

# A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA RTK NTRIP: ANÁLISE DA VIABILIDADE DO USO PARA GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS.

*The use of RTK NTRIP technology: Analysis of the feasibility of using for georeferencing of rural properties*

**Artur Amaral Ribas<sup>1</sup>**  
**Prof. Ms. Adriane Brill Thum<sup>2</sup>**

**Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS**  
**Curso de Especialização em Informações Espaciais Georreferenciadas**  
**Av. Unisinos, 950 – Bloco 6A - Caixa Postal 275 – 93.022-000 – Bairro Cristo Rei - São Leopoldo – RS, Brasil.**  
E-mail: artur\_riba@hotmail.com<sup>1</sup> ;  
adrianebt@unisinos.br<sup>2</sup>

## RESUMO

O georreferenciamento de áreas rurais no Brasil já é uma realidade, e novas tecnologias apoiadas na rede de telefonia móvel vem sendo desenvolvidas para aprimorar o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS). Neste contexto, destaca-se o uso da tecnologia RTK NTRIP, que utiliza a rede de telefonia móvel para receber correções em tempo real, através da internet. O objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade de uso desta tecnologia para o georreferenciamento de imóveis rurais, e para esta análise foi efetuado levantamentos com diferentes comprimentos de linha base, onde os dados foram comparados com dados obtidos através do rastreamento estático pós processado. Os resultados demonstraram que as variações posicionais ficaram dentro dos parâmetros especificados pela 3ª Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais do INCRA, porém foi constatado que a abrangência da telefonia móvel é o principal fator limitante para a execução de levantamentos no método RTK NTRIP.

**Palavras-chave: RTK, NTRIP, Georreferenciamento de áreas rurais.**

## ABSTRACT

The georeferencing of rural areas in Brazil is already a reality, and new technologies supported in the mobile network have been developed to enhance the Global Navigation Satellite System (GNSS). In this context, the use of RTK NTRIP technology is highlighted, which uses the mobile phone network to receive real-time corrections through the internet. The objective of this study was analyze the feasibility of using this technology for geo-referencing of rural properties, and for this analysis surveys with different baseline lengths, were conducted, where the data was compared with data obtained from post processed static tracking. The results showed that the positional changes were within the parameters specified by the 3rd Technical Standard for Georeferencing of Rural properties of the INCRA, but it was found that the range of mobile telephony is the main limiting factor for the implementation of surveys in RTK NTRIP method.

**Keywords: RTK, NTRIP, georeferencing of rural areas.**

## 1. INTRODUÇÃO

Os serviços topográficos têm sofrido uma profunda mudança devido aos avanços tecnológicos, desde o início do uso das primeiras estações totais, passando pelos GPS's de uma frequência até os atuais

equipamentos de GNSS rastreando diversas constelações.

O termo GNSS (Global Navigation Satellite System), refere-se ao conjunto de infraestruturas espaciais e terrestres, que permitem a navegação e posicionamento com cobertura global, e abrange o sistema Norte

Americano NAVSTAR-GPS, Russo GLONASS, Europeu Galileu, Chinês Compass, dentre outros.

Para Ghilani e Wolf (2012), a ciência e a tecnologia de determinar a posição de pontos sobre a superfície terrestre não pode ser mais chamada de topografia, e essa nova atividade de medir, coletar e processar estas informações, sobre a terra e meio ambiente, passou a ser chamada de Geomática. Sendo, esse nome, bastante difundido países de língua inglesa.

Atualmente, os equipamentos mais utilizados e de maior produtividade para a execução de levantamentos topográficos com GNSS são os equipados com a tecnologia RTK (Real Time Kinematic) no qual temos a transmissão em tempo real das correções da fase da onda portadora, a partir de uma base de referência com coordenadas previamente conhecidas.

De acordo com Krawczenko (2014), os levantamentos planimétricos, utilizando a técnica RTK, possuem vantagem sobre a topografia clássica não somente na redução de tempo de execução do levantamento, mas também na redução significativa no tamanho da equipe de campo.

Nos dias de hoje, a técnica mais utilizada de comunicação entre a estação de referência denominada base e a estação móvel, rover, é através de um rádio UHF.

Outro método de comunicação entre a base e o Rover é através da rede de telefonia móvel celular, RTK/GSM. Conforme Borges & Dias (2013), essa técnica foi desenvolvida na Alemanha em 2003 devido ao alto custo para liberação de frequências de rádio para uso civil, o que tornava a técnica RTK/UHF impraticável. Ela consiste em receber as correções das observações da fase da onda portadora através da rede de comunicação de celulares GSM.

A tecnologia RTK/GSM é muito difundida nos países norte americanos e Europeus, devido ao alto grau de abrangência do sinal GSM. Porém, no Brasil, como é de conhecimento de todos, a rede de telefonia móvel tem dificuldades de fornecer acesso a internet fora dos centros urbanos, e grande parte dos levantamentos topográficos são efetuados em áreas rurais.

Ambos os métodos, RTK/UHF e RTK/GSM, necessitam que a equipe de topografia possua um par de equipamentos GNSS, pois os métodos baseiam-se em efetuar a correção em tempo real das observações da estação móvel através de uma estação instalada em um local de coordenadas previamente conhecidas.

De acordo com Costa et al. (2008), o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) iniciou a modernização da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo - RBMC, passando das 27 estações em 2007 para 55 em junho de 2008. No momento atual, conforme IBGE (2015), essa rede conta com 112 estações operacionais. A referida modernização permitiu que levantamentos em tempo real, RTK, fossem feitos através das correções fornecidas pela RBMC através do IBGE, RTK/NTRIP (Networked Transport of RTCM via internet Protocol).

O uso da tecnologia RTK/NTRIP em levantamentos possibilita uma redução da ordem de 50% do custo de aquisição dos equipamentos de topografia, em relação ao modo RTK UHF ou GSM, pois o equipamento GNSS que fornece as correções é integrante da RBMC.

Esse artigo pretende demonstrar e analisar a viabilidade de utilização da técnica RTK NTRIP para o Georreferenciamento de imóveis rurais com o intuito de viabilizar a redução de equipamentos e pessoal envolvidos no processo e, dessa forma, reduzir os custos envolvidos.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 POSICIONAMENTO RELATIVO**

O posicionamento relativo, através de GNSS, consiste em determinar a posição de um ponto em relação a outro ponto com coordenadas previamente conhecidas. O receptor instalado sobre os pontos com coordenadas conhecidas são denominados de estação base.

Para a determinação de um ponto, no método de posicionamento relativo, é necessário que tenhamos dois ou mais receptores rastreando os mesmos satélites simultaneamente. Um ou mais receptores são instalados sobre os locais com coordenadas

conhecidas e o outro é instalado sobre o local de interesse do usuário.

De acordo com o Manual técnico de posicionamento: Georreferenciamento de imóveis rurais, INCRA (2013), no posicionamento relativo, podemos corrigir as observações da estação móvel através da fase da onda portadora e da pseudodistância. Porém, a correção da onda portadora fornece melhor precisão.

