



POSICIONAMENTO RELATIVO GNSS UTILIZANDO AS TÉCNICAS RTK NTRIP E RTK EM REDE: Análise da Acurácia Posicional

Paulo A. F. BORGES¹; Luciano A. BARBOSA²; Rafael V. MORENO³

RESUMO

Este artigo apresenta os conceitos e testes de qualidade relacionados ao posicionamento relativo GNSS nas técnicas RTK NTRIP e RTK em Rede. Os resultados de posicionamento foram validados com a implantação de dez marcos em uma área da Fazenda-Escola do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. O posicionamento foi feito a partir de diferentes estações de referência (RBMC e CEGAT). A avaliação da acurácia posicional dos métodos RTK em relação ao posicionamento relativo estático apresentou resultados que confirmam as metodologias RTK como eficazes na determinação de coordenadas.

INTRODUÇÃO

O sistema de posicionamento em tempo real RTK (*Real Time Kinematic*) refere-se a um método de posicionamento relativo em que as correções calculadas para uma estação de referência conhecida são transmitidas para o receptor móvel por meio de um link de rádio, permitindo assim o cálculo das coordenadas da posição do receptor móvel no instante da observação, obtendo-se erros ao nível do centímetro. Observa-se um grande aumento da utilização deste método tanto em levantamentos de áreas quanto na implantação de obras, principalmente devido aos grandes ganhos de produtividade, qualidade e confiabilidade no posicionamento.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes /MG. E-mail: paulo.borges@ifsuldeminas.edu.br

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes /MG. E-mail: luciano.barbosa@ifsuldeminas.edu.br

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes /MG. E-mail: 1599@ifs.ifsuldeminas.edu.br

Para a transmissão de dados RTK, no ano de 1994, novos tipos de mensagens foram definidos no RTCM SC-104 (*Radio Technical Commission for Maritime Services Special Committee 104*) versão 2.1. Os tipos de mensagem 18 e 19 contêm dados brutos relativos à fase da portadora e à pseudodistância e de modo alternativo, os tipos de mensagens 20 e 21 contêm as correções calculadas para as medições na estação de referência, as quais serão utilizadas para o mesmo instante no receptor móvel (SEEBER, 2003).

Normalmente, um sistema RTK é constituído por dois receptores (preferencialmente de dupla frequência) com as respectivas antenas GNSS e um link de rádios UHF (modem) necessário para transmitir/receber as correções e/ou observações da estação de referência (MONICO, 2008).

Embora sejam inegáveis as vantagens do uso da tecnologia RTK com transmissão de dados via rádio UHF, observa-se alguns fatores que interferem diretamente em seu desempenho. Segundo MONICO (2008) um primeiro fator de interferência refere-se à potência do rádio utilizado, uma vez que o sistema necessita transmitir dados a uma taxa de pelo menos 2.400 bits por segundo, sendo necessário o uso de rádios UHF ou VHF.

A distância em relação à base de referência se torna dependente da potência do rádio, interferindo diretamente na obtenção de um vetor com solução fixa. Observando-se que os rádios de maior potência disponíveis no mercado apresentam potência de 35 Watts e velocidade de até 19.200 bps, em condições normais de trabalho (presença de relevo ondulado e outros obstáculos), têm-se um alcance médio de 15 a 20 km em relação à estação de referência. Em função dessas interferências o uso da tecnologia RTK em alguns locais exige outro método de envio de observação da fase da onda portadora, devido à atenuação do sinal transmitido quando da utilização de rádios UHF. Esta atenuação do sinal UHF é percebida de forma acentuada em centros urbanos, onde prédios, casas, árvores e morros criam obstáculos para a transmissão, diminuindo seu alcance.

Uma solução desenvolvida foi a utilização da internet para transmissão de dados de correção para aplicações RTK. Utilizando-se de um modem GSM disponível em celulares ou até mesmo no próprio receptor GNSS, podem-se obter dados de correções a partir de um servidor NTRIP Caster (MONICO, 2008).

O serviço NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*) pode ser acessado via protocolo de internet (HTTP) no formato padrão RTCM 3.0. O

NTRIP foi projetado para disseminar correção de dados diferencial ou outros tipos de dados GNSS para usuários, móveis ou estacionários, pela Internet, permitindo conexões simultâneas via GPRS, GSM ou modem 3G (COSTA et al, 2008).

O serviço de Rede NTRIP é gerenciado por um conjunto de softwares que convertem o protocolo RTCM para a linguagem de internet, sendo que um deles é o NTRIP Caster, capaz de gerenciar as ERA (*Estações de Referência Ativa*) e os controles de acessos, onde cada cliente deverá entrar com dados de usuário e senha válidos. Outro software utilizado é o NTRIP Server que possibilita o envio do protocolo RTCM da ERA ao servidor NTRIP Caster. Por fim, utiliza-se um software NTRIP Client (software instalado na coletora do receptor GNSS Móvel) para receber o protocolo RTCM por meio de um IP através da conversão das correções de fase da portadora para o posicionamento.

