

# DIVERGÊNCIA DE PROCESSAMENTO DE DADOS DE RECEPTORES DE SINAL GNSS COM ARQUIVOS NAS EXTENSÕES RINEX E NATIVO

BRUNO ZUCUNI PRINA  
RENATO DE SÁ  
LUIS FELIPE DÍAZ DE CARVALHO

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM  
Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria – RS  
brunozprina@gmail.com, renas.leny@hotmail.com, lfelipe.dc@gmail.com

**RESUMO** - Tendo em vista a grande utilização de receptores de sinal GNSS empregados para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais, caso da Norma Técnica do INCRA (NTGIR), pesquisou-se inúmeras formas distintas de processá-los, buscando os melhores resultados possíveis. Após essa análise, enfatizou-se a diferença de processamento de receptores nas extensões nativas e rinex. Induziu-se a essa proposta, pelo fato de que a NTGIR exige que os vértices ocupados tenham precisão posicional com valores dentro de uma tolerância, e com isso se faz necessário obtermos formas de minimizarmos os erros encontrados. A partir dessa ideia, processou-se 21 pontos aleatórios de uma fazenda localizada no município de Rosário do Sul/RS, coletados com receptores de sinal GNSS L1/L2, buscando encontrar qual das extensões em questão traria melhor resultado, ou seja, minimizaria os erros. Assim, processaram-se os devidos pontos no aplicativo *Topcon Tools*® e a parte de análise e comparação realizou-se no *Microsoft Office Excel*®, checando as diferenças encontradas no item “Precisão dos Pontos”. Após várias análises, concluiu-se que o processamento com a extensão nativa trouxe melhores resultados, se comparados com o rinex.

**Palavras chave:** GNSS, Nativo, Rinex, Georreferenciamento, Processamento.

**ABSTRACT** - Given the wide use of GNSS receivers signal used for the georeferencing of Rural Property, if the Technical Standard INCRA (NTGIR), looked up several different ways to process them, seeking the best possible results. After this analysis, emphasized the difference in processing and receivers in RINEX native extensions. To induce this proposal, the fact that NTGIR requires that the vertices are occupied with positional accuracy within a tolerance values, and thus it is necessary to obtain ways to minimize the errors found. From this idea, proceeded 21 random points in a farm in the municipality of Rosario do Sul / RS, collected on L1/L2 GNSS signal receivers to determine which of the extensions in question would bring better results, ie, minimize errors. Thus, important points in the appropriate application *Topcon Tools*® and the analysis and comparison was performed in *Microsoft Office Excel*®, checking the differences found in "Accuracy of Points." After various tests it was concluded that the processing with the native extension brought best results, compared with the rinex.

**Key words:** GNSS, Native, Rinex, Georeferencing, Processing.

## 1 INTRODUÇÃO

Conforme a 2ª edição da Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (NTGIR) (revisada) – INCRA, as coordenadas dos pontos devem possuir precisões posicionais com valores dentro de uma tolerância estabelecida, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos vértices conforme suas precisões requeridas – (Fonte: INCRA, 2010, pág. 21).

Classe	Precisão (m)	Tipo
C1	0,10	M
C2	0,20	M
C3	0,40	M,P
C4	0,50	M, P, V, O
C5	2,00	P, V, O
C7	*	

A vigente NTGIR estabelece que para vértices de limite (Classe C4), as coordenadas devem estar contidas numa precisão posicional de até 0,5 m, para pontos

coletados pelo método estático e estático rápido e 2,0 m para vértices coletados pelo método cinemático (Classe C5), caso contrário as mesmas não estarão contidas na tolerância permitida pela norma técnica vigente (INCRA,2010). Dessa forma, quando os vértices não alcançarem as precisões posicionais adequadas, o credenciado deverá realizar uma nova ocupação (coleta a campo), buscando adequá-los à NTGIR. Conforme a metodologia de Monico (2007, pág. 183) “as observáveis básicas do GNSS que permitem determinar posição, velocidade e tempo podem ser identificadas como: pseudodistância a partir do código; e fase da onda portadora ou diferença de fase de onda portadora”. Essas observáveis podem obter erros, como por exemplo: orbitais, no relógio do satélite, efeito da relatividade, centro de fase da antena do satélite, refração troposférica, entre outros.

