

RBMC EM TEMPO REAL, VIA NTRIP, E SEUS BENEFÍCIOS NOS LEVANTAMENTOS RTK E DGPS

SONIA MARIA ALVES COSTA
MARCO AURÉLIO DE ALMEIDA LIMA
NEWTON JOSÉ DE MOURA JÚNIOR
MARIO ALEXANDRE ABREU
ALBERTO LUIS DA SILVA
LUIZ PAULO SOUTO FORTES

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE
Diretoria de Geociências - DGC
Coordenação de Geodésia - CGED
{sonia.alves, marco.lima, newton.jose, mario.abreu, alberto.silva, fortes}@ibge.gov.br

RESUMO – O IBGE, em parceria com o INCRA, está trabalhando, desde 2007, no plano de expansão e modernização das redes GPS RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS) gerenciada pelo IBGE, e RIBaC (Rede INCRA de Bases Comunitárias) gerenciada pelo INCRA, o qual proporcionará uma maior cobertura nacional e novas características de operação. Parte deste plano já foi concluída com a instalação de 29 novas estações e a troca de equipamentos em 13 estações da RBMC. Outra iniciativa foi a de prover comunicação por satélites nas estações localizadas nas áreas mais remotas do país, facilitando assim a disponibilidade dos dados para os usuários.

Atualmente o IBGE tem trabalhado na prestação de novos serviços com a modernização da RBMC, como por exemplo, a disponibilização dos dados em tempo real e o cálculo das correções WADGPS (Wide Area Differential GPS). A alternativa em fase de testes e avaliação, muito utilizada pela comunidade europeia, prover os dados GNSS em tempo real via internet, como é o caso do NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol). O Sistema NTRIP foi desenvolvido pela Agência Alemã de Cartografia e Geodésia, para o envio de correções DGPS (Differential GPS) e RTK (Real Time Kinematics) via Internet através dos protocolos http e ftp. Ele é composto por três componentes: NTRIP Server, NTRIP Caster e NTRIP Cliente, os quais serão apresentados neste trabalho. Este trabalho apresenta a concepção e funcionamento deste novo serviço que o IBGE está propondo, bem como os resultados obtidos nos testes realizados.

ABSTRACT - The IBGE, in partnership with the INCRA, has been working on the expansion plan of the GPS networks RBMC (Brazilian Network for Continuous Monitoring of GPS, managed by the IBGE) and RIBaC (Community Bases Network of INCRA, managed by the INCRA), which will provide a larger national coverage with new operational characteristics. Part of this plan was completed by the installation of 31 new stations and the equipment change in 13 RBMC stations. Another initiative was to provide satellite communication links to the most remote stations of the country, improving the availability of their data to the users.

Currently, IBGE is working on furnishing new services together with the modernization of the RBMC, such as to provide real time data and the computation of WADGPS corrections. Currently under evaluation and testing is to provide GNSS data in real-time via internet using NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol), which is widely used in the European Community. The NTRIP system was developed by the German Agency for Cartography and Geodesy for sending DGPS (differential GPS and RTK (Real Time Kinematics) corrections via Internet using http and ftp protocols. It is composed of three segments: the NTRIP server, NTRIP caster and NTRIP clients, which are presented. This paper presents the concept and implementation of this new service proposed by IBGE, as well as the results obtained during the tests performed.

1 INTRODUÇÃO

A Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC), desde sua implantação em dezembro de 1996, tem sido de extrema importância para a manutenção e a atualização da estrutura geodésica no

país, além de ser a primeira rede estabelecida na América do Sul. As Redes de operação Contínua GNSS como estas desempenham um papel muito importante hoje em dia, principalmente quando o Sistema Geodésico de Referência for de concepção geocêntrica como é o SIRGAS2000, adotado oficialmente no Brasil em 2005.

A RBMC é hoje a estrutura geodésica de referência mais precisa do país, cujas informações atendem tanto a comunidade científica quanto a prática, proporcionando aos usuários um elo direto ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), tornando-se a principal ligação com as redes geodésicas internacionais.

Além disso, com a crescente utilização das técnicas de posicionamento baseadas nos Sistemas Globais de Satélite de Navegação (GNSS), o seu papel torna-se cada vez mais relevante. Com isso, novos serviços estão sendo estudados e propostos, a fim de que o usuário tenha acesso ao novo sistema de referência da forma mais transparente e imediata possível.

O primeiro passo foi a expansão e modernização da Rede, a qual foi iniciada em 2007. A RBMC passou de 24 estações no início de 2007 para 55 estações em junho de 2008. Os novos equipamentos instalados permitem facilidades operacionais e a disponibilização de novos serviços, para a realização de levantamentos em tempo real, através da técnica RTK (Real Time Kinematic) ou DGPS (Differential GPS).

