

## MULTICAMINHO

MARJANA FERREIRA MENDES<sup>1</sup>; DIULIANA LEANDRO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [marjanamendes17@hotmail.com](mailto:marjanamendes17@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [diuliana.leandro@gmail.com](mailto:diuliana.leandro@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

O GNSS (*Global Navigation Satellite System*), devido a possibilidade de posicionamento com precisão, de acordo com Polezel et al. (2008), ele tem sido utilizado para diversos fins operacionais, desde uma simples navegação por aventureiros, até na realização de posicionamento de ordem milimétrica.

Sendo que o Sistema de Posicionamento Global (GPS – *Global Position System*) é o mais comumente utilizado e tem sido utilizado para apoiar levantamentos topográficos, tornado levantamentos de sistemas arbitrários em globais. Para tal utiliza-se o posicionamento relativo, o qual segundo Monico (2000) a posição de um ponto é determinada com relação à de outro(s), cujas coordenadas são conhecidas. No Brasil o uso das estações RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) para realizar o posicionamento relativo é o mais usual, pois ela possibilitou que o usuário utilize somente um receptor para efetuar o posicionamento.

No posicionamento GNSS (*Global Navigation Satellite System*), porém, “os dados transmitidos pelos sistemas GNSS estão sujeitos a erros, tanto devido aos próprios satélites que compõem as constelações, como a propagação do sinal, receptor e à estação.

A maior parte desses erros pode ser eliminada, reduzida ou modelada, isso depende muito do método de posicionamento empregado e da própria acurácia almejada (ALVES et al., 2013). Sendo que diversos autores como, por exemplo, MONICO (2000), SOUZA (2008) afirmam que um dos métodos de posicionamento mais utilizados é o posicionamento relativo para minimização de erros, principalmente para linhas de base curtas. Mas, algo que permanece é o efeito do multicaminho (SOUZA, 2008).

O multicaminho é de difícil modelagem, pois depende das condições físicas específicas de cada local, segundo Leandro (2009), este fenômeno depende das propriedades elétricas do ambiente em que se localiza a antena, assim como das propriedades físicas do entorno, ou seja, depende da refratividade do ambiente, das características da antena e do objeto refletor. Assim no levantamento a antena GPS recebe além dos sinais diretos do satélite, sinais oriundos de reflexões de superfícies próximas, os quais sofrem um retardo com relação aos primeiros (POLEZEL ET AL., 2004).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a como a estação da RBMC- RESP é afetada pelo efeito de multicaminho utilizando o programa TEQC (*Translate Edit Quality Check*) nas ondas portadoras L1 e L2 e comparar com os gráficos para análise da qualidade dos dados da RBMC anuais disponibilizados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

## 2. METODOLOGIA

Para o presente estudo foram selecionados aleatoriamente 4 dias distintos de dados brutos da estação da RBMC- RESP, e foram analisados os erros foram causados pelo Erro Médio Quadrático devido ao Multicaminho nas ondas portadoras L1 e L2 por dia através do programa TEQC. O qual é desenvolvido pela UNAVCO, que é um consórcio composto por universidades sem fins lucrativos, que buscam facilita a pesquisa e a educação na área de geodésia. O programa é disponibilizado online através do endereço <https://www.unavco.org/software/data-processing/teqc/teqc.html>.

O TEQC mostra a qualidade do sinal GPS cria uma tabela de com as estatísticas com valores multicaminho entre outros como ruído no sinal, perdas de ciclo, azimute e elevação dos satélites observados, atrasos de ionosfera.

A localização do ponto analisado é a laje do prédio do Instituto de Física e Matemática (IFM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) - Campus Capão do Leão - RS. É um pilar cilíndrico de concreto, medindo 1,05 m de de altura com diâmetro de 0,30 m de acordo com a descrição do IBGE, que fica engastado na viga central da laje do prédio do Instituto de Física e Matemática (IFM) (Figura 1). O modelo da antena da estação é uma ZEPHYR GEODETIC (TRM41249.00).



Figura 1 – Localização RBMC-RESP.  
Fonte – IBGE (2017).

A tabela 1 mostra os dias analisados e coordenadas geodésicas (latitude e longitude) da estação.

Tabela 1 – Datas analisadas.

Nome da Estação	Cidade	Coordenadas	Datas Analisadas
RESP	Capão do Leão	- 31° 48' 8,81800"	17/01/2016
RESP	Capão do Leão	- 52° 25' 3,46276"	17/01/2017
RESP	Capão do Leão		17/09/2015
RESP	Capão do Leão		17/09/2017

Os dados analisados através do TECQ serão comparados com os relatórios anuais do Centro de Controle da RBMC que são disponibilizados através de gráficos com indicadores da qualidade dos dados das observações GPS através de <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/analise.shtm>.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da tabela 2 pode-se observar o erro médio quadrático causado pelo efeito de Multicaminho em L1 e L2 para o período de 24 horas para a estação RESP obtido através do TEQC.

Tabela 2 – Erro médio quadrático devido ao efeito de Multicaminho

<b>Datas</b>	<b>Variação Média L1</b>	<b>Variação Média L2</b>
17/01/2016	0,492264 m	0,368258 m
17/01/2017	0,501896 m	0,376996 m
17/09/2015	0,531349 m	0,372465 m
17/09/2017	0,512454 m	0,379198 m

O valor do erro médio quadrático obtido pelo TEQC em 17/01/2016 , variação na onda portadora L1 de aproximadamente 0,492m e variação na onda portadora L2 de aproximadamente 0,368m. Já no relatório anual disponibilizado pelo IBGE percebe-se que os valores obtidos são próximos, mas não iguais, sendo que em L1 o relatório do IBGE apresenta valores de aproximadamente 0,43m e em L2 de aproximadamente 0,33m, como podemos observar através da Figura 2.