A estação de referência, base, pode ser um equipamento GNSS do próprio usuário, ou pode-se utilizar os dados fornecidos pela Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo

## 2.2 RBMC

A RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) consiste em estações de monitoramento com receptores de alto desempenho, que permanecem rastreando 24 horas por dia, e segundo Cintra et al (2011), essas estações possuem coordenadas finais com acurácia de  $\pm 5$  mm. Estes dados de monitoramento, no formato RINEX2, são fornecidos gratuitamente para download no site do IBGE.



Figura 1: Rede Brasileira de Monitoramento contínuo do sistema GNSS. Fonte: IBGE.

## 2.3 GNSS / RTK

A técnica RTK (Real Time Kinematic) consiste em receber as correções em tempo real de uma estação de referência. Essas correções podem ser fornecidas através de diversas formas, tais como:

## 2.4 RTK / UHF

UHF é a denominação, na língua inglesa, para Ultra High Frequency (Frequência ultra alta), à qual define a faixa de rádio frequência entre 300 MHz até 3 GHz.

A tecnologia RTK UHF consiste em criar um link de rádio, dentro desta faixa de frequência, entre a estação base e a estação rover e dessa forma transmitir as correções em tempo real, permitindo que tenhamos uma estação base emitindo as correções e diversas estações móveis recebendo ao mesmo tempo.

Basicamente, temos dois tipos de rádios UHF: Rádio Interno com potências variando entre 1 e 2 watts, e rádio externo com potência variando entre 5 e 35 watts.

A potência do rádio determina a distância possível de comunicação entre a base e o móvel e também o consumo de energia elétrica. Enquanto os rádios internos utilizam baterias, com peso aproximado de 300 g, os rádios externos utilizados nas estações base utilizam como fonte de energia uma bateria similar as utilizadas em carros.

## 2.5 RTK / GSM DIRETO

O modelo de correção na técnica RTK UHF e RTK GSM Direto diverge apenas na forma de comunicação entre a estação base e o rover, ao invés de termos um link de rádio para transmitir as correções, os receptores são providos de modem GSM, no qual são inseridos chips de telefonia celular para a comunicação.

A estação móvel efetua uma ligação telefônica para a estação base e é estabelecido o link de comunicação.

A desvantagem dessa tecnologia sobre a comunicação UHF, é que uma estação base somente fornece as correções para um rover, pois o link entre elas é uma ligação telefônica, não sendo possível a estação base receber mais de uma ligação proveniente de outro rover.

## 2.6 RTK / NTRIP

A internet tem possibilitado um explosivo crescimento de tecnologias e, no caso da Geodésia permitiu o desenvolvimento na qual os usuários recebem as correções das estações RBMC via internet, sendo denominado RTK NTRIP, "Networked Transport of RTCM via Internet Protocol".

De acordo com LENZ (2004), essa tecnologia foi desenvolvida pela Agência Federal de Cartografia e Geodésia da Alemanha (BKG) em parceria com a Universidade de Dortmund, Trimble, dentre outros, onde a principal intenção foi utilizar a internet como uma alternativa às tecnologias existentes de correção via rádio (UHF) e telefonia celular (GSM, GPRS, EDGE, e etc.)

O sistema é composto de receptores que enviam continuamente dados no formato RCTM a um servidor denominado "Caster", e um aplicativo denominado "Cliente" localizado no equipamento do interessado recebe as correções.

O IBGE, através da RBMC-IP, fornece este serviço gratuitamente bastando um cadastro rápido no site do IBGE. No aplicativo Cliente, o interessado em receber as correções escolhe uma estação da RBMC-IP que deseja receber os dados.

Conforme Waese (2006), a banda de internet necessária para comunicação entre o servidor Caster o Cliente variam entre 0.5 a 5 kbit/s.

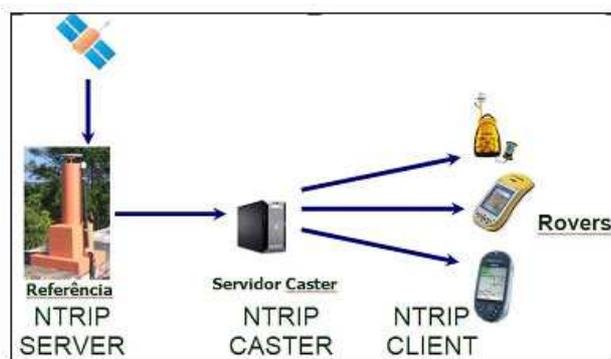


Figura 2: Componentes do sistema NTRIP.  
Fonte: IBGE.

## 3. OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho é constatar a viabilidade de utilização da técnica RTK NTRIP para o Georreferenciamento de imóveis rurais. E para tanto, foram

comparadas as coordenadas obtidas nesta tecnologia com as coordenadas obtidas pelo método do posicionamento relativo estático e com coordenadas dos marcos integrantes da Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM) de Porto Alegre.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

As áreas objeto deste estudo são glebas localizadas no município de Sapiranga, Glorinha Santao antônio da Patrulha, Osório e Xangri-Lá, no estado do Rio Grande do Sul, distantes aproximadamente 50, 62, 68, 85 e 105 km da estação POAL integrante da RBMC, respectivamente, e marcos da Rede de Referência Cadastral de Porto Alegre.

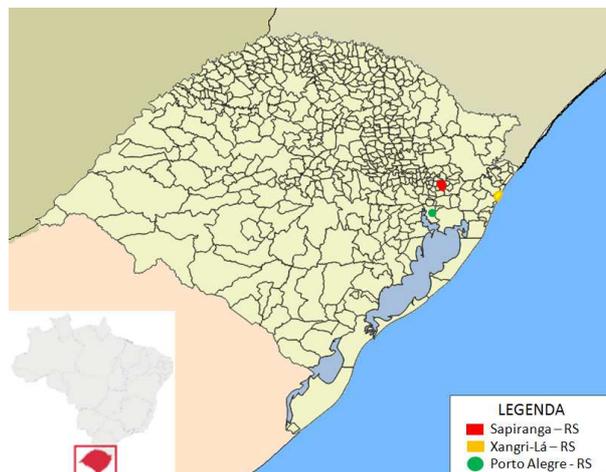


Figura 3: Localização dos municípios das áreas do estudo. Fonte: Base Cartográfica WEBER adaptado pelo autor.

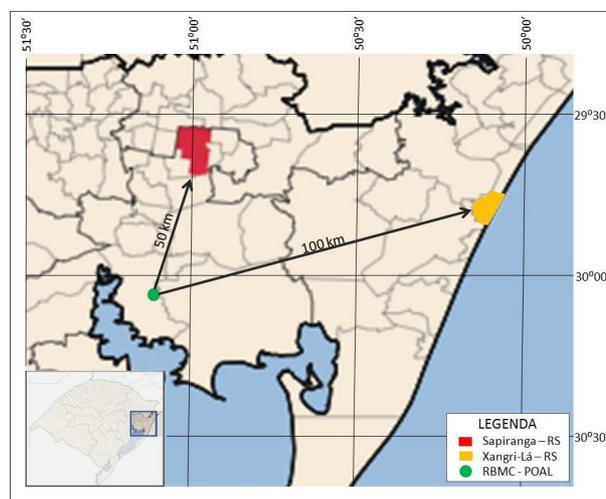


Figura 4: Localização dos municípios das áreas do estudo. Fonte: Base Cartográfica WEBER adaptado pelo autor.