Após a análise dos erros, pesquisou-se se há alguma diferença ao processarem-se pontos de receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*) com a extensão nativa e rinex, para que assim chegue-se a conclusão de que se há ou não alguma relação entre essa hipótese.

### 1.1 Problema e Justificativa

O problema pesquisado destinou-se a solucionar uma questão: “*Como se pode alcançar um melhor resultado no requisito “Precisão Posicional dos Vértices” utilizando as extensões nativo e rinex no processamento de receptores GNSS, qual é a mais eficiente?”*”

A partir desse questionamento levou os autores a realização de uma pesquisa, buscando respostas ao questionamento proposto. Dessa forma, deverá haver uma comparação entre os valores encontrados para o requisito em estudo, salientando a diferença entre o processamento de pontos nas extensões nativa e rinex.

### 1.2 Objetivos

O objetivo geral do trabalho é descobrir qual a melhor maneira realizar o pós-processamento a partir de arquivos originados de receptores GNSS, seja ela usando a extensão nativa do receptor ou a extensão rinex.

Entre os objetivos específicos podem ser destacados: explicar os resultados encontrados, compreendendo a metodologia básica para o desenvolvimento dos procedimentos de pós-processamento de receptores GNSS e com isso propor uma alternativa que vise a obtenção de resultados de pós-processamento sobre que atendam o que estabelece a NTGIR.

## 2 METODOLOGIA

Deve-se destacar que toda a metodologia aplicada nesse trabalho desenvolveu-se nos aplicativos: *Topcon Tools®* e no *Microsoft Office Excel®*. No primeiro executou-se o processamento dos pontos, bem como a

geração do relatório de processamento, já no segundo houve a sistematização dos valores encontrados, bem como a comparação dos valores calculados. Ressalta-se inclusive que os pontos foram coletados pelo receptor GNSS de dupla frequência (L1/L2), modelo *Hiper* da marca Topcon. Abaixo há a complementação de algumas especificações do aparelho em questão:

- Canais Rastreados, padrão: 40 L1 GPS (20 GPS L1+ L2)
- Canais Rastreados, opcional: 20 GPS L1 + L2 (GD) ou GPS L1 + GLONASS (GG)
- Sinal Rastreado: L1/L2 C/A e Código P & Portadora
- Precisão linha base: 3 mm + 1 ppm para L1 + L2 e 5 mm +1.5 ppm para L1.
- Precisão RTK (OTF): 10 mm + 1.5 ppm para L1 + L2 e 15 mm +2 ppm para L1.
- SpSp: Interna 900 MHz ou 2,4 GHz SpSp transceptor
- UHF Radio Modem: Interna Rx ou Externa Tx/Rx
- Potência de Saída (Base): 0.5W / 2.0W / 35W

A seguir segue a metodologia adotada na execução da pesquisa segmentada cronologicamente:

1º passo: Escolheu-se de forma aleatória 21 pontos coletados pelo método estático e estático rápido em uma propriedade localizada na cidade de Rosário do Sul/RS, pela empresa PROCAMPO Levantamentos Rurais de Santa Maria/RS.

2º passo: Repassou-se as informações do receptor GNSS para o meio computacional, procedimento realizado pelo aplicativo PCCDU, aplicativo auxiliar do *Topcon Tools®*. Destaca-se que nessa etapa os arquivos descarregados estão no formato nativo, sendo um dos formatos usados.

3º passo: Conversão dos arquivos no formato nativo para rinex, processo realizado no aplicativo *Tps To Rinex*, outro aplicativo auxiliar do *Topcon Tools®*.

