormente, o que leva a considerar que a técnica não pode ser aplicada em posicionamento onde requer alta acurácia como controle de barragens, projeto geométrico de rodovias entre outros, porém ainda é válido para aplicá-lo em diversos trabalhos como em georreferenciamento de imóveis rurais, por exemplo, onde valores com acurácia inferior a 50 centímetros ainda são aceitos.

Através dos gráficos plotados com os valores dos RMS é plausível de determinar que a quantidade de dados VRS gerados (2, 4, 6, 8 e 10 horas) não interferem significativamente na acurácia das coordenadas, pois é possível verificar que os gráficos apresentam valores padrões que demonstram que os erros acabam sendo os mesmos independentemente da quantidade de horas.

Quanto à precisão das coordenadas calculadas a partir de dados VRS fica representada por meio do desvio padrão de cada eixo para cada vértice. Verificando-se estes valores é possível concluir que os dados são relativamente precisos, pois estes encontram-se menores que 3 centímetros, até mesmo nos vértices MR-09 e MR-10 que, inicialmente apresentaram valores superiores devido aos outliers, onde após o tratamento também convergiu para valores similares.

Outro critério de precisão que pode ser determinado é a visualização dos gráficos de distribuição normal das coordenadas calculadas por meio de dados VRS. Nestes gráficos é possível averiguar que a maior parte dos dados se encontram a baixo da curva de distribuição

e próximo ao vértice máximo da curva mostrando que os dados apresentam precisão de um desvio padrão e mesmo os que se encontram nas extremidades da curva ainda assim apresentariam precisão satisfatória de 3 desvios padrão que seriam não mais que 9 centímetros.

Quando se trata de VRS em tempo real (RTK em rede) os valores obtidos apresentaram acurácia superior quando comparados ao conceito VRS pós-processado. Neste caso os valores dos RMS ficaram em torno de 1 a 8 centímetros para a planimetria e em torno de 5 a 11 centímetros para altimetria. Deste modo é de se concluir que o método de RTK em rede é mais acurado que o método de VRS pós-processado, sendo uma explicação plausível, a utilização de outras constelações GNSS como o GLONASS e futuramente o GALIELEO e o Beidou.

Por fim, recomenda-se para trabalhos futuros os seguintes testes: geração de dados VRS contendo também dados de outros sistemas como GLONASS e o SBAS, utilizar dados de estações nas quais os dados coletados sejam de 1 em 1 segundo e verificação do quanto a distância entre as estações de referências interferem nas gerações de dados VRS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, António Jaime Gago. **Implementação de uma rede de estações de referência GPS para posicionamento em tempo real**. 2006. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Geográfica e Geoinformática, Matemática, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2006.

ALVES, Daniele Barroca Marra; MONICO, João Francisco Galera; DALBELO, Luiz Fernando Antonio. Geração de VRS a partir de modelos atmosféricos: conceito, implementação e resultados. In: BOLETIM DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS, 13., 2007, Curitiba, PR. **Anais**. Curitiba, PR: Universidade Federal do Paraná, 2007. p. 316 - 336.

ALVES, Daniele Barroca Marra. **Posicionamento GPS utilizando o conceito de estação virtual**. 2008. 165 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Cartográficas, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, Sp, 2008.

ALVES, Daniele Barroca Marra; MONICO, João Francisco Galera. Geração de dados GPS de pseudodistância para uma estação virtual: métodos, implementação e análise dos resultados. In: PESQUISAS EM GEOCIÊNCIAS, 37 (1): 03-12, JAN./ABR. 2010, 37., 2010, Porto Alegre, RS. **Anais**. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. p. 3 - 12.

CAMARGO, Paulo de Oliveira. **Ajustamento de Observações**: Notas de Aulas do Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica. Presidente Prudente, SP: UNESP, 2000. 222 p. Notas de Aulas do Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica.

CHONG, Cao. **Status of COMPASS/Beidou Development**. 2009. Stanford's 2009 PNT Challenges and Opportunities Symposium.

ESTADOS UNIDOS DA AMERICA. U.s. Air Force. National Coordination Office (Org.). **Official U.S. Government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics**. 2015. Disponível em: <<http://www.gps.gov/>>. Acesso em: 09 jul. 2015.

FOTOPOULOS, Georgia. **Parameterization of DGPS carrier phase errors over a regional network of reference stations**. 2000. 202f. Dissertação (MSc) – University of Calgary, Calgary.

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

GEMAEL, Camil; ANDRADE, Jose Bittencourt de. **Geodésia Celeste**. Curitiba, PR: Universidade Federal do Paraná, 2004. 389 p

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

- HOFMANN-WELLENHOF, Bernhard; LICHTENEGGER, Herbert; WASLE, Elmar. **GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more.** Austria: Springer Wien New York, 2008. 516 p.
- HUERTA, Eduardo; MANGIATERRA, Aldo; NOGUERA, Gustavo. **GPS - Posicionamiento satelital.** Rosário: UNR Editora, 2005.
- LACHAPELLE, Gérard. e ALVES, Paul. Multiple Reference Station Approach: Overview and Current Research. **Journal of Global Positioning System**, v.1, n.2, p.133-136, 2002.
- LANDAU, Herbert; VOLLATH, Ulrich; CHEN, Xiaoming. Virtual Reference Station Systems. **Journal Of Global Positioning Systems**, Calgary, v. 1, n. 2, p.137-143, dez. 2002
- LOCH, Carlos; CORDINI, Jucilei. **Topografia contemporânea: planimetria.** 3. ed. Santa Catarina: Ed. Ufsc, 2007. 321 p.
- MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, fundamentos e aplicações.** 2. ed. São Paulo, Sp: Universidade Estadual Paulista, 2008. 477 p.
- MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C.. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros.** 5. ed. Rio de Janeiro, RJ: Grupo Editorial Nacional, 2012. Tradução e revisão técnica Verônica Calado.
- NETTO, Osvaldo da Cruz Morett; OLIVEIRA, Leonardo Castro de. Geração de estações virtuais de referência. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 2., 2008, Recife - Pe. **Anais...** Recife, PE: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2008. p. 0 - 4.
- NERO, Marcelo Antonio. **Proposta para o controle de qualidade de bases cartográficas com ênfase na componente posicional** 2005. 171 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Sp, 2005.
- OLIVEIRA, Adeliton da Fonseca de. **Análise comparativa de diferentes modelos troposféricos para RTK em rede usando o conceito de estação de referência virtual.** 2013. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Geodésicas, Geomática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2013.
- SEEBER, Günter. **Satellite Geodesy: Foundations, Methods, and Applications.** Berlin, New York: Walter de Gruyter, 2003.
- SILVA, Teresa Manuela Lopes de Sousa. **Análise de Erros em Receptores de GNSS.** 2007. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2007.
- WELLS, David *et al.* **Guide to GPS positioning.** Fredericton, New Brunswick, Canada: Canadian GPS Associates, 1986.

**ANEXO I – RELATÓRIO DA ESTAÇÃO GEODÉSICA HOMOLOGADA PELO
IBGE NÚMERO 93949**

Estação :	93949	Nome da Estação :	93949	Tipo :	Estação GPS
Município :	INCONFIDENTES			UF :	MG
Última Visita:	28/11/2007	Situação Marco Principal :	Bom		

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS

Latitude	22 ° 19 ' 09,7687 " S
Longitude	46 ° 19 ' 44,1140 " W
Altitude Geométrica(m)	884,825
Fonte	GPS Geodésico
Origem	Ajustada
Datum	SIRGAS2000
Data Medição	28/11/2007
Data Cálculo	28/11/2007
Sigma Latitude(m)	0,001
Sigma Longitude(m)	0,002
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,008
UTM(N)	7.531.218,558
UTM(E)	363.128,180
MC	-45

DADOS ALTIMÉTRICOS

Altitude Ortométrica(m)	
Fonte	
Sigma Altitude(m)	
Datum	
Data Medição	
Data Cálculo	

DADOS GRAVIMÉTRICOS

Gravidade(mGal)	
Datum	
Data Medição	
Data Cálculo	

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 15/06/2011 - Relatório em <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/relatorioajustamento.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/re_sirgas2000.pdf
- Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGEO2010 disponível em http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm
- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015.

Localização

Na Praça Tiradentes, nº 416 - Centro, a 25 m aquém do prédio da lavanderia, que situa-se nos fundos do prédio principal do Instituto Federal Sul de Minas Gerais - Campus Inconfidentes (Antiga EAFI) - Inconfidentes - MG.

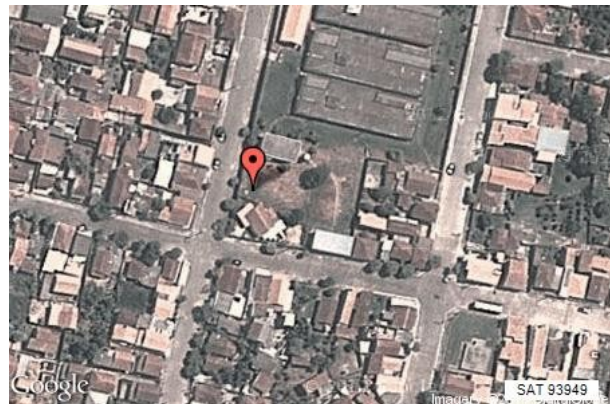
Descrição

Pilar de concreto medindo 1,20 m de altura por 0,30 m de diâmetro sobre uma base de 1,20 m x 1,15 m. Possui um pino de centragem forçada em seu topo e uma chapa padrão IBGE fixada em sua face voltada para o Norte.

Observação

Contato: Qualquer professor do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica do Instituto - Tel.: (35) 3464-1200 ou joao.olympio@ifsuldeminas.edu.br. As coordenadas estão referidas ao final da rosca do pino de centragem forçada.

Foto(s)



**ANEXO II – RELATÓRIO DA ESTAÇÃO GEODÉSICA HOMOLOGADA PELO
IBGE NÚMERO 93953**

Estação :	93953	Nome da Estação :	93953	Tipo :	Estação GPS
Município :	INCONFIDENTES			UF :	MG
Última Visita:	10/10/2007	Situação Marco Principal :	Bom		

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS

Latitude	22 ° 18 ' 33,7880 " S
Longitude	46 ° 19 ' 55,3514 " W
Altitude Geométrica(m)	930,627
Fonte	GPS Geodésico
Origem	Ajustada
Datum	SIRGAS2000
Data Medição	10/10/2007
Data Cálculo	28/11/2007
Sigma Latitude(m)	0,002
Sigma Longitude(m)	0,002
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,013
UTM(N)	7.532.322,245
UTM(E)	362.796,871
MC	-45

DADOS ALTIMÉTRICOS

Altitude Ortométrica(m)	
Fonte	
Sigma Altitude(m)	
Datum	
Data Medição	
Data Cálculo	

DADOS GRAVIMÉTRICOS

Gravidade(mGal)	
Datum	
Data Medição	
Data Cálculo	

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 15/06/2011 - Relatório em <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/relatorioajustamento.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/re_sirgas2000.pdf
- Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGEO2010 disponível em http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm
- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015.

Localização

Entre a torre de telefonia celular da Vivo e o Cruzeiro situado na principal elevação - sentido saída para a Rodovia MG-290 pela estrada de chão, Fazenda do Instituto Federal Sul de Minas - Campus Inconfidentes (Antiga EAFI) - Inconfidentes - MG.

Descrição

Pilar de concreto medindo 1,20 m de altura por 0,30 m de diâmetro sobre base de 1,20 m x 1,10 m. Possui um pino de centragem forçada em seu topo e uma chapa padrão IBGE fixada em sua face voltada para o Norte.

Observação

Contato: Qualquer professor do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica do Instituto - Tel.: (35) 3464-1200 ou joao.olympio@ifsuldeminas.edu.br. As coordenadas estão referidas ao final da rosca do pino de centragem forçada.

Foto(s):



Apêndice A – Coordenadas obtidas para os vértices MR-02 a MR-10 e para as estações geodésicas do IBGE a partir dos processamentos com bases VRS geradas com diferentes tempos

Tabela 10 - Coordenadas do vértice MR-02 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados

MR- 02 para VRS de 2 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-02-02	2 min	362928,740	0,001	7531735,595	0,001	846,994	0,001
MR-02-04	4 min	362928,720	0,001	7531735,581	0,001	846,972	0,002
MR-02-06	6 min	362928,733	0,002	7531735,571	0,002	847,015	0,004
MR-02-08	8 min	362928,758	0,002	7531735,596	0,002	846,969	0,003
MR-02-10	10 min	362928,756	0,001	7531735,606	0,001	846,978	0,002
MR- 02 para VRS de 4 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-02-02	2 min	362928,736	0,001	7531735,588	0,001	846,970	0,001
MR-02-04	4 min	362928,720	0,001	7531735,579	0,001	846,976	0,001
MR-02-06	6 min	362928,731	0,002	7531735,570	0,002	846,991	0,004
MR-02-08	8 min	362928,759	0,002	7531735,598	0,002	846,967	0,003
MR-02-10	10 min	362928,727	0,002	7531735,625	0,002	846,890	0,003
MR- 02 para VRS de 6 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-02-02	2 min	362928,740	0,001	7531735,599	0,001	847,009	0,001
MR-02-04	4 min	362928,721	0,001	7531735,582	0,001	846,974	0,001
MR-02-06	6 min	362928,733	0,002	7531735,571	0,002	847,014	0,004
MR-02-08	8 min	362928,758	0,002	7531735,597	0,002	846,969	0,003
MR-02-10	10 min	362928,756	0,001	7531735,606	0,001	846,977	0,002
MR- 02 para VRS de 8 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-02-02	2 min	362928,740	0,001	7531735,596	0,001	846,994	0,001
MR-02-04	4 min	362928,721	0,001	7531735,581	0,001	846,972	0,002
MR-02-06	6 min	362928,735	0,002	7531735,575	0,002	847,025	0,004
MR-02-08	8 min	362928,760	0,002	7531735,597	0,002	846,975	0,003
MR-02-10	10 min	362928,749	0,002	7531735,609	0,002	846,978	0,004
MR- 02 para VRS de 10 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-02-02	2 min	362928,740	0,001	7531735,595	0,001	846,993	0,001
MR-02-04	4 min	362928,721	0,001	7531735,581	0,001	846,973	0,002
MR-02-06	6 min	362928,733	0,002	7531735,571	0,002	847,015	0,004
MR-02-08	8 min	362928,760	0,002	7531735,597	0,002	846,975	0,003
MR-02-10	10 min	362928,753	0,001	7531735,607	0,001	846,970	0,002

Tabela 11 - Coordenadas do vértice MR-03 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados

MR- 03 para VRS de 2 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-03-02	2 min	362942,075	0,001	7531856,439	0,001	848,851	0,001
MR-03-04	4 min	362942,112	0,001	7531856,425	0,001	848,848	0,001
MR-03-06	6 min	362942,078	0,002	7531856,416	0,002	848,906	0,004
MR-03-08	8 min	362942,088	0,001	7531856,441	0,001	848,854	0,003
MR-03-10	10 min	362942,096	0,001	7531856,445	0,001	848,849	0,002
MR- 03 para VRS de 4 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-03-02	2 min	362942,074	0,001	7531856,442	0,001	848,854	0,001
MR-03-04	4 min	362942,105	0,001	7531856,424	0,001	848,830	0,002
MR-03-06	6 min	362942,076	0,002	7531856,414	0,002	848,895	0,004
MR-03-08	8 min	362942,093	0,001	7531856,451	0,001	848,850	0,003
MR-03-10	10 min	362942,098	0,001	7531856,447	0,001	848,843	0,002
MR- 03 para VRS de 6 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-03-02	2 min	362942,076	0,001	7531856,440	0,001	848,848	0,001
MR-03-04	4 min	362942,113	0,001	7531856,425	0,001	848,852	0,001
MR-03-06	6 min	362942,078	0,002	7531856,416	0,002	848,905	0,008
MR-03-08	8 min	362942,088	0,001	7531856,442	0,001	848,856	0,003
MR-03-10	10 min	362942,096	0,001	7531856,444	0,001	848,850	0,002
MR- 03 para VRS de 8 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-03-02	2 min	362942,075	0,001	7531856,439	0,001	848,851	0,001
MR-03-04	4 min	362942,112	0,001	7531856,425	0,001	848,849	0,002
MR-03-06	6 min	362942,080	0,002	7531856,420	0,002	848,897	0,004
MR-03-08	8 min	362942,089	0,001	7531856,440	0,001	848,860	0,003
MR-03-10	10 min	362942,097	0,001	7531856,448	0,001	848,849	0,001
MR- 03 para VRS de 10 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-03-02	2 min	362942,075	0,001	7531856,439	0,001	848,852	0,001
MR-03-04	4 min	362942,112	0,001	7531856,425	0,001	848,849	0,002
MR-03-06	6 min	362942,079	0,002	7531856,415	0,002	848,906	0,004
MR-03-08	8 min	362942,089	0,001	7531856,439	0,001	848,861	0,003
MR-03-10	10 min	362942,097	0,001	7531856,445	0,001	848,851	0,002