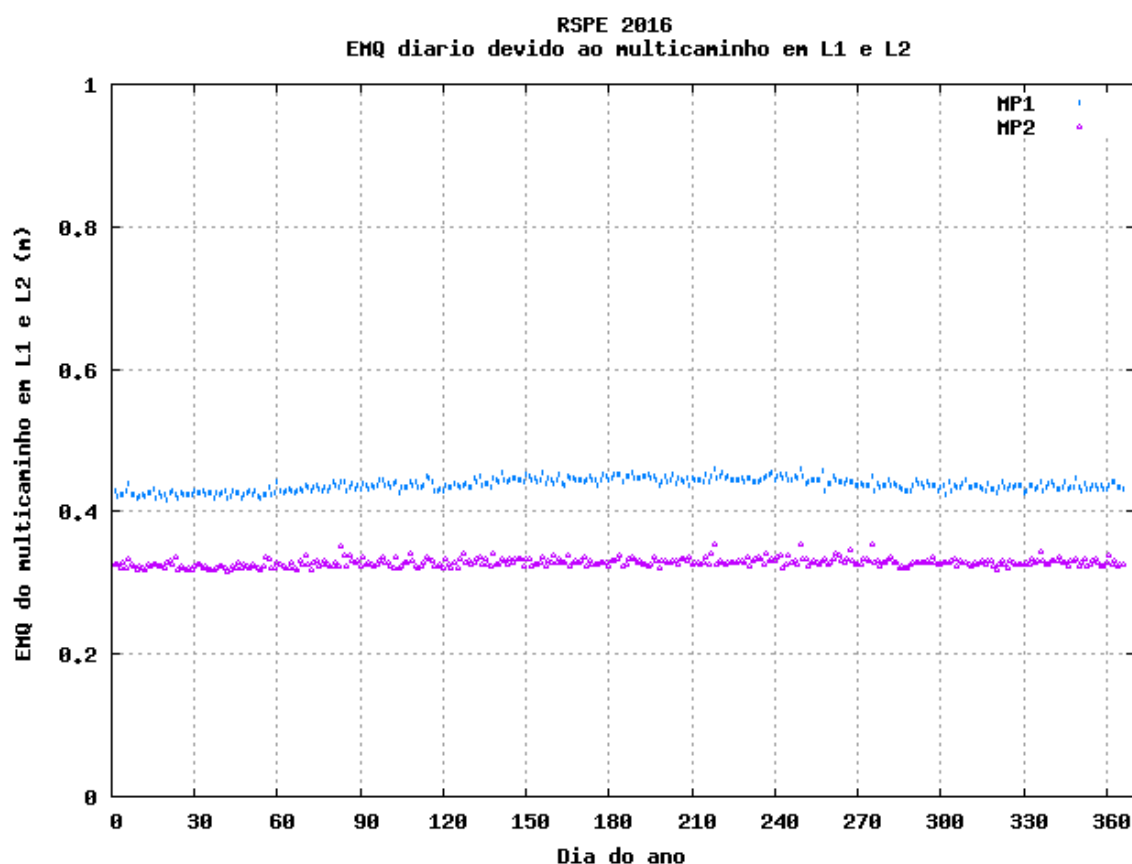


Figura 2 – Variação do erro médio provocado pelo efeito de multicaminho  
Fonte: IBGE (2017).

#### 4. CONCLUSÕES

Nesta pesquisa descreveu-se sobre o efeito do multicaminho no posicionamento relativo estático na estação RESP. Verificou que os dados do relatório anual do IBGE e a análise no programa TEQC destoam na casa do centímetro, o que pode ser consequência das diferenças metodológicas utilizadas.

Visto isso, conclui-se, que o Multicaminho afeta qualquer tipo de levantamento em função da constituição física do entorno, sendo uma componente importante de avaliação de qualidade.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, D.B.M.; SOUZA, E.M.; KANESHIRO, V.Y.; SOUZA, J.S. **Análise de séries temporais de multicaminho em estações de monitoramento contínuo**. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 19, n. 3, 2013.

IBGE. **Relatório da Estação**. Disponível em <[ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes\\_sobre\\_posicionamento\\_geodesico/rbmc/relatorio/Descritivo\\_RSPE.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rbmc/relatorio/Descritivo_RSPE.pdf)>. Acessado em 11 de outubro de 2017.

LEANDRO, D. **Investigação do posicionamento GPS em ambientes internos com o auxílio do efeito de multicaminho**. 2009.

POLEZEL, W.G.C.; DE SOUZA, E.M.; MONICO, J.F.G. **Método de posicionamento relativo por satélite GPS com correção do efeito do multicaminho em estações de referência: formulação matemática, resultados e análises**. Trends in Applied and Computational Mathematics, v. 9, n. 1, p. 133-142, 2008.

POLEZEL, W.G.C.; SOUZA, E.M. de; MONICO, J.F.G. **Análise dos fatores que influenciam o Multicaminho**. Artigo In: COBRAC 2004 - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, UFSC, Florianópolis-SC. Outubro, 2004, 10 f.

MONICO, J.F.G. **Posicionamento pelo NAVSTAR - GPS: Descrição, Fundamentos e Aplicações**, UNESP, São Paulo, 2000.