4º passo: Processou-se no aplicativo *Topcon Tools®* os pontos nos formatos nativo e rinex. Sabe-se que para haver esse processamento alguns procedimentos foram tomados, como por exemplo, fixar-se a coordenada da base, bem como para obter os *sigmas* de cada coordenada, identificação da coordenada e das precisões do ponto base do levantamento, adição da altura da antena de cada ponto, inserção das efemérides precisas, etc.

5º passo: Ainda no aplicativo *Topcon Tools®* gerou-se o relatório de processamento para ambos formatos.

6º passo: Analisaram-se os resultados obtidos na horizontal ( $x$  e  $y$ ) e na vertical ( $z$ ) de cada ponto. A partir desse momento houve a organização das informações numa planilha do aplicativo *Microsoft Office Excel®*. Nessa planilha houve uma comparação entre os valores de cada ponto. Primeiro fez-se a diferença entre nativo e rinex (horizontal e vertical), logo estabeleceu a quantidade de erro de cada ponto em porcentagem, podendo, assim, notificar os pontos que haviam as maiores diferenças de ambos processamentos, para que assim pudesse haver uma pesquisa do motivo dessas divergências, encontrando o vértice que possuía maior índice de erro.

7º Análise dos resultados, organizando-os em classificação qualitativa (nativo ou rinex) e quantitativa (porcentagem de erro de cada ponto e do geral).

### 3 RESULTADOS

Após a realização de todo o processo metodológico analisou-se que em ambas as comparações, entre nativo e rinex, na horizontal e na vertical, a extensão nativo apresentou melhores resultados.

Dos 21 pontos processados, a extensão nativa teve melhores resultados nas duas comparações realizadas, ou seja, tiveram resultados inferiores ao rinex. Em comparação ao total, 57,1% dos pontos tiveram melhores resultados no requisito erro na horizontal, e na comparação erro na vertical 61,9% dos pontos. A Tabela 2 enfatiza os resultados encontrados.

Tabela 2 – Resultados obtidos em porcentagem.

	Nativo	Rinex
Horizontal (%)	57,1	42,9
Vertical (%)	61,9	38,1

A Tabela 3 enfatiza os valores quantitativos encontrados na pesquisa:

Tabela 3 – Amostragem dos resultados quantitativos.

	Nativo (m)	Rinex (m)	Diferenças (m)
Soma dos erros na horizontal	0,469	0,587	-0,118
Soma dos erros na vertical	0,612	0,726	-0,113

Após a análise visual da tabela 3, analisa-se que os pontos na horizontal tiveram melhores resultados, e que a diferença entre horizontal e vertical é muito próxima, pois o valor encontrado na horizontal é de -0,118 m e na vertical é de -0,113 m. Essa proximidade de diferença do resultado final entre rinex e nativo levou-se a conclusão de que em 95,2% dos valores encontrados na vertical e horizontal de um mesmo ponto são de uma mesma classe, ou seja, quase sempre que um ponto na horizontal é melhor no formato rinex, o mesmo acontece na vertical, e assim vice e versa.

Após essas análises, também observou-se que o ponto especificado como número 12 teve os piores valores para o formato rinex, obtendo 81,7% do erro horizontal e 65,4% do erro vertical. Já o pior ponto no formato rinex teve porcentagens muito menores, 8,0% na horizontal e 13,2% na vertical e estava localizado no ponto denominado 15. Com essa análise observa-se que o formato rinex teve muita influência de apenas um ponto para com os demais, acarretando assim uma mascaragem da informação final, pois em apenas um ponto concentrar 81,7% de erro é muito para o estudo o qual está sendo realizado. Dessa forma, empregou-se a mesma metodologia, porém com a exclusão do ponto 12, notificando-se que o resultado obtido manteve-se quase

que na mesma porcentagem. A Tabela 4 apresenta os resultados encontrados após a eliminação do ponto 12.

Tabela 4 – Resultados finais obtidos após a exclusão do ponto 12.