Tabela 12 - Coordenadas do vértice MR-04 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados

MR- 04 para VRS de 2 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-04-02	2 min	362968,406	0,001	7531848,268	0,001	848,728	0,001
MR-04-04	4 min	362968,410	0,001	7531848,265	0,001	848,734	0,001
MR-04-06	6 min	362968,424	0,002	7531848,298	0,002	848,737	0,004
MR-04-08	8 min	362968,405	0,001	7531848,289	0,001	848,749	0,002
MR-04-10	10 min	362968,416	0,001	7531848,250	0,001	848,728	0,002
MR- 04 para VRS de 4 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-04-02	2 min	362968,405	0,001	7531848,271	0,001	848,729	0,001
MR-04-04	4 min	362968,401	0,001	7531848,264	0,001	848,711	0,002
MR-04-06	6 min	362968,422	0,002	7531848,296	0,002	848,728	0,008
MR-04-08	8 min	362968,409	0,001	7531848,298	0,001	848,750	0,002
MR-04-10	10 min	362968,420	0,001	7531848,252	0,001	848,723	0,001
MR- 04 para VRS de 6 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-04-02	2 min	362968,407	0,001	7531848,269	0,001	848,725	0,001
MR-04-04	4 min	362968,411	0,001	7531848,265	0,001	848,737	0,002
MR-04-06	6 min	362968,424	0,002	7531848,298	0,002	848,736	0,004
MR-04-08	8 min	362968,405	0,001	7531848,291	0,001	848,751	0,002
MR-04-10	10 min	362968,416	0,001	7531848,250	0,001	848,729	0,002
MR- 04 para VRS de 8 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-04-02	2 min	362968,405	0,001	7531848,268	0,001	848,728	0,001
MR-04-04	4 min	362968,410	0,001	7531848,265	0,001	848,734	0,002
MR-04-06	6 min	362968,425	0,002	7531848,303	0,002	848,720	0,004
MR-04-08	8 min	362968,406	0,001	7531848,289	0,001	848,755	0,002
MR-04-10	10 min	362968,416	0,001	7531848,251	0,001	848,730	0,002
MR- 04 para VRS de 10 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-04-02	2 min	362968,405	0,001	7531848,268	0,001	848,729	0,001
MR-04-04	4 min	362968,410	0,001	7531848,265	0,001	848,734	0,002
MR-04-06	6 min	362968,424	0,002	7531848,297	0,002	848,736	0,004
MR-04-08	8 min	362968,406	0,001	7531848,289	0,001	848,755	0,002
MR-04-10	10 min	362968,415	0,001	7531848,250	0,001	848,727	0,001

Tabela 13 - Coordenadas do vértice MR-05 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados

MR- 05 para VRS de 2 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-05-02	2 min	362972,595	0,001	7531861,766	0,001	849,001	0,001
MR-05-04	4 min	362972,569	0,001	7531861,739	0,001	848,994	0,001
MR-05-06	6 min	362972,598	0,001	7531861,777	0,002	849,011	0,003
MR-05-08	8 min	362972,578	0,001	7531861,764	0,001	848,985	0,002
MR-05-10	10 min	362972,573	0,002	7531861,757	0,003	848,987	0,006
MR- 05 para VRS de 4 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-05-02	2 min	362972,591	0,001	7531861,765	0,001	849,012	0,001
MR-05-04	4 min	362972,565	0,001	7531861,736	0,001	848,973	0,001
MR-05-06	6 min	362972,595	0,002	7531861,776	0,002	849,000	0,005
MR-05-08	8 min	362972,579	0,002	7531861,765	0,002	848,987	0,003
MR-05-10	10 min	362972,572	0,001	7531861,757	0,001	848,992	0,002
MR- 05 para VRS de 6 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-05-02	2 min	362972,596	0,001	7531861,768	0,001	848,999	0,001
MR-05-04	4 min	362972,570	0,001	7531861,740	0,001	848,997	0,001
MR-05-06	6 min	362972,597	0,002	7531861,777	0,001	849,008	0,010
MR-05-08	8 min	362972,578	0,001	7531861,765	0,001	848,985	0,002
MR-05-10	10 min	362972,573	0,002	7531861,757	0,003	848,988	0,006
MR- 05 para VRS de 8 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-05-02	2 min	362972,594	0,001	7531861,766	0,001	849,002	0,001
MR-05-04	4 min	362972,569	0,001	7531861,740	0,001	848,995	0,001
MR-05-06	6 min	362972,600	0,001	7531861,782	0,002	848,994	0,003
MR-05-08	8 min	362972,578	0,001	7531861,764	0,001	848,987	0,002
MR-05-10	10 min	362972,575	0,002	7531861,760	0,003	848,987	0,006
MR- 05 para VRS de 10 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-05-02	2 min	362972,595	0,001	7531861,766	0,001	849,002	0,001
MR-05-04	4 min	362972,569	0,001	7531861,739	0,001	848,995	0,001
MR-05-06	6 min	362972,598	0,001	7531861,777	0,002	849,010	0,003
MR-05-08	8 min	362972,578	0,001	7531861,764	0,001	848,986	0,002
MR-05-10	10 min	362972,574	0,002	7531861,759	0,003	848,989	0,006

Tabela 14 - Coordenadas do vértice MR-06 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados

MR- 06 para VRS de 2 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-06-02	2 min	362997,020	0,001	7531864,208	0,001	849,056	0,001
MR-06-04	4 min	362997,027	0,001	7531864,210	0,001	849,066	0,001
MR-06-06	6 min	362997,026	0,002	7531864,209	0,002	849,064	0,008
MR-06-08	8 min	362997,023	0,001	7531864,237	0,002	849,053	0,002
MR-06-10	10 min	362997,011	0,001	7531864,242	0,001	849,074	0,001
MR- 06 para VRS de 4 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-06-02	2 min	362997,018	0,001	7531864,207	0,001	849,066	0,001
MR-06-04	4 min	362997,021	0,001	7531864,208	0,001	849,053	0,001
MR-06-06	6 min	362997,024	0,002	7531864,207	0,002	849,059	0,003
MR-06-08	8 min	362997,022	0,001	7531864,237	0,002	849,042	0,004
MR-06-10	10 min	362997,013	0,001	7531864,245	0,001	849,067	0,001
MR- 06 para VRS de 6 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-06-02	2 min	362997,021	0,001	7531864,209	0,001	849,053	0,001
MR-06-04	4 min	362997,028	0,001	7531864,211	0,001	849,068	0,001
MR-06-06	6 min	362997,026	0,002	7531864,209	0,002	849,064	0,008
MR-06-08	8 min	362997,023	0,001	7531864,237	0,001	849,053	0,003
MR-06-10	10 min	362997,010	0,001	7531864,241	0,002	849,074	0,004
MR- 06 para VRS de 8 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-06-02	2 min	362997,020	0,001	7531864,208	0,001	849,057	0,001
MR-06-04	4 min	362997,027	0,001	7531864,211	0,001	849,067	0,001
MR-06-06	6 min	362997,026	0,002	7531864,214	0,002	849,039	0,004
MR-06-08	8 min	362997,023	0,001	7531864,237	0,002	849,054	0,003
MR-06-10	10 min	362997,013	0,001	7531864,246	0,001	849,075	0,001
MR- 06 para VRS de 10 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-06-02	2 min	362997,020	0,001	7531864,207	0,001	849,056	0,001
MR-06-04	4 min	362997,027	0,001	7531864,210	0,001	849,067	0,001
MR-06-06	6 min	362997,026	0,002	7531864,209	0,002	849,063	0,004
MR-06-08	8 min	362997,023	0,001	7531864,237	0,002	849,054	0,002
MR-06-10	10 min	362997,014	0,001	7531864,242	0,002	849,083	0,003

Tabela 15 - Coordenadas do vértice MR-07 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados

MR- 07 para VRS de 2 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-07-02	2 min	363058,541	0,001	7531851,231	0,001	848,742	0,001
MR-07-04	4 min	363058,555	0,001	7531851,189	0,001	848,754	0,001
MR-07-06	6 min	363058,532	0,002	7531851,201	0,002	848,746	0,003
MR-07-08	8 min	363058,545	0,001	7531851,219	0,001	848,764	0,002
MR-07-10	10 min	363058,525	0,001	7531851,222	0,001	848,748	0,002
MR- 07 para VRS de 4 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-07-02	2 min	363058,541	0,001	7531851,234	0,001	848,742	0,002
MR-07-04	4 min	363058,549	0,001	7531851,189	0,001	848,740	0,001
MR-07-06	6 min	363058,531	0,002	7531851,197	0,002	848,746	0,008
MR-07-08	8 min	363058,545	0,001	7531851,221	0,001	848,749	0,002
MR-07-10	10 min	363058,527	0,001	7531851,226	0,001	848,737	0,002
MR- 07 para VRS de 6 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-07-02	2 min	363058,543	0,001	7531851,233	0,001	848,736	0,002
MR-07-04	4 min	363058,556	0,001	7531851,190	0,001	848,755	0,001
MR-07-06	6 min	363058,532	0,002	7531851,201	0,002	848,746	0,003
MR-07-08	8 min	363058,545	0,001	7531851,219	0,001	848,764	0,002
MR-07-10	10 min	363058,525	0,001	7531851,221	0,001	848,749	0,002
MR- 07 para VRS de 8 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-07-02	2 min	363058,541	0,001	7531851,231	0,001	848,742	0,001
MR-07-04	4 min	363058,555	0,001	7531851,189	0,001	848,754	0,001
MR-07-06	6 min	363058,531	0,002	7531851,207	0,002	848,713	0,003
MR-07-08	8 min	363058,545	0,001	7531851,219	0,001	848,764	0,002
MR-07-10	10 min	363058,527	0,001	7531851,226	0,001	848,748	0,002
MR- 07 para VRS de 10 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-07-02	2 min	363058,541	0,001	7531851,231	0,001	848,742	0,001
MR-07-04	4 min	363058,555	0,001	7531851,189	0,001	848,754	0,001
MR-07-06	6 min	363058,532	0,002	7531851,201	0,002	848,745	0,003
MR-07-08	8 min	363058,545	0,001	7531851,219	0,001	848,764	0,002
MR-07-10	10 min	363058,528	0,001	7531851,225	0,001	848,750	0,002

Tabela 16 - Coordenadas do vértice MR-08 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados

MR- 08 para VRS de 2 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-08-02	2 min	363127,453	0,001	7531830,394	0,001	847,843	0,001
MR-08-04	4 min	363127,427	0,001	7531830,428	0,001	847,880	0,001
MR-08-06	6 min	363127,461	0,003	7531830,442	0,003	847,885	0,013
MR-08-08	8 min	363127,435	0,001	7531830,417	0,002	847,849	0,003
MR-08-10	10 min	363127,442	0,001	7531830,411	0,001	847,872	0,002
MR- 08 para VRS de 4 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-08-02	2 min	363127,455	0,001	7531830,402	0,001	847,840	0,001
MR-08-04	4 min	363127,426	0,001	7531830,425	0,001	847,857	0,001
MR-08-06	6 min	363127,461	0,003	7531830,439	0,003	847,882	0,013
MR-08-08	8 min	363127,434	0,001	7531830,416	0,002	847,832	0,003
MR-08-10	10 min	363127,446	0,001	7531830,418	0,001	847,857	0,002
MR- 08 para VRS de 6 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-08-02	2 min	363127,457	0,001	7531830,401	0,001	847,834	0,001
MR-08-04	4 min	363127,426	0,001	7531830,430	0,001	847,883	0,001
MR-08-06	6 min	363127,461	0,003	7531830,443	0,002	847,883	0,005
MR-08-08	8 min	363127,435	0,001	7531830,417	0,002	847,849	0,003
MR-08-10	10 min	363127,442	0,001	7531830,410	0,001	847,876	0,001
MR- 08 para VRS de 8 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-08-02	2 min	363127,455	0,001	7531830,399	0,001	847,838	0,001
MR-08-04	4 min	363127,427	0,001	7531830,429	0,001	847,881	0,001
MR-08-06	6 min	363127,458	0,003	7531830,447	0,002	847,856	0,005
MR-08-08	8 min	363127,434	0,001	7531830,416	0,002	847,850	0,003
MR-08-10	10 min	363127,446	0,001	7531830,416	0,001	847,868	0,002
MR- 08 para VRS de 10 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-08-02	2 min	363127,455	0,001	7531830,398	0,001	847,839	0,001
MR-08-04	4 min	363127,427	0,001	7531830,429	0,001	847,880	0,001
MR-08-06	6 min	363127,461	0,003	7531830,442	0,003	847,885	0,013
MR-08-08	8 min	363127,434	0,001	7531830,417	0,002	847,850	0,003
MR-08-10	10 min	363127,446	0,001	7531830,414	0,001	847,873	0,002

Tabela 17 - Coordenadas do vértice MR-09 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados

MR- 09 para VRS de 2 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-09-02	2 min	363092,736	0,001	7531783,776	0,001	847,527	0,002
MR-09-04	4 min	363092,731	0,001	7531783,779	0,001	847,553	0,001
MR-09-06	6 min	363092,744	0,003	7531783,781	0,002	847,560	0,011
MR-09-08	8 min	363092,750	0,002	7531783,789	0,002	847,507	0,006
MR-09-10	10 min	363092,724	0,001	7531783,780	0,002	847,548	0,002
MR- 09 para VRS de 4 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-09-02	2 min	363092,738	0,001	7531783,780	0,001	847,536	0,001
MR-09-04	4 min	363092,729	0,001	7531783,771	0,001	847,523	0,001
MR-09-06	6 min	363092,761	0,003	7531783,769	0,003	847,522	0,006
MR-09-08	8 min	363092,749	0,002	7531783,788	0,002	847,487	0,003
MR-09-10	10 min	363092,724	0,002	7531783,787	0,003	847,551	0,005
MR- 09 para VRS de 6 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-09-02	2 min	363092,741	0,001	7531783,783	0,001	847,524	0,001
MR-09-04	4 min	363092,731	0,001	7531783,781	0,001	847,563	0,001
MR-09-06	6 min	363092,744	0,003	7531783,781	0,003	847,564	0,005
MR-09-08	8 min	363092,750	0,002	7531783,789	0,002	847,507	0,006
MR-09-10	10 min	363092,723	0,002	7531783,779	0,002	847,554	0,003
MR- 09 para VRS de 8 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-09-02	2 min	363090,991	0,001	7531783,323	0,001	846,244	0,001
MR-09-04	4 min	363092,731	0,001	7531783,779	0,001	847,553	0,001
MR-09-06	6 min	363092,744	0,003	7531783,781	0,003	847,560	0,005
MR-09-08	8 min	363092,749	0,002	7531783,791	0,002	847,506	0,003
MR-09-10	10 min	363092,728	0,002	7531783,783	0,003	847,546	0,005
MR- 09 para VRS de 10 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-09-02	2 min	363092,741	0,001	7531783,781	0,001	847,527	0,001
MR-09-04	4 min	363092,731	0,001	7531783,779	0,001	847,552	0,001
MR-09-06	6 min	363092,744	0,003	7531783,780	0,002	847,560	0,011
MR-09-08	8 min	363092,750	0,002	7531783,788	0,002	847,508	0,006
MR-09-10	10 min	363092,729	0,002	7531783,782	0,002	847,547	0,003

Tabela 18 - Coordenadas do vértice MR-10 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados

MR-10 para VRS de 2 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-10-02	2 min	363012,119	0,001	7531749,415	0,001	847,258	0,002
MR-10-04	4 min	363012,089	0,001	7531749,447	0,001	847,242	0,001
MR-10-06	6 min	363012,119	0,002	7531749,421	0,002	847,277	0,008
MR-10-08	8 min	363012,121	0,001	7531749,449	0,002	847,273	0,005
MR-10-10	10 min	363012,103	0,001	7531749,431	0,001	847,257	0,002
MR-10 para VRS de 4 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-10-02	2 min	363012,119	0,001	7531749,419	0,001	847,257	0,001
MR-10-04	4 min	363012,087	0,001	7531749,445	0,001	847,226	0,001
MR-10-06	6 min	363012,119	0,002	7531749,418	0,002	847,282	0,004
MR-10-08	8 min	363012,119	0,001	7531749,448	0,002	847,259	0,005
MR-10-10	10 min	363012,106	0,001	7531749,436	0,001	847,261	0,002
MR-10 para VRS de 6 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-10-02	2 min	363012,122	0,001	7531749,421	0,001	847,244	0,001
MR-10-04	4 min	363012,089	0,001	7531749,449	0,001	847,252	0,001
MR-10-06	6 min	363012,119	0,002	7531749,422	0,002	847,281	0,004
MR-10-08	8 min	363012,121	0,001	7531749,449	0,001	847,273	0,003
MR-10-10	10 min	363012,104	0,001	7531749,431	0,001	847,260	0,002
MR-10 para VRS de 8 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-10-02	2 min	363012,347	0,001	7531749,600	0,001	846,736	0,001
MR-10-04	4 min	363012,089	0,001	7531749,447	0,001	847,242	0,001
MR-10-06	6 min	363012,119	0,002	7531749,421	0,002	847,277	0,008
MR-10-08	8 min	363012,121	0,001	7531749,448	0,002	847,274	0,003
MR-10-10	10 min	363012,105	0,001	7531749,433	0,001	847,259	0,002
MR-10 para VRS de 10 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
MR-10-02	2 min	363012,121	0,001	7531749,420	0,001	847,249	0,001
MR-10-04	4 min	363012,089	0,001	7531749,447	0,001	847,241	0,001
MR-10-06	6 min	363012,119	0,002	7531749,421	0,002	847,277	0,008
MR-10-08	8 min	363012,121	0,001	7531749,448	0,002	847,274	0,003
MR-10-10	10 min	363012,106	0,001	7531749,432	0,001	847,260	0,002

