

# Análise qualitativa e comparativa entre o Georreferenciamento de um Limite de Propriedade rural por Carta topográfica e por Imagem de Satélite

**Clovis Ernesto Krummenauer** <sup>1</sup>  
**Prof. Ms. Reginaldo Macedônio da Silva** <sup>2</sup>  
**Prof. Ms. Adriane Brill Thum** <sup>3</sup>  
**Prof. Dr. Maurício Roberto Veronez** <sup>4</sup>  
**Prof. Dr. Genival Correa de Souza** <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)  
Av. Unisinos nº 950 – Cristo Rei  
93022-000 São Leopoldo RS  
e-mail: [josembarbosa@brturbo.com.br](mailto:josembarbosa@brturbo.com.br)

<sup>2</sup> Centro Universitário Feevale  
Setor de Arquitetura e Urbanismo – Laboratório de Geoprocessamento  
Rodovia RS 239, nº 2755 – Novo Hamburgo - RS – CEP: 93352-000  
e-mail: [macedonio@feevale.br](mailto:macedonio@feevale.br)

<sup>3</sup> Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
Curso de Engenharia Civil  
Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental-UFRGS  
Av. Unisinos, 950 - CEP. 93.022-000 - São Leopoldo - RS  
Email: [adrianebt@unisinos.br](mailto:adrianebt@unisinos.br)

<sup>4</sup> Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
Programa de Pós-Graduação em Geologia  
Laboratório de Sensoriamento Remoto e Cartografia - LASERCA  
Av. Unisinos, 950 - CEP. 93.022-000 - São Leopoldo - RS  
Email: [veronez@unisinos.br](mailto:veronez@unisinos.br)

<sup>5</sup> Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS  
Departamento de Tecnologia  
Laboratório de Geotecnologias – GEOTEC  
Br 116 – km 03 - Campus Universitário  
44031-460 Feira de Santana BA  
Email: [gcorrea@uefs.br](mailto:gcorrea@uefs.br)

**Resumo:** Com o advento da Lei 10.267/2001, e mais particularmente da Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, publicada pelo INCRA, muitas discussões surgiram acerca dos procedimentos para a determinação das coordenadas de limites de propriedades em que se encontram acidentes geográficos de difícil acesso, ou simplesmente por rios e córregos com vegetação densa. Em casos extremos, perfeitamente justificados, e sob prévia autorização do INCRA, a determinação das coordenadas geodésicas desses limites pode ser realizada por meio de cartas topográficas. Estas cartas, para quase a totalidade da área territorial brasileira, se encontram em escalas impróprias para a precisão ora requerida, pois foram elaboradas em épocas remotas. Como uma alternativa, surge paulatinamente como opção, a utilização de imagens de satélites de alta resolução, para a determinação das coordenadas desses limites com grau de dificuldade elevado, ou simplesmente para uma melhor visualização do que está sendo feito com outros métodos. Esse procedimento ainda não é regulamentado, e nem autorizado pelos órgãos certificadores. Neste trabalho procurou-se avaliar a qualidade da determinação da localização de uma sanga por imagem georreferenciada, com pontos de controle levantados

em campo, com a geometria e posição dessa mesma sanga constante numa carta topográfica digital. Como parâmetro de comparação, foi realizado o levantamento dessa mesma sanga por posicionamento relativo com uso da tecnologia GPS, com aparelhos receptores de dupla frequência, transporte de coordenadas por método relativo estático, e levantamento do perímetro por posicionamento relativo pseudo-estático, também chamado "stop and go", com procedimento todo de acordo com a Norma Técnica. Apresentaram-se as diferentes determinações da sanga pelas técnicas citadas anteriormente, em cada trecho, para visualização. Comprovou-se que, utilizando-se imagem com resolução de 60 cm, georreferenciada com pontos de controle bem distribuídos, os levantamentos das sangas e córregos aproximam-se mais das assumidas como verdadeiras e levantadas em campo com extrema dificuldade, do que a linha constante numa carta topográfica com escala 1:50000. O trabalho tem a pretensão de sugerir que seja regulamentado, difundido e permitido o uso dessas imagens, desde que sejam respeitados rigorosos requisitos de qualidade nessa técnica, e que somente seja utilizada nos casos em que realmente não se aplicam as outras técnicas reconhecidamente de melhor precisão posicional.