	Nativo	Rinex
Horizontal (%)	55,0	45,0
Vertical (%)	60,0	40,0

Após a análise da tabela 4, notou-se que a diferença apresentada com ou sem o ponto 12 mostrou-se inexpressiva, pois mesmo que esse ponto levasse a maior concentração de erro o resultado final nos gera valores muito próximos ao anterior, tanto na horizontal, como na vertical.

A seguir, tem-se a tabela 5 a qual apresenta o erro encontrado em cada ponto.

Tabela 5 – Erros encontrados em cada ponto, na comparação rinex/nativo e horizontal/vertical.

Nº do ponto	Nativo		Rinex	
	Horiz (m)	Vert (m)	Horiz (m)	Vert (m)
1	0,0033	0,0051	0,0040	0,0066
2	0,0079	0,0129	0,0125	0,0204
3	0,0068	0,0102	0,0091	0,0139
4	0,0104	0,0177	0,0106	0,0179
5	0,0562	0,1141	0,0626	0,1309
6	0,0059	0,0078	0,0068	0,0085
7	0,0123	0,0173	0,0130	0,0185
8	0,0083	0,0159	0,0055	0,0102
9	0,0026	0,0058	0,0043	0,0142
10	0,0030	0,0080	0,0031	0,0087
11	0,0144	0,0408	0,0142	0,0413
12	0,2100	0,1292	0,3065	0,2033
13	0,0078	0,0138	0,0072	0,0126
14	0,0041	0,0158	0,0027	0,0102
15	0,0186	0,0298	0,0092	0,0149
16	0,0553	0,0831	0,0743	0,1088
17	0,0208	0,0375	0,0226	0,0418
18	0,0059	0,0181	0,0058	0,0180
19	0,0068	0,0090	0,0058	0,0079
20	0,0045	0,0086	0,0041	0,0079
21	0,0039	0,0118	0,0030	0,0091

### 4 CONCLUSÕES

Após o término da pesquisa, observou-se que ao realizarmos o processamento de arquivos de receptores de sinal GNSS, a extensão nativa mostra-se como melhor alternativa quando comparada ao rinex.

É observado que os autores buscaram alternativas que viabilizassem uma maior confiabilidade com relação aos resultados encontrados, realizando dessa forma outras análises, empregando a mesma metodologia. Entretanto, os resultados encontrados mantiveram-se muitos similares ao apresentado aqui.

Pôde-se com a metodologia proposta atentar-se a outras alternativas para o desenvolvimento dos procedimentos envolventes no pós-processamento, e com isso obter informações confiáveis para análise dos dados. Diante disso, o conhecimento obtido em toda a metodologia básica para o processamento dos pontos oriundos do receptor de sinal GNSS foi de extrema relevância prática e teórica aos envolvidos nesse processo.

Ressalta-se a obtenção de um resultado satisfatório diante dos objetivos da pesquisa, pois através do mesmo proporcionou-se uma instrumentalização do conhecimento através da articulação teórico-prático, utilizando-se instrumentos tecnológicos essenciais na área do geoprocessamento, e neste caso em específico para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais.

O envolvimento da comunidade acadêmica torna-se imprescindível diante de tais inquietudes que acarretarão em futuras situações que serão deparadas quando houver a inserção no mercado de trabalho. Para isso, a vivência prática associada a contextualização teórica vista na academia mostra que é de extrema importância um olhar diferenciado e crítico para que o conhecimento adquirido seja aplicado de maneira racional, visando o bom desempenho das atividades do futuro profissional na área do geoprocessamento.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores desta pesquisa agradecem a empresa PROCAMPO levantamentos rurais pelo espaço concedido para a análise e desenvolvimento da pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS – Descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: Editora Unesp, 2007.

INCRA. **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais – 2ª Edição/Revisada**. 2010.

GOMES, Edaldo e outros. **Medindo Imóveis Rurais com o GPS**. Brasília, LK Editora, 2001.