#### 4.1.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE SAPIRANGA/RS

A área localizada no município de Saporanga, situada na área rural, à rua Travessão do Pesqueiro, sem número, conforme figura 5.



Figura 5: Localização da área de Saporanga. Fonte: Base Cartográfica WEBER e Imagem Google Maps, adaptados pelo autor.

#### 4.1.2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE XANGRI-LÁ/RS

A área localizada no município de Xangri-Lá, situada às margens da RS-389, conforme figura 6.

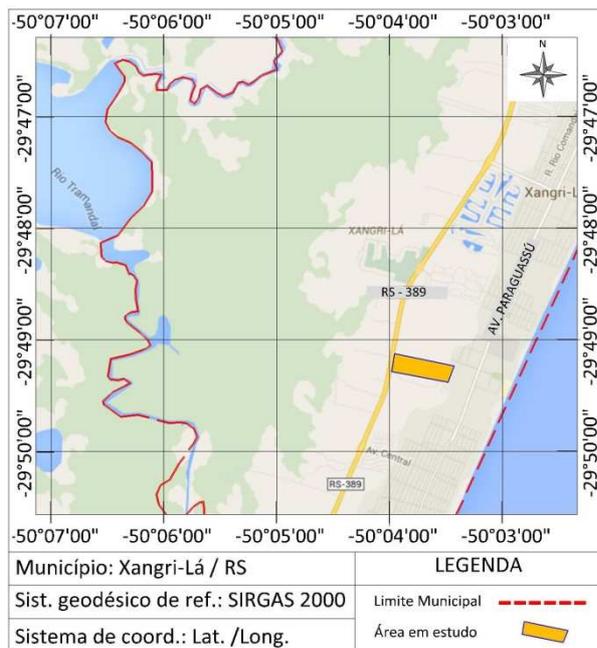


Figura 6: Localização da área de Xangri-Lá. Fonte: Base Cartográfica WEBER e Imagem Google Maps, adaptados pelo autor.

#### 4.1.3. LOCALIZAÇÃO DOS MARCOS DA REDE DE REFERENCIA CADASTRAL DE PORTO ALEGRE.

Os marcos levantados na cidade de Porto Alegre fazem parte da Rede de Referencia Cadastral do Município de Porto Alegre, sendo que foram utilizados os marcos M04, M10, M22, e M26, conforme figura 7.

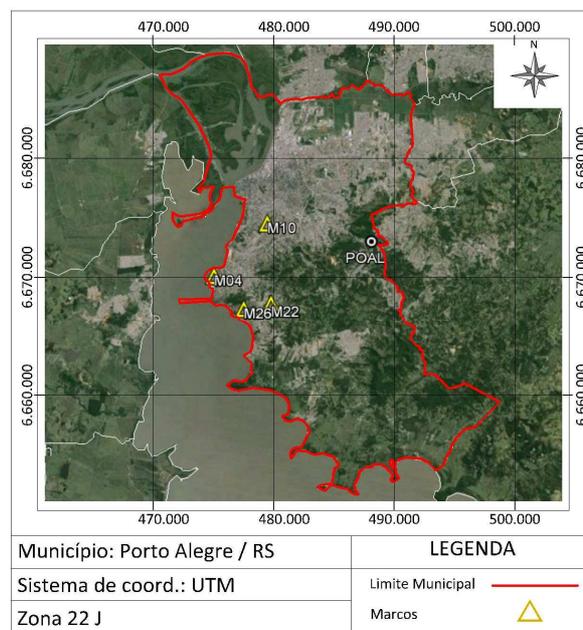


Figura 7: Localização dos marcos em estudo na cidade de Porto Alegre. Fonte: Imagem Google Earth, Base Cartográfica WEBER, adaptado pelo autor.

Tabela 01: Coordenadas UTM, Zona 22J, dos marcos levantados na cidade de Porto Alegre.

COORDENADAS DOS MARCOS DA RRCM			
MARCO	E (m)	N (m)	
M04	475.023,655	6.669.832,233	19,580
M10	479.471,622	6.674.256,490	23,140
M22	479.796,801	6.667.512,174	64,190
M26	477.517,607	6.667.069,906	28,720

Sistema geodésico: SIRGAS 2000

## 4.2 GEORREFERENCIAMENTO PÓS-PROCESSADO

### 4.2.1 GLEBA DO MUNICÍPIO DE SAPIRANGA

A Gleba localizada no município de Saporanga, foi objeto de georreferenciamento conforme as determinações da 3ª Norma de Georreferenciamento de Imóveis Rurais do INCRA, realizado nos dias 3 e 4 de outubro de 2014 e efetuado pelos alunos do Curso de Especialização em Informações Espaciais

Georreferenciadas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS e acompanhados pelos Engenheiros Cezar Augusto Cauduro e Adriane Brill Thum.

O levantamento foi executado com o receptor GNSS South e a base de referência, localizada dentro do perímetro da área foi pós-processados com software Ashtech Solutions 2.6 e a triangulação utilizando as bases de POAL e SMAR, ambas integrantes da RBMC, obtendo os resultados conforme Tabela 1.

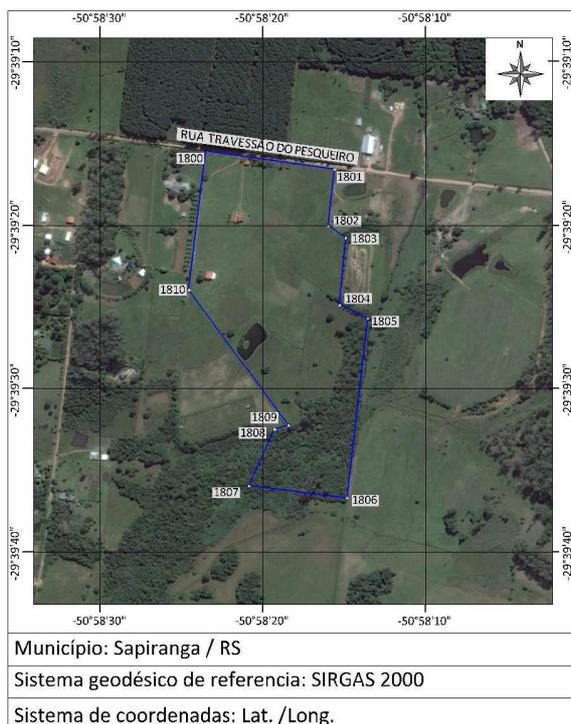


Figura 8: Área em estudo e vértices levantados.