Tabela 19 - Coordenadas do vértice 93949 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados

Estação 93949 para VRS de 2 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
93949-02	2 min	363128,240	0,001	7531218,381	0,001	884,754	0,002
93949-04	4 min	363128,236	0,001	7531218,378	0,001	884,765	0,002
93949-06	6 min	363128,238	0,002	7531218,380	0,002	884,767	0,003
93949-08	8 min	363128,239	0,001	7531218,379	0,001	884,768	0,002
93949-10	10 min	363128,238	0,001	7531218,378	0,001	884,767	0,003
Estação 93949 para VRS de 4 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
93949-02	2 min	363128,240	0,001	7531218,381	0,001	884,756	0,002
93949-04	4 min	363128,236	0,001	7531218,378	0,001	884,765	0,001
93949-06	6 min	363128,238	0,002	7531218,380	0,002	884,769	0,003
93949-08	8 min	363128,239	0,001	7531218,379	0,001	884,768	0,004
93949-10	10 min	363128,238	0,001	7531218,378	0,001	884,767	0,003
Estação 93949 para VRS de 6 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
93949-02	2 min	363128,240	0,001	7531218,381	0,001	884,756	0,002
93949-04	4 min	363128,236	0,001	7531218,378	0,001	884,766	0,002
93949-06	6 min	363128,238	0,002	7531218,380	0,002	884,768	0,006
93949-08	8 min	363128,239	0,001	7531218,379	0,001	884,768	0,004
93949-10	10 min	363128,238	0,001	7531218,378	0,001	884,767	0,003
Estação 93949 para VRS de 8 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
93949-02	2 min	363128,240	0,001	7531218,380	0,001	884,755	0,002
93949-04	4 min	363128,236	0,001	7531218,378	0,001	884,765	0,002
93949-06	6 min	363128,238	0,002	7531218,380	0,002	884,768	0,003
93949-08	8 min	363128,238	0,001	7531218,379	0,001	884,769	0,003
93949-10	10 min	363128,238	0,001	7531218,379	0,001	884,767	0,003
Estação 93949 para VRS de 10 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
93949-02	2 min	363128,240	0,001	7531218,381	0,001	884,755	0,002
93949-04	4 min	363128,236	0,001	7531218,378	0,001	884,765	0,001
93949-06	6 min	363128,238	0,002	7531218,380	0,002	884,768	0,006
93949-08	8 min	363128,238	0,001	7531218,379	0,001	884,769	0,005
93949-10	10 min	363128,238	0,001	7531218,379	0,001	884,767	0,003

Tabela 20 - Coordenadas do vértice 93953 tendo como base as VRS de 2, 4, 6, 8 e 10 horas de dados gerados

Estação 93953 para VRS de 2 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
93953-02	2 min	362796,936	0,001	7532322,065	0,001	930,557	0,001
93953-04	4 min	362796,939	0,001	7532322,063	0,001	930,553	0,001
93953-06	6 min	362796,937	0,002	7532322,066	0,002	930,556	0,005
93953-08	8 min	362796,937	0,001	7532322,068	0,001	930,556	0,004
93953-10	10 min	362796,937	0,001	7532322,065	0,001	930,554	0,003
Estação 93953 para VRS de 4 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
93953-02	2 min	362796,936	0,001	7532322,066	0,001	930,556	0,001
93953-04	4 min	362796,938	0,001	7532322,064	0,001	930,551	0,001
93953-06	6 min	362796,937	0,002	7532322,067	0,002	930,554	0,005
93953-08	8 min	362796,937	0,001	7532322,069	0,002	930,554	0,003
93953-10	10 min	362796,937	0,001	7532322,066	0,002	930,553	0,003
Estação 93953 para VRS de 6 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
93953-02	2 min	362796,936	0,001	7532322,066	0,001	930,556	0,001
93953-04	4 min	362796,938	0,001	7532322,064	0,001	930,551	0,001
93953-06	6 min	362796,937	0,002	7532322,067	0,002	930,554	0,005
93953-08	8 min	362796,937	0,001	7532322,069	0,002	930,554	0,003
93953-10	10 min	362796,937	0,001	7532322,066	0,001	930,553	0,003
Estação 93953 para VRS de 8 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
93953-02	2 min	362796,936	0,001	7532322,066	0,001	930,557	0,001
93953-04	4 min	362796,938	0,001	7532322,063	0,001	930,553	0,001
93953-06	6 min	362796,937	0,002	7532322,066	0,002	930,555	0,005
93953-08	8 min	362796,936	0,001	7532322,068	0,001	930,556	0,004
93953-10	10 min	362796,937	0,001	7532322,065	0,001	930,554	0,003
Estação 93953 para VRS de 10 horas de dados gerados							
Vértice	Descrição	E(m)	σ(m)	N(m)	σ(m)	h(m)	σ(m)
93953-02	2 min	362796,936	0,001	7532322,065	0,001	930,558	0,001
93953-04	4 min	362796,938	0,001	7532322,063	0,001	930,553	0,001
93953-06	6 min	362796,937	0,002	7532322,066	0,002	930,555	0,005
93953-08	8 min	362796,936	0,001	7532322,068	0,001	930,555	0,004
93953-10	10 min	362796,937	0,001	7532322,065	0,001	930,553	0,003

Apêndice B – Discrepâncias obtidas para os vértices MR-02 a MR-10 e para as estações geodésicas do IBGE a partir dos processamentos com bases VRS geradas com diferentes tempos

Tabela 21 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-02 nos 3 eixos (E, N e h)

VRS de 2 horas de dados				VRS de 4 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-02-02	-0,071	0,161	0,064	MR-02-02	-0,067	0,168	0,088
MR-02-04	-0,051	0,175	0,086	MR-02-04	-0,051	0,177	0,082
MR-02-06	-0,064	0,185	0,043	MR-02-06	-0,062	0,186	0,067
MR-02-08	-0,089	0,160	0,089	MR-02-08	-0,090	0,158	0,091
MR-02-10	-0,087	0,150	0,080	MR-02-10	-0,058	0,131	0,168

VRS de 6 horas de dados				VRS de 8 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-02-02	-0,071	0,157	0,049	MR-02-02	-0,071	0,160	0,064
MR-02-04	-0,052	0,174	0,084	MR-02-04	-0,052	0,175	0,086
MR-02-06	-0,064	0,185	0,044	MR-02-06	-0,066	0,181	0,033
MR-02-08	-0,089	0,159	0,089	MR-02-08	-0,091	0,159	0,083
MR-02-10	-0,087	0,150	0,081	MR-02-10	-0,080	0,147	0,080

VRS de 10 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-02-02	-0,071	0,161	0,065
MR-02-04	-0,052	0,175	0,085
MR-02-06	-0,064	0,185	0,043
MR-02-08	-0,091	0,159	0,083
MR-02-10	-0,084	0,149	0,088

Tabela 22 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-03 nos 3 eixos (E, N e h)

VRS de 2 horas de dados				VRS de 4 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-03-02	-0,038	0,202	0,082	MR-03-02	-0,037	0,199	0,079
MR-03-04	-0,075	0,216	0,085	MR-03-04	-0,068	0,217	0,103
MR-03-06	-0,041	0,225	0,027	MR-03-06	-0,039	0,227	0,038
MR-03-08	-0,051	0,200	0,079	MR-03-08	-0,056	0,190	0,083
MR-03-10	-0,059	0,196	0,084	MR-03-10	-0,061	0,194	0,090

VRS de 6 horas de dados				VRS de 8 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-03-02	-0,039	0,201	0,085	MR-03-02	-0,038	0,202	0,082
MR-03-04	-0,076	0,216	0,081	MR-03-04	-0,075	0,216	0,084
MR-03-06	-0,041	0,225	0,028	MR-03-06	-0,043	0,221	0,036
MR-03-08	-0,051	0,199	0,077	MR-03-08	-0,052	0,201	0,073
MR-03-10	-0,059	0,197	0,083	MR-03-10	-0,060	0,193	0,084

VRS de 10 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-03-02	-0,038	0,202	0,081
MR-03-04	-0,075	0,216	0,084
MR-03-06	-0,042	0,226	0,027
MR-03-08	-0,052	0,202	0,072
MR-03-10	-0,060	0,196	0,082

Tabela 23 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-04 nos 3 eixos (E, N e h)

VRS de 2 horas de dados				VRS de 4 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-04-02	-0,073	0,184	0,084	MR-04-02	-0,072	0,181	0,083
MR-04-04	-0,077	0,187	0,078	MR-04-04	-0,068	0,188	0,101
MR-04-06	-0,091	0,154	0,075	MR-04-06	-0,089	0,156	0,084
MR-04-08	-0,072	0,163	0,063	MR-04-08	-0,076	0,154	0,062
MR-04-10	-0,083	0,202	0,084	MR-04-10	-0,087	0,200	0,089

VRS de 6 horas de dados				VRS de 8 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-04-02	-0,074	0,183	0,087	MR-04-02	-0,072	0,184	0,084
MR-04-04	-0,078	0,187	0,075	MR-04-04	-0,077	0,187	0,078
MR-04-06	-0,091	0,154	0,076	MR-04-06	-0,092	0,149	0,092
MR-04-08	-0,072	0,161	0,061	MR-04-08	-0,073	0,163	0,057
MR-04-10	-0,083	0,202	0,083	MR-04-10	-0,083	0,201	0,082

VRS de 10 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-04-02	-0,072	0,184	0,083
MR-04-04	-0,077	0,187	0,078
MR-04-06	-0,091	0,155	0,076
MR-04-08	-0,073	0,163	0,057
MR-04-10	-0,082	0,202	0,085

Tabela 24 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-05 nos 3 eixos (E, N e h)

VRS de 2 horas de dados				VRS de 4 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-05-02	-0,076	0,187	0,012	MR-05-02	-0,072	0,188	0,001
MR-05-04	-0,050	0,214	0,019	MR-05-04	-0,046	0,217	0,040
MR-05-06	-0,079	0,176	0,002	MR-05-06	-0,076	0,177	0,013
MR-05-08	-0,059	0,189	0,028	MR-05-08	-0,060	0,188	0,026
MR-05-10	-0,054	0,196	0,026	MR-05-10	-0,053	0,196	0,021

VRS de 6 horas de dados				VRS de 8 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-05-02	-0,077	0,185	0,014	MR-05-02	-0,075	0,187	0,011
MR-05-04	-0,051	0,213	0,016	MR-05-04	-0,050	0,213	0,018
MR-05-06	-0,078	0,176	0,005	MR-05-06	-0,081	0,171	0,019
MR-05-08	-0,059	0,188	0,028	MR-05-08	-0,059	0,189	0,026
MR-05-10	-0,054	0,196	0,025	MR-05-10	-0,056	0,193	0,026

VRS de 10 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-05-02	-0,076	0,187	0,011
MR-05-04	-0,050	0,214	0,018
MR-05-06	-0,079	0,176	0,003
MR-05-08	-0,059	0,189	0,027
MR-05-10	-0,055	0,194	0,024

Tabela 25 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-06 nos 3 eixos (E, N e h)

VRS de 2 horas de dados				VRS de 4 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-06-02	-0,046	0,226	0,050	MR-06-02	-0,044	0,227	0,040
MR-06-04	-0,053	0,224	0,040	MR-06-04	-0,047	0,226	0,053
MR-06-06	-0,052	0,225	0,042	MR-06-06	-0,050	0,227	0,047
MR-06-08	-0,049	0,197	0,053	MR-06-08	-0,048	0,197	0,064
MR-06-10	-0,037	0,192	0,032	MR-06-10	-0,039	0,189	0,039

VRS de 6 horas de dados				VRS de 8 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-06-02	-0,047	0,225	0,053	MR-06-02	-0,046	0,226	0,049
MR-06-04	-0,054	0,223	0,038	MR-06-04	-0,053	0,223	0,039
MR-06-06	-0,052	0,225	0,042	MR-06-06	-0,052	0,220	0,067
MR-06-08	-0,049	0,197	0,053	MR-06-08	-0,049	0,197	0,052
MR-06-10	-0,036	0,193	0,032	MR-06-10	-0,039	0,188	0,031

VRS de 10 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-06-02	-0,046	0,227	0,050
MR-06-04	-0,053	0,224	0,039
MR-06-06	-0,052	0,225	0,043
MR-06-08	-0,049	0,197	0,052
MR-06-10	-0,040	0,192	0,023

Tabela 26 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-07 nos 3 eixos (E, N e h)

VRS de 2 horas de dados				VRS de 4 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-07-02	-0,038	0,181	0,079	MR-07-02	-0,038	0,178	0,079
MR-07-04	-0,052	0,223	0,067	MR-07-04	-0,046	0,223	0,081
MR-07-06	-0,029	0,211	0,075	MR-07-06	-0,028	0,215	0,075
MR-07-08	-0,042	0,193	0,057	MR-07-08	-0,042	0,191	0,072
MR-07-10	-0,022	0,190	0,073	MR-07-10	-0,024	0,186	0,084

VRS de 6 horas de dados				VRS de 8 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-07-02	-0,040	0,179	0,085	MR-07-02	-0,038	0,181	0,079
MR-07-04	-0,053	0,222	0,066	MR-07-04	-0,052	0,223	0,067
MR-07-06	-0,029	0,211	0,075	MR-07-06	-0,028	0,205	0,108
MR-07-08	-0,042	0,193	0,057	MR-07-08	-0,042	0,193	0,057
MR-07-10	-0,022	0,191	0,072	MR-07-10	-0,024	0,186	0,073

VRS de 10 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-07-02	-0,038	0,181	0,079
MR-07-04	-0,052	0,223	0,067
MR-07-06	-0,029	0,211	0,076
MR-07-08	-0,042	0,193	0,057
MR-07-10	-0,025	0,187	0,071

Tabela 27 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-08 nos 3 eixos (E, N e h)

VRS de 2 horas de dados				VRS de 4 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-08-02	-0,078	0,220	0,069	MR-08-02	-0,080	0,212	0,072
MR-08-04	-0,052	0,186	0,032	MR-08-04	-0,051	0,189	0,055
MR-08-06	-0,086	0,172	0,027	MR-08-06	-0,086	0,175	0,030
MR-08-08	-0,060	0,197	0,063	MR-08-08	-0,059	0,198	0,080
MR-08-10	-0,067	0,203	0,040	MR-08-10	-0,071	0,196	0,055

VRS de 6 horas de dados				VRS de 8 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-08-02	-0,082	0,213	0,078	MR-08-02	-0,080	0,215	0,074
MR-08-04	-0,051	0,184	0,029	MR-08-04	-0,052	0,185	0,031
MR-08-06	-0,086	0,171	0,029	MR-08-06	-0,083	0,167	0,056
MR-08-08	-0,060	0,197	0,063	MR-08-08	-0,059	0,198	0,062
MR-08-10	-0,067	0,204	0,036	MR-08-10	-0,071	0,198	0,044

VRS de 10 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-08-02	-0,080	0,216	0,073
MR-08-04	-0,052	0,185	0,032
MR-08-06	-0,086	0,172	0,027
MR-08-08	-0,059	0,197	0,062
MR-08-10	-0,071	0,200	0,039

Tabela 28 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-09 nos 3 eixos (E, N e h)

VRS de 2 horas de dados				VRS de 4 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-09-02	-0,045	0,210	0,067	MR-09-02	-0,047	0,206	0,058
MR-09-04	-0,040	0,207	0,041	MR-09-04	-0,038	0,215	0,071
MR-09-06	-0,053	0,205	0,034	MR-09-06	-0,070	0,217	0,072
MR-09-08	-0,059	0,197	0,087	MR-09-08	-0,058	0,198	0,107
MR-09-10	-0,033	0,206	0,046	MR-09-10	-0,033	0,199	0,043

VRS de 6 horas de dados				VRS de 8 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-09-02	-0,050	0,203	0,070	MR-09-02	1,700	0,663	1,350
MR-09-04	-0,040	0,205	0,031	MR-09-04	-0,040	0,207	0,041
MR-09-06	-0,053	0,205	0,030	MR-09-06	-0,053	0,205	0,034
MR-09-08	-0,059	0,197	0,087	MR-09-08	-0,058	0,195	0,088
MR-09-10	-0,032	0,207	0,040	MR-09-10	-0,037	0,203	0,048

