

## A UTILIZAÇÃO DO GPS NO CADASTRO DE LINHA FÉRREA

MASSINHAN, Jeferson<sup>(1)</sup>, KRUEGER, Claudia Pereira<sup>(2)</sup>,  
MACEDO, Fábio Campos<sup>(2)</sup>, CAMARGO, Paulo de Oliveira<sup>(3)</sup>

- <sup>(1)</sup> Rede Ferroviária Federal S/A - SR 5. Departamento de Via Permanente.  
Rua João Negrão 940, 2º andar - CEP 80.230-150 - Curitiba - PR.
- <sup>(2)</sup> Universidade Federal do Paraná. Setor de Tecnologia. Departamento de Geociências.  
Caixa Postal 19011. 81531-990 - Curitiba - Pr.
- <sup>(3)</sup> Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Depto de Cartografia.  
Caixa Postal 957. 19060-900 - Presidente Prudente - SP.

### ABSTRACT

This paper presents the cadastre of a section of the railway of the RFFSA/SR5 (Rede Ferroviária Federal S/A - Superintendência Regional 5), in order to define in real time the train's positioning in a section of a railway, just to offer a cheap and straightforward way to help the monitoring of the railway system. The coordinates of the trajectory of the moving GPS (Global Positioning System) receiver on board the train is broadcast to the monitoring railway center, these coordinates before being plotted are compared with the cadastre that define the train's position with respect to the nearest kilometer mark. The cadastre of a section of a railway is carried out by means of a kinematic GPS surveying and becomes part of the data bank of the software, that stored every coordinates of the section of the railway.

**Key-words:** Cadastre, Kinematic surveying, GPS

### RESUMO

Este trabalho apresenta o cadastro da seção de um trecho da RFFSA/SR.5 (Rede Ferroviária Federal S/A - Superintendência Regional 5), com o objetivo de fornecer o posicionamento em tempo real dos veículos que circulam em um determinado trecho ferroviário, de forma a dar apoio ao centro de controle operacional, com eficiência e baixo custo. As coordenadas da trajetória fornecidas por um receptor GPS a bordo de um veículo são transmitidas para o centro de controle operacional, as quais antes de serem plotadas são comparadas com o cadastro que define a posição do veículo em função do marco cadastrado. O cadastro de uma seção ferroviária é realizado com a tecnologia GPS a partir de um levantamento cinemático, e faz parte de um banco de dados em um software que armazena todas as coordenadas de um determinado trecho da ferrovia.

**Palavras Chave:** Cadastro, Levantamento cinemático, GPS.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescente aprimoramento da agricultura nos Estados do Paraná e Santa Catarina vem repercutindo a cada ano, em destaque na produção e exportação de grãos. A RFFSA/SR.5 é responsável pela grande maioria do transporte desta produção que destina-se aos portos de Paranaguá e São Francisco do Sul. As linhas que compreendem o corredor de exportação, muito embora balizada por um gerenciamento eficiente, necessita de aprimoramentos que venham a modernizar o sistema atual, de forma a racionalizar ainda mais o tráfego de trens.

Objetivando a modernização do atual sistema de localização dos veículos por meio de uma navegação controlada, o trabalho de cadastramento da via férrea visa a formação de um banco de dados constituído exclusivamente de coordenadas geográficas ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $h$ ) no sistema WGS-84 pertinentes ao trecho. O banco de dados condiciona os sinais GPS recebidos dos veículos em movimento no centro de controle operacional, de forma a fornecer a sua localização em tempo real.

Para o presente trabalho foi adotado como modelo o ramal de Rio Branco do Sul que faz parte do trecho ferroviário Curitiba - Paranaguá, visto que apresenta característica de uma topografia não regular e sinuosa. Este trecho é responsável pelo transporte da produção de cimento e derivados de calcário do Estado do Paraná.

No item 2 é apresentada uma abordagem resumida da metodologia do posicionamento cinemático utilizado como ferramenta na realização do cadastro. No item 3 descreve-se os trabalhos de campos, processamento e resultados. Finalizando apresenta-se algumas considerações quanto as dificuldades encontradas e precisão dos valores obtidos.

## 2. POSICIONAMENTO CINEMÁTICO

Na literatura científica inúmeros autores descrevem métodos de levantamentos, dentre eles Seeber (1993); e Kleusberg (1992). Durante o Primeiro Simpósio Internacional de Posicionamento Preciso, realizado em Rockville, Maryland/USA, em 1985, Rimondi apresentou pela primeira vez os princípios do posicionamento cinemático.

