

# Verificação da Possibilidade em se realizar Georreferenciamento de Imóveis Rurais através de Observações da Onda Portadora L1 coletadas por Meio de Receptores GPS de Navegação

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Pereira Krueger  
Saul Tranches Junior**

UFPR - Departamento de Geomática  
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas  
Centro Politécnico, Jardim das Américas, CP 19011  
81531-990 Curitiba - PR  
ckrueger@ufpr.br

**Resumo:** O objetivo do presente trabalho é apresentar as acurácias alcançadas em linhas de base com comprimentos entre 10,36 km e 125,70 km, situadas no estado do Paraná, Brasil. Para a coleta dos dados brutos GPS (fase de batimento da onda portadora L1 e o código C/A) empregou-se um receptor de navegação GARMIN GPS III Plus, conectado a uma antena externa do receptor Ashtech ProMark 2, acoplado a um notebook. Os dados brutos foram processados no programa GPS comercial Ashtech Solution. Analisou-se a acurácia das soluções obtidas nos processamentos visando à aplicação desta metodologia no posicionamento de marcos classe P3 no Georreferenciamento de imóveis rurais, lei 10.267 do INCRA.

**Palavras Chave:** GPS, Georreferenciamento, Lei 10.267, INCRA.

**Abstract:** The goal of this paper is to analyze the baseline accuracies achievable with phase measurements and C/A code for baseline lengths between 10.36 and 125.70 km in Paraná State, Brazil. The raw data were took by using a handheld receiver GARMIN GPS II Plus. The device was connected to an external antenna which is part of the receiver Ashtech Promark 2. A laptop was used to store the raw data, which were evaluated with the software Ashtech Solution. The solution accuracies were analyzed in order to apply this technique to the georeferencing rural surveying by positioning marks of class P3.

**Keywords:** GPS, Georeferencing, decree 10.267, INCRA

## 1 Introdução

Desde 2001 os profissionais que atuam no mercado de demarcação, medição e georreferenciamento de imóveis rurais devem orientar-se pela Norma Técnica para Georreferenciamento destes imóveis, aplicada à Lei 10.267 de 28.08.2001. Esta norma tem como objetivo estabelecer os preceitos gerais e específicos aplicáveis aos serviços que visam à caracterização e o georreferenciamento de imóveis rurais, pelo levantamento e materialização de seus limites legais, feições e atributos associados. Os profissionais encontram ao longo da referida Norma Técnica os padrões de acurácia e precisão exigidos nestes georreferenciamentos.

Uma das tecnologias indicadas na realização dos levantamentos listados nesta Norma Técnica como, por exemplo, o de Apoio Básico e o levantamento do Perímetro, é o Sistema de Posicionamento Global - NAVSTAR-GPS.

Este artigo apresenta alguns levantamentos realizados no estado do Paraná, com uma metodologia não contemplada pela Norma Técnica de Georreferenciamento de Imóveis Rurais. Contudo apresenta-se esta metodologia buscando verificar a acurácia almejada, visando principalmente a determinação das coordenadas geodésicas de marcos classe P3, possibilitando então uma minimização de custos nos levantamentos de campo.

## 2 Descrição da Área em Estudo

Os marcos geodésicos escolhidos para os posicionamentos relativos estáticos situam-se no estado do Paraná, sendo: PGUA em Paranaguá, PGRO em Ponta Grossa, SJPI em São José dos Pinhais e SMSL em São Mateus do Sul. Eles foram selecionados em face do comprimento da linha de base (tabela 1) que formam com a estação PARA, da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo, pertencente ao IBGE e localizada na UFPR (Figura 1). Os marcos SJPI, PGUA e PGRO pertencem a Rede Geodésica da Copel, localizados no alto dos prédios da empresa em suas respectivas cidades. O marco localizado em São Mateus do Sul pertence à rede geodésica da SEMA-PR e encontra-se em frente à Petrobrás, próxima à entrada da empresa na mesma cidade.