As técnicas de posicionamento RTK ou DGPS são baseadas no modo diferencial onde as correções dos sinais dos satélites GNSS são transmitidas, em tempo real, da estação de referência para uma estação a qual se deseja determinar as coordenadas. Normalmente as correções são transmitidas via rádio UHF, os quais são instalados, juntamente com um receptor, em uma estação de coordenadas conhecidas, aos receptores móveis. Recentemente uma nova opção de transmissão das correções surgiu através da Internet e o seu funcionamento *wireless* pela telefonia celular. O NTRIP (Networked Transport of RTCM via internet Protocol) é um protocolo HTTP desenvolvido com o propósito de substituir o link de rádio pela conexão via Internet.

Este trabalho tem por objetivo apresentar a sociedade os planos de expansão e modernização pelos quais passa a RBMC, além dos novos serviços que a rede proporcionará. A seção 2 apresenta o plano de expansão, com a integração das duas Redes RIBaC e RBMC. A seção 3 apresenta o sistema NTRIP em levantamentos RTK e a seção 4 os seus componentes e funcionamento. Na seção 5 são apresentados os testes realizados, e os resultados obtidos, bem como as vantagens e desvantagens do novo serviço também serão exploradas.

2 MODERNIZAÇÃO E EXPANSÃO DA RBMC

Esse plano visa dotar a RBMC/RIBaC de uma infra-estrutura adequada para coletar os dados do sistema norte-americano GPS, do sistema russo GLONASS, além da possibilidade de receber no futuro os dados do novo sistema de posicionamento Europeu (Galileo) (Fortes et al, 2007). Para que esse plano de expansão se concretizasse, no ano de 2006, o IBGE e o INCRA firmaram um convênio que estabelece a união das redes GPS RBMC/RIBaC. No mesmo ano, foi realizada a compra de 83 novos receptores GNSS de última geração,

além do planejamento dos locais onde serão instaladas as novas estações. No primeiro semestre de 2007, iniciou-se a troca dos antigos receptores em 13 das estações existentes por novos receptores, além do estabelecimento de 29 novas estações.

As principais características dos novos receptores são:

- Placa de rede integrada ao receptor;
- Configuração *online* via *web browser*;
- Capacidade de coletar diferentes formatos de dados simultaneamente e transmitir para diferentes servidores;
- Memória para armazenar 15 dias de rastreamento em intervalo de coleta de 1 segundo.

Atualmente, cerca de 8 estações encontram-se em fase de teste e implantação e 55 estações em operação. Os dados são disponibilizados no portal do IBGE (<http://geofitp.ibge.gov.br/RBMC/>) juntamente com as órbitas operacionais em arquivos diários no formato RINEX, a um intervalo de coleta de 15 segundos. Os mesmos dados de um subconjunto de 44 estações também são disponibilizados no portal do INCRA (<http://ribac.incra.gov.br/ribac/>) em arquivos horários no formato RINEX, a um intervalo de coleta de 5 segundos. A atual configuração da RBMC é apresentada na Figura 1, enquanto a Tabela 1 apresenta os modelos de receptores, bem como os seus quantitativos.

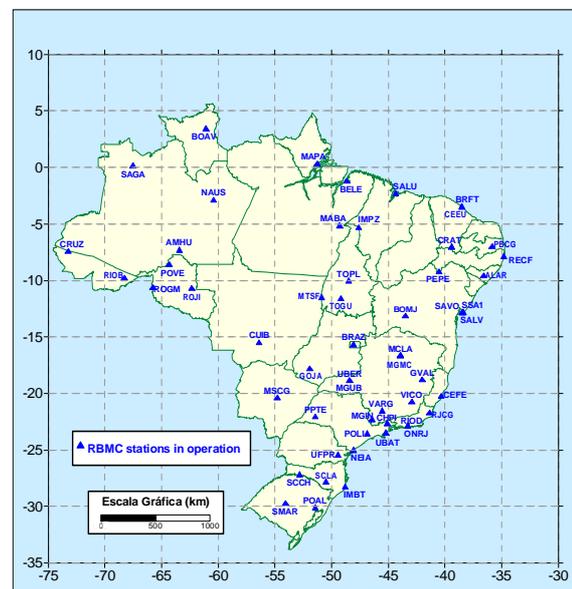


Figura 1 – Configuração da RBMC em junho de 2008.

Tabela 1 – modelo/quantitativo de receptores instalados.