Tabela 2: Coordenadas UTM, fuso 22, MC 51°, dos vértices da área localizada no município Sapiranga.

COORDENADAS PÓS PROCESSADAS - PPP		
VÉRTICE	E (m)	N (m)
1800	502.851,882	6.719.520,433
1801	503.095,656	6.719.486,902
1802	503.083,188	6.719.380,361
1803	503.116,660	6.719.357,969
1804	503.104,895	6.719.231,540
1805	503.157,844	6.719.206,190
1806	503.118,831	6.718.866,667
1807	502.933,455	6.718.889,370
1808	502.981,904	6.718.996,215
1809	503.008,297	6.719.003,557
1810	502.820,296	6.719.260,307

Sistema geodésico: SIRGAS 2000

## 4.2.2 GLEBA DO MUNICÍPIO DE XANGRI-LÁ

O Georreferenciamento da gleba, localizada no município de Xangri-Lá, foi realizado conforme as determinações da 3ª Norma de Georreferenciamento de Imóveis Rurais do Inbra.

O levantamento foi executado com o GNSS Topcon e a base de referência, localizada dentro do perímetro da área, foi pós-processados com software Ashtech Solutions 2.6 e a triangulação utilizando as bases de POAL e SMAR, ambas integrantes da RBMC, obtendo os resultados conforme Tabela 5.

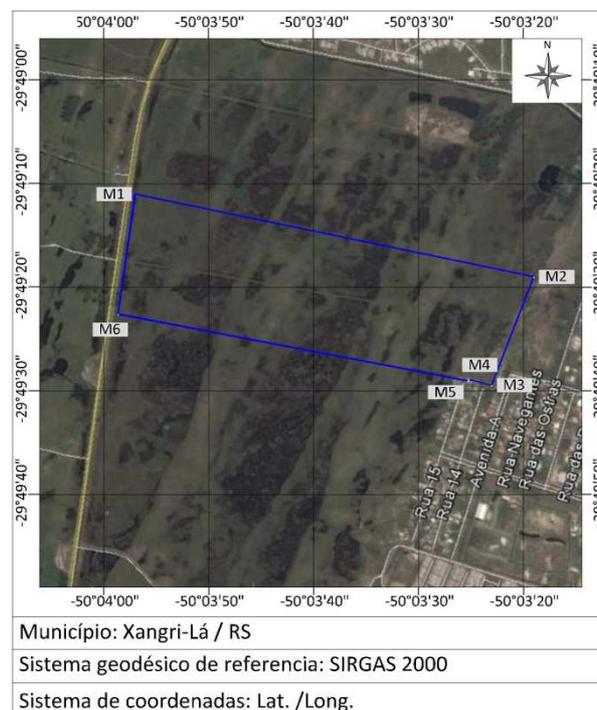


Figura 9: Área em estudo e vértices levantados.

Tabela 3: Coordenadas UTM, fuso 22, MC 51°, dos vértices da área localizada no município Xangri-Lá.

COORDENADAS PÓS-PROCESSADAS - PPP		
VÉRTICE	E	N
M1	590.257,893	6.700.819,980
M2	591.277,418	6.700.555,806
M3	591.155,680	6.700.277,236
M4	591.096,662	6.700.295,929
M5	591.094,341	6.700.291,628
M6	590.198,896	6.700.508,003

Sistema geodésico: SIRGAS 2000

### 4.3 GEORREFERENCIAMENTO RTK / NTRIP

O levantamento dos pontos, no método RTK NTRIP, foi efetuado com receptor GNSS da marca Sokkia, modelo GRX2 e coletora GETAC



Figura 10: Receptor marca SOKKIA, Modelo GRX2 e Coletora GETAC.

A coletora GETAC, utilizando o Software Magnet Field, foi configurada para acessar o servidor Caster através do endereço IP 186.228.51.52, porta 2101, para receber os dados de correção da estação POAL, da cidade de Porto Alegre RS.



Figura 11: Coletora GETAC conectada ao servidor Caster, recebendo correções da Base POAL.

Para acesso à internet, foi instalado na coletora um Chip de telefonia com serviço de dados da operadora VIVO, com um plano pré-pago com franquia de 600 Mb.

#### 4.3.1 RESULTADO DO LEVANTAMENTO NO MUNICÍPIO DE SAPIRANGA

O levantamento foi realizado no dia 27 e 28/02/2015. Na tabela 3 são apresentados os resultados do levantamento utilizando a tecnologia NTRIP.

Tabela 4: Resultados do georreferenciamento utilizando a tecnologia RTK NTRIP para a cidade de Sapiranga.

COORDENADAS - RTK NTRIP		
VÉRTICE	LONGITUDE	LATITUDE
1800	-50°58'13,919"	-29°39'15.454"
1801	-50°58'04,844"	-29°39'16.546"
1802	-50°58'05.310"	-29°39'20,007"
1803	-50°58'04,066"	-29°39'20,736"
1804	Sem conexão RTK	
1805	Sem conexão RTK	
1806	Sem conexão RTK	
1807	Sem conexão RTK	
1808	-50°58'9,077"	-29°39'32,484"
1809	-50°58'08,098"	-29°39'32,243"
1810	-50°58'15,090"	-29°39'23,913"

Sistema geodésico: SIRGAS 2000

Nos pontos 1804 à 1807 não foi possível obter solução fixa ou float, pois a coletora não obteve o link de internet com o servidor Caster.

#### 4.3.2 RESULTADO DO LEVANTAMENTO NO MUNICÍPIO DE XANGRI-LÁ

O levantamento foi realizado no dia 28/02/2015, porém mesmo aguardando tempo superior à 25 minutos, não foi possível obter nenhuma coordenada com solução fixa, e apenas em períodos inferiores a 10 segundos foi obtido solução float. Cabe salientar, que a linha base deste levantamento foi de aproximadamente 100 Km.

Para Borges & Dias (2013) e Dornelles & Thum (2013), não é possível a utilização da rede NTRIP com linhas base superiores a 70

Km, devido ao tempo de convergência e o aumento dos erros de posicionamento.

### 4.3.3 TESTE DO RTK NTRIP COM LINHA BASE INFERIOR A 100 Km

Para análise do tempo de convergência e a possibilidade de obtenção soluções fixas foram estabelecidos pontos de coleta com redução da linha base para 85, 68 e 62 Km.

Os novos pontos de coleta não foram comparados com coordenadas pós-processadas, pois o objetivo foi apenas a constatação de solução fixa.

#### 4.3.3.1 RS-389 Km 1 - OSÓRIO

As observações localizadas na margem da rodovia RS-389 Km 01, com linha base aproximada de 85 Km, obteve solução fixa com tempo de convergência inferior a 7 minutos.