Figura 1:

**Tabela 1** – Linhas de Base formadas e seus Comprimentos Aproximados

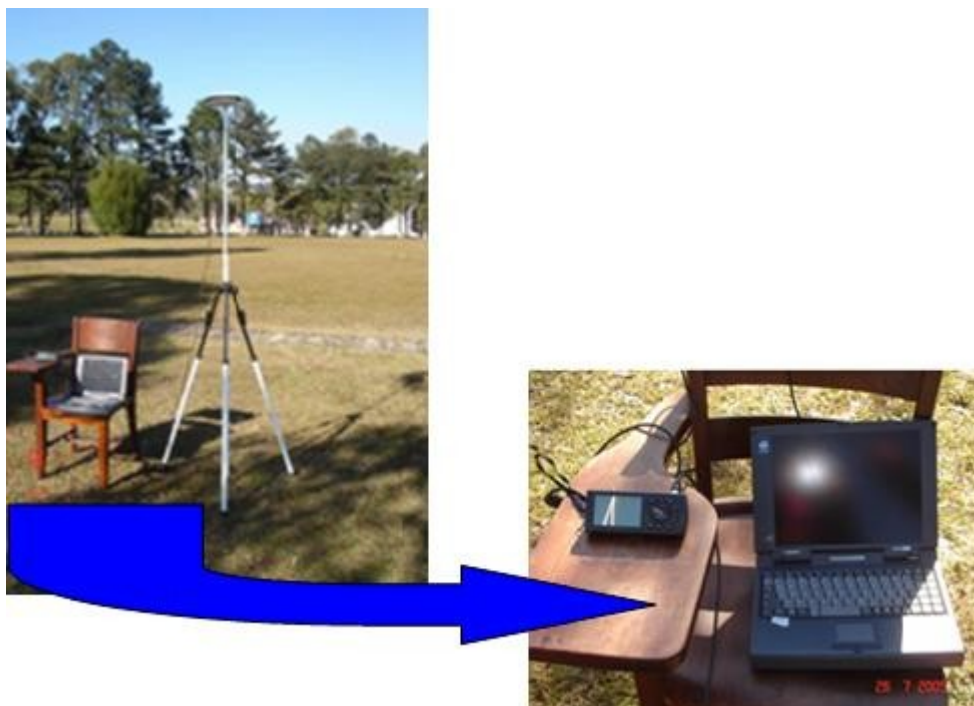
LINHA DE BASE	COMPRIMENTO APROXIMADO DA LINHA DE BASE FORMADA
PARA-SJPI (São José dos Pinhais)	10,36 km
PARA-PGUA (Paranaguá)	72,83 km
PARA-PGRO (Ponta Grossa)	100,73 km
PARA-SMSL (São Mateus do Sul)	125,70 km

### 3 Levantamentos Realizados

Visando avaliar a qualidade do posicionamento relativo pós-processado de marcos geodésicos a partir das observações da onda portadora L1 coletadas de receptores GPS de navegação optou-se dividir os levantamentos em duas classes: as que apresentam linha de base inferior a 100Km, as quais terão um período de ocupação de 120 minutos, e as linhas de base superiores a 100 Km, as quais terão um tempo de ocupação de 240 minutos. Estes tempos foram definidos visando atender o citado na tabela 09 da Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais – 1ª. Edição (Nov., 2003) com a aplicação da lei 10.267/01, referentes à implantação de marcos classe P3 com finalidade cadastral e de georreferenciamento.

#### 3.1 Equipamentos Utilizados

Nos levantamentos das estações itinerantes foram empregados os seguintes equipamentos: 01 receptor de navegação GARMIN GPS III Plus, 01 cabo de transferência de dados, 01 notebook e 01 antena externa do receptor Ashtech ProMark 2. O conjunto formado pode ser observado na figura 2. Salienta-se que o cabo de transferência de dados e o notebook são imprescindíveis para o armazenamento dos dados brutos GPS (fase de batimento da onda portadora L1 e o código C/A).