Modelo do Receptor	Número de Receptores
	junho/08
NetRS	14
NetR5	30

Trimble 4000SSI	4
Leica GSX1200	2
Ashtech ZFX	4
Ashtech UZ-12	1
Total de Receptores	55

As melhorias no funcionamento da RBMC/RiBaC vão além do modo pós-processado. Recentemente, foi implantada uma nova estrutura para o fornecimento de dados em tempo real, para aplicações DGPS e RTK via Internet utilizando-se o sistema NTRIP. Com este objetivo foram selecionadas 22 estações, apresentadas no mapa da Figura 2, a maioria delas localizadas nas capitais dos estados. Os receptores destas estações foram configurados para transmitir as correções DGPS e RTK no formato RTCM 3.0. Estes dados trafegam pela Internet até um servidor localizado no IBGE (gps-ntrip.ibge.gov.br:2021), onde eles são acessados pelo usuário mediante senha e login. O fluxo de dados de uma determinada estação de referência pode ser acessado simultaneamente por vários usuários.

Nove das 22 estações contribuem para a rede global de dados em tempo real, a RTIGS (Real-Time International GNSS Service) e também transmitidos para outro servidor localizado no BKG, Alemanha. Estas nove estações estão assinaladas com um círculo vermelho na Figura 2.

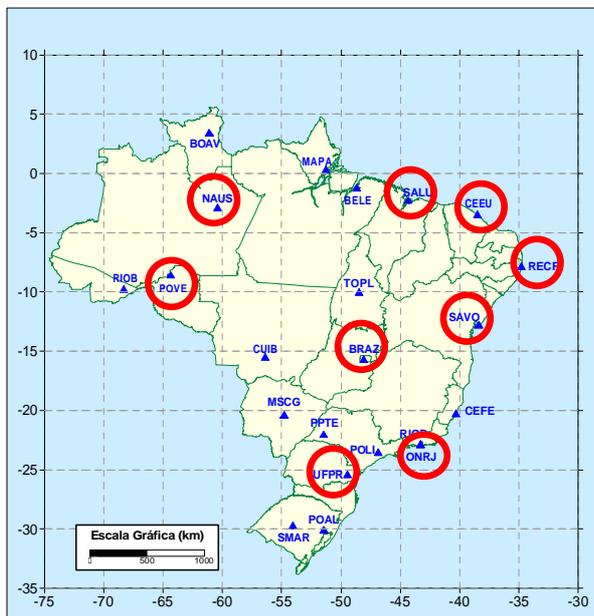


Figura 2 – Configuração da RBMC em tempo real via Internet.

3 O SISTEMA NTRIP EM LEVANTAMENTOS RTK E DGPS

O RTK é uma técnica de levantamento baseada no posicionamento relativo da portadora, com precisão de

poucos centímetros em tempo real. Para a realização de um levantamento RTK convencional é necessário um receptor instalado em uma estação com coordenadas conhecidas, denominado de estação de referência ou base RTK, um receptor móvel (*rover*), e um rádio de comunicação para enviar os dados da estação de referência RTK ao receptor móvel. O link de comunicação entre a estação de referência e o receptor móvel, desempenha um papel fundamental para o sucesso do levantamento RTK, porque as correções da estação de referência têm que chegar ao receptor móvel em tempo real. Um fator que limita a área de abrangência para a realização do RTK é o alcance da transmissão das ondas de rádio, pois se existirem obstáculos entre a referência e o receptor móvel a precisão esperada não será alcançada. Além disso, devido ao fato da separação entre dois canais de rádio ser estreita, o sinal pode receber a interferência de outros usuários trabalhando na mesma banda de frequência reduzindo a qualidade do levantamento. Uma das alternativas para contornar este problema é trocar o link de rádio pela comunicação via modem GSM (Global System of Mobile), mas fica atrelada a disponibilidade dos serviços de telefonia celular na área de trabalho.

Outro fator complicante nos levantamentos RTK era o formato dos dados, pois cada fabricante de receptores adotava um formato diferente na transmissão dos dados. Sendo assim, só era possível trabalhar em RTK se os equipamentos na estação de referência e móvel fossem do mesmo fabricante. Este inconveniente foi resolvido quando a instituição responsável pela padronização da transmissão de dados GNSS, a Comissão Técnica de Rádio para Serviços Marítimos (RTCM – Radio Technical Commission for Maritime Services), chegou a um acordo em 2004 com os fabricantes de receptores sobre a utilização do formato RTCM como padrão para a transmissão contínua de dados GNSS em levantamentos estáticos ou cinemáticos (Weber et al., 2006).