VRS de 10 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-09-02	-0,050	0,205	0,067
MR-09-04	-0,040	0,207	0,042
MR-09-06	-0,053	0,206	0,034
MR-09-08	-0,059	0,198	0,086
MR-09-10	-0,038	0,204	0,047

Tabela 29 - Discrepâncias calculadas para o vértice MR-10 nos 3 eixos (E, N e h)

VRS de 2 horas de dados				VRS de 4 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-10-02	-0,057	0,191	0,078	MR-10-02	-0,057	0,187	0,079
MR-10-04	-0,027	0,159	0,094	MR-10-04	-0,025	0,161	0,110
MR-10-06	-0,057	0,185	0,059	MR-10-06	-0,057	0,188	0,054
MR-10-08	-0,059	0,157	0,063	MR-10-08	-0,057	0,158	0,077
MR-10-10	-0,041	0,175	0,079	MR-10-10	-0,044	0,170	0,075

VRS de 6 horas de dados				VRS de 8 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-10-02	-0,060	0,185	0,092	MR-10-02	-0,285	0,006	0,600
MR-10-04	-0,027	0,157	0,084	MR-10-04	-0,027	0,159	0,094
MR-10-06	-0,057	0,184	0,055	MR-10-06	-0,057	0,185	0,059
MR-10-08	-0,059	0,157	0,063	MR-10-08	-0,059	0,158	0,062
MR-10-10	-0,042	0,175	0,076	MR-10-10	-0,043	0,173	0,077

VRS de 10 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
MR-10-02	-0,059	0,186	0,087
MR-10-04	-0,027	0,159	0,095
MR-10-06	-0,057	0,185	0,059
MR-10-08	-0,059	0,158	0,062
MR-10-10	-0,044	0,174	0,076

Tabela 30 - Discrepâncias calculadas para o vértice 93949 nos 3 eixos (E, N e h)

VRS de 2 horas de dados				VRS de 4 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
93949-02	-0,060	0,177	0,071	93949-02	-0,060	0,177	0,069
93949-04	-0,056	0,180	0,060	93949-04	-0,056	0,180	0,060
93949-06	-0,058	0,178	0,058	93949-06	-0,058	0,178	0,056
93949-08	-0,059	0,179	0,057	93949-08	-0,059	0,179	0,057
93949-10	-0,058	0,180	0,058	93949-10	-0,058	0,180	0,058

VRS de 6 horas de dados				VRS de 8 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
93949-02	-0,060	0,177	0,069	93949-02	-0,060	0,178	0,070
93949-04	-0,056	0,180	0,059	93949-04	-0,056	0,180	0,060
93949-06	-0,058	0,178	0,057	93949-06	-0,058	0,178	0,057
93949-08	-0,059	0,179	0,057	93949-08	-0,058	0,179	0,056
93949-10	-0,058	0,180	0,058	93949-10	-0,058	0,179	0,058

VRS de 10 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
93949-02	-0,060	0,177	0,070
93949-04	-0,056	0,180	0,060
93949-06	-0,058	0,178	0,057
93949-08	-0,058	0,179	0,056
93949-10	-0,058	0,179	0,058

Tabela 31 - Discrepâncias calculadas para o vértice 93953 nos 3 eixos (E, N e h)

VRS de 2 horas de dados				VRS de 4 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
93953-02	-0,065	0,180	0,070	93953-02	-0,065	0,179	0,071
93953-04	-0,068	0,182	0,074	93953-04	-0,067	0,181	0,076
93953-06	-0,066	0,179	0,071	93953-06	-0,066	0,178	0,073
93953-08	-0,066	0,177	0,071	93953-08	-0,066	0,176	0,073
93953-10	-0,066	0,180	0,073	93953-10	-0,066	0,179	0,074

VRS de 6 horas de dados				VRS de 8 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
93953-02	-0,065	0,179	0,071	93953-02	-0,065	0,179	0,070
93953-04	-0,067	0,181	0,076	93953-04	-0,067	0,182	0,074
93953-06	-0,066	0,178	0,073	93953-06	-0,066	0,179	0,072
93953-08	-0,066	0,176	0,073	93953-08	-0,065	0,177	0,071
93953-10	-0,066	0,179	0,074	93953-10	-0,066	0,180	0,073

VRS de 10 horas de dados			
Vértice	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)
93953-02	-0,065	0,180	0,069
93953-04	-0,067	0,182	0,074
93953-06	-0,066	0,179	0,072
93953-08	-0,065	0,177	0,072
93953-10	-0,066	0,180	0,074

Apêndice C – Valores de RMS calculados para os vértices MR-02 a MR-10 e para as estações geodésicas do IBGE a partir dos processamentos com bases VRS geradas com diferentes tempos

Tabela 32 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-02

VRS de 2 horas de dados		VRS de 4 horas de dados		VRS de 6 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-02-02	0,187	MR-02-02	0,201	MR-02-02	0,179
MR-02-04	0,202	MR-02-04	0,202	MR-02-04	0,200
MR-02-06	0,200	MR-02-06	0,207	MR-02-06	0,201
MR-02-08	0,204	MR-02-08	0,203	MR-02-08	0,203
MR-02-10	0,191	MR-02-10	0,221	MR-02-10	0,191

VRS de 8 horas de dados		VRS de 10 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-02-02	0,186	MR-02-02	0,188
MR-02-04	0,202	MR-02-04	0,201
MR-02-06	0,195	MR-02-06	0,200
MR-02-08	0,201	MR-02-08	0,201
MR-02-10	0,185	MR-02-10	0,192

Tabela 33 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-03

VRS de 2 horas de dados		VRS de 4 horas de dados		VRS de 6 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-03-02	0,221	MR-03-02	0,217	MR-03-02	0,222
MR-03-04	0,244	MR-03-04	0,250	MR-03-04	0,243
MR-03-06	0,230	MR-03-06	0,233	MR-03-06	0,230
MR-03-08	0,221	MR-03-08	0,215	MR-03-08	0,219
MR-03-10	0,221	MR-03-10	0,222	MR-03-10	0,222

VRS de 8 horas de dados		VRS de 10 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-03-02	0,221	MR-03-02	0,221
MR-03-04	0,244	MR-03-04	0,244
MR-03-06	0,228	MR-03-06	0,231
MR-03-08	0,220	MR-03-08	0,221
MR-03-10	0,219	MR-03-10	0,221

Tabela 34 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-04

VRS de 2 horas de dados		VRS de 4 horas de dados		VRS de 6 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-04-02	0,215	MR-04-02	0,212	MR-04-02	0,216
MR-04-04	0,217	MR-04-04	0,224	MR-04-04	0,216
MR-04-06	0,194	MR-04-06	0,198	MR-04-06	0,194
MR-04-08	0,189	MR-04-08	0,183	MR-04-08	0,187
MR-04-10	0,234	MR-04-10	0,236	MR-04-10	0,234

VRS de 8 horas de dados		VRS de 10 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-04-02	0,215	MR-04-02	0,214
MR-04-04	0,217	MR-04-04	0,217
MR-04-06	0,198	MR-04-06	0,195
MR-04-08	0,187	MR-04-08	0,187
MR-04-10	0,232	MR-04-10	0,234

Tabela 35 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-05

VRS de 2 horas de dados		VRS de 4 horas de dados		VRS de 6 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-05-02	0,202	MR-05-02	0,201	MR-05-02	0,201
MR-05-04	0,221	MR-05-04	0,225	MR-05-04	0,220
MR-05-06	0,193	MR-05-06	0,193	MR-05-06	0,193
MR-05-08	0,200	MR-05-08	0,199	MR-05-08	0,199
MR-05-10	0,205	MR-05-10	0,204	MR-05-10	0,205

VRS de 8 horas de dados		VRS de 10 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-05-02	0,202	MR-05-02	0,202
MR-05-04	0,220	MR-05-04	0,220
MR-05-06	0,190	MR-05-06	0,193
MR-05-08	0,200	MR-05-08	0,200
MR-05-10	0,203	MR-05-10	0,203

Tabela 36 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-06

VRS de 2 horas de dados		VRS de 4 horas de dados		VRS de 6 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-06-02	0,236	MR-06-02	0,235	MR-06-02	0,236
MR-06-04	0,234	MR-06-04	0,237	MR-06-04	0,233
MR-06-06	0,235	MR-06-06	0,237	MR-06-06	0,235
MR-06-08	0,210	MR-06-08	0,213	MR-06-08	0,210
MR-06-10	0,198	MR-06-10	0,197	MR-06-10	0,199

VRS de 8 horas de dados		VRS de 10 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-06-02	0,236	MR-06-02	0,237
MR-06-04	0,233	MR-06-04	0,233
MR-06-06	0,236	MR-06-06	0,235
MR-06-08	0,210	MR-06-08	0,210
MR-06-10	0,194	MR-06-10	0,197

Tabela 37 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-07

VRS de 2 horas de dados		VRS de 4 horas de dados		VRS de 6 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-07-02	0,201	MR-07-02	0,198	MR-07-02	0,202
MR-07-04	0,239	MR-07-04	0,242	MR-07-04	0,238
MR-07-06	0,226	MR-07-06	0,229	MR-07-06	0,226
MR-07-08	0,206	MR-07-08	0,208	MR-07-08	0,206
MR-07-10	0,205	MR-07-10	0,205	MR-07-10	0,205

VRS de 8 horas de dados		VRS de 10 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-07-02	0,201	MR-07-02	0,201
MR-07-04	0,239	MR-07-04	0,239
MR-07-06	0,233	MR-07-06	0,226
MR-07-08	0,206	MR-07-08	0,206
MR-07-10	0,201	MR-07-10	0,202

Tabela 38 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-08

VRS de 2 horas de dados		VRS de 4 horas de dados		VRS de 6 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-08-02	0,243	MR-08-02	0,238	MR-08-02	0,241
MR-08-04	0,196	MR-08-04	0,203	MR-08-04	0,193
MR-08-06	0,194	MR-08-06	0,197	MR-08-06	0,194
MR-08-08	0,215	MR-08-08	0,222	MR-08-08	0,215
MR-08-10	0,217	MR-08-10	0,216	MR-08-10	0,218

VRS de 8 horas de dados		VRS de 10 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-08-02	0,241	MR-08-02	0,242
MR-08-04	0,195	MR-08-04	0,195
MR-08-06	0,195	MR-08-06	0,194
MR-08-08	0,216	MR-08-08	0,215
MR-08-10	0,215	MR-08-10	0,216

Tabela 39 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-09

VRS de 2 horas de dados		VRS de 4 horas de dados		VRS de 6 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-09-02	0,225	MR-09-02	0,219	MR-09-02	0,220
MR-09-04	0,215	MR-09-04	0,230	MR-09-04	0,211
MR-09-06	0,214	MR-09-06	0,239	MR-09-06	0,214
MR-09-08	0,223	MR-09-08	0,232	MR-09-08	0,223
MR-09-10	0,214	MR-09-10	0,206	MR-09-10	0,213

VRS de 8 horas de dados		VRS de 10 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-09-02	2,270	MR-09-02	0,221
MR-09-04	0,215	MR-09-04	0,215
MR-09-06	0,214	MR-09-06	0,215
MR-09-08	0,222	MR-09-08	0,224
MR-09-10	0,212	MR-09-10	0,213

Tabela 40 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice MR-10

VRS de 2 horas de dados		VRS de 4 horas de dados		VRS de 6 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-10-02	0,214	MR-10-02	0,211	MR-10-02	0,215
MR-10-04	0,187	MR-10-04	0,197	MR-10-04	0,180
MR-10-06	0,202	MR-10-06	0,204	MR-10-06	0,200
MR-10-08	0,179	MR-10-08	0,185	MR-10-08	0,179
MR-10-10	0,196	MR-10-10	0,191	MR-10-10	0,195

VRS de 8 horas de dados		VRS de 10 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
MR-10-02	0,664	MR-10-02	0,214
MR-10-04	0,187	MR-10-04	0,187
MR-10-06	0,202	MR-10-06	0,202
MR-10-08	0,180	MR-10-08	0,180
MR-10-10	0,194	MR-10-10	0,195

Tabela 41 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice 93949

VRS de 2 horas de dados		VRS de 4 horas de dados		VRS de 6 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
93949-02	0,200	93949-02	0,199	93949-02	0,199
93949-04	0,198	93949-04	0,198	93949-04	0,198
93949-06	0,196	93949-06	0,195	93949-06	0,196
93949-08	0,197	93949-08	0,197	93949-08	0,197
93949-10	0,198	93949-10	0,198	93949-10	0,198

VRS de 8 horas de dados		VRS de 10 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
93949-02	0,200	93949-02	0,200
93949-04	0,198	93949-04	0,198
93949-06	0,196	93949-06	0,196
93949-08	0,196	93949-08	0,196
93949-10	0,197	93949-10	0,197

Tabela 42 - Valores dos RMS entre as coordenadas verdadeiras e as coordenadas obtidas por meio das diferentes bases VRS referente ao vértice 93953

VRS de 2 horas de dados		VRS de 4 horas de dados		VRS de 6 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
93953-02	0,204	93953-02	0,203	93953-02	0,203
93953-04	0,208	93953-04	0,207	93953-04	0,207
93953-06	0,204	93953-06	0,203	93953-06	0,203
93953-08	0,202	93953-08	0,202	93953-08	0,202
93953-10	0,205	93953-10	0,205	93953-10	0,205

VRS de 8 horas de dados		VRS de 10 horas de dados	
Vértice	RMS (m)	Vértice	RMS (m)
93953-02	0,203	93953-02	0,203
93953-04	0,208	93953-04	0,208
93953-06	0,204	93953-06	0,204
93953-08	0,201	93953-08	0,202
93953-10	0,205	93953-10	0,206

Apêndice D – Gráficos contendo os valores de RMS para os vértices MR-02 a MR-10 e para as estações geodésicas do IBGE.