Ao acessar um Servidor NTRIP Caster, este enviará ao usuário uma lista de ERA que faz parte da rede, chamada de Source Table. Nesta tabela, o usuário poderá selecionar uma das ERA disponíveis, chamada de Mount Point. Ao escolher uma das ERA, o Servidor NTRIP Caster disponibilizará as correções calculadas para a base selecionada permitindo, assim, a correção da posição no receptor GNSS Móvel. No Brasil, o IBGE (*Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*) foi o pioneiro na disponibilização de dados de correções por uma Rede NTRIP. O servidor NTRIP Caster do IBGE pode ser acessado pelo endereço de IP 186.228.51.52 e opera na porta 2101, esta reservada para transmissão das correções diferenciais obtidas para o NTRIP Client (IBGE, 2015). Atualmente, o servidor NTRIP Caster do IBGE recebe dados de 92 estações da RBMC (*Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo*).

Devido aos efeitos dos erros atmosféricos (ionosfera e troposfera), refração, órbita dos satélites entre outros, os erros no posicionamento utilizando-se a tecnologia RTK com disponibilização das correções via NTRIP crescem com o aumento do comprimento da linha de base. Portanto, é recomendável usar linhas de base curtas que exigem uma estação de referência próxima ao receptor móvel. Estas considerações básicas levaram ao surgimento das redes de estações de referência (RTK em Rede), tendo como exemplos o serviço austríaco de posicionamento (APOS), o serviço de posicionamento por satélite alemão (SAPOS), entre vários outros (HOFMANN-WELLENHOF et al, 2008). No Brasil, destaca-se a rede particular CEGAT pertencente à empresa Alezi Teodolini, a qual disponibiliza o serviço com abrangência nacional, porém com cobertura mais completa no estado

de São Paulo. O software GEO++ GNSMART é utilizado para gerenciar o sistema RTK em Rede e calcular a VRS, que no caso da rede CEGAT estará situada a 4,3 km do local de conexão.

Neste novo método, utiliza-se o conceito de VRS (*Virtual Reference Station*), permitindo ao usuário aumentar a distância do receptor móvel em relação às estações de referência ativas, uma vez que, após a conexão, será realizado o cálculo de uma VRS próxima ao local de trabalho, permitindo assim a obtenção de vetores com solução fixa de forma rápida com erros próximos ao centímetro.

MATERIAL E MÉTODOS

Para aplicação dos métodos propostos foram utilizados dois receptores de dupla frequência marca Ashtech modelo Promark 220, que possuem modem GSM para conexão à internet por meio de um CHIP de celular. Utilizou-se também a estação da RBMC de Inconfidentes (MGIN) e a rede do CEGAT para posicionamento pelo método RTK em rede. Utilizou-se ainda, duas estações SAT GPS do IBGE, sendo uma aquém do prédio da lavanderia, localizada nos fundos do prédio principal do IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes, e outra entre a torre de telefonia celular da Vivo e o cruzeiro situado na principal elevação da Fazenda-Escola.

Inicialmente fez-se a implantação de dez vértices (marcos de concreto) na Fazenda-Escola realizando-se o transporte de coordenadas a partir de duas estações SAT GPS homologadas pelo IBGE. O posicionamento foi realizado através do método estático, determinando-se assim as coordenadas de referência. Sobre os mesmos marcos fez-se o posicionamento após a conexão NTRIP com a rede RBMC-IP do IBGE, escolhendo-se a estação MGIN. A coleta de dados foi realizada após a obtenção de solução fixa para o vetor. Em seguida, conectou-se à rede do CEGAT e novamente realizou-se o posicionamento sobre os mesmos vértices. Nos dois métodos, coletaram-se três registros com solução fixa em cada um dos marcos, obtendo-se assim uma média para as coordenadas utilizadas para a análise da acurácia posicional obtida com as duas metodologias propostas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o processamento dos dados dos vértices implantados obteve-se os seguintes resultados, cujas coordenadas serão utilizadas como referência para avaliação dos dois métodos propostos:

Tabela 1 – Coordenadas (em metros) de referência dos vértices, implantados a partir do método estático e seus respectivos desvios padrões.

Vértice	Descrição	Este	s E	Norte	s N	Altitude h	s h
MR-01	LE-CERCA	362928,669	0,002	7531735,757	0,003	847,058	0,007
MR-02	LE-CERCA	362942,036	0,002	7531856,642	0,002	848,932	0,007
MR-03	LE-PREDIO	362968,334	0,001	7531848,454	0,002	848,814	0,007
MR-04	LE-PREDIO	362972,519	0,001	7531861,954	0,002	849,013	0,007
MR-05	LE-PONTE	362981,132	0,002	7531737,367	0,004	847,613	0,007
MR-06	LD-LATICINIO	363058,503	0,002	7531851,412	0,004	848,822	0,007
MR-07	LD-CIRCULO	363012,062	0,003	7531749,605	0,004	847,337	0,006
MR-08	LD-RIO	363092,692	0,003	7531783,987	0,004	847,595	0,006
MR-09	LD-LATICINIO	362996,975	0,002	7531864,434	0,003	849,105	0,007
MR-10	LD-RIO	363127,375	0,002	7531830,613	0,003	847,912	0,008

Tabela 2 – Coordenadas (em metros) dos vértices, obtidos utilizando-se a tecnologia RTK com correções via NTRIP e seus respectivos desvios padrões.