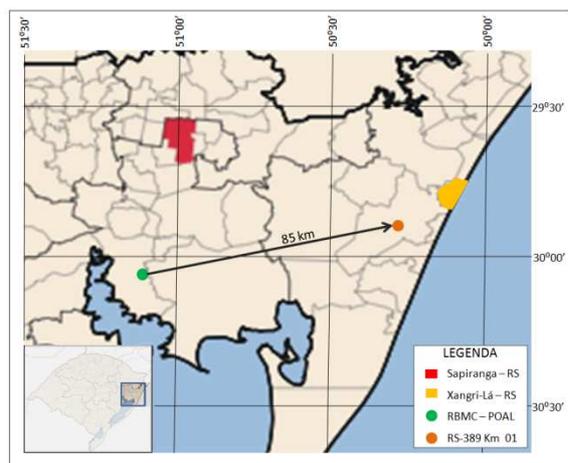


Figura 12: Localização da área de estudo com linha base de aproximadamente 85Km. Fonte: Base Cartográfica WEBER, adaptado pelo autor.

Tabela 5: Resultados das observações com linha base de aproximadamente 85 Km, com solução Fixa.

POSTO DE ABASTECIMENTO KM 01		
RS-389 Km 01		
COORDENADAS - RTK NTRIP		
PONTO	LONGITUDE	LATITUDE
131	-50°15'32,77231"	-29°54'41,56795"
132	-50°15'32,77243"	-29°54'41,56778"
133	-50°15'32,77171"	-29°54'41,56686"
134	-50°15'32,77103"	-29°54'41,56691"

Sistema geodésico: SIRGAS 2000

#### 4.3.3.2 BR-290 - SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA

Os pontos levantados na margem da Rodovia BR 290 Km 19,2, com linha base de aproximadamente 68 Km, obtiveram solução fixa, com tempo de convergência inferior a 5 minutos.

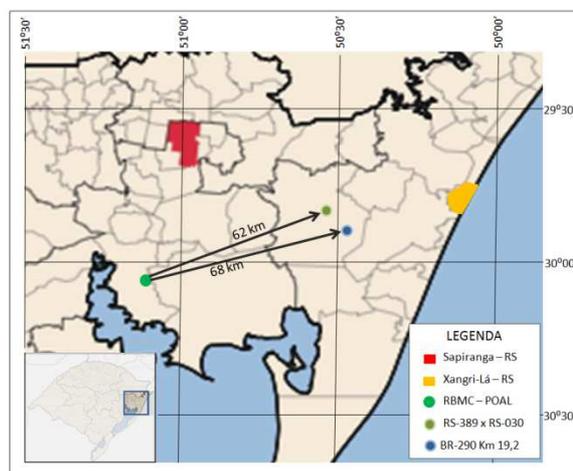


Figura 13: Localização da área de estudo com linha base de aproximadamente 68 e 62Km. Fonte: Base Cartográfica WEBER, adaptado pelo autor.

Tabela 6: Resultados das observações com linha base de 68 Km, com solução Fixa.

POSTO DA POLICIA RODOVIÁRIA FEDERAL		
BR-290 Km 19,2		
COORDENADAS - RTK NTRIP		
PONTO	LONGITUDE	LATITUDE
124	-50°26'49,45361"	-29°53'04,91018"
125	-50°26'49,61791"	-29°53'04,94658"
126	-50°26'49,80879"	-29°53'04,99060"
127	-50°26'49,95262"	-29°53'05,02337"

Sistema geodésico: SIRGAS 2000

#### 4.3.3.3 RS-030 x RS-474

O levantamento no entrocamento das rodovias RS-030 e RS-474, Figura 13, com linha base de aproximadamente 62 Km, não obteve solução fixa com tempo de rastreamento superior a 25 minutos.

Tabela 9: Resultados das observações com linha base de 62 Km, com solução Float.

POSTO DE ABASTECIMENTO		
RS-474 x RS-030		
COORDENADAS - RTK NTRIP		
PONTO	LONGITUDE	LATITUDE
138	-50°32'18.30612"	-29°50'08,93127"
139	-50°32'18.27091"	-29°50'08,9368"

Sistema geodésico: SIRGAS 2000

#### 4.3.4. TESTE DE PRECISÃO

Para o teste de precisão e acurácia foram utilizadas as medições efetuadas nos marcos da Rede de Referência Cadastral de Porto Alegre.

Foram efetuados dois grupos de 5 medições em dias distintos e consecutivos e foram obtidos as seguintes coordenadas.



Figura 14: Receptor GNSS rastreando sobre o marco M04

Tabela 7: Resultados das observações do Marco M-4.

Amostra	Coordenada E (m)	Coordenada N (m)	Altura elipsoidal
M 4-1	475.023,651	6.669.832,244	19,588
M 4-2	475.023,648	6.669.832,244	19,592
M 4-3	475.023,649	6.669.832,243	19,597
M 4-4	475.023,652	6.669.832,240	19,611
M 4-5	475.023,655	6.669.832,240	19,603
M 4-6	475.023,663	6.669.832,252	19,609
M 4-7	475.023,660	6.669.832,248	19,595
M 4-8	475.023,663	6.669.832,245	19,612
M 4-9	475.023,659	6.669.832,246	19,610
M 4-10	475.023,656	6.669.832,248	19,611

Tabela 8: Resultados das observações do Marco M-10.

Amostra	Coordenada E (m)	Coordenada N (m)	Altura elipsoidal
M 10-1	479.471,657	6.674.256,516	23,162
M 10-2	479.471,657	6.674.256,513	23,170
M 10-3	479.471,659	6.674.256,515	23,163
M 10-4	479.471,653	6.674.256,516	23,160
M 10-5	479.471,652	6.674.256,520	23,156
M 10-6	479.471,646	6.674.256,514	23,152
M 10-7	479.471,654	6.674.256,509	23,152
M 10-8	479.471,658	6.674.256,505	23,153
M 10-9	479.471,660	6.674.256,503	23,157
M 10-10	479.471,660	6.674.256,503	23,158

Tabela 9: Resultados das observações do Marco M-22.

Amostra	Coordenada E (m)	Coordenada N (m)	Altura elipsoidal
M 22-1	479.796,781	6.667.512,169	64,236
M 22-2	479.796,782	6.667.512,173	64,230
M 22-3	479.796,786	6.667.512,172	64,232
M 22-4	479.796,776	6.667.512,170	64,216
M 22-5	479.796,781	6.667.512,175	64,212
M 22-6	479.796,781	6.667.512,174	64,214
M 22-7	479.796,783	6.667.512,177	64,206
M 22-8	479.796,784	6.667.512,176	64,218
M 22-9	479.796,782	6.667.512,177	64,222
M 22-10	479.796,786	6.667.512,179	64,239

Tabela 10: Resultados das observações do Marco M-26.

Amostra	Coordenada E (m)	Coordenada N (m)	Altura elipsoidal
M 26-1	477.517,592	6.667.069,910	28,758
M 26-2	477.517,603	6.667.069,921	28,756
M 26-3	477.517,601	6.667.069,919	28,776
M 26-4	477.517,592	6.667.069,905	28,774
M 26-5	477.517,589	6.667.069,897	28,800
M 26-6	477.517,587	6.667.069,900	28,796
M 26-7	477.517,589	6.667.069,895	28,815
M 26-8	477.517,591	6.667.069,905	28,792
M 26-9	477.517,588	6.667.069,902	28,822
M 26-10	477.517,586	6.667.069,894	28,837

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante as medições, fora da área urbana de Porto Alegre, o link de internet mostrou-se bastante instável sendo necessários nova conexão com o servidor, acarretando em perda do sinal RTK, iniciando o rastreamento de forma autônoma e consequente perda das soluções fixas e Float.