Figura 15- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-02

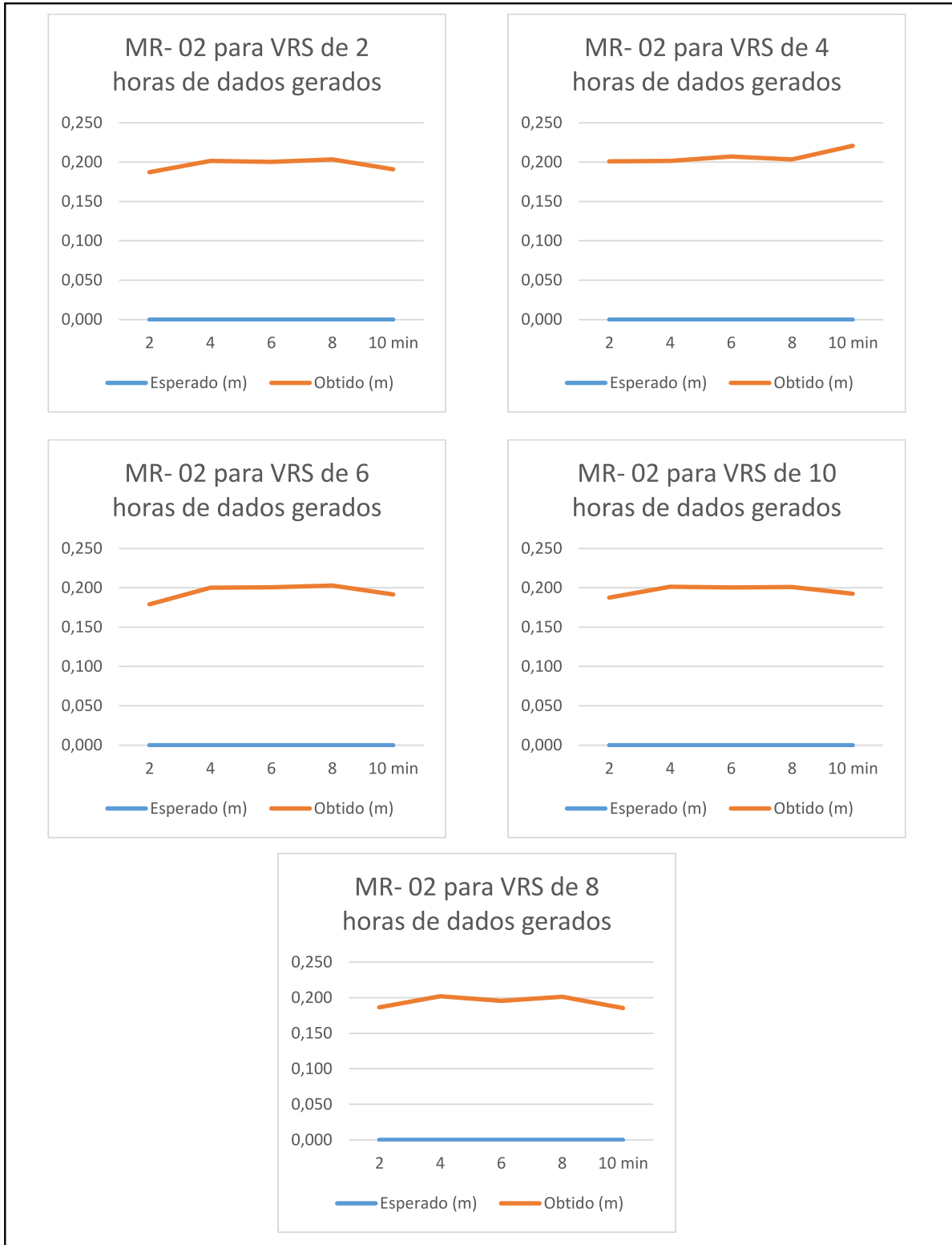


Figura 16- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-03



Figura 17- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-04

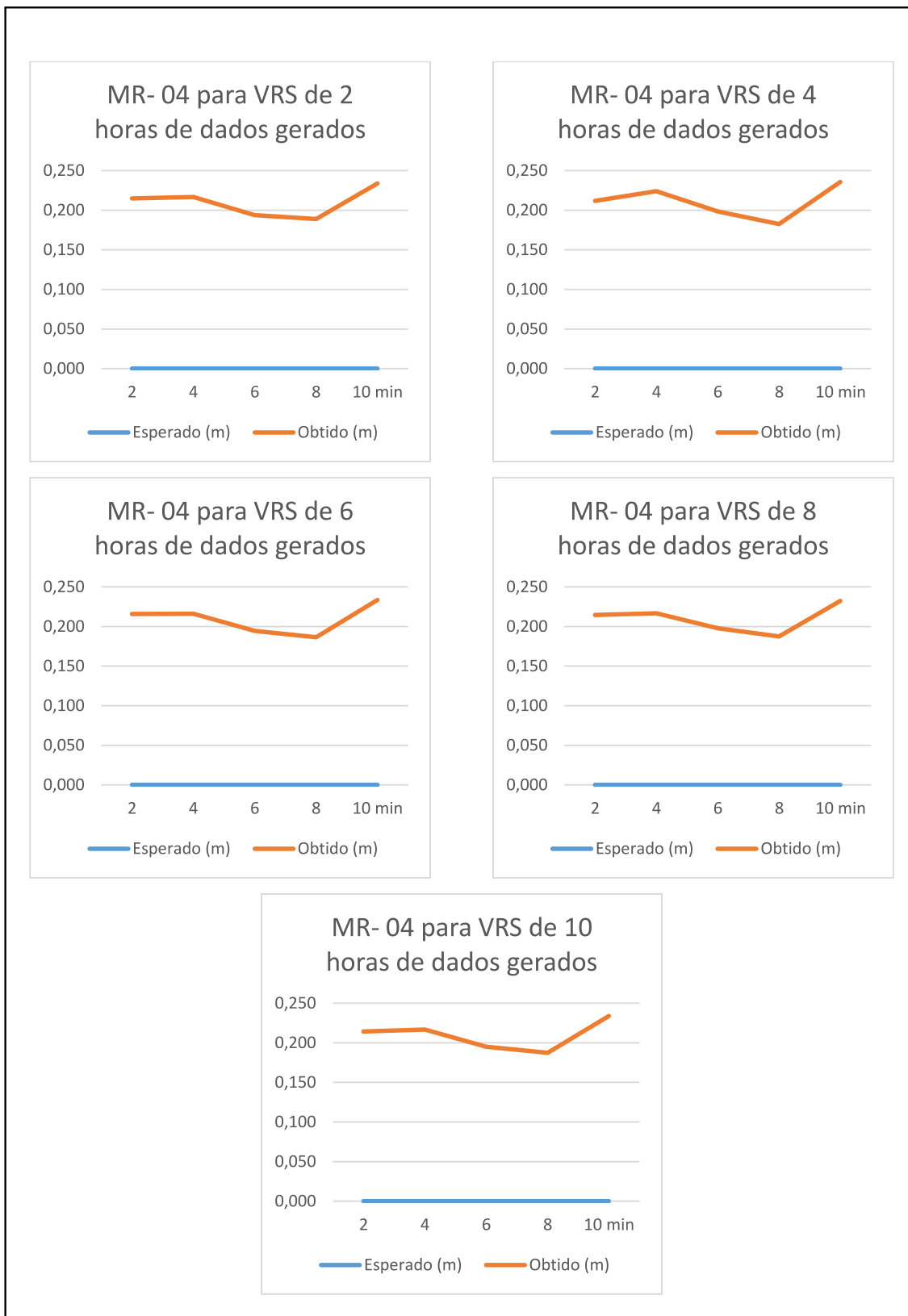


Figura 18- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-05



Figura 19- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-06

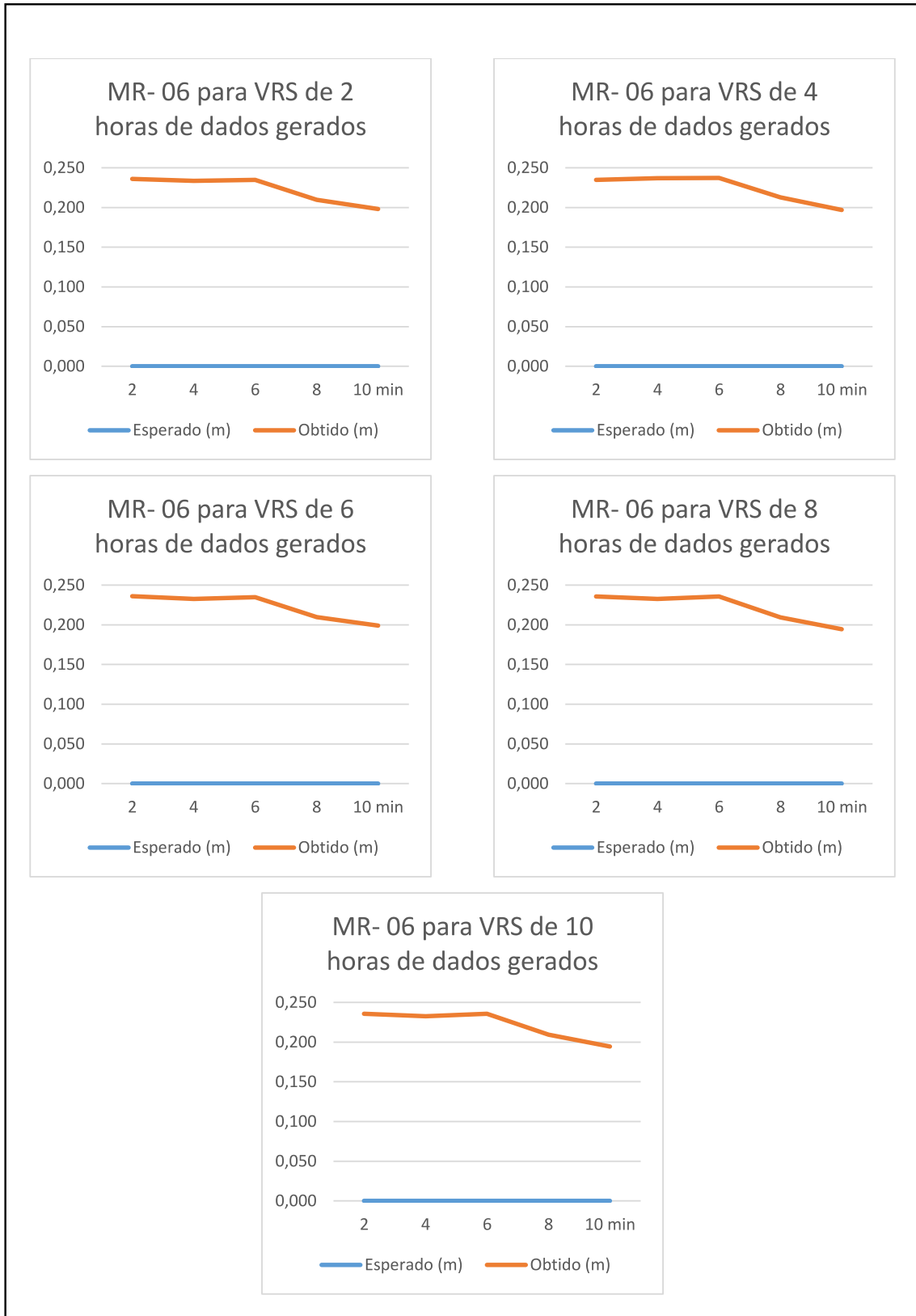


Figura 20- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-07



Figura 21- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-08

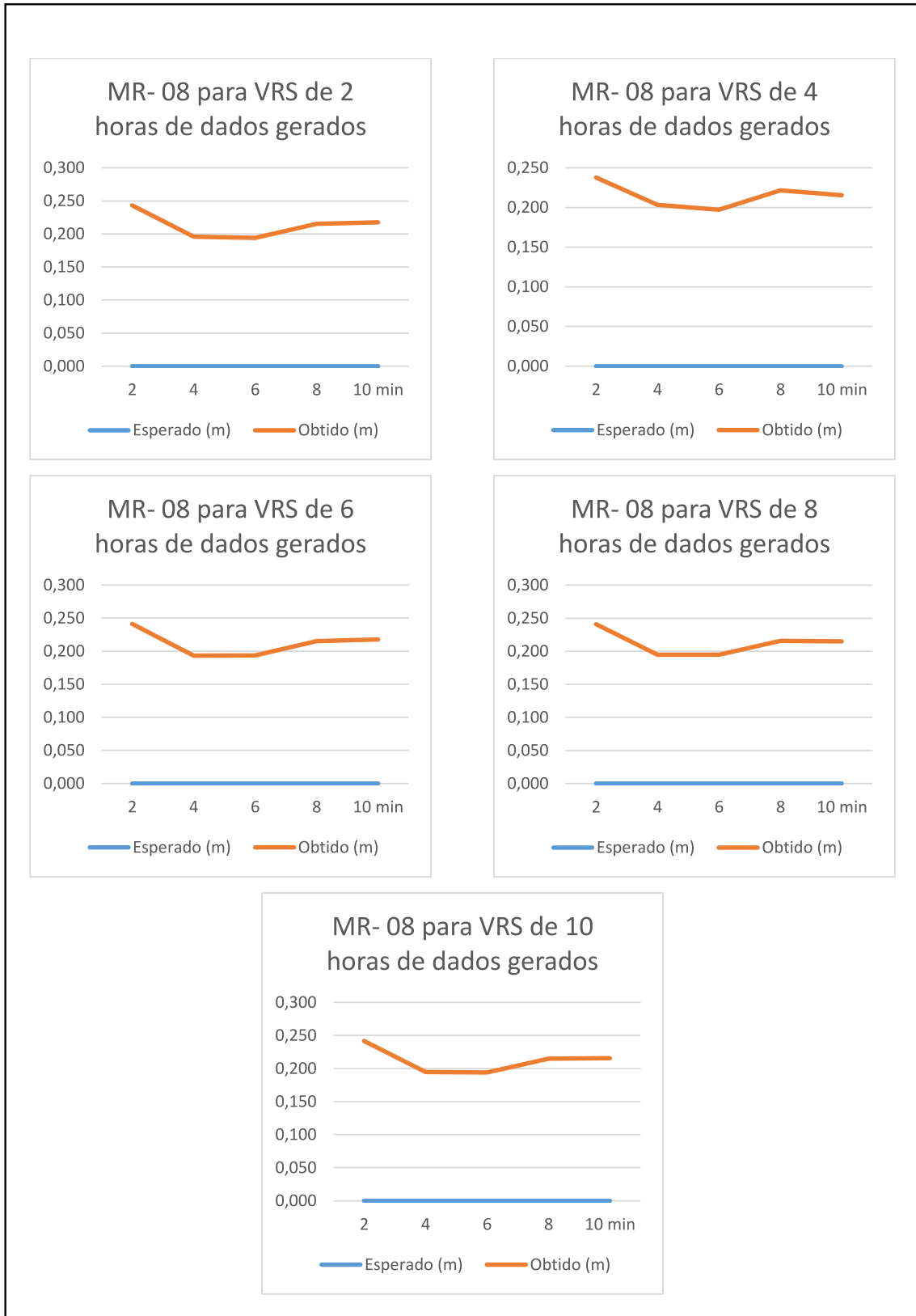


Figura 22- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-09

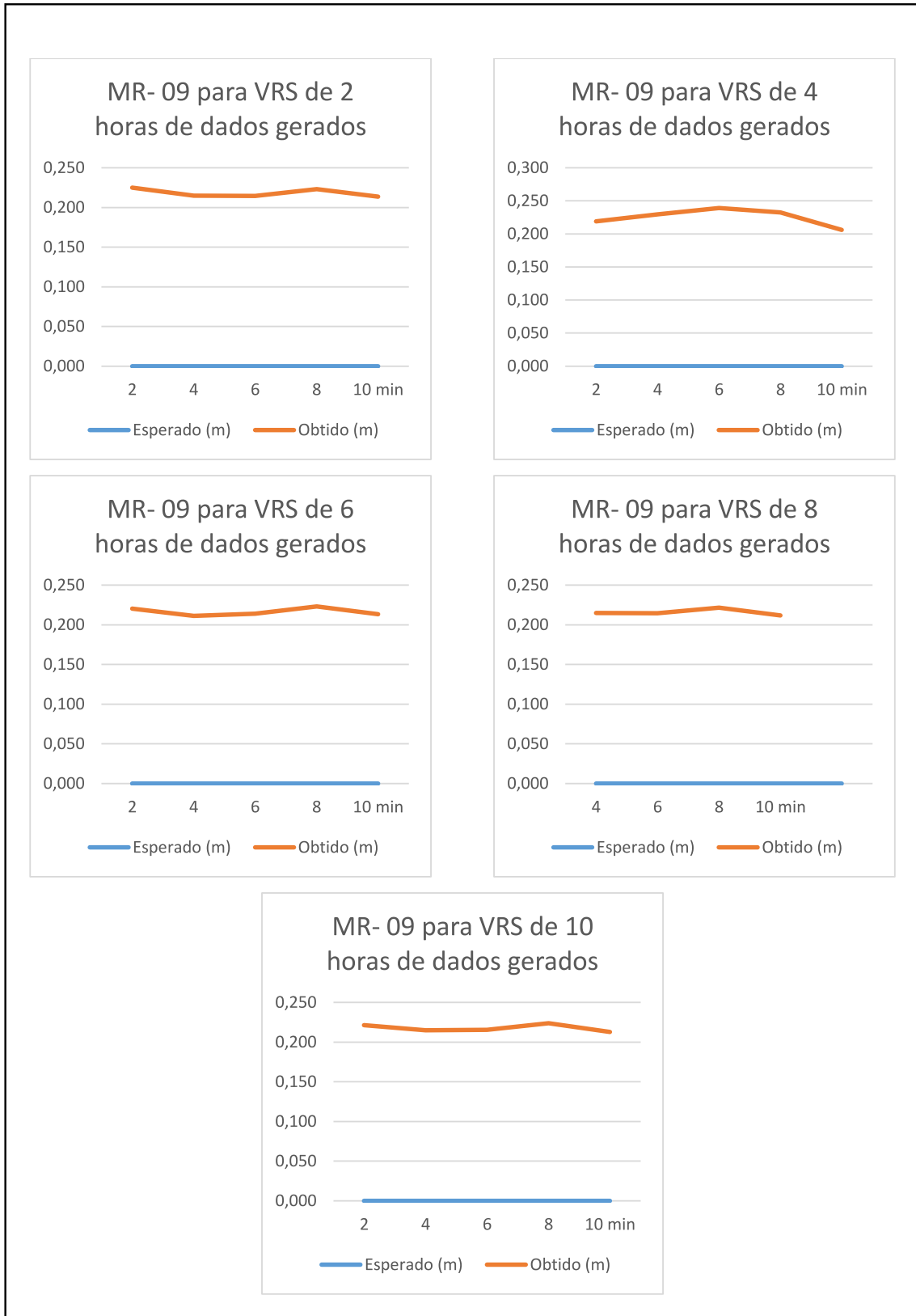


Figura 23- Gráficos do RMS referente ao vértice MR-10



Figura 24- Gráficos do RMS referente a estação geodésica 93949

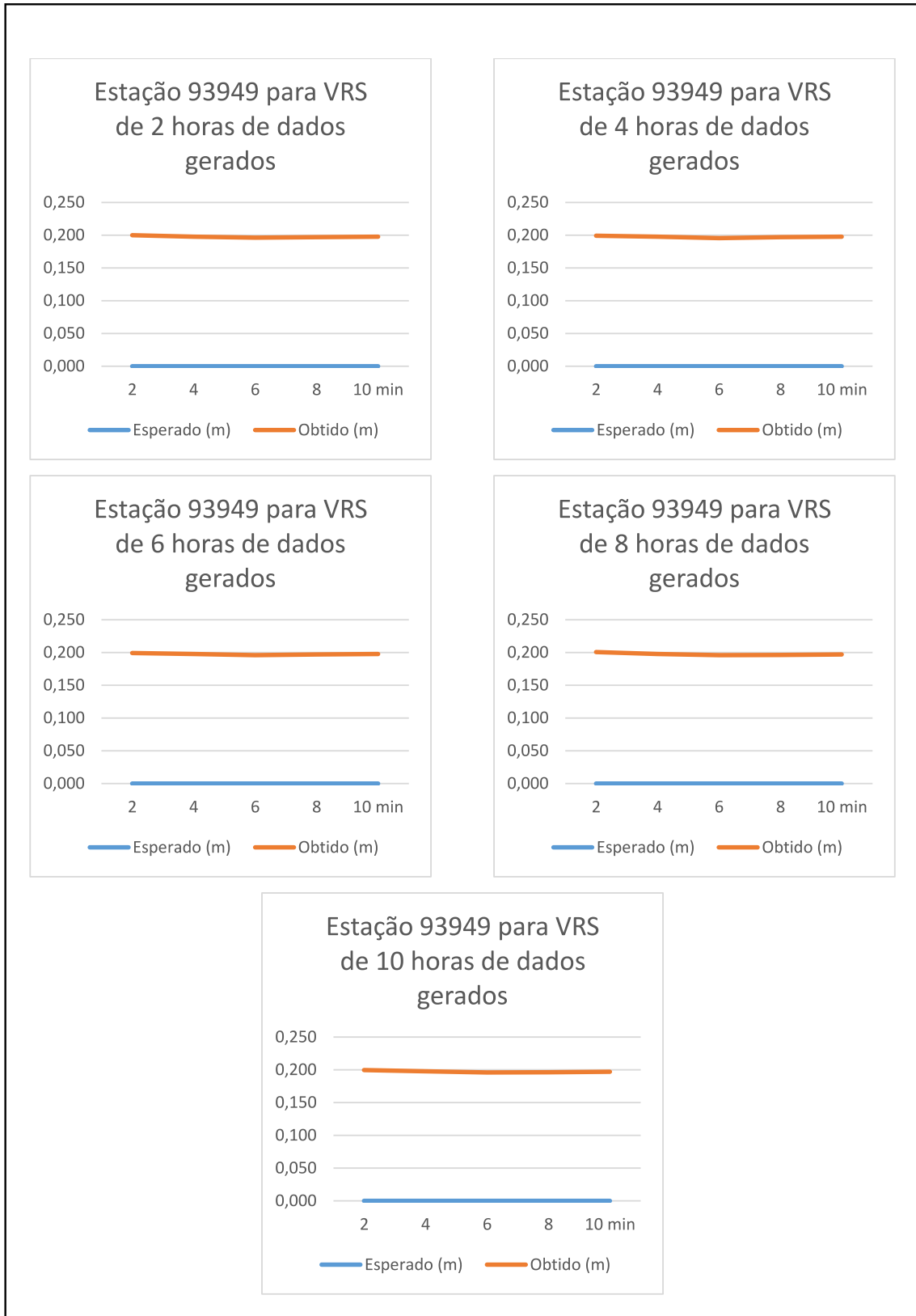
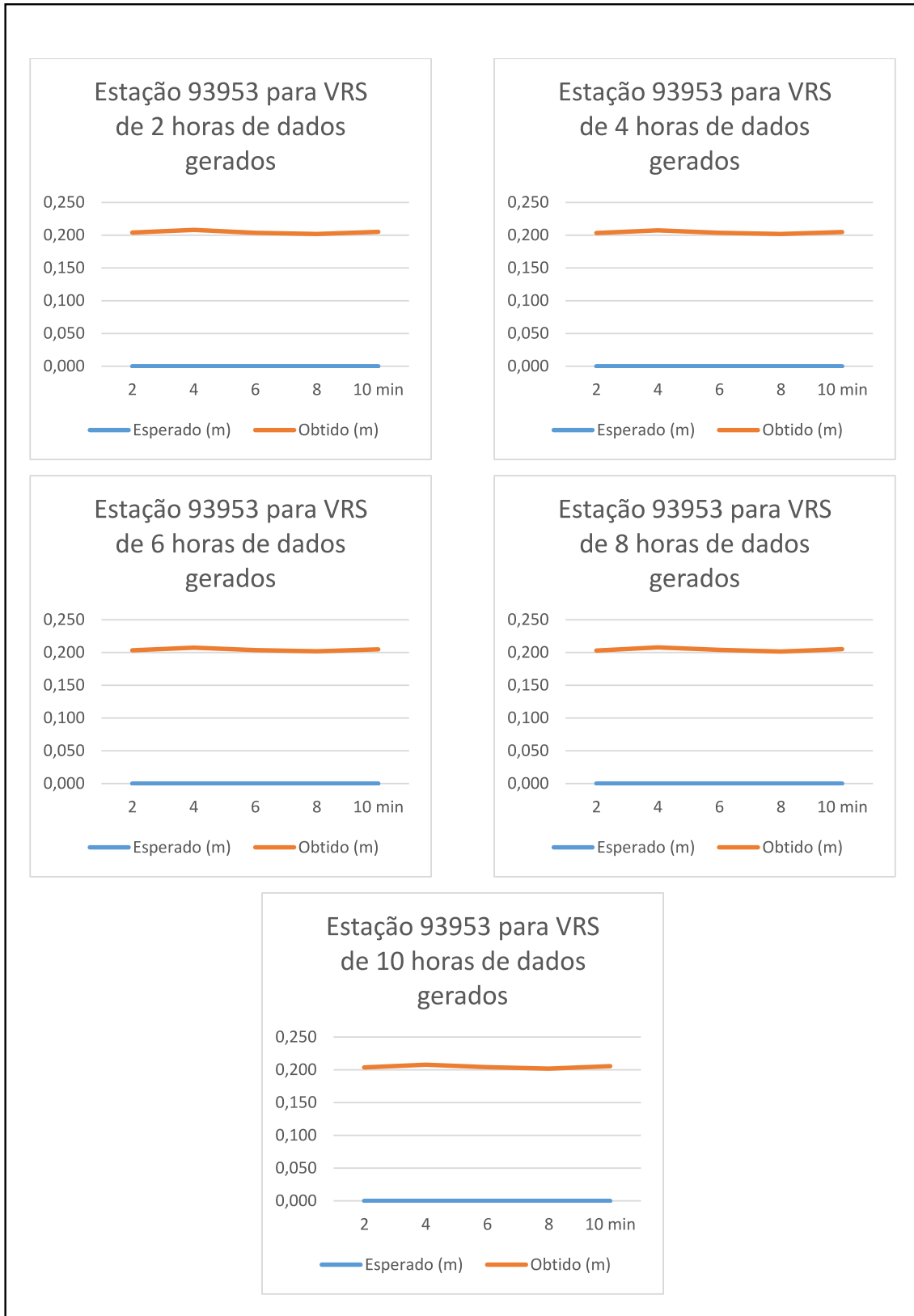


Figura 25- Gráficos do RMS referente a estação geodésica 93953



Apêndice E – Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria obtidas para os vértices MR-02 a MR-10 e para as estações geodésicas do IBGE a partir dos processamentos com bases VRS geradas com diferentes tempos

Tabela 43- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-02

	E	N	h
μ (m)	362928,740	7531735,591	846,981
s^2 (m²)	0,0002038	0,0002050	0,0006713
σ (m)	0,0142770	0,0143176	0,0259101
Máx. (m)	362928,760	7531735,625	847,025
Mín. (m)	362928,720	7531735,570	846,890
Curtose	-1,3787606	-0,3292730	5,8353796
Assimetria	0,0765690	0,2500234	-1,4475463

Tabela 44- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-03

	E	N	h
μ (m)	362942,090	7531856,434	848,861
s^2 (m²)	0,0001788	0,0001406	0,0004776
σ (m)	0,0133712	0,0118557	0,0218535
Máx. (m)	362942,113	7531856,451	848,906
Mín. (m)	362942,074	7531856,414	848,830
Curtose	-1,0683905	-1,3294390	0,4924767
Assimetria	0,4378877	-0,4280242	1,3492099

Tabela 45- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-04

	E	N	h
μ (m)	362968,412	7531848,275	848,734
s^2 (m²)	0,0000559	0,0003266	0,0001203
σ (m)	0,0074795	0,0180723	0,0109678
Máx. (m)	362968,425	7531848,303	848,755
Mín. (m)	362968,401	7531848,250	848,711
Curtose	-1,1129910	-1,4460717	0,1107887
Assimetria	0,5149522	0,1291217	0,5075163

Tabela 46- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-05

	E	N	h
μ (m)	362972,582	7531861,761	848,995
s^2 (m²)	0,0001406	0,0001734	0,0000930
σ (m)	0,0118564	0,0131671	0,0096431
Máx. (m)	362972,600	7531861,782	849,012
Mín. (m)	362972,565	7531861,736	848,973
Curtose	-1,6718834	-0,3866424	-0,2119275
Assimetria	0,2369038	-0,5997101	0,1049759

Tabela 47- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-06