**Figura 2:** Conjunto de equipamentos instalados para o Posicionamento da Estação Itinerante.)

### 3.2 Programas Empregados

Para extrair e registrar as observáveis da portadora L1 e do código C/A dos receptores GPS de navegação da marca GARMIN empregou-se os programas ASYNC e GAR2RNX. Eles são programas *freewares*, desenvolvidos pelo professor Antônio Taberero Galán, da [Unidad de Análisis Numérico](#), da Universidade Politécnica de Madri, Espanha (Galán,2001). O primeiro programa é capaz de ler e registrar arquivos binários às observáveis GPS da portadora L1, gerando um arquivo com extensão \*.G12 e o GAR2RNX (*GARmin TO RiNeX translator*) realiza a conversão deste arquivo binário dos dados gerados no ASYNC em arquivos de texto no formato RINEX2 (*Receiver Independent Exchange Versão 2*).

Devido ao fato de que o ASYNC possibilita a captação dos dados brutos, pode-se melhorar a acurácia do posicionamento com receptor GPS de navegação realizando o posicionamento por ponto pós-processado. Pode-se combinar as pseudodistâncias com arquivos de dados coletados em outros receptores, e realizar o posicionamento relativo (Galán, 2005).

Devido ao fato de que o ASYNC possibilita a captação dos dados brutos, pode-se melhorar a acurácia do posicionamento com receptor GPS de navegação realizando o posicionamento por ponto pós-processado. Pode-se combinar as pseudodistâncias com arquivos de dados coletados em outros receptores, e realizar o posicionamento relativo (Galán, 2005). Na figura 3 apresenta-se alguns comandos do programa que foram empregados nestes levantamentos.

```
C:\>cd programa
C:\Programa>async
-----
* Async Software to log raw GPS data from some Garmin handhelds *
* Version 1.20 Copyright 2000,2001 Antonio Taberero Galan *
-----
Usage:
  async or async -h: shows this help
  async command [options]
-----
ASYNC COMMANDS
-----
  async -c : only checks port availability
  async -i : only tries to get the GPS ID (default)
  async -a 0xnnnn : Enable async events with hex mask nnnn
  async -r 0xnnnn : Sends request type nnnn.
  async -rinex : by enabling only those records relevant to the
                 generation of a RINEX file you avoid missing
                 observations (that can happen when there are too
                 many async events coming). Use this option when you
                 plan to generate a RINEX file from the collected data
  async +doppler: if you're using the latest version (1.2 or newer) of
                 async you can get Doppler shift data in addition to
                 pseudoranges and phase using this flag instead of -rinex.
                 Be warned that since there is now more data coming from
                 the serial port you might start missing some observations.
-----
ASYNC OPTIONS
-----
  async -p port_name : Selects serial comm port (comx, ttySx)
                     Default is com1 (Win) or ttyS0 (Linux)
  async -t ttt : Sets log time to ttt seconds. Default 30 sec.
  async -o filename : Save received packets in filename
                     By default the output goes to week_second.g12
-----
The usual procedure would be to find an unused comm port using
  async -p com1 -c or async -p com2 -c (ttyS0,ttyS1 in Linux)
Once you find the port, connect your GPS and check if the program sees it
  async -p comN -i
If your GPS is identified you can start logging data using the
  async -a -r -rinex or +doppler commands.
-----
```

Figura 3 – Comandos utilizados no programa ASYNC

Para o pós-processamento dos dados coletados em cada linha de base indicada na tabela 1 empregou-se o programa GPS comercial Ashtech Solutions<sup>tm</sup>. Ele é desenvolvido pela empresa Ashtech para o sistema operacional Windows. Esse programa permite a visualização dos resultados enquanto os mesmos estão em fase de processamento, ou seja, ele fornece uma representação dos marcos que estão envolvidos neste processamento e de seus vetores. Para um posicionamento relativo com a técnica estática ou cinemática, ele possui a capacidade de processar dados obtidos com receptores de uma portadora (L1) e ou com duas portadoras (L1 e L2). Para as soluções geradas podem-se exportar os dados personalizando o arquivo de saída. Há também a geração de um relatório detalhado do processamento e/ou ajustamento quando necessário, o que facilita à análise dos dados. Para maiores informações consultar o Manual do

Ashtech Solutions (1999)

### 3.3 Metodologia

O conjunto instalado em cada estação itinerante compõe-se de uma antena externa conectada ao receptor de navegação GARMIN GPS III Plus, o qual irá estimar e armazenar as posições do marco posicionado, mas não irá registrar as observáveis (pseudodistâncias e/ou fase da portadora L1). Através de um cabo de transferência os dados, são transmitidos para o computador, via porta serial, em tempo real e gravados, no disco rígido do notebook. As observáveis são obtidas destes receptores a partir do programa ASYNC. Posteriormente os arquivos binários foram convertidos em arquivos de texto pelo programa GAR2RNX.