**Palavras chaves:** Imagem de satélite, carta topográfica, GPS, georreferenciamento.

**Abstract:** With the advent of Law 10,267/2001, and more particularly of the Norm Technique for Georeferencing of Agricultural Properties, published for the INCRA, many quarrels they had appeared concerning the procedures for the determination of the coordinates of limits of properties where if they find accidents geographic of difficult access, or simply for rivers and little streams with dense vegetation. In extreme cases, perfectly justified, and under previous authorization of the INCRA, the determination of the geodesic coordinates of these limits can be carried through by means of topographical maps. These maps, for almost the totality of the Brazilian territorial area, if find in improper scales for the required precision however, therefore they had been elaborated at remote times. As alternative, it appears gradually as option, the use of images of high resolution satellites, for the determination of the coordinates of these limits with raised degree of difficulty, or simply for one better visualization of what he is being made with other methods. This procedure not yet is regulated, and nor authorized for the agencies certifiers. In this work it was looked to evaluate the quality of the determination of the localization of one little stream, with raised points of control in field, with the geometry and position of this same stream constant in a digital topographical letter. As comparison parameter, little stream for relative positioning with use of technology GPS, receiving devices of double frequency, transport was carried through the survey of this exactly of coordinated by static relative method, and survey of the perimeter for pseudo-static relative positioning, also called "stop and go", with procedure all in accordance with the Norm Technique. One previously presented the different determination of the point coordinations of the little stream for the cited techniques, in each stretch, for visualization. One proved that, using image with resolution of 60 cm, georeferenced with well distributed control points, the survey of the little streams it is come close more to the assumed ones as true and raised in field with extreme difficulty, of that the constant line in a topographical map with scale 1:50000. The work has the pretension to suggest that it is regulated, spread out and allowed the use of these images, since that rigorous requirements of quality in this are respected technique, and that it is only used in the cases where really not they apply the others admittedly techniques of better positional precision.

**Keywords:** Image of satellite, topographical map, GPS, Georeferencing

## 1. INTRODUÇÃO

O trabalho tem a pretensão de sugerir que seja regulamentado, difundido e permitido o uso de imagens de satélite de alta resolução, desde que sejam respeitados rigorosos requisitos de qualidade nessa técnica, e que somente seja utilizada nos casos em que realmente não se aplicam as outras técnicas reconhecidamente de melhor precisão posicional.

Neste trabalho temos um arroio com densa mata ciliar como definidor de limite de um imóvel rural. Procura-se, neste trabalho, comparar o levantamento das coordenadas dos pontos definidores desse limite por meio de carta topográfica digitalizada, por imagem de satélite de alta resolução, utilizando como parâmetro de comparação um levantamento por GPS de dupla frequência de acordo com as técnicas reguladas pela Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, editada pelo INCRA.

A utilização de carta topográfica é aceita em casos excepcionais, somente em locais perfeitamente

justificados, com prévia autorização, haja vista que sua precisão está fora dos requisitos constantes desta norma. A situação do levantamento de coordenadas por imageamento por satélite ainda não é permitida, em nenhuma hipótese.



Figura 1 : A imagem Quick Bird, com resolução de 0,60 m e dimensões 11734 x 7129 metros

## 2. OBJETIVOS

Este estudo visa discutir a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais segundo os aspectos das técnicas utilizadas no levantamento de campo, com o objetivo de:

- comparar qualitativamente o georreferenciamento de uma propriedade rural, utilizando como referência uma carta topográfica e uma imagem de satélite de alta resolução, em locais de difícil acesso, de acordo com a Norma Técnica do INCRA.
- propiciar a tomada de decisão quanto a escolha de uma carta topográfica ou uma imagem de satélite para o georreferenciamento de imóveis rurais em locais de difícil acesso, tendo em vista os critérios estabelecidos pela Norma Técnica do INCRA, para regiões de difícil acesso, como por exemplo ao longo de rios.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 - TÉCNICA ADOTADA

Como técnicas adotadas, temos três situações:

Primeiro - a técnica da determinação de coordenadas por meio de imagem de satélite de alta resolução georreferenciada com pontos de controle levantados a campo, em pontos notáveis, distribuídos em toda a extensão da imagem. As coordenadas destes pontos de controle também foram determinados por GPS de dupla frequência, com a vantagem de estarem em locais sem obstáculos e de fácil acesso.



Figura 2 : Os pontos de controle distribuídos em toda a extensão da imagem, determinados por GPS.



Figura 3 : Ponto de controle localizado em um ponto notável(barragem)



Figura 4 : Pontos de controle em benfeitorias

Segundo - a situação que fornece as coordenadas assumidas como verdadeiras, e que fornecerá a geometria do limite que servirá de base para a comparação entre as outras duas técnicas, o de levantamento com utilização da tecnologia GPS, com receptores de dupla frequência, e com a utilização de pontos de apoio básico transportados a partir de pontos de coordenadas conhecidas por método estático e levantamento dos pontos de beira de rio pelo método “stop & go”, ou rápido-estático.