As soluções fixas foram obtidas com linhas base de 85 Km, 68 Km e 50 Km, com tempo de convergencia variando entre 5 e 7 minutos, e soluções Float com linhas base de 62 Km e 100 Km, demonstrando que a

resolução das ambiguidades, neste caso, não foi afetada somente pelo comprimento da linha base, mas também pela qualidade de sinal de telefonia móvel.

Para o levantamento na cidade de Xangri-Lá não foi possível determinar a causa da ausência de solução fixa ou Float, podendo esta ser motivada pela qualidade de conexão com a internet ou o comprimento da linha base.

O levantamento na área localizada em Sapiranga, obteve o link com a estação Base POAL em parte da área, onde foi possível a conexão com a internet e em alguns pontos constatou-se a ausência de sinal da operadora de telefonia e a impossibilidade de obtenção de coordenadas corrigidas.

As tabelas abaixo apresentam os erros planimétricos do levantamento RTK NTRIP quando comparados com os dados pós processados.

Tabela 11: Comparativo entre as coordenadas Leste, do método estático e RTK NTRIP.

VÉRTICE	ESTÁTICO	RTK NTRIP	$\Delta$ (m)
	E (m)		
1800	502.851,882	502.851,827	0,055
1801	503.095,656	503.095,784	0,128
1802	503.083,188	503.083,230	0,042
1803	503.116,660	503.116,655	0,005
1804	503.104,895	Sem conexão RTK	Não calculado
1805	503.157,844	Sem conexão RTK	Não calculado
1806	503.118,831	Sem conexão RTK	Não calculado
1807	502.933,455	Sem conexão RTK	Não calculado
1808	502.981,904	502.981,858	0,046
1809	503.008,297	503.008,173	0,124
1810	502.820,296	502.820,265	0,031

Tabela 12: Comparativo entre as coordenadas Norte, do método estático e RTK NTRIP.

VÉRTICE	ESTÁTICO	RTK NTRIP	$\Delta$ (m)
	N (m)		
1800	6.719.520,433	6.719.520,429	0,004
1801	6.719.486,902	6.719.486,774	0,128
1802	6.719.380,361	6.719.380,259	0,102
1803	6.719.357,969	6.719.357,805	0,164
1804	6.719.231,540	Sem conexão RTK	Não calculado
1805	6.719.206,190	Sem conexão RTK	Não calculado
1806	6.718.866,667	Sem conexão RTK	Não calculado
1807	6.718.889,370	Sem conexão RTK	Não calculado
1808	6.718.996,215	6.718.996,348	0,133
1809	6.719.003,557	6.719.003,651	0,094
1810	6.719.260,307	6.719.260,108	0,199

Tabela 13: Precisão horizontal

VÉRTICE	$\Delta$ (METROS)
1800	0,055
1801	0,181
1802	0,111
1803	0,164
1804	Não calculado
1805	Não calculado
1806	Não calculado
1807	Não calculado
1808	0,141
1809	0,156
1810	0,201

Na tabela acima podemos verificar que as variações posicionais dos vértices da gleba localizada no município de Sapiranga variaram entre 5,5 cm e 20,1 cm. Estes valores ficaram abaixo do máximo de 50 cm especificado para vértices situados em limites artificiais, pela 3ª norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais do INCRA

A análise dos dados obtidos no levantamento nos marcos da cidade de Porto Alegre possibilitou a verificação da precisão e acurácia dos dados com a técnica RTK NTRIP. As tabelas abaixo apresentam os erros planimétricos, altimétricos e o desvio padrão, quando comparados aos dados informados na monografia dos marcos, pela Prefeitura de Porto Alegre e as figuras 15, 16, 17 e 18, apresentam as dispersões planimétricas e as figuras 19, 20, 21 e 22 apresentam as dispersões verticais obtidas.

Tabela 14: Erro médio do levantamento dos marcos de Porto Alegre.

AMOSTRA	Erro méd. E	Erro méd. N	Erro méd. planimétrico	Erro méd. Altimétrico
M4	0,005	0,0120	0,0131	0,0228
M10	0,034	0,0214	0,0404	0,0183
M22	0,019	0,0026	0,0191	0,0325
M26	0,015	0,0076	0,0182	0,0726

Tabela 15: Desvio padrão do levantamento dos marcos de Porto Alegre.

AMOSTRA	$\sigma$ E (m)	$\sigma$ N (m)	$\sigma$ plan (m)	$\sigma$ h (m)
M4	0,0028	0,0037	0,0040	0,0091
M10	0,0044	0,0060	0,0031	0,0057
M22	0,0029	0,0111	0,0029	0,0111
M26	0,0058	0,0051	0,0033	0,0270

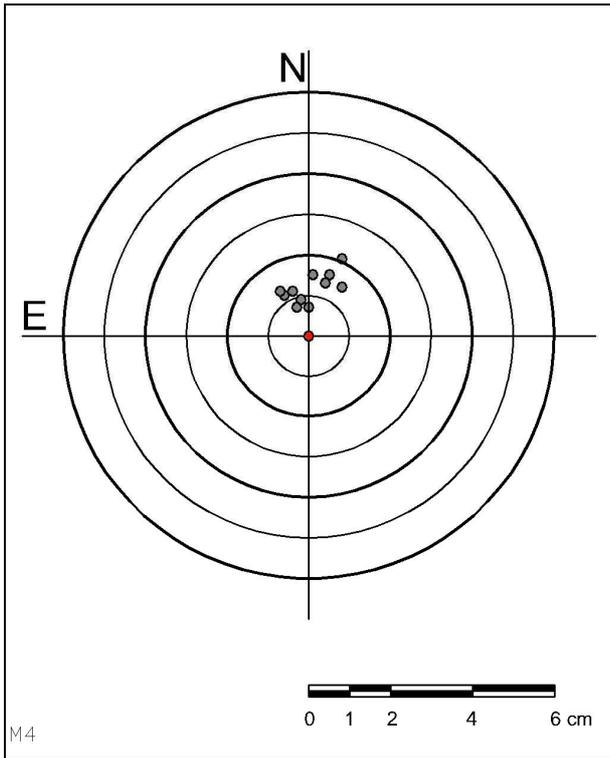


Figura 15: Dispersão dos pontos ao redor da coordenada informada na monografia do marco M4