Com o objetivo de transmitir via Internet o formato RTCM um novo protocolo denominado, Networked Transport of RTCM via internet Protocol (NTRIP) foi desenvolvido pela Agência de Cartografia e Geodésia Alemã (BKG - Bundensamt für Katrographie und Geodäsie), no contexto do Projeto Piloto EUREF-IP (European Real-Time GNSS Pilot Project). O EUREF-IP tem por objetivo a disponibilização os dados GNSS da rede de referência européia, a EUREF, em tempo real e com isso a estimativa de produtos, tais como órbitas, erro dos relógios, parâmetros ionosféricos e troposféricos a nível regional, os quais vêm a beneficiar o posicionamento para os usuários de GNSS. (Weber et al, 2005) (Chen et al., 2004). O NTRIP também é capaz de transmitir qualquer formato de dado GNSS, apesar da nova versão 3 do formato RTCM se tornar um formato padrão para a transmissão de dados GNSS em tempo real.

O NTRIP foi desenhado de forma a distribuir dados GNSS continuamente a um receptor estático ou móvel via Internet, inclusive a *wireless*. A crescente disponibilidade dos serviços de Internet através da

telefonia celular, do tipo GSM, GPRS, modem 3G foi o grande fator motivador para o seu desenvolvimento.

4 COMPONENTES DO NTRIP

O NTRIP é um protocolo concebido de forma a disseminar correções diferenciais ou outros tipos de dados GNSS em fluxos contínuos através da Internet. As principais características são:

- está baseado em HTTP (HiperText Transfer Protocol);
- têm a disponibilidade de distribuir qualquer tipo de dados GNSS em fluxo;
- têm a capacidade de aceitar uma grande quantidade de usuários simultaneamente;
- o acesso aos dados é realizado de forma segura sem a necessidade de o usuário estar em contato direto com as estações de referência;
- está habilitado a fornecer o fluxo de dados através de qualquer rede móvel TCP/IP (Transfer Control Protocol / Internet Protocol);
- A largura de banda necessária para disseminar as correções GNSS é relativamente pequena. Aproximadamente 0,5 Kb/s para DGPS e 5Kb/s para RTK (González-Matesanz et al, 2004).

O NTRIP é basicamente composto por três componentes; o NTRIP Server, o NTRIP Caster e o NTRIP Client (Figura 3), os quais terão as suas funcionalidades apresentadas nas próximas seções (Dammalage et al, 2008).

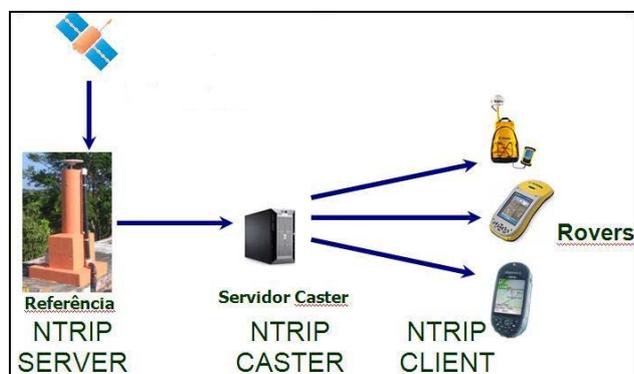


Figura 3 – Componentes do NTRIP.

4.1 NTRIP Server

O NTRIP Server é o aplicativo que cria um canal de transferência de dados entre o receptor GNSS instalado em uma estação de referência e o NTRIP Caster

4.2 NTRIP Caster

O NTRIP Caster é o distribuidor dos dados RTCM pela Internet para os usuários. Ele é um aplicativo que preferencialmente deve ficar instalado em um servidor do Centro de Controle de dados de uma Rede de Referência, como por exemplo, a RBMC. O Caster tem uma

tecnologia similar à das estações de rádio na Internet, onde existe um programa musical e milhares de ouvintes que podem se sintonizar. Neste Caster convergem várias estações de referência e cada uma delas tem um nome identificador denominado de *mountpoint*. No Caster existe uma Tabela (*sourcetable*) com todos os *mountpoints* que chegam nele e as suas respectivas configurações e informações. A responsabilidade do Caster além da distribuição das correções GNSS é verificar a qualidade e integridade dos dados recebidos e a autenticação dos usuários através de login e senha de acesso.

4.3 NTRIP Client

Este é um aplicativo que se instala em um computador LAPTOP, PDA ou celular, que esteja conectado a um receptor *rover* para que este possa ter as correções transmitidas pelo Caster. O acesso as correções é realizada selecionando no NTRIP client um dos *mountpoints* que estão na tabela do NTRIP Caster.