	E	N	h
μ (m)	362997,021	7531864,222	849,061
s^2 (m²)	0,0000288	0,0002466	0,0001048
σ (m)	0,0053659	0,0157033	0,0102385
Máx. (m)	362997,028	7531864,246	849,083
Mín. (m)	362997,010	7531864,207	849,039
Curtose	-0,3795881	-1,7947110	0,1181477
Assimetria	-0,8084642	0,4733869	-0,0876799

Tabela 48- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-07

	E	N	h
μ (m)	363058,540	7531851,213	848,748
s^2 (m²)	0,0001014	0,0002585	0,0001210
σ (m)	0,0100694	0,0160779	0,0110011
Máx. (m)	363058,556	7531851,234	848,764
Mín. (m)	363058,525	7531851,189	848,713
Curtose	-1,1613859	-1,3873387	3,1120236
Assimetria	0,0921312	-0,4052148	-0,9485454

Tabela 49- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-08

	E	N	h
μ (m)	363127,444	7531830,420	847,862
s^2 (m²)	0,0001651	0,0002300	0,0003394
σ (m)	0,0128474	0,0151658	0,0184226
Máx. (m)	363127,461	7531830,447	847,885
Mín. (m)	363127,426	7531830,394	847,832
Curtose	-1,5351338	-0,8067416	-1,5624429
Assimetria	-0,0734605	0,1389029	-0,1323782

Tabela 50- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-09

	E	N	h
μ (m)	363092,738	7531783,782	847,537
s^2 (m²)	0,0001061	0,0000283	0,0004960
σ (m)	0,0102995	0,0053241	0,0222717
Máx. (m)	363092,761	7531783,791	847,564
Mín. (m)	363092,723	7531783,769	847,487
Curtose	-0,7971715	0,5555223	-0,7434442
Assimetria	0,2248091	-0,3168763	-0,6147080

Tabela 51- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados do vértice MR-10

	E	N	h
μ (m)	363012,110	7531749,434	847,261
s^2 (m²)	0,0001665	0,0001642	0,0002236
σ (m)	0,0129052	0,0128128	0,0149545
Máx. (m)	363012,122	7531749,449	847,282
Mín. (m)	363012,087	7531749,415	847,226
Curtose	-0,8979551	-1,7838226	-0,4605354
Assimetria	-0,8536302	-0,0520887	-0,4105674

Tabela 52- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados da estação geodésica 93949

	E	N	h
μ (m)	363128,238	7531218,379	884,765
s^2 (m²)	0,0000018	0,0000012	0,0000254
σ (m)	0,0013329	0,0010909	0,0050355
Máx. (m)	363128,240	7531218,381	884,769
Mín. (m)	363128,236	7531218,378	884,754
Curtose	-0,6127722	-1,1729338	0,3405746
Assimetria	-0,2370223	0,3171717	-1,4001800

Tabela 53- Valores de média, variância, desvio padrão, máximo, mínimo, curtose e assimetria para os dados da estação geodésica 93953

	E	N	h
μ (m)	362796,937	7532322,066	930,554
s^2 (m²)	0,0000006	0,0000030	0,0000032
σ (m)	0,0007895	0,0017243	0,0017814
Máx. (m)	362796,939	7532322,069	930,558
Mín. (m)	362796,936	7532322,063	930,551
Curtose	0,4344108	-0,4548862	-0,3188130
Assimetria	0,6254967	0,1091453	-0,0133059

Apêndice F – Gráficos contendo a distribuição normal para os eixos este, norte e altura geométrica dos vértices MR-02 a MR-10 e para as estações geodésicas do IBGE.