A estação base empregada foi a PARA pertencente a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (seção 2) cujas coordenadas geodésicas no sistema WGS-84 encontram-se indicadas na Tabela 2. Esta estação localiza-se no campus do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, utiliza um receptor Trimble 4000SSi e uma antena Trimble *choke-ring*, com taxa de coleta de dados em 15 segundos e máscara de elevação de 10°.

**Tabela 2:** Coordenadas geodésicas da estação PARA da RBMC (IBGE) em WGS-84)

ESTAÇÃO	Latitude	Longitude	Altitude Geométrica
PARA	25° 26' 52,36510" S	49° 13' 49,70120 W	928,682 m

Realizou-se os posicionamento relativos estáticos das linhas de base, indicadas na tabela 1, dos dias 01 à 03 de fevereiro de 2005.

De acordo com as normas do INCRA, conforme citado na seção 3, as linhas de base inferiores a 100 km, tiveram um período de ocupação de 120 minutos, e as linhas de base superiores a 100 km, tiveram um tempo de ocupação de 240 minutos.

Os arquivos RINEX da estação base e das estações itinerantes foram processados com o programa Ashtech Solutions (seção 3.2). As coordenadas foram obtidas em WGS-84 e posteriormente transformadas para o SAD-69. Os dados foram processados e ajustados pelo programa empregando-se um nível de confiança de 95% e de 67% para os quatro marcos posicionados.

## 4 Análise dos Resultados

A análise da qualidade do posicionamento será realizada por meio de discrepâncias entre as coordenadas e o desvio padrão ( $\sigma$ ). Separa-se em duas análises sendo: uma com relação às acurácias alcançadas e outra com relação à precisão relativa obtida com o processamento dos dados.

### 4.1 Análise da Acurácia dos Levantamentos

Na tabela 3 apresenta-se as diferenças, em metros, obtidas em Latitude, em Longitude e a Planimétrica para os marcos posicionados (PGUA, PGRO, SJPI, SMSL). Constata-se que forneceram planimetricamente uma acurácia inferior a 26,2 cm, o que indica que a metodologia aplicada neste experimento poderia ser aplicada na determinação de coordenadas geodésicas dos marcos classe P3, citado na norma de georreferenciamento do INCRA (seção 1).

*Tabela 3: Diferenças entre as coordenadas calculadas/ajustadas e as coordenadas precisas dos marcos*

MARCO	DIFERENÇA EM LATITUDE (m)	DIFERENÇA EM LONGITUDE (m)	DIFERENÇA PLANIMÉTRICA (m)
SJPI	-0,2599	0,0199	0,2606
PGUA	-0,2603	0,0205	0,2611
PGRO	-0,2613	0,0210	0,2621
SMSL	-0,2593	0,0186	0,2599

Verificou-se também que não houve variações significativas na acurácia planimétrica em função do comprimento da linha de base. Ressalta-se que foram respeitados os tempos de observação mínimos impostos pela norma de georreferenciamento.

#### 4.2 Análise da Precisão Relativa dos Levantamentos

Mediante uma análise das coordenadas geodésicas obtidas com o processamento dos dados constatou-se que para todas as linhas de base obteve-se a solução parcial, ou seja, mais de 50% das ambigüidades foram resolvidas. Foram empregadas as efemérides precisas e os respectivos erros relativos observados para níveis de confiança de 67% e 95%.

Verificou-se que à medida que a linha de base aumentou, os erros relativos (desvios) nas coordenadas (latitude, longitude e altitude) aumentaram. Para um nível de confiança de 67% verificaram-se erros relativos bidimensionais de 2,4 cm para a linha de base de 10, 35 km (PARA-SJPI) até 22,46 cm para a linha de base 125,7 km (PARA-SMSL), conforme tabela 4. O mesmo percebe-se para os erros relativos tridimensionais.