A ligação entre o LAPTOP, PDA e celular, e o receptor *rover* pode ser de várias formas: via Bluetooth, portas USB e serial. A comunicação entre LAPTOP, PDA e celular com o CASTER é realizada através de GSM, GPRS ou modem 3G. O receptor *rover* poderá ser um navegador, rastreando somente código, o qual receberá correções DGPS ou um receptor de simples ou dupla frequência, o qual receberá correções RTK. Em alguns casos o receptor *rover* já consegue acessar o Caster diretamente sem a necessidade de um computador ou PDA, funcionando como Client.

5 TESTES REALIZADOS E RESULTADOS

A finalidade principal dos testes realizados foi mostrar a confiabilidade do NTRIP em diferentes distâncias entre a estação de referência e o receptor *rover*, obtendo-se coordenadas em tempo real RTK, usando o NTRIP como método de transmissão das correções. Com este objetivo foram ocupadas com o receptor *rover* 11 estações GPS existentes no Estado do Rio de Janeiro e como estações referência foram utilizadas as estações da RBMC: POLI (São Paulo), RIOD (Rio de Janeiro), ONRJ (Rio de Janeiro – Observatório Nacional) e RJCG (Campo dos Goytacazes), conforme apresentado na Figura 4.

Para que possa ser feita uma avaliação sobre a acurácia e precisão obtida através de RTK e DGPS, utilizando como meio transmissor das correções RTCM o NTRIP, os resultados obtidos foram comparados com os resultados que estão no Banco de Dados Geodésicos.

Os equipamentos das estações de referência são receptores de dupla frequência instalados nas estações da RBMC, cujas características foram apresentadas na seção 2 deste trabalho. Os receptores foram configurados para enviar correções no formato RTCM 3.0 e 2.3. O receptor *rover* utilizado no teste é de dupla frequência no qual foi instalada uma licença RTK. Foi utilizado um LAPTOP com modem 3G, no qual foram instalados os programas,

Internet Radio-NTRIP Client para o recebimento das correções e o CDU (Control and Display Unit) para acompanhamento dos resultados e soluções obtidas em tempo real. No receptor *rover* foram armazenadas mensagens GPGGA (Global Positioning System Fix Data) e GPGST (Pseudorange Measurement Noise Statistics) no padrão NMEA (National Marine Electronics Association).

Os levantamentos foram realizados em três dias no modo estático com o receptor *rover*. O ponto mais crítico para fixar a solução em um levantamento RTK é a distância entre a estação de referência e o *rover*. A maioria dos receptores RTK, com rádio UHF, não fixam soluções além de 20 km da estação de referência, apresentando soluções *float* com precisões da ordem de decímetros. Denomina-se por tempo de convergência da solução, o tempo decorrido desde que o receptor *rover* inicia o recebimento das correções até se chegar à solução fixa. O tempo de convergência para soluções DGPS varia de 1 a 2 minutos, em distâncias que variam de 30 a 200 km. O tempo de convergência para soluções RTK varia de 10 a 12 minutos. Em alguns casos foram obtidas soluções inteiras com as ambigüidades resolvidas em outros casos a solução foi *float* (solução sem resolução das ambigüidades). Observou-se que em distâncias de até 50 km entre a base e o *rover* as ambigüidades foram resolvidas proporcionando soluções inteiras.

O tempo de latência também é outro fator importante para ser analisado neste tipo de levantamento. Ele é o tempo decorrido entre a geração das correções na estação de referência e a sua aplicação no receptor *rover*, incluindo a sua passagem pelo Caster. Em média este tempo é de 1 a 2 segundos para estações de referência com Internet a cabo e de 3 a 4 segundos para estações de referência com Internet por satélite. O tempo de latência pode ser observado nos Gráficos 1, 2, 3 e 4 nas soluções DGPS e KTK.

Na Tabela 2 são apresentadas às informações importantes para análise e os resultados obtidos com o RTK e DGPS, tais como:

- Distância entre a referência e o *rover*;
- Acurácia das coordenadas RTK, quando comparada com os valores obtidos no BDG;
- Precisão das coordenadas obtidas no levantamento RTK;

- Número de satélites;
- Tipo de solução;
- HDOP (horizontal Dilution of Precision);
- Latência;

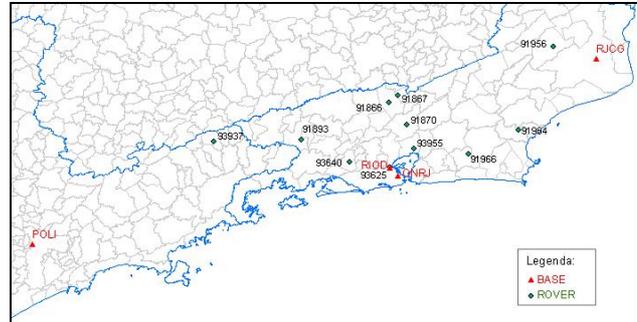


Figura 4 – Área utilizada para o teste RTK com as estações de Referência (POLI, RJCG, RIOD e ONRJ) e as 11 estações *rover*.