Figura 5 : Pontos determinados por GPS ao longo do limite por sangra com vegetação.



Figura 6 : Perímetro determinado com a união dos pontos levantados por GPS.

Terceiro - a técnica da determinação das coordenadas de um córrego com mata ciliar por utilização de cartas topográficas digitalizadas, que para a maior parte do território nacional se encontram em escala 1:50000 (IBGE – Datum SAD69). Estas cartas digitais se encontram com diversas layers, para cada fim a que se destinam. Nesse caso utilizou-se somente a layer ‘curso d’água’.



Figura 7 : Linha representando o curso d’água obtida a partir de carta topográfica digitalizada escala 1:50000.

### 3.2 – A IMAGEM DE SATÉLITE

A imagem de satélite utilizada foi Quickbird 2, com resolução espacial de 0,60 metros na banda pancromática e com 2,44 metros, sendo a multiespectral (três bandas no visível e mais uma no infravermelho). Esta imagem foi georreferenciada com a utilização de pontos de controle determinadas a campo, por técnica convencional de GPS, e de acordo com a Norma Técnica do INCRA.

Para o georreferenciamento desta imagem utilizou-se o software ENVI e 13 pontos de controle medidos com GPS, bem distribuídos, cujo resultado, é mostrado na tabela 1. O RMS (Root Mean Square Error) obtido foi de 0.244188 m.



Figura 8 : Linha traçada sobre a imagem como sendo o limite, ou seja, o perímetro determinado pela imagem.

Após o georreferenciamento da imagem, traçou-se sobre o rio segmentos de reta procurando representar com fidelidade a geometria da barranca do arroio. Esse traçado passa por diversos trechos de mata ciliar densa, e em outros com boa visibilidade.

| ENVI Ground Control Points Table |           |            |          |          |          |          |       |       |      |
|----------------------------------|-----------|------------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|------|
| Ponto de                         | Map       |            | Image    |          | Predict  |          | Error |       | RMS  |
| Controle                         | x         | y          | x        | y        | x        | y        | x     | y     |      |
| 1                                | 496446.73 | 6910365.28 | 15363.75 | 4225.25  | 15363.75 | 4225.25  | 0.00  | -0.00 | 0.00 |
| 2                                | 494744.64 | 6908354.96 | 12531.75 | 7568.25  | 0.00     | 0.00     | 0.00  | 0.00  | 0.00 |
| 3                                | 494754.46 | 6908361.27 | 12540.50 | 7561.25  | 0.00     | 0.00     | 0.00  | 0.00  | 0.00 |
| 4                                | 492658.17 | 6907179.38 | 9053.25  | 9539.75  | 9053.62  | 9539.57  | 0.37  | -0.18 | 0.42 |
| 5                                | 492662.07 | 6907179.00 | 9060.50  | 9540.00  | 9060.12  | 9540.18  | -0.38 | 0.18  | 0.42 |
| 6                                | 491560.66 | 6908747.80 | 7227.25  | 6934.00  | 0.00     | 0.00     | 0.00  | 0.00  | 0.00 |
| 7                                | 489261.95 | 6911290.23 | 3377.50  | 2681.50  | 3377.51  | 2681.50  | 0.01  | -0.00 | 0.01 |
| 8                                | 490738.60 | 6907769.92 | 5853.50  | 8557.50  | 5853.42  | 8557.50  | -0.08 | 0.00  | 0.08 |
| 9                                | 490716.44 | 6907771.25 | 5816.75  | 8560.00  | 0.00     | 0.00     | 0.00  | 0.00  | 0.00 |
| 10                               | 490862.76 | 6909685.46 | 6066.75  | 5374.25  | 0.00     | 0.00     | 0.00  | 0.00  | 0.00 |
| 11                               | 490822.80 | 6909640.39 | 5998.50  | 5450.75  | 0.00     | 0.00     | 0.00  | 0.00  | 0.00 |
| 12                               | 490745.27 | 6906847.96 | 5867.75  | 10096.25 | 5867.81  | 10096.25 | 0.06  | -0.00 | 0.06 |
| 13                               | 490743.65 | 6906819.77 | 5865.25  | 10139.75 | 0.00     | 0.00     | 0.00  | 0.00  | 0.00 |
| <b>Total RMS Error: 0.244188</b> |           |            |          |          |          |          |       |       |      |

Tabela 1: Tabela de orto-correção da imagem a partir dos pontos de controle.

Também utilizou-se cartas topográficas digitalizadas obtidas junto ao IBGE, com representação de diversas feições naturais e artificiais. Nesse caso, utilizou-se somente a feição Curso d'água.