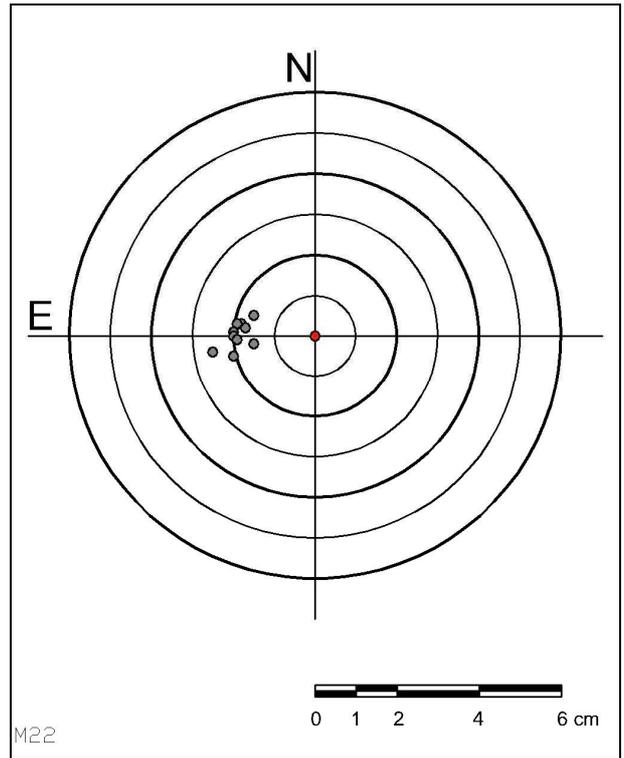


Figura 17: Dispersão dos pontos ao redor da coordenada informada na monografia do marco M22

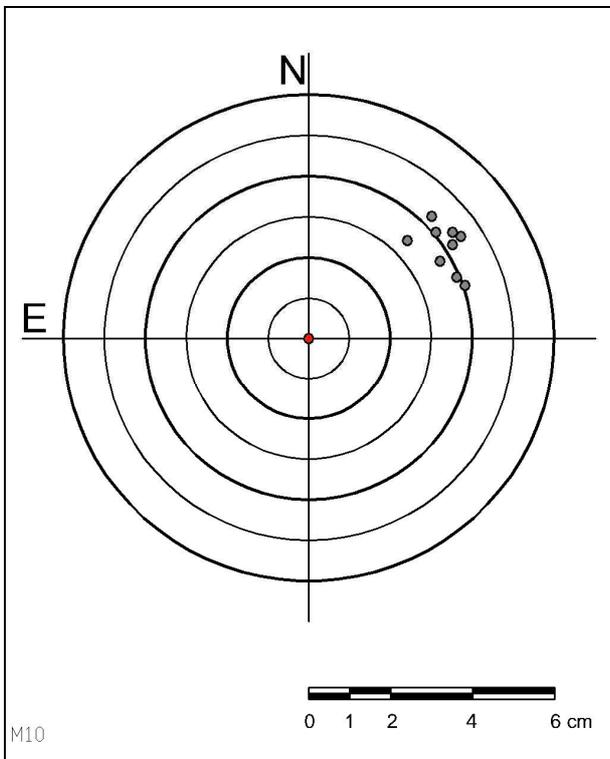


Figura 16: Dispersão dos pontos ao redor da coordenada informada na monografia do marco M10

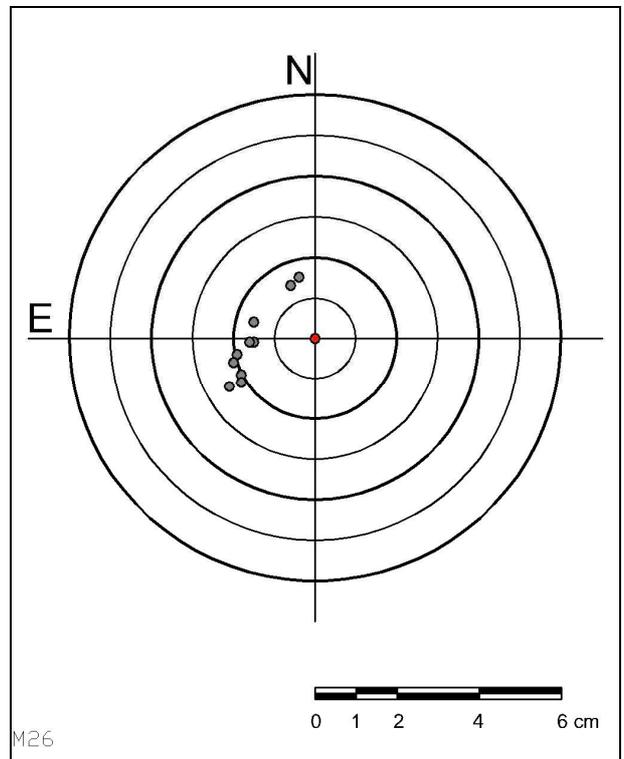


Figura 18: Dispersão dos pontos ao redor da coordenada informada na monografia do marco M26

Foi possível analisar também os erros na coordenada vertical, conforme figuras 19 à 22 e tabela 15, obtendo um erro máximo vertical de 11,7 cm.

Tabela 14: Erro da altitude obtida nos marcos da RRCM de Porto Alegre

AMOSTRA	Mín (m)	Max (m)	Erro méd. Vertical (m)	$\sigma_h$ (m)
M4	0,008	0,032	0,023	0,009
M10	0,012	0,030	0,018	0,006
M22	0,016	0,049	0,033	0,011
M26	0,036	0,117	0,073	0,027
Geral	0,008	0,117	0,037	0,026