5.1 Resultados DGPS e RTK

Observa-se na Tabela 2 que para soluções RTK em distâncias de até 50 km entre a estação de referência e o *rover*, é possível obter resultados com ambigüidades inteiras, com precisões horizontal e vertical inferiores a 3 cm e 5 cm respectivamente. A acurácia nestes casos pode chegar a 6 cm e 17 cm nas componentes horizontal e vertical respectivamente. Nestes casos a solução passa por duas etapas antes de atingir a sua convergência o que pode ser observado no Gráfico 4 com a estação de Petrópolis. Para distâncias entre 100 a 200 km, o maior desvio padrão encontrado foi de 61 cm na componente vertical da estação São Fidelis e 33 cm na componente horizontal da mesma estação. A acurácia nestes casos foi melhor que 50 cm nas componentes vertical e horizontal.

Nos resultados DGPS os desvios padrão encontrados variam de 1 a 3 metros, enquanto a acurácia varia de 20 cm a 1,4 metros nas componentes horizontal e vertical.

Os resultados indicam que esta técnica pode ser utilizada em levantamentos topográficos de um modo geral, sendo limitado em função da disponibilidade da Internet *wireless* no local onde está sendo realizado o levantamento.

Método	RBMC	Localidade	Distância Rover-RBMC (km)	Acurácia (metros)		Desvio-Padrão (metros)		Número de Satélites	Tipo de Solução	HDOP	Latência (seg.)
				Hori zontal	Vertical	Hori zontal	Vertical				
RTK	RIOD	Barra Mansa-91893	91,93	0,04	0,82	0,26	0,29	11	Float	0,8	2
RTK	POLI	Cruzeiro-93937	208,70	0,21	0,40	0,25	0,32	9	Inteira	1	3
RTK	RIOD	Seropédica-93640	39,30	0,01	0,14	0,03	0,03	9	Inteira	0,9	3

RTK	RIOD	Casemiro de Abreu-91964	132,74	0,05	0,16	0,26	0,33	9	Float	0,8	3
DGPS	RIOD	Casemiro de Abreu-91964	132,74	0,52	1,06	1,10	1,45	8	C/A Dif. GPS	1	2
RTK	RIOD	Rio Bonito-91966	79,22	0,01	0,03	0,03	0,04	9	Inteira	0,9	2
RTK	RIOD	Magé-93955	30,85	0,06	0,06	0,02	0,03	9	Inteira	0,7	2
DGPS	RIOD	Magé-93955	30,85	0,84	0,37	0,95	1,41	10	C/A Dif. GPS	0,8	2
RTK	RIOD	Paraíba do Sul-91866	68,80	0,04	0,37	0,23	0,32	8	Float	0,8	2
DGPS	RIOD	Paraíba do Sul-91866	68,80	0,40	1,18	1,20	1,65	6	C/A Dif. GPS	2,2	2
RTK	RIOD	Petrópolis-91870	47,93	0,02	0,02	0,04	0,03	10	Inteira	0,8	2
DGPS	RIOD	Petrópolis-91870	47,93	0,10	1,05	1,00	0,88	10	C/A Dif. GPS	0,8	2
RTK	RIOD	Três Rios-91867	77,15	0,34	0,17	0,21	0,38	9	Float	0,7	2
DGPS	RIOD	Três Rios-91867	77,15	0,69	0,48	1,05	2,29	8	C/A Dif. GPS	0,9	1
RTK	ONRJ	São Fidelis-91956	205,66	0,06	0,30	0,31	0,61	7	Float	0,7	2
DGPS	ONRJ	São Fidelis-91956	205,66	0,25	0,43	1,04	3,30	8	C/A Dif. GPS	0,9	1
RTK	RIOD	São Fidelis-91956	206,56	0,03	0,21	0,33	0,58	7	Float	0,7	2
DGPS	RIOD	São Fidelis-91956	206,56	0,21	0,40	1,05	3,24	8	C/A Dif. GPS	0,9	2
RTK	RJCG	São Fidelis-91956	44,64	0,01	0,17	0,03	0,05	13	Inteira	0,7	2
DGPS	RJCG	São Fidelis-91956	44,64	0,41	1,45	1,16	3,18	8	C/A Dif. GPS	1	1

Tabela 2 – Resultados DGPS e RTK.