Vértice	Descrição	Este	s E	Norte	s N	Altitude h	s h
MP01	LE-CERCA	362928,657	0,013	7531735,735	0,013	847,121	0,019
MP02	LE-CERCA	362941,995	0,012	7531856,614	0,012	848,988	0,015
MP03	LE -PREDIO	362968,306	0,013	7531848,433	0,013	848,873	0,015
MP04	LE-PREDIO	362972,498	0,013	7531861,937	0,013	849,072	0,019
MP05	LE-PONTE	362981,117	0,013	7531737,347	0,013	847,624	0,017
MP06	LD-LATICINIO	363058,455	0,013	7531851,390	0,013	848,882	0,017
MP07	LD-CIRCULO	363012,018	0,013	7531749,600	0,013	847,383	0,018
MP08	LD-RIO	363092,684	0,012	7531783,922	0,012	847,650	0,017
MP09	LD-LATICINIO	362996,954	0,013	7531864,420	0,013	849,195	0,021
MP10	LD-RIO	363127,387	0,016	7531830,593	0,016	848,022	0,024

Tabela 3 – Coordenadas (em metros) dos vértices, obtidos utilizando-se a tecnologia RTK em Rede e seus respectivos desvios padrões.

Vértice	Descrição	Este	s E	Norte	s N	Altitude h	s h
VR01	LE-CERCA	362928,645	0,011	7531735,733	0,011	847,087	0,018
VR02	LE-CERCA	362942,004	0,008	7531856,569	0,008	848,989	0,012
VR03	LE-PREDIO	362968,357	0,011	7531848,452	0,011	848,877	0,016
VR04	LE-PREDIO	362972,507	0,010	7531861,926	0,010	849,119	0,015
VR05	LE-PONTE	362981,117	0,016	7531737,336	0,016	847,651	0,022
VR06	LD-LATICINIO	363058,440	0,012	7531851,390	0,012	848,879	0,016
VR07	LD-CIRCULO	363012,020	0,011	7531749,611	0,011	847,373	0,017
VR08	LD-RIO	363092,684	0,011	7531783,925	0,011	847,638	0,016
VR09	LD-LATICINIO	362996,964	0,009	7531864,413	0,009	849,207	0,015
VR10	LD-RIO	363127,423	0,016	7531830,597	0,016	847,932	0,030

Tabela 4 – Acurácia (em metros) observada para as coordenadas dos vértices obtidos nas duas metodologias propostas.

Vértice	Descrição	RTK NTRIP			RTK em Rede		
		ΔE	ΔN	Δh	ΔE	ΔN	Δh
MR-01	LE-CERCA	-0,012	-0,022	0,063	-0,024	-0,024	0,029
MR-02	LE-CERCA	0,009	-0,028	0,056	-0,032	-0,073	0,057
MR-03	LE-PREDIO	0,051	-0,021	0,059	0,023	-0,002	0,063
MR-04	LE-PREDIO	0,009	-0,017	0,059	-0,012	-0,028	0,106
MR-05	LE-PONTE	0,000	-0,020	0,011	-0,015	-0,031	0,038
MR-06	LD-LATICINIO	-0,015	-0,022	0,060	-0,063	-0,022	0,057
MR-07	LD-CIRCULO	0,002	-0,005	0,046	-0,042	0,006	0,036
MR-08	LD-RIO	0,000	-0,065	0,055	-0,008	-0,062	0,043
MR-09	LD-LATICINIO	0,010	-0,014	0,090	-0,011	-0,021	0,102
MR-10	LD-RIO	0,036	-0,020	0,110	0,048	-0,016	0,020

CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados obtidos, conclui-se que as metodologias propostas permitem obter coordenadas de vértices com acurácia ao nível de poucos centímetros, consolidando-se como métodos eficazes na determinação de coordenadas em diferentes aplicações de levantamento e locação de obras. Apresenta-se como um método vantajoso devido à alta produtividade e economia, uma vez que, na aquisição de equipamentos, apenas um único receptor permitirá a coleta de dados com qualidade e confiabilidade.

REFERÊNCIAS

- COSTA, S. M. A., LIMA, M. A. A., MOURA JUNIOR, N. J. de, ABREU, M. A., DA SILVA, A. L. e FORTES, L. P. S. **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.
- HOFMANN-WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER, H.; WASLE, E. **GNSS – Global navigation satellite systems, GPS, GLONASS, Galileo and more**. Springer-Verlage Wien, 2008. 501p.
- IBGE. **RBMC-IP - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS em tempo real**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/ntrip>>. Acesso em 24-08-2015.
- MONICO, J. F. G.. **Posicionamento pelo GNSS: Fundamentos, Definição e Aplicação**. 2 ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 476p.
- SEEBER, G. **Satellite Geodesy: Foundations, Methods, and Applications**. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 2003. 589p.