No método de levantamento cinemático o receptor efetua as medidas durante o movimento, de forma a se obter as coordenadas da trajetória. Com a necessidade de resolver as ambigüidades iniciais pode-se empregar alguns métodos tais como: intercâmbio de antenas, ocupação de uma base conhecida ou determinação de uma linha de base com um levantamento estático, sendo que não poderá haver perdas do sinal durante o percurso. Mesmo hoje, com uma constelação de satélites GPS completa, algumas vezes é impossível manter as ambigüidades iniciais durante o percurso, devido a eventuais perdas de sinais e para tanto pode-se empregar as técnicas "on the fly" ou "on the way" as quais possibilitam a recuperação das ambigüidades em movimento (Wübbena, 1989; Abidin et al., 1992). Muito embora existam métodos que resolvam as ambigüidades quando o receptor encontra-se em movimento, como por exemplo, a combinação linear das frequências L1 e L2 ("wide line" e "narrow line"), ou mesmo a investigação da ambigüidade em função de seis ou mais satélites, pode-se obter resultados mais precisos através do pós-processamento dos dados, utilizando-se softwares comerciais como o PRISM da ASHTECH, ou mesmo científicos como o GEONAP-K (GEODetic NAVSTAR Positioning).

### 3. CADASTRO

Para a realização do cadastramento das coordenadas do trecho modelo, visando a elaboração do banco de dados, foram utilizados dois receptores geodésicos ASHTECH Z 12, incluindo antenas e acessórios, computador PC para a descarga em tempo real de dados do receptor na estação de referência e um notebook para a estação móvel. Foi adotado como ponto de referência para o levantamento cinemático, o ponto designado pela sigla ECC3, localizado junto ao Laboratório de Geodésia por Satélite no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná. Como estação móvel a RFFSA/SR.5 forneceu o auto de linha CM 02 (veículo ferroviário), o qual foi devidamente equipado para o trabalho de cadastramento.

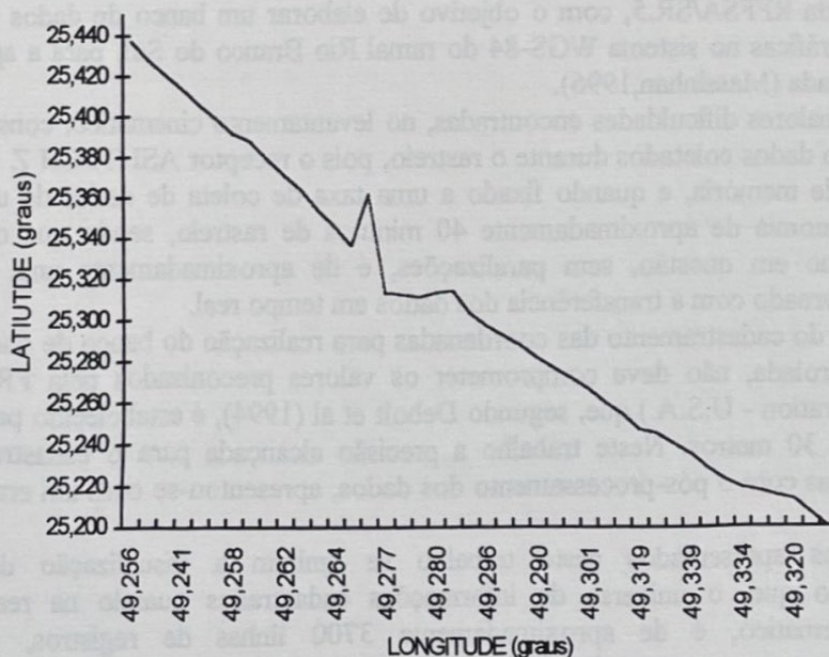
A metodologia de elaboração do cadastro foi o levantamento cinemático do trecho onde obteve-se todas as coordenadas da trajetória, bem como foram vinculados os pontos de interesse (passagens de nível, viadutos, marcos quilométricos, pontes, etc.) com as respectivas coordenadas através do registro do tempo GPS. Desta forma constitui-se um banco de dados que através de um programa de localização que gerencia os sinais GPS enviados pelos veículos em movimento e condiciona as suas respectivas posições (Massinhan, 1996).

Na coleta dos dados os equipamentos foram configurados para aceitar os sinais de um satélite no mínimo, um ângulo de elevação de 10° e com uma taxa de coleta de dados igual a um segundo. Isso permitiu que, com uma velocidade constante de deslocamento, do veículo ferroviário, próximo a 40 km/h, se executasse o cadastro com o registro das coordenadas a cada 11 metros aproximadamente.