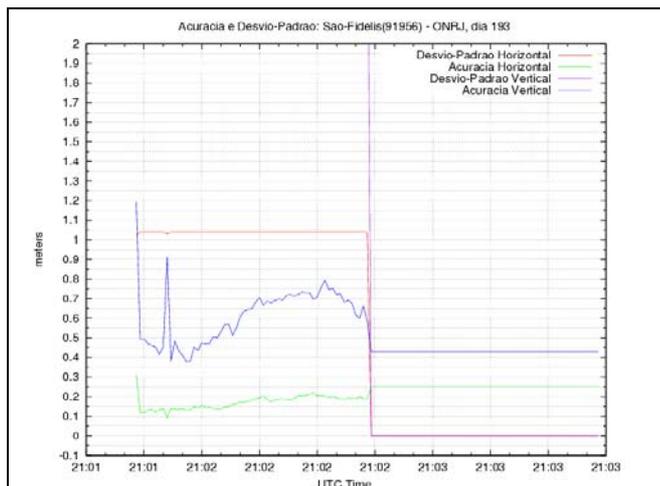


Gráfico 1 – Solução DGPS na estação São Fidelis, referência ONRJ

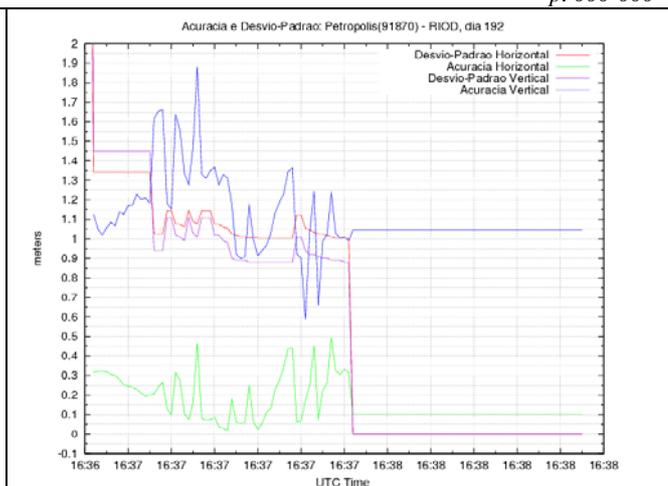


Gráfico 2 - Solução DGPS na estação Petrópolis, referência RIOD.

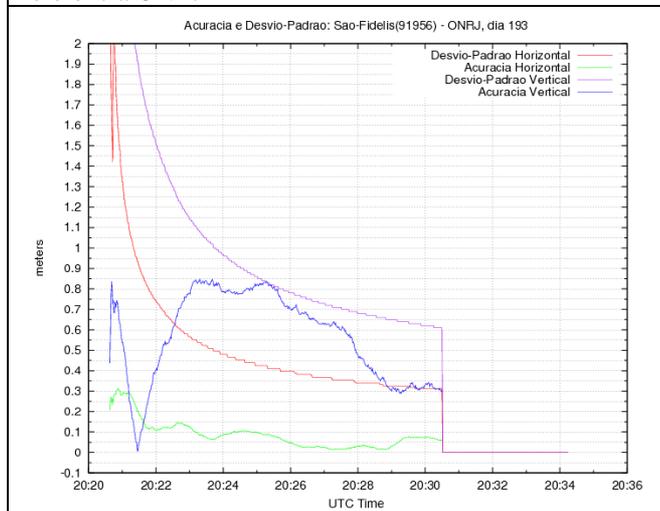


Gráfico 3 - Solução RTK na estação São Fidelis, referência ONRJ.

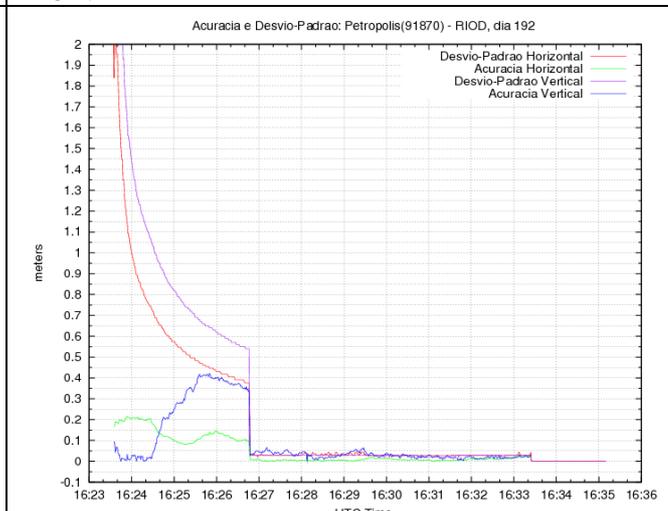


Gráfico 4 – Solução RTK na estação Petrópolis, referência RIOD.

