

Integração GPS e Topografia para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais

Haroldo Antonio Marques ¹
João Francisco Galera Monico
Mauro Issamu Ishikawa
Paulo de Oliveira Camargo

Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia – Depto de Cartografia
¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
Rua Roberto Simonsen, 305 – 19060-900 – Presidente Prudente – SP
haroldoh2o@gmail.com; {galera,mauro,paulo}@fct.unesp.br

Resumo: Em atendimento à Lei 10.267/2001 que, dentre outras disposições, trata do georreferenciamento de imóveis rurais, diversas são as técnicas que podem ser utilizadas nos levantamentos desses imóveis. Dentre essas técnicas, destacam-se poligonais e irradiações utilizando GPS, métodos topográficos convencionais ou a integração dessas duas técnicas. Considerando que há ocasiões nas quais é impossível ocupar com receptores GPS alguns vértices que definem o limite de um imóvel, as técnicas topográficas convencionais devem ser usadas. Neste sentido, esse artigo trata da integração GPS e Topografia, envolvendo metodologia, resultados e análises. Em termos de aplicação e análises, utilizou-se como referência o levantamento relativo estático desenvolvido numa área teste, cujos resultados apresentam alto grau de qualidade.

Palavras-Chave: Lei 10.267/2001, integração GPS e Topografia, Georreferenciamento.

Abstract: In order to attend the 10.267/2001 Law, that among other dispositions treats of the rural parcels geo-referencing, there are several techniques that can be used for surveying those parcels. Among these techniques, one can use traverse using GPS, conventional topographical methods or the integration of both techniques. Considering that there are occasions in which it is impossible to occupy certain points with GPS receivers, the conventional topographical techniques must be used. In this sense, this paper treats of the integration of GPS and Topography, considering methodology, results and analysis. In terms of application and analysis, it was used as reference the static relative surveying carried out in an area tests, whose results presented high quality.

Keywords: Law 10.267/2001, Integration GPS and Topography, Geo-referencing.

1 Introdução

Com o objetivo de acabar com a grilagem de terras no Brasil, foi estabelecida em 28 de Agosto de 2001 a Lei 10.267/2001 que, dentre outras disposições, trata do georreferenciamento de imóveis rurais. Essa lei exige que os vértices limítrofes das propriedades sejam georreferenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) nos casos de desmembramento, remembramento, parcelamento, mudança de titularidade, loteamento, retificação de áreas, além de outras atividades envolvendo o imóvel.

Para o estabelecimento do indicador da precisão posicional na determinação das coordenadas dos vértices da propriedade, ficou estabelecido pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) através da portaria nº 954, de 13 de Novembro de 2002, que cada vértice deve ter precisão posicional melhor que 0,50 m (PORTARIA nº 954, 2002). A acurácia também deve ser de +/- 0,50 m, ao nível de confiança de 1σ (68,3%), conforme definido na Norma Técnica do INCRA (INCRA, 2003).

Em atendimento a essa lei, várias técnicas podem ser utilizadas para realizar os levantamentos das propriedades rurais como, por exemplo, poligonais e irradiações utilizando o GPS, métodos topográficos convencionais e integração GPS/Topografia. No caso de poligonais levantadas por técnicas convencionais, os *softwares* comerciais de topografia mais conhecidos no país, não realizam o ajustamento dos dados topográficos com o fornecimento dos desvios-padrão dos vértices, conforme a exigência da Norma Técnica do INCRA, além de não ser possível realizar a integração de dados topográficos com dados advindos de receptores GPS.

Considerando a impossibilidade de se ocupar alguns vértices da propriedade com receptores GPS em algumas ocasiões, pode-se combinar as técnicas de posicionamento GPS com os métodos topográficos convencionais, realizando assim a integração GPS/Topografia (PIOVESAN; CAMARGO; ISHIKAWA, 2004).

Neste trabalho apresenta-se a metodologia para realizar a integração dos dados de levantamentos GPS e topográficos, bem como a realização dessa tarefa a partir do levantamento de uma rede geodésica realizado no assentamento Florestan Fernandes no município de Presidente Bernardes - SP. (MARQUES et al., 2005).

O *software* utilizado no processamento e ajustamento da rede foi o TGO (*Trimble Geomatics Office*) da Trimble. Ao final da integração dos dados GPS/Topografia e ajustamento da rede, os resultados obtidos foram comparados com um levantamento da mesma área a partir de técnica GPS usando o método relativo estático com dupla irradiação (LEITE; SOUZA; ANJOLETE, 2005). A partir daí, foram analisadas as precisões e as discrepâncias dos resultados obtidos na integração de dados GPS/Topografia.