Figura 26- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-02

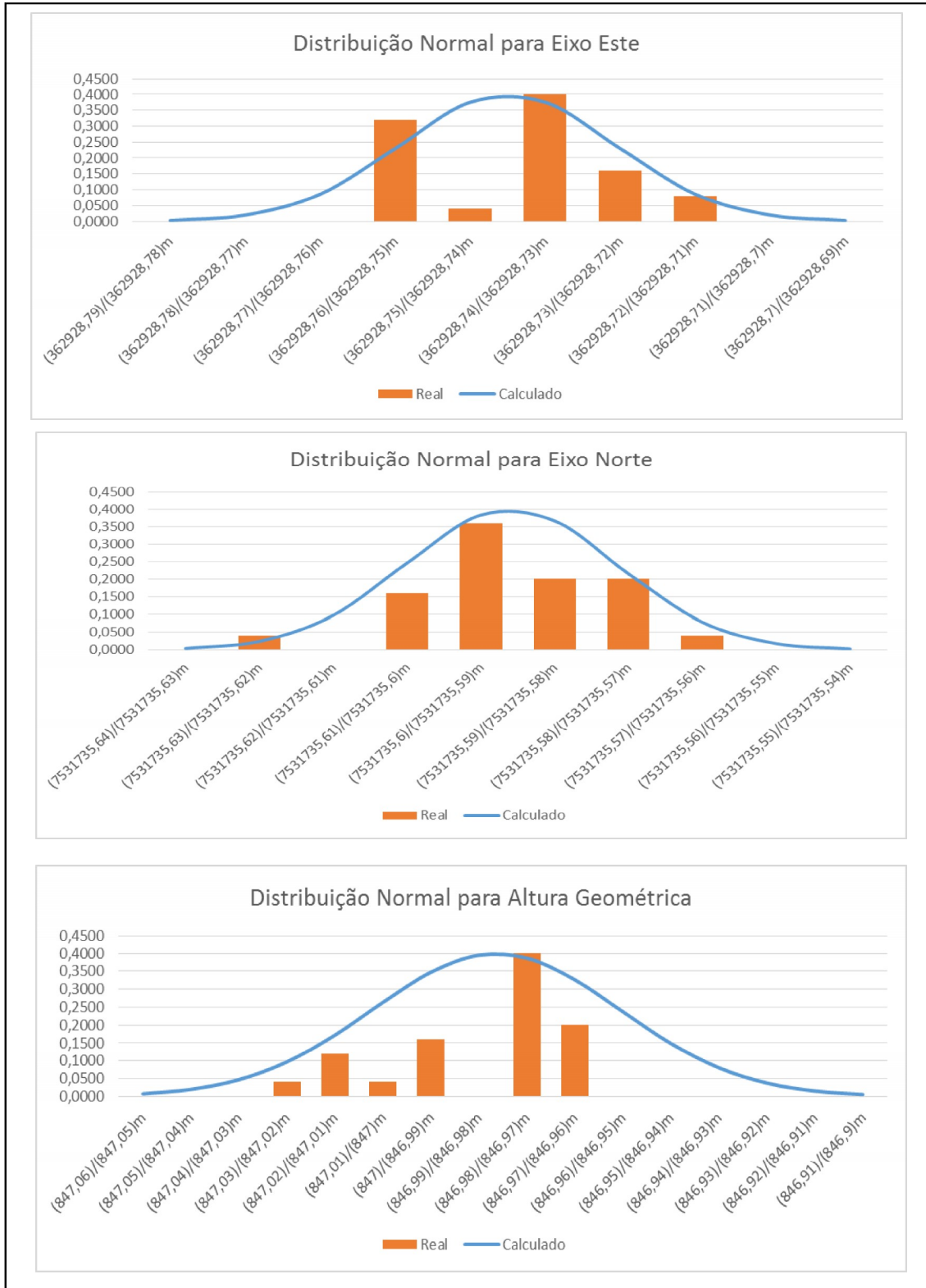


Figura 27- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-03

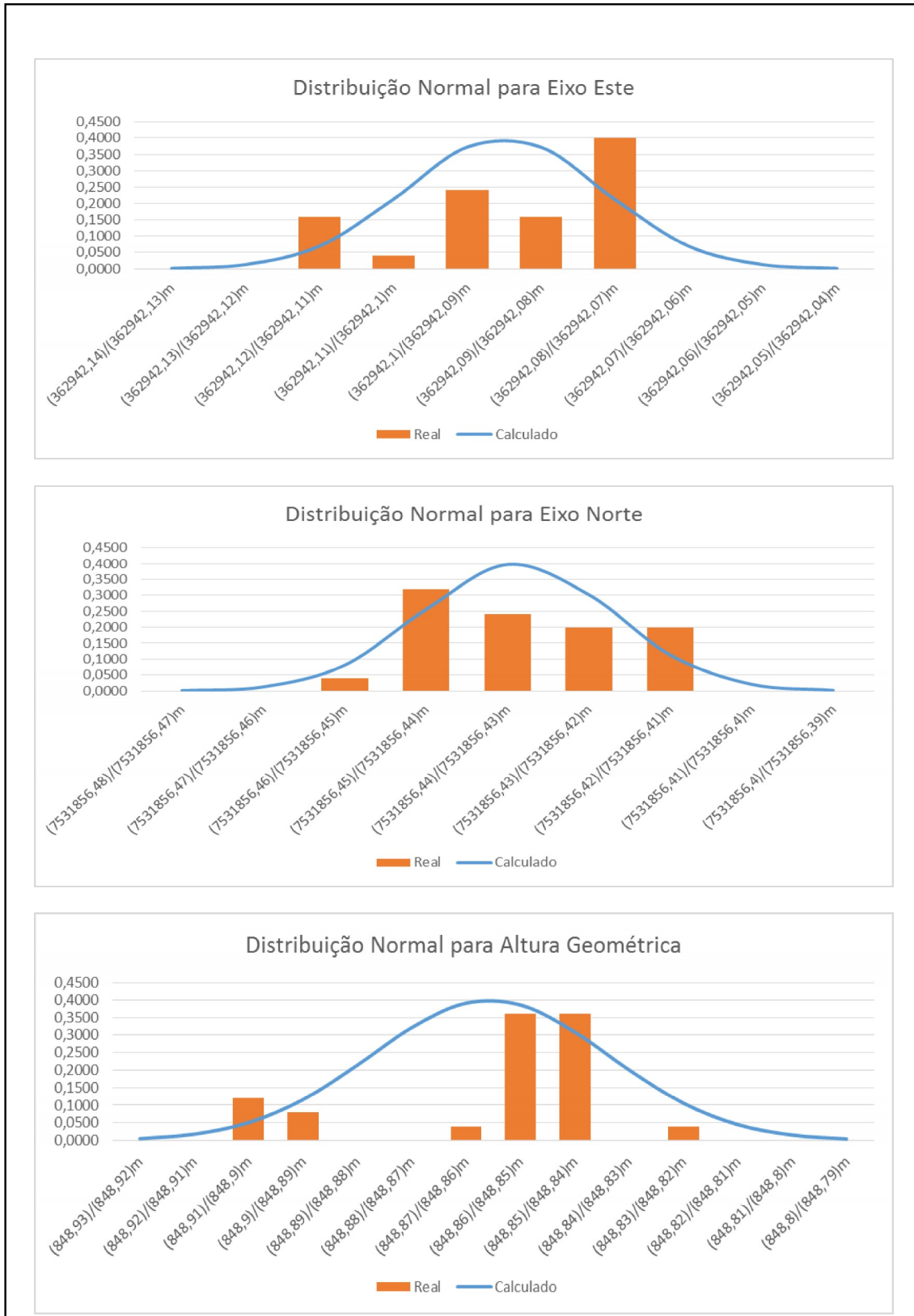


Figura 28- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-04

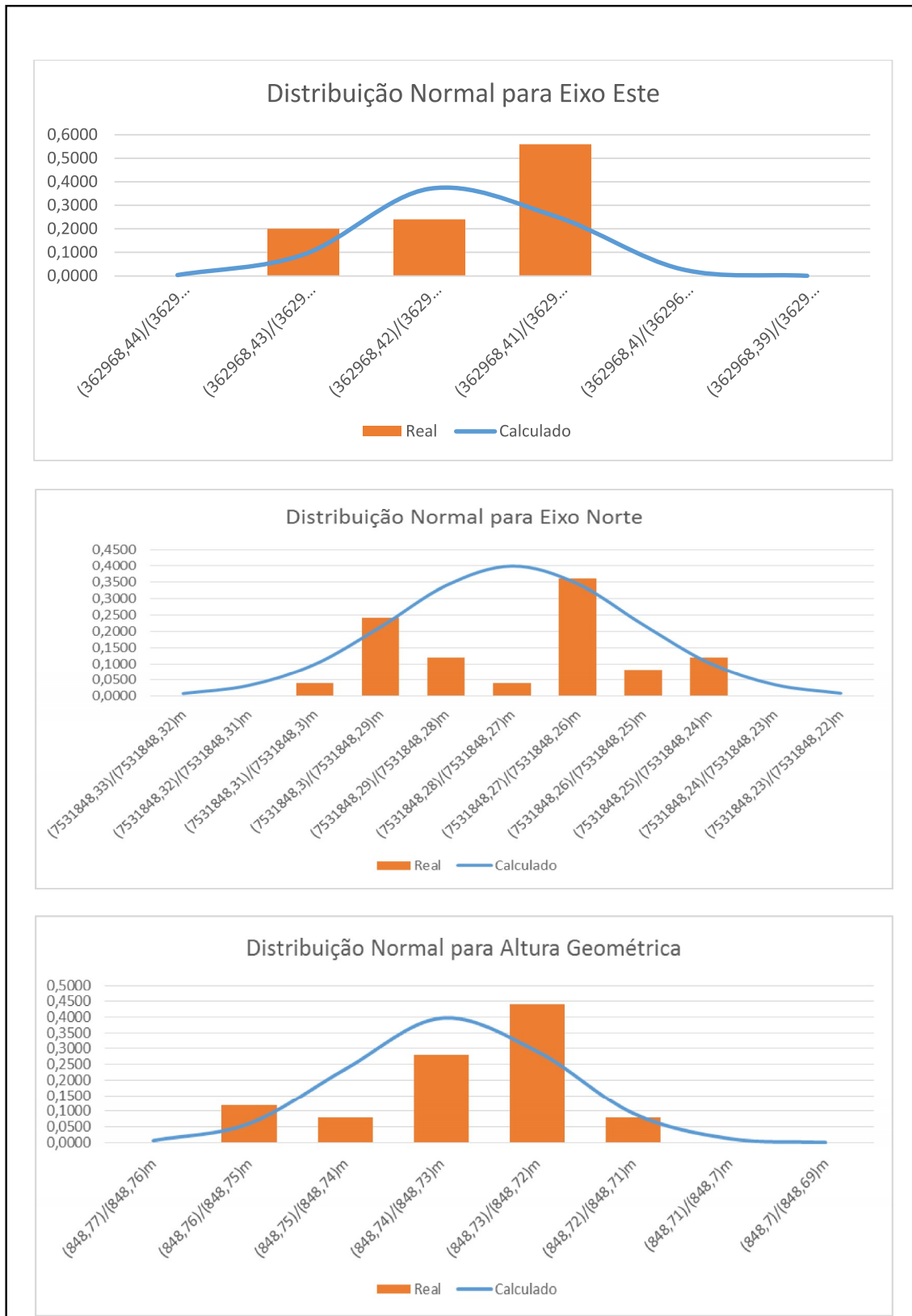


Figura 29- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-05

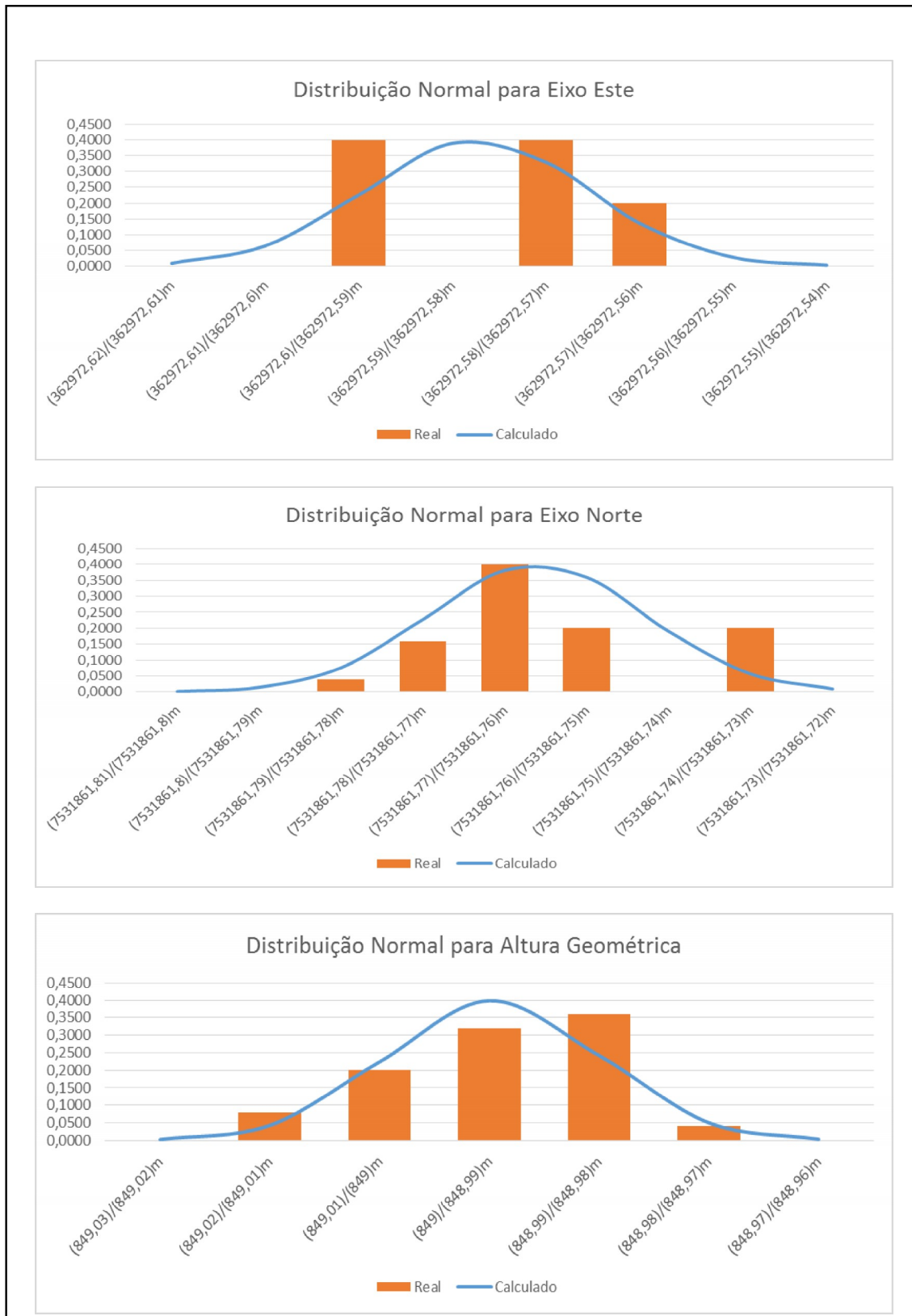


Figura 30- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-06

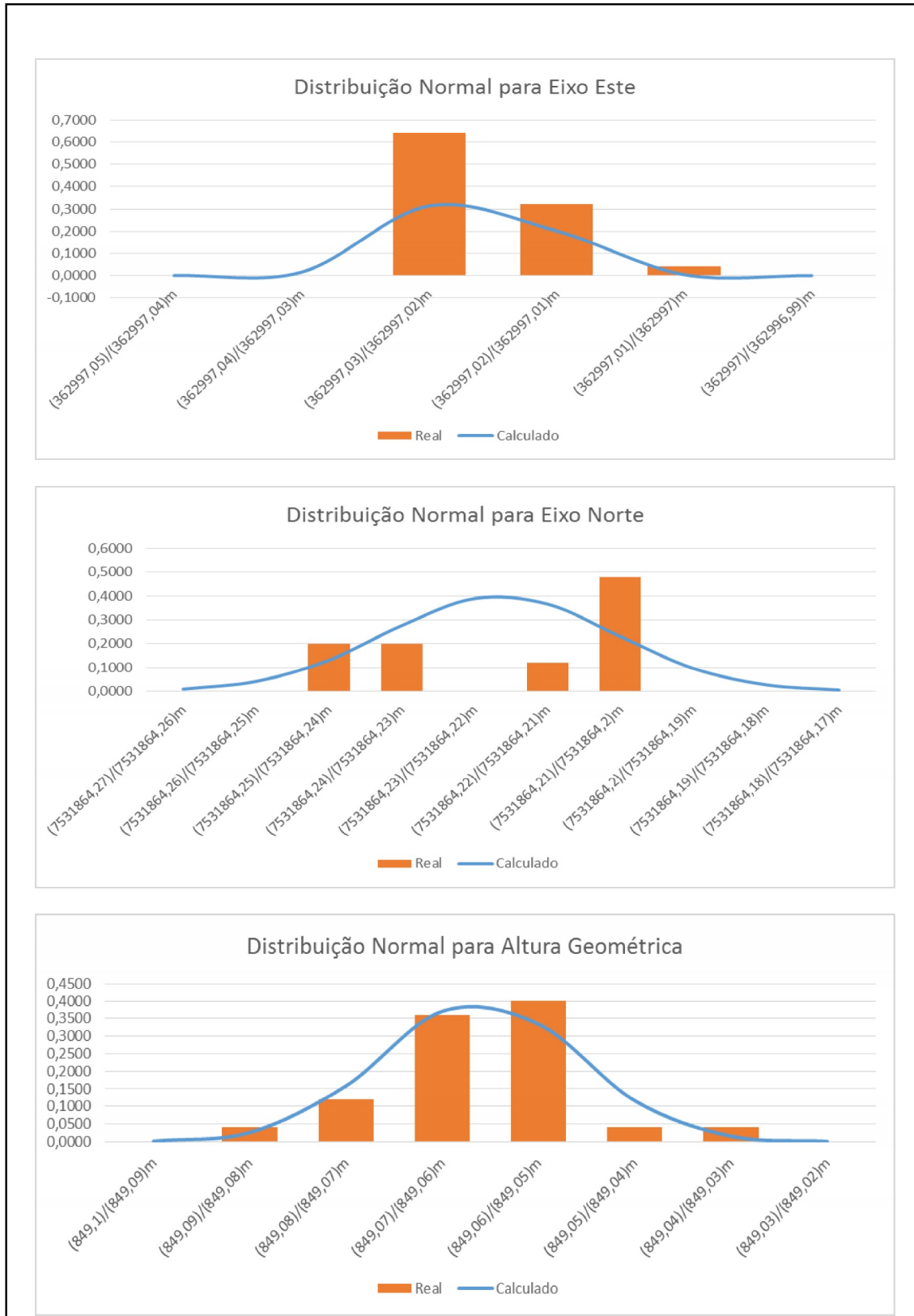


Figura 31- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-07

