

## **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@ibge.gov.br](mailto:sonia.alves@ibge.gov.br)

**RESUMEN** - El IBGE (Instituto Brasileño de Geografía y Estadística) está trabajando actualmente en la instalación de nuevos servicios con la modernización de la RBMC, como por ejemplo, proveer datos en tiempo real y cálculo de las correcciones WADGPS. Estas alternativas en fase de prueba y evaluación, son muy usada por la Comunidad Europea para proporcionar datos GNSS en tiempo real por Internet, tal el caso de NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol). El sistema NTRIP fue desarrollado por la agencia alemana de Cartografía y Geodesia, para enviar datos de correcciones por Internet para revelamientos DGPS (diferencial GPS) y RTK (cinemático en tiempo real) con los protocolos HTTP y ftp. Este trabajo presenta el concepto y el funcionamiento de este nuevo servicio, así como los resultados conseguidos en pruebas llevadas a cabo.

**ABSTRACT** - 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. 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*

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 o novo serviço RBMC-IP, baseado na transmissão de correções de dados GNSS via internet. Participam deste serviço 26 estações, a maioria delas localizadas nas capitais dos estados, conforme apresentado na Figura 1. Os receptores destas estações foram configurados para transmitir as correções DGPS (Differential GPS) e RTK (Real Time Kinematics) no formato RTCM 3.0. Estes dados trafegam pela Internet até um servidor localizado no IBGE ([gps-ntrip.ibge.gov.br:2021](http://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 26 estações contribuem para a rede global de dados em tempo real, a RTIGS (Real-Time International GNSS Service) e também são transmitidos para outro servidor localizado no BKG, Alemanha. Estas nove estações estão assinaladas com um círculo vermelho na Figura 1.

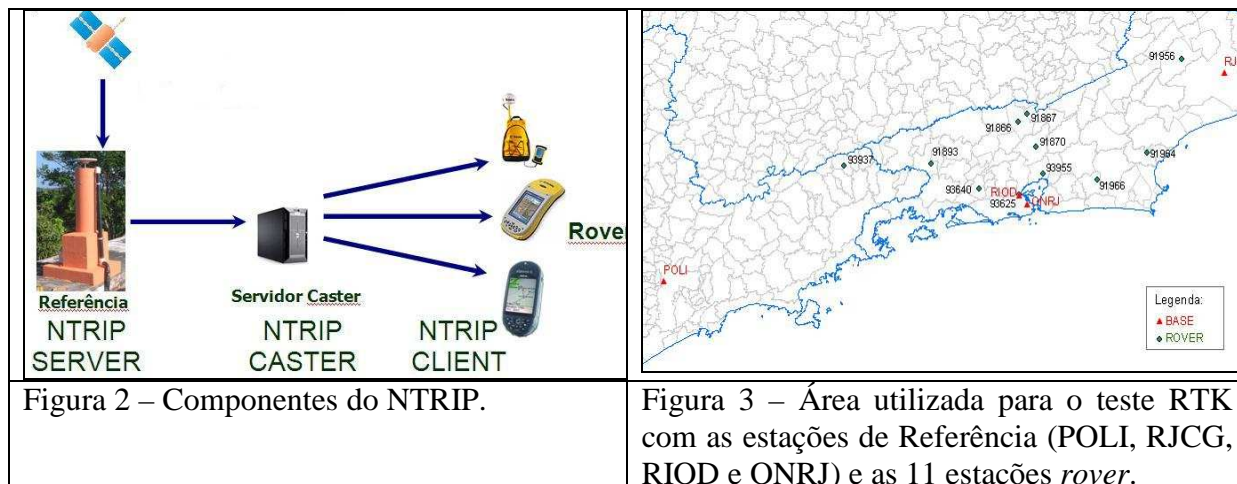
Seção 2 deste trabalho apresenta o sistema NTRIP e suas potencialidades, a seção 3 as suas características. Na seção 4 são apresentados os testes realizados, e os resultados obtidos, bem como as vantagens e desvantagens do novo serviço também serão exploradas.

## *2 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. Até pouco tempo atrás esta técnica possuía alguns fatores que limitavam a sua aplicação, tais como, o formato dos dados e a distância entre a estação de referência e o receptor móvel. Uma alternativa para contornar o problema da limitação da distância é trocar o link de rádio pela comunicação via modem GSM (Global System of Mobile). O inconveniente causado pelos diversos formatos, foi resolvido quando a instituição responsável pela padronização da transmissão de dados GNSS (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 (inclusive *wireless*) 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 europeia, 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-104 se tornar um formato padrão para a transmissão de dados GNSS em tempo real.





#### 4 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 3. Os levantamentos foram realizados em três dias no modo estático.

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. 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 computador portátil e um modem banda larga 3G. No computador 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).

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 ou *float*. 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 RTK.

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;

#### 4.1 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 resolvidas (inteira) com precisões horizontal e vertical inferiores a 3 cm e 5 cm respectivamente. A acurácia neste caso pode chegar à 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.

#### 4.2 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;
- alcance da Internet é maior que do rádio;

- 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;

### 5 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.

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	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	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	RIOD	São	206,56	0,03	0,21	0,33	0,58	7	Float	0,7	2

		Fidelis-91956									
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 1 – Resultados DGPS e RTK.

### Referências

- Chen, R., X. Li, G. Weber. 2004. **Test Results of an Internet RTK System Based on the NTRIP Protocol**. Disponível em <[http://igs.bkg.bund.de/pdf/Chen\\_GNSS2004.pdf](http://igs.bkg.bund.de/pdf/Chen_GNSS2004.pdf)>. Acesso: 17 julho 2008.
- Fortes, L.P.S., S.M.A. Costa, M.A. Abreu, N.J.M. Júnior, A.L. Silva, M.A.A. Lima, J.F.G. Mônico, M.C. Santos. 2007. **Plano de Expansão e Modernização das Redes Ativas RBMC/RIBaC**, Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro.
- Gonzalez-Matesanz, F. J., G. Weber, J. Celada, A. Dalda, R. Quiros. 2004. **El Proyecto EUREF-IP, Resultados con GPRS**. 4ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. Figueira da Foz (Portugal).
- Weber, G., 2006. **Streaming Real-Time IGS Data and Products Using NTRIP**. [Proceedings Darmstadt](#)
- IGS Workshop, May 2006. Disponível em <[ftp://igsceb.jpl.nasa.gov/pub/resource/pubs/06\\_darmstadt/IGS%20WS%202006%20Papers%20PDF/6\\_Weber\\_IGS\\_Proceedings\\_Darmstadt\\_NTRIP.pdf](ftp://igsceb.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., D. Dettmering, H. Gebhard, R. Kalafus. 2005. **Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (Ntrip)-IP-Streaming for Real-Time GNSS Applications**. ION GNSS 18<sup>th</sup> International Technical Meeting of the Satellite Division, September 2005.