O levantamento por GPS foi feito com receptores TopCon Hiper, de dupla frequência, com recepção de dados da fase das portadoras L1 e L2, para o transporte de coordenadas, pelo método relativo estático, com tempo de ocupação mínimo de 4 horas, utilizou-se como bases as estações ativas RBMC do IBGE de Santa Maria-SMAR e de Porto Alegre-POAL, com pós-processamento e conseqüente ajustamento pelo software TopCon Tools 5.04.01, sendo transportados dois pontos.



Figura 9: Linhas determinadas por carta topográfica, por GPS e pela imagem.

O levantamento do perímetro propriamente dito, e também dos pontos de controle para o georreferenciamento da imagem, como visto anteriormente, foi feito pelo método rápido-estático, ou "stop & go", com tempo de ocupação mínimo de 5 minutos, também com receptores TopCon Hiper, com pós processamento de fase das portadoras L1 e L2 no TopCon Tools, com solução de ambigüidade fixa.

#### 4. RESULTADO

Após analisarmos os três traçados, verificamos que os pontos determinados sobre a imagem de satélite se aproximam bem mais dos pontos determinados por GPS do que o traçado da feição curso d'água constante na carta topográfica digital.

Nota-se também certos desvios cometidos pelo operador do receptor GPS nas curvas do rio, como a tendência de sempre seguir reto, e de deixar de rastrear pontos importantes para a perfeita determinação da curvatura do riacho. Em certos pontos também se percebe uma certa distância do barranco, ou da água propriamente dita, o que pode significar dificuldade de acesso para o levantamento a campo.

Nos locais onde a linha determinada por GPS se afasta da linha determinada pela imagem, cabe uma verificação caso a caso. Em certos locais a mata ciliar prejudica a visualização pela imagem, o que ocasiona enganos, desvios no traçado. Como neste trabalho as linhas foram traçadas independentemente uma da outra, notamos que ambos os traçados tem suas carências.

Como resultados do trabalho, temos que a determinação de coordenadas geodésicas por carta topográfica, que extrapola os índices de precisão, e de resolução que se pretende. Sabe-se, portanto, que mesmo em locais sem acesso, em que não se pode determinar essas coordenadas de outra maneira o resultado é muito duvidoso.

Além disso, surge como dúvida a qualidade do levantamento por GPS em sua contemplação geométrica. Deparamos-nos com alguns trechos em que os pontos de GPS se encaixam perfeitamente sobre a imagem, principalmente nos trechos mais retos. Mas nas curvas das sangas, a impressão que se tem é de que faltam pontos, e isso faz com que as linhas por vezes atravessem por cima da água, e por vezes excluam superfície considerável quando a curva for para dentro.

#### 5. CONCLUSÃO

Se analisarmos do ponto de vista prático, o ideal seria que em todo e qualquer serviço de georreferenciamento se tivesse condições semelhantes às encontradas na realização desse trabalho, ou seja, de que em todo serviço se dispusesse de imagem com alta resolução. Além de ela servir para todo o detalhamento interno da propriedade, serviria para um controle sobre a qualidade do serviço realizado a campo, visualizando o itinerário decidido pelo operador de campo. Serviria para eliminar erros de caminhamento, em que o operador tenha se desviado da divisa real.

Enfim, além de todos os aspectos técnicos, a visualização de uma propriedade sobre imagem de satélite é a vitrine do serviço. E são justamente em propriedades com maiores desafios para o georreferenciamento que se destaca a visualização de seus limites sobre a imagem.

Assim, podemos concluir que uso de imagem de satélite de alta resolução em locais de difícil acesso é de grande importância e contribui para melhorar o georreferenciamento de imóveis rurais, desde que, respeitadas os procedimentos que envolvem o georreferenciamento de imagens de satélite, e também, é necessário o conhecimento a campo para auxiliar na interpretação do curso do rio em locais de maior concentração de mata nativa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).** *Norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais.* Disponível em [www.incra.gov.br](http://www.incra.gov.br). Acessado em fev. 2006.

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).** Disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acessado em dez. 2005.

**Machado, W. C.; Monico, J. F. G.** *Solução rápida das ambigüidades GPS utilizando o software GPSeq.*

Tese de Mestrado – UNESP – Presidente Prudente, SP. 1997.

**Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).** *Execução de levantamento topográfico. NBR 13.133.* Rio de Janeiro, RJ. 1994. 35 p.

**Monico, J. F. G.,** *Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações.* São Paulo, SP. Ed. UNESP/FEU, 2000. 287p.