2 Integração GPS e Topografia

Visando o atendimento da Norma Técnica do INCRA, técnicas convencionais são definidas como aquelas que utilizam medições angulares, lineares e desníveis através de teodolitos, medidores eletrônicos de distâncias e níveis em suas diversas combinações e cálculos decorrentes (INCRA, 2003). Os levantamentos topográficos têm seus detalhes representados em uma projeção ortogonal, que se trata de uma superfície plana, na qual a linha de projeção de cada ponto seja normal a essa superfície. A imagem figurada do terreno nessa projeção em uma determinada escala recebe o nome de planta ou superfície topográfica.

Quando a curvatura da Terra é levada em consideração, a ciência que trata do assunto é a Geodésia. Então, num levantamento com GPS os resultados serão apresentados num referencial geodésico, o qual deve estar vinculado a um elipsóide de referência que representa uma superfície diferente da topográfica.

A integração de resultados, advindos de levantamentos topográficos e GPS, requer que estes sejam compatibilizados para um mesmo sistema de referência.

Existem algumas formas de tratar o assunto, no qual se podem realizar transformação de coordenadas entre os dois sistemas ou converter as diferenças de coordenadas ΔX , ΔY e ΔZ para os mesmos tipos de observações obtidas em uma estação total, como por exemplo, distâncias, diferenças de altura e direções (azimutes). Uma outra forma é realizar a integração a partir de transformações do levantamento topográfico baseado no Sistema Topográfico Local (STL), no qual se selecionam alguns pontos com distribuições adequadas e identificáveis no terreno, os quais podem ser levantados por GPS ou outras

técnicas, e servem para realizar o georreferenciamento do levantamento topográfico (PINTO, 2000). Uma descrição do STL e algumas formas de integração são apresentadas a seguir.

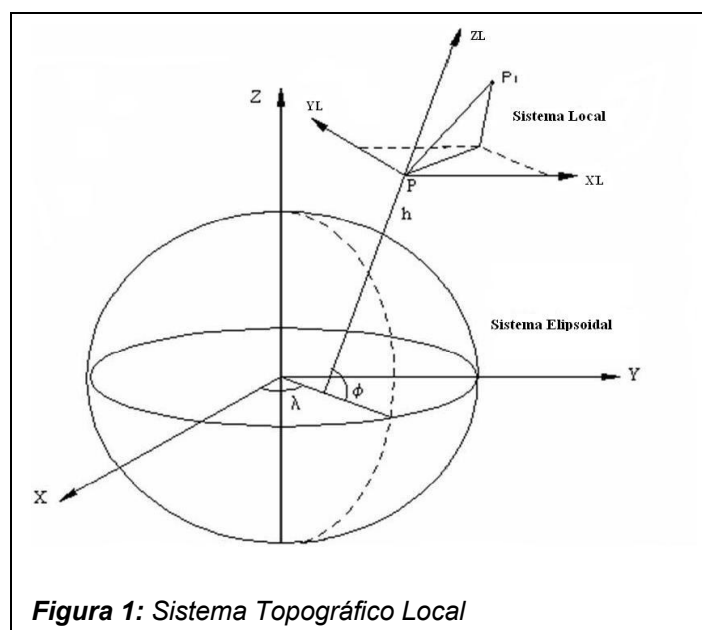
2.1 Sistema de Coordenadas Local

Nos levantamentos realizados por GPS é adotado um referencial geodésico, ou seja, o WGS 84 ou um sistema compatível, enquanto que nos levantamentos topográficos, as medidas de ângulos ou direções e distâncias são feitas com base em um sistema de coordenadas terrestres locais. A origem do sistema de coordenadas locais pode ser definida com relação a normal ao elipsóide em um ponto de coordenadas geodésicas conhecidas, ou com relação à vertical (vetor de gravidade local). No primeiro caso, tem-se o Sistema Geodésico Local (SGL), enquanto que o segundo é conhecido como Sistema Astronômico Local. O sistema local é cartesiano, consistindo de três eixos ortogonais, entretanto, suas principais direções nem sempre seguem definições convencionais (JEKELI, 2002).