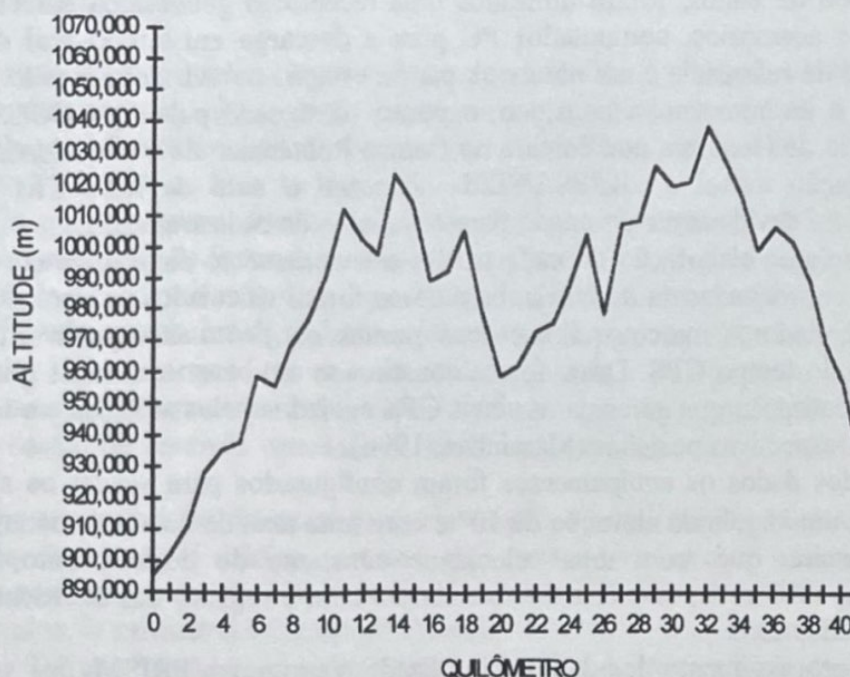
Para o pós-processamento dos dados foi utilizado o programa PRISM, que acompanha o equipamento ASHTECH Z 12, pertencente ao Laboratório de Geodésia por Satélites (UFPr).

A seguir apresentam-se dois gráficos, onde pode-se visualizar parcialmente o cadastro. Tais gráficos encontram-se limitados pelos marcos quilométricos tanto na representação da trajetória (latitude / longitude), como na altitude.

TRAJETÓRIA CADASTRADA (LATITUDE / LONGITUDE)



ALTITUDES CADASTRADAS ( MARCOS QUILOMÉTRICOS)



#### 4. CONSIDERAÇÕES

O presente trabalho constituiu-se na realização do cadastro de um determinado trecho da malha ferroviária da RFFSA/SR.5, com o objetivo de elaborar um banco de dados formado de coordenadas geográficas no sistema WGS-84 do ramal Rio Branco do Sul, para a aplicação em navegação controlada (Massinhan, 1996).

Uma das maiores dificuldades encontradas, no levantamento cinemático, constituiu-se no armazenamento dos dados coletados durante o rastreamento, pois o receptor ASHTECH Z 12 utilizado dispõe de 2 Mb de memória, e quando fixado a uma taxa de coleta de dados de um segundo fornece uma autonomia de aproximadamente 40 minutos de rastreamento, sendo que o tempo de percurso do trecho em questão, sem paralizações, é de aproximadamente uma hora. Este problema foi contornado com a transferência dos dados em tempo real.

A precisão do cadastramento das coordenadas para realização do banco de dados visando a navegação controlada, não deve comprometer os valores preconizados pela FRA (Federal Railroad Administration - U.S.A.) que, segundo Debolt et al (1994), é estabelecido para os casos de navegação em 30 metros. Neste trabalho a precisão alcançada para o cadastramento das coordenadas obtidas com o pós-processamento dos dados, apresentou-se com um erro médio de 0,452 metros.

Os gráficos apresentados neste trabalho se limitam a visualização dos marcos quilométricos visto que, o universo de informações cadastradas quando na realização do levantamento cinemático, é de aproximadamente 3700 linhas de registros, envolvendo coordenadas de pontes, passagens de nível, viadutos, aparelhos de mudança de via, pátios e estações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIDIN, H. Z.; WELLS, D. E.; KLEUSBERG, A. Some aspect of "on the fly" ambiguity resolution. **Proceeding of the Sixth International Geodetic Symposium on Satellite Positioning**, p.660-669, 1992.
- ASHTECH Inc. **Z 12 Receiver operating manual**. U.S.A., may, 1994.
- DEBOLT, R. O.; ROGER, A. D.; RONALD, R. K. **A technical report to the secretary of transportation on a national approach to augmented GPS services**. Springfield. 1994.
- KLEUSBERG, A. Precise differential positioning and surveying. **GPS Word**, p.50-52, jul/aug, 1992.
- MASSINHAN, J. **Utilização do GPS no apoio ao controle operacional de veículos ferroviários**. Curitiba, 1996. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.
- SEEBER, G. **Satellite geodesy: foundations, methods and applications**. Berlin: Walter de Gruiter, 1993.
- WÜBBENA, G. The GPS ajustment software package GEONAP concepts and models. **PROCEEDING 5th INTERNATIONAL GEODETIC SYMPOSIUM ON SATELLITE POSITIONING**, Las Cruces, 1989. **Proceedings...**, v.1, p452-461.