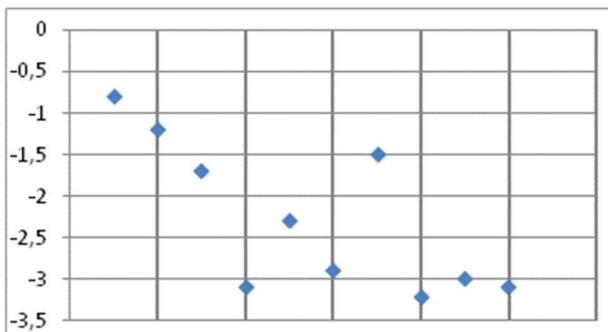


Figura 19: Dispersão da altura elipsoidal do marco M4

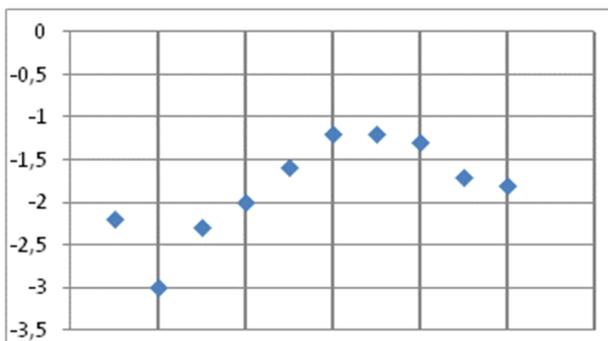


Figura 20: Dispersão da altura elipsoidal do marco M10

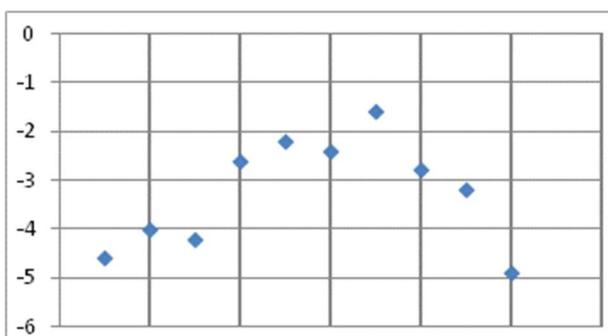


Figura 21: Dispersão da altura elipsoidal do marco M22

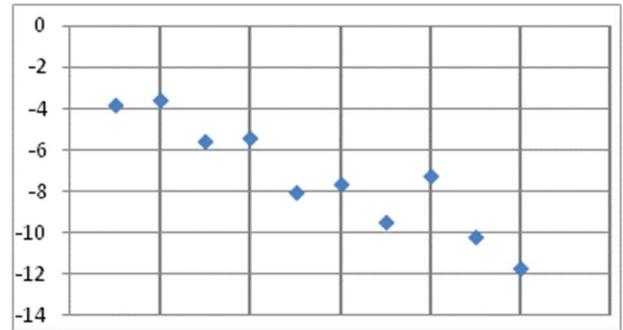


Figura 22: Dispersão da altura elipsoidal do marco M26

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha da técnica e tipo de equipamento para efetuar levantamentos topográficos deve ser em função da precisão esperada para cada atividade.

Os levantamentos no modo NTRIP necessitam de menor investimento em equipamentos e em consequência um menor custo de amortização à ser considerado no custo final do levantamento e também a redução de equipe de trabalho, pois não é necessário pessoal para acompanhar a estação base.

Tendo em vista o objetivo deste trabalho, constatou-se que o principal fator limitante para a utilização desta tecnologia é a abrangência da telefonia móvel com capacidade de fornecer link de internet estável, sendo necessário visita prévia na área para verificar a abrangência e constatação de sinal.

Nos locais onde foi possível efetuar a conexão com a estação POAL a metodologia RTK NTRIP mostrou-se adequada para georreferenciamento de imóveis rurais, obtendo precisão de acordo com o prescrito na 3ª Norma de Georreferenciamento de Imóveis Rurais do INCRA.

## 7. REFERENCIAS

BOEGES, Paulo e DIAS, Ailton. **Como funciona a técnica RTK/GSM no método Rede NTRIP?** 2013. Disponível em:

<<http://www.agrimensordofuturo.com/post.cf?m?post=Como%20funciona%20a%20t%C3%A9cnica%20RTK%20FGSM%20no%20m%C3%A9todo%20Rede%20NTRIP%3F&id=32>>

Acesso em: 15/01/2015.

BRASIL. INCRA, **Manual técnico de posicionamento: Georreferenciamento de imóveis rurais**, Brasília 2013.

BRASIL. INCRA. **Norma técnica para Georreferenciamento de imóveis rurais. 3ª Edição**. Brasília. 2013.

CINTRA, Jorge Pimentel, NERO, Marcelo Antônio e RODRIGUES, Danilo. **GNSS/NTRIP SERVICE AND TECHNIQUE: ACCURACY TESTS**. 2011 Bol. Ciênc. Geod., sec. Comunicações/Trab. Técnicos, Curitiba, v. 17, no 2, p.257-271,

COSTA, Sonia Maria Alves, et al. **RBMC EM TEMPO REAL, VIA NTRIP, E SEUS BENEFÍCIOS NOS LEVANTAMENTOS RTK E DGPS**. II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 2008 .Disponível em

<[https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOII\\_CD/Organizado/geo/202.pdf](https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOII_CD/Organizado/geo/202.pdf)>

Acesso em: 05/01/2015

DORNELES, Ernesto Centin; THUM, Adriane Brill. **USO DA TÉCNICA RTK EM REDE E RTK/GSM PARA DETERMINAÇÃO DOS VERTICES EM GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS**, 2013. Sao Leopoldo / RS-BRASIL. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas Curso de Especialização - Informações Espaciais Georreferenciadas.

Disponível em:

<http://download.hezolinem.com/download/marketing/ErnestoCentinDornelles.pdf>

Acesso em: 12/02/2015

GHILANI, Charles D. e WOLF, Paul R. **Elementary Surveying An Introduction to Geomatics**. Thirteenth Edition. 2012, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.

KRAWCZENKO, Engº Wladimir. **Comparativo no levantamento planialtimétrico utilizando um receptor GNSS RTK/GSM e uma Estação Total**. 2014. Disponível em:

<[http://www.agrimensordofuturo.com/post.cfm?post=Comparativo%20no%20levantamento%20planialtim%C3%A9trico%20utilizando%20um%20receptor%20GNSS%20RTK%20FGSM%20e%20uma%20Est%C3%A7%C3%A3o%20Total&id=51#continue\\_lendo](http://www.agrimensordofuturo.com/post.cfm?post=Comparativo%20no%20levantamento%20planialtim%C3%A9trico%20utilizando%20um%20receptor%20GNSS%20RTK%20FGSM%20e%20uma%20Est%C3%A7%C3%A3o%20Total&id=51#continue_lendo)>

Acesso em: 03/02/2015.

LENZ, Elmar. **Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP) – Application and Benefit in Modern Surveying Systems**. Germany, FIG Working Week, (2004).

Disponível em: [https://www.fig.net/pub/athens/papers/ts03/ts03\\_2\\_lenz.pdf](https://www.fig.net/pub/athens/papers/ts03/ts03_2_lenz.pdf)

Acesso em: 11/02/2015

MOREIRA, Antão Leonir Langendolff. **Precisão do posicionamento RTK usando correções diferenciais transmitidas pelo sistema NTRIP (RBMC-IP)**, Santa Maria RS, 2011. Dissertação (Mestrado em geomática) - Programa de Pós-Graduação em Geomática, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS).

WAESE, Christian. **NTRIP –PURPOSE AND PERSPECTIVES** Federal Agency for Cartography and Geodesy (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, BKG) Frankfurt, Germany. 2ndTrimble GPSNet Users Seminar, 30-31 May 2006, Munich. Disponível em:

<[http://cors-tr.iku.edu.tr/images/Christian\\_Waese%20-%20NTRIP%20-%20Purpose%20and%20Perspectives.pdf](http://cors-tr.iku.edu.tr/images/Christian_Waese%20-%20NTRIP%20-%20Purpose%20and%20Perspectives.pdf)>

Acesso em: 15/12/2014.

WEBER, E.; Hasenack, H. (org.) **Base cartográfica digital do Rio Grande do Sul - escala 1:250.000**. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2007. 1 CD-ROM. (Série Geoprocessamento n.1). ISBN 85-7727-039-4. Disponível em:

<[http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/index.php?option=com\\_content&view=article&id=115:base250krs&catid=14:download-non-visible](http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/index.php?option=com_content&view=article&id=115:base250krs&catid=14:download-non-visible)>

Acesso em: 17/02/2015