No caso do Brasil o sistema a ser utilizado em levantamentos municipais para fins de cadastro é denominado de Sistema Topográfico Local (STL) cuja definição é dada pela Norma Técnica NBR 14166/98 da ABNT, o qual diz que o STL é um: “*Sistema de representação, em planta, das posições relativas de pontos de um levantamento topográfico com origem em um ponto de coordenadas geodésicas conhecidas, onde todos os ângulos e distâncias de sua determinação são representados em verdadeira grandeza sobre o plano tangente à superfície de referência (elipsóide de referência) do sistema geodésico adotado, na origem do sistema, no pressuposto de que haja, na área de abrangência do sistema, a coincidência da superfície de referência, com a do plano tangente, sem que os erros decorrentes da abstração da curvatura terrestre ultrapassem os erros inerentes às operações topográficas de determinação dos pontos do levantamento*”. Da definição, observa-se que se trata mais de um sistema de representação do que um referencial propriamente dito.

Ainda segundo a NBR 14166/98, o STL é representado pelo sistema de coordenadas plano-retangulares (X, Y), o qual define a localização planimétrica dos pontos e tem a mesma origem do STL, sendo que esta corresponde a um ponto de coordenadas geodésicas conhecidas. Neste sistema os eixos X e Y estão jacentes no Plano do Horizonte Local (plano tangente ao elipsóide de referência), o eixo Y coincide com a linha meridiana (norte-sul) geográfica e está orientado positivamente para o norte geográfico. O eixo X coincide com a linha leste-oeste orientado positivamente para leste. O plano topográfico local deve ser elevado ao nível médio do terreno (H_i) da área de abrangência do STL, segundo a normal à superfície de referência no ponto origem do sistema.

Levando em consideração a definição da NBR 14166/98, pode-se verificar que se trata de um SGL tal como definido por Jekeli (2002). Porém, nesse trabalho seguiu-se a definição dada pela norma NBR 14166/98. A Figura 1 representa o STL, cujos eixos do sistema são adotados como XL, YL, e ZL.



As coordenadas no sistema local podem ser determinadas a partir das coordenadas cartesianas geodésicas, por meio de rotações e translações. Considerando as coordenadas geodésicas do ponto origem P (λ_0 , λ_0 e h_0), pode-se transformá-las para coordenadas cartesianas (X₀, Y₀, Z₀). Dessa maneira, a partir das coordenadas de um ponto P1, obtém-se a diferença de coordenadas geodésicas cartesianas entre os pontos P e P₁ (ΔX , ΔY , ΔZ), no qual é possível fazer as transformações dessas coordenadas para o STL a partir da seguinte expressão (PINTO, 2000):

$$\begin{bmatrix} X_L \\ Y_L \\ Z_L \end{bmatrix} = R_1(90 - \varphi) * R_3(90 + \lambda) \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} \quad (1)$$

Na expressão (1), R₁ e R₃ são as matrizes de rotação em torno dos eixos X e Z, respectivamente. A NBR 14166/98 apresenta em seu anexo A, um formulário de equações para a transformação de coordenadas geodésicas em coordenadas plano-retangulares no STL.

A integração entre operações geodésicas e topográficas requer a transformação entre os sistemas de referências envolvidos, sendo necessário considerar as reduções angulares e lineares para que a compatibilização entre os sistemas de referência seja correta (CAMARGO et al., 1998).

2.2 Integração a partir de Observáveis

Nesse tipo de integração, os resultados advindos do processamento de dados GPS devem ser convertidos para os mesmos tipos de observações coletadas numa estação total, ou seja, distância, diferença de altura e direção/azimute. A partir daí, as coordenadas são calculadas utilizando as equações da Topografia, mas na realidade, uma parte das observáveis foi gerada a partir de levantamentos GPS.

Então, se forem conhecidas as coordenadas cartesianas de uma estação base (P_i), pode-se posicionar um receptor nessa estação e um outro receptor móvel numa estação de interesse (P_j), de maneira que se obtenha as componentes (ΔX_i , ΔY_i e ΔZ_i) do vetor de diferenças de coordenadas geodésicas cartesianas entre os pontos P_i e P_j. Essas componentes podem ser transformadas em ΔE , ΔN e Δh a partir das seguintes transformações (PINTO, 2000):

$$\begin{bmatrix} \Delta E \\ \Delta N \\ \Delta h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\operatorname{sen}\lambda & \cos\lambda & 0 \\ -\operatorname{sen}\varphi \cos\lambda & -\operatorname{sen}\varphi \operatorname{sen}\lambda & \cos\varphi \\ \cos\varphi \cos\lambda & \cos\varphi \operatorname{sen}\lambda & \operatorname{sen}\varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta X_i \\ \Delta Y_i \\ \Delta Z_i \end{bmatrix} \quad (2)$$