5.2 Vantagens e desvantagens do RTK com NTRIP

As vantagens do uso do NTRIP nos levantamentos RTK e DGPS são:

- Os receptores RTK não necessitam de licenças especiais para trabalhar com NTRIP, somente a necessidade de existir Internet na região em que o levantamento é executado;
- um modem GSM/GPRS ou 3G é mais econômico que um rádio UHF, comparando-se o NTRIP via telefone celular, com um sistema clássico RTK por UHF. Hoje, os custos por receber Internet através de um cartão 3G custa mensalmente R\$ 50,00, sem limites de tempo de acesso e *download*, enquanto um par de rádio UHF custa cerca de R\$ 50.000,00;
- não é necessário manter um receptor GPS com um operador todo o dia em uma estação de referência;

- não é necessário buscar locais altos para instalar a estação de referência e o transmissor para um maior alcance das correções;
- o alcance da Internet é maior que do rádio;
- o rádio não funciona com obstruções, a Internet independe de obstruções entre o *rover* e a base;
- a jornada de trabalho com o NTRIP será reduzida quando comparada com o método clássico.

As desvantagens são as seguintes:

- Só funciona em áreas providas por Internet *wireless* ou serviços providos por telefonia celular tais como, GPRS, GSM e 3G;

6 CONCLUSÕES

O sistema NTRIP em locais onde a recepção de celulares encontra-se difundida, é uma poderosa ferramenta na execução de levantamentos para diversos fins, como por exemplo, o cadastro, no dia a dia de

profissionais como o topógrafo, geógrafos e engenheiros civis.

Com a expansão da RBMC e dos serviços de comunicação GSM, GPRS e 3G nos municípios brasileiros, o NTRIP estará a cada dia mais presente na nova cultura de “tempo real”, que definitivamente se impõe sobre a solução pós-processada. O NTRIP está baseado no conceito de difusão e democratização dos dados GNSS de diferentes fontes através longas distâncias.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem a Novatel pela disponibilização de uma licença RTK para a realização dos testes em campo e aos estagiários Jhonnes Vaz e Guilherme Brito pela ajuda na realização dos trabalhos em campo.

REFERÊNCIAS

CHEN, R.; LI, X.; WEBER, G. **Test Results of an Internet RTK System Based on the NTRIP Protocol.** Disponível em <http://igs.bkg.bund.de/pdf/Chen_GNSS2004.pdf>.

Acesso: 17 julho 2008.

DAMMALAGE, T. L.; SRINUANDEE, P.; SAMARAKOON, L.; SUSAKI, J.; SRISAHAKIT, T. **Potential Accuracy and Practical Benefits of NTRIP Protocol Over Conventional RTK and DGPS Observation Method.** Disponível em <http://www.gisdevelopment.net/technology/gps/ma06_102.htm>. Acesso: 17 julho 2008.

FORTES, L.P.S.; COSTA, S.M.A.; ABREU, M.A.; JÚNIOR, N.J.M.; SILVA, A.L.; LIMA, M.A.A.; MÔNICO, J.F.G E SANTOS, M.C, outubro 2007. **Plano de Expansão e Modernização das Redes Ativas RBMC/RIBaC**, Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro.

GONZALEZ-MATESANZ, F. J.; WEBER, G.; CELADA, J.; DALDA, A.; QUIROS, R. **El Proyecto EUREF-IP, Resultados con GPRS.**

4ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. Figueira da Foz (Portugal). 3-7 fevereiro 2004.

WEBER, G. **Streaming Real-Time IGS Data and Products Using NTRIP** Proceedings Darmstadt IGS Workshop, maio 2006, Disponível em <ftp://igsch.jpl.nasa.gov/pub/resource/pubs/06_darmstadt/IGS%20WS%202006%20Papers%20PDF/6_Weber_IGS_Proceedings_Darmstadt_NTRIP.pdf>. Acesso: 17 julho 2008.

WEBER, G.; DETTMERING, D.; GEBHARD, H.; KALAFUS, R. **Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (Ntrip)-IP-Streaming for Real-Time GNSS Applications**, ION GNSS 18th International Technical Meeting of the Satellite Division, setembro 2005.