Tabela 4: Erros relativos bidimensional e tridimensional e os comprimentos das linhas de base formadas com a estação PARA

MARCO	ERRO BIDIMENSIONAL (m)	ERRO TRIDIMENSIONAL L (m)	LINHA DE BASE (Km)
PGUA	0,1301	0,1763	72,82845
PGRO	0,1791	0,2107	100,72717
SJPI	0,0248	0,0313	10,36391
SMSL	0,2246	0,2916	125,70466

### 5 Conclusões e Recomendações

Com os testes realizados nesta pesquisa verificou-se a possibilidade de empregar esta metodologia na determinação de marcos classe P3 atingindo os padrões exigidos pela norma do INCRA para cadastramento rural com receptores GPS de navegação (observando a onda portadora L1) em linhas de base compatíveis com o tempo de observação dos pontos, para que se torne uma alternativa viável, e com uma boa relação custo/benefício.

No processamento dos dados com o programa Ashtech Solution obtiveram-se soluções parciais na resolução das ambigüidades, isto significa que mais de 50% das ambigüidades foram resolvidas.

Constata-se que as acurácias planimétricas foram inferiores a 26,2 cm e que os erros relativos bidimensionais (desvios) nas coordenadas (latitude, longitude e altitude) para um nível de confiança de 67% variaram de 2,4 cm para a linha de base de 10, 35 km (PARA-SJPI) até 22,46 cm para a linha de base 125,7 km (PARA-SMSL). A variação para os erros relativos tridimensionais encontra-se entre 3,13 cm para a linha de base de 10, 35 km e de 29,16 cm para a linha de base 125,7 km.

O conjunto de equipamentos utilizados nas estações itinerantes apresenta um custo de aproximadamente 30% de um equipamento com uma frequência (receptor L1), apresentando uma economia em relação aos equipamentos usualmente utilizados, porém lembra-se que esta metodologia não está contemplada pela norma do INCRA.

Recomenda-se que novos experimentos sejam realizados com estes e com outros comprimentos de linhas de base, visando à determinação e a confirmação da possibilidade em se empregar esta metodologia visando determinar as coordenadas dos marcos classe P3. Posteriormente pode-se encaminhar ao INCRA uma sugestão para a norma em vigência.

Também podem ser realizados novos experimentos utilizando-se *plam-tops* no lugar de *notebook*, possibilitando levantamentos cinemáticos.

## 6 Referências Bibliográficas

**Camargo, P.O., Redivo, I.A.C., Florentino, C.** *Posicionamento com Receptores GPS de Navegação* In: XXI Congresso Brasileiro de Cartografia, 2003, Belo Horizonte. CD-ROM do XXI Congresso Brasileiro de Cartografia. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2003.

**Galán, A.T.** ASYNC e GAR2RNX software, <http://artico.lma.fi.upm.es/numerico/miembros/antonio>, acesso em 30/10/04

**GRINGO Software**, [www.nottingham.ac.uk/ieessg/gringo](http://www.nottingham.ac.uk/ieessg/gringo), acesso em 23/08/2004.

**Krueger, C.P.**: *Investigações sobre aplicações de alta precisão do GPS no âmbito marinho*. Tese de doutoramento apresentada ao CPGCG - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, 267 p, 1996.

**Monico, J.F.G.** *Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS Descrição, fundamentos e aplicações*, São Paulo, 2000 – Editora Unesp

**Santos, A.A.** *Avaliação de precisão de receptores GPS de navegação através da portadora L1 para fins de cadastro*, Florianópolis. Cobrac 2002 – Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário.

**Seeber, G.**: *Satellite Geodesy: Foundations, Methods and Applications*. Berlin - New York, 2003.

**Tranches Jr, S.** *Georreferenciamento de Imóveis Rurais Através de Receptores GPS de Navegação, Observando a Onda Portadora L1*. Monografia apresentada ao curso de Especialização em Geotecnologias, DGEOM, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, 52 p, 2005.