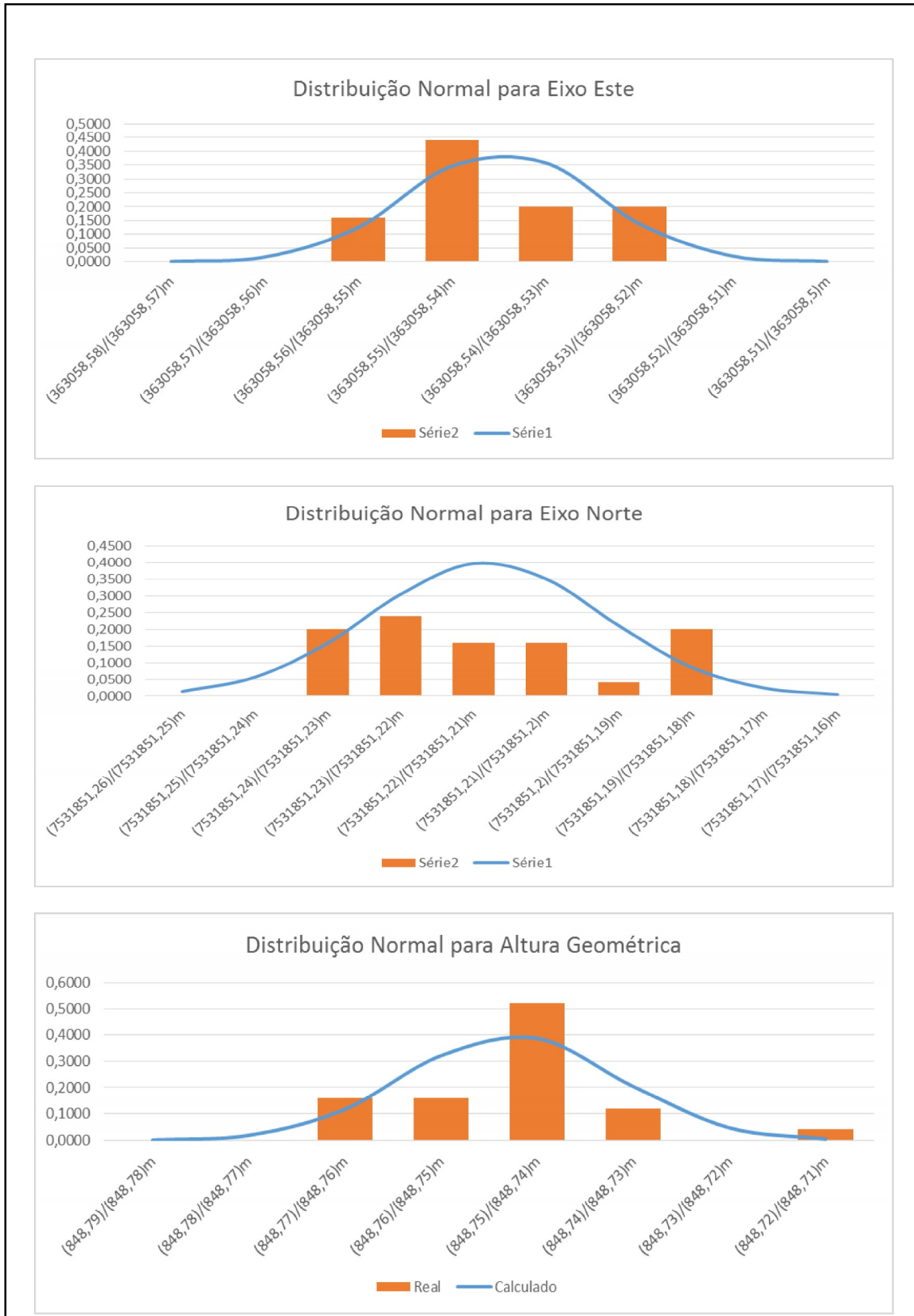


Figura 32- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-08

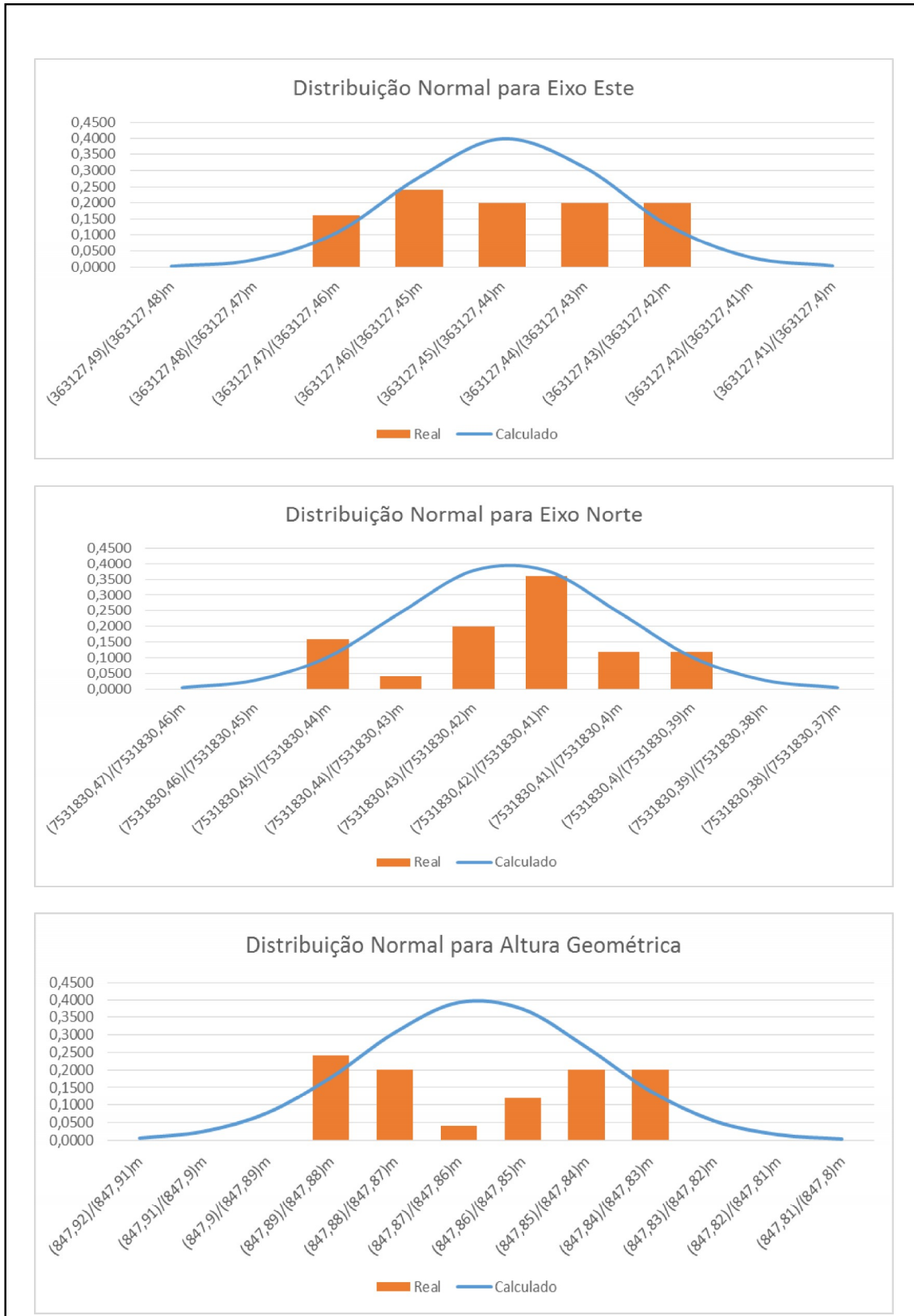


Figura 33- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-09

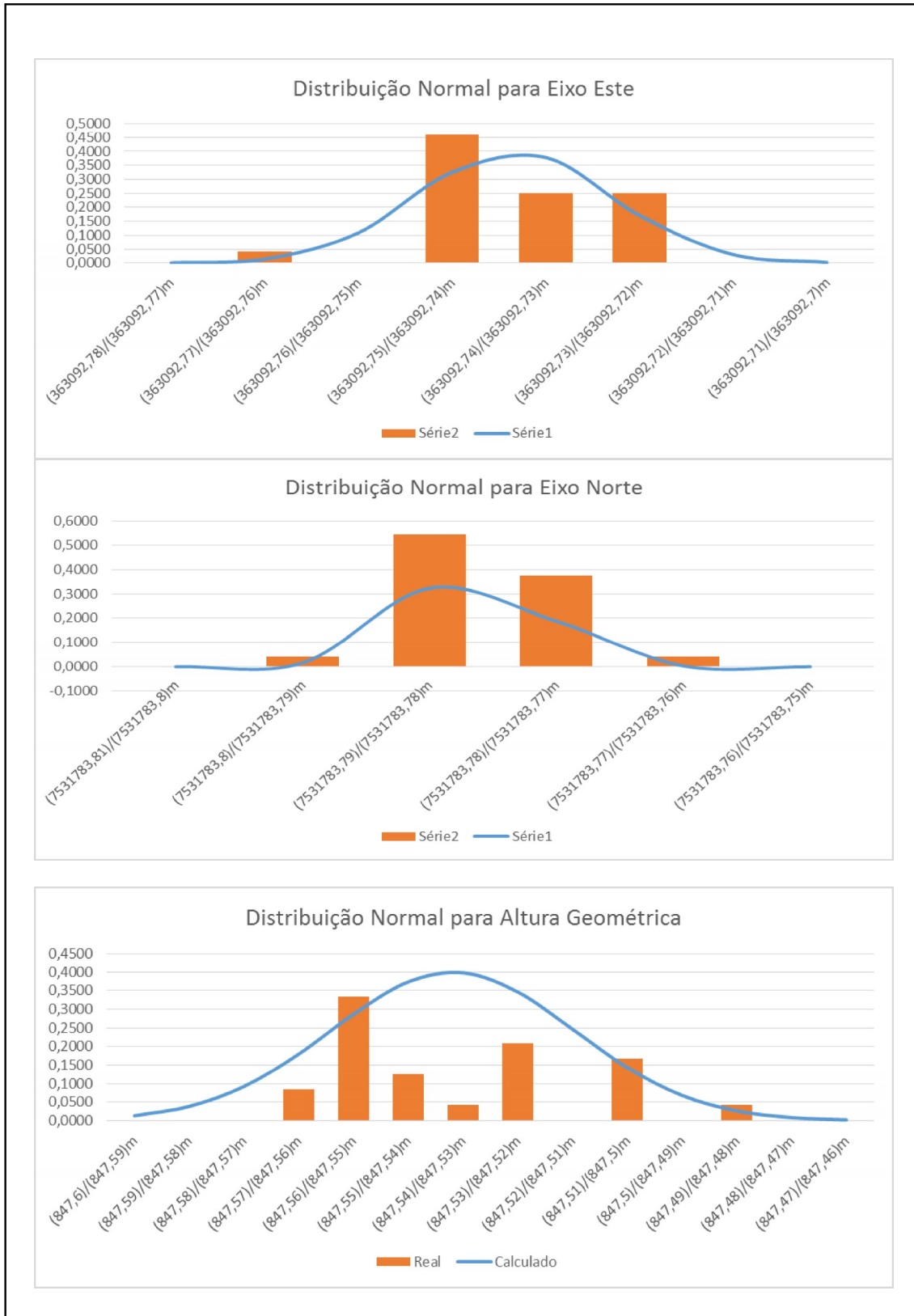


Figura 34- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica do vértice MR-10

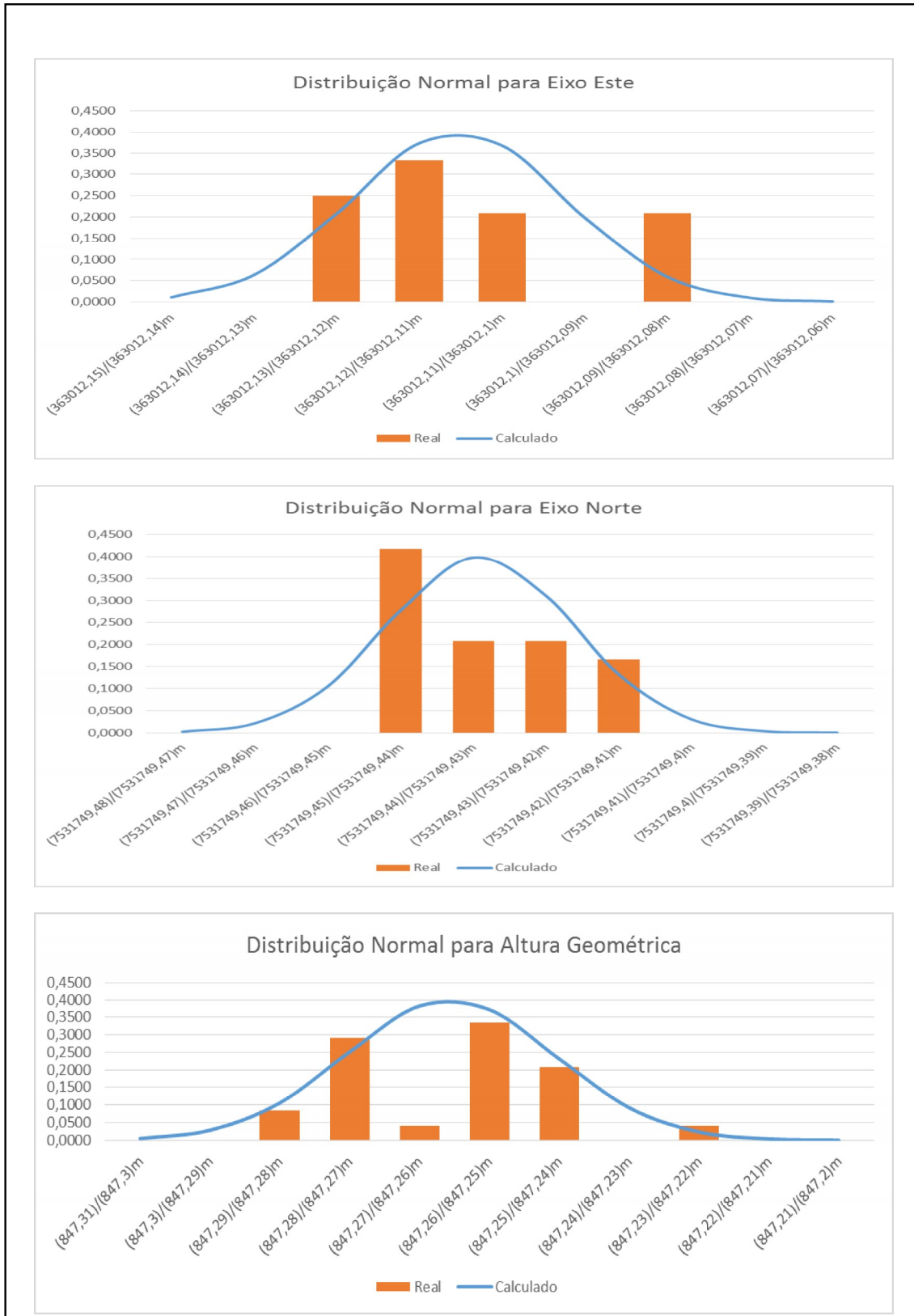


Figura 35- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica da estação 93949

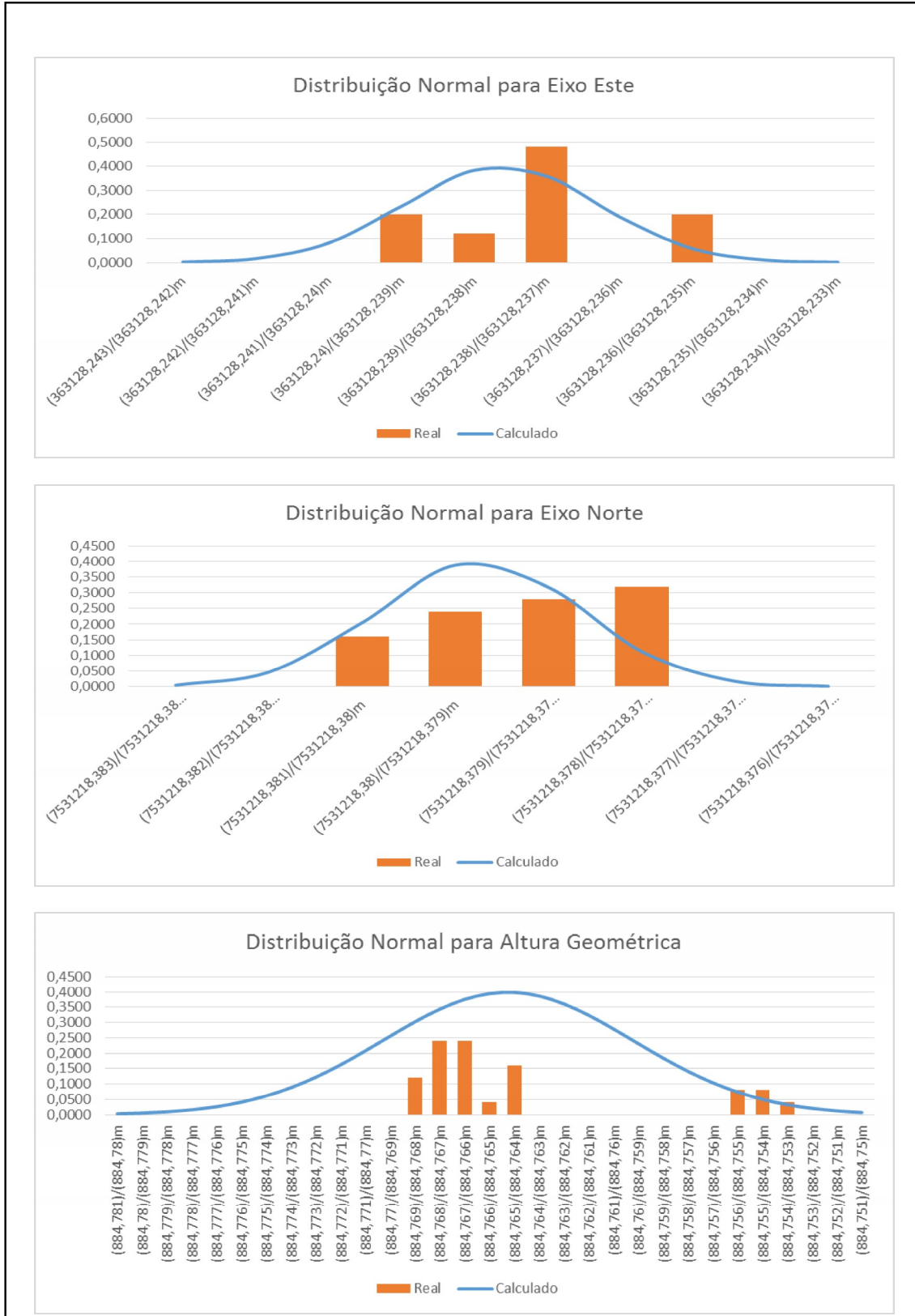


Figura 36- Gráfico da distribuição normal para os eixos: este, norte e altura geométrica da estação 93953