Posteriormente, obtém-se o azimute (Az_{ij}) da direção P_i e P_j através da expressão:

$$Az_{ij} = \arctg\left(\frac{\Delta E}{\Delta N}\right) + \left(\frac{h_2}{2R_\alpha}\right) e^2 \operatorname{sen}(2Az_{ij}) \cos^2 \varphi_m \quad (3)$$

onde:

h_2 - altura geométrica do ponto visado,

e^2 - segunda excentricidade e

φ_m - latitude média entre os pontos i e j

R_α - raio de curvatura da seção normal de azimute α expresso por:

$$R_\alpha = \frac{M}{\cos^2 \alpha} + \frac{N}{\operatorname{sen}^2 \alpha}, \quad (4)$$

sendo M é o raio de curvatura da seção meridiana e N a grande normal (GEMAEL, 1977). O cálculo da distância (L) entre os pontos é dado por (PINTO, 2000):

$$L = \sqrt{\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2 + \Delta Z_i^2} . \quad (5)$$

$$\Delta H = \sqrt{L^2 + (R_a + h_1)^2} + 2(R_a + h_1)\Delta h - (R_a + h_1) , \quad (6)$$

onde h_1 é a altura geométrica da estação. Dessa maneira, obtém-se L , ΔH e Δz , o que usualmente são fornecidos por uma estação total, e a partir daí é possível realizar a integração GPS e Topografia.

2.3 Integração a partir de transformação.

Uma outra maneira de se realizar a integração GPS/Topografia é a partir da transformação de coordenadas entre o STL e o sistema geodésico. A mais simples das transformações é a que permite realizar somente uma translação da origem do sistema ou somente uma rotação de seus eixos. Porém, existem processos mais complexos que permitem translações, rotações, mudanças de escalas que podem ocorrer com um mesmo valor para os dois eixos, ou valores diferentes tanto para o eixo X, quanto para o eixo Y e pode ainda acontecer a não perpendicularidade entre os eixos de um dos sistemas (PINTO 2000).

É possível realizar as seguintes transformações, considerando que a descrição de cada transformação pode ser encontrada em Lugnani (1987):

- Transformação de corpo rígido;
- Transformação de similaridade, isogonal ou conforme de Helmert;
- Transformação ortogonal;
- Transformação afim.

Dependendo do tipo de transformação, um certo número de pontos pode ser insuficiente, suficiente ou superabundante. A complexidade do modelo depende da realidade física e do rigor de precisão exigida (LUGNANI, 1987). Outras formas de se realizar a integração GPS/Topografia podem ser encontradas em Pinto (2000).

3 Levantamento da Propriedade e Análise dos Resultados

Para realizar a integração de dados entre GPS e Topografia foi realizado um levantamento em uma parte da área teste localizada no assentamento Florestan Fernandes no município de Presidente Bernardes - SP. Essa área consiste em uma parceria da FCT/UNESP com o ITESP (Instituto de Terras do Estado de São Paulo), onde se realizam experimentos relacionados com georreferenciamento de imóveis rurais. Nesta área foram implantados vértices de apoio básico (A0005 e A0006), além de vértices que delimitam a propriedade (M0003, M0004, M0005, M0006, M0007 e M0008). Os pontos de apoio básico foram determinados por transporte direto utilizando o receptor GPS Ashtech ZXII, com um tempo de coleta de quatro horas, como preconiza a norma técnica do INCRA (INCRA, 2003). A Figura 2 mostra a poligonal formada no levantamento integrando GPS e Topografia.

O levantamento topográfico foi realizado com a estação total SET2100 da Sokkia e com o par de receptores GPS TRIMBLE 4600 LS, ambos disponíveis na FCT/UNESP. Os receptores foram utilizados para determinar as linhas de base formadas pelos vértices P6 - M0006, M0006 - M0007, M0007 - M0008 e M0008 - A0006. Os vértices M0003, M0004 e M0005 foram duplamente irradiados a partir do levantamento topográfico, no qual se fez o caminhamento a partir do vértice A0005, tomando como referência o vértice A0006, até o ponto P6 com referência no vértice M0006.

Após o levantamento topográfico o vértice P6 e o M0006 foram rastreados com o par de receptores GPS TRIMBLE 4600 LS por um período de 40 minutos. Os dados topográficos foram processados no *software* TopoGRAPH 98 SE (Char *Pointer Informática) para verificar o erro de fechamento da poligonal. Alguns dados relativos ao processamento no *software* Topograph são mostrados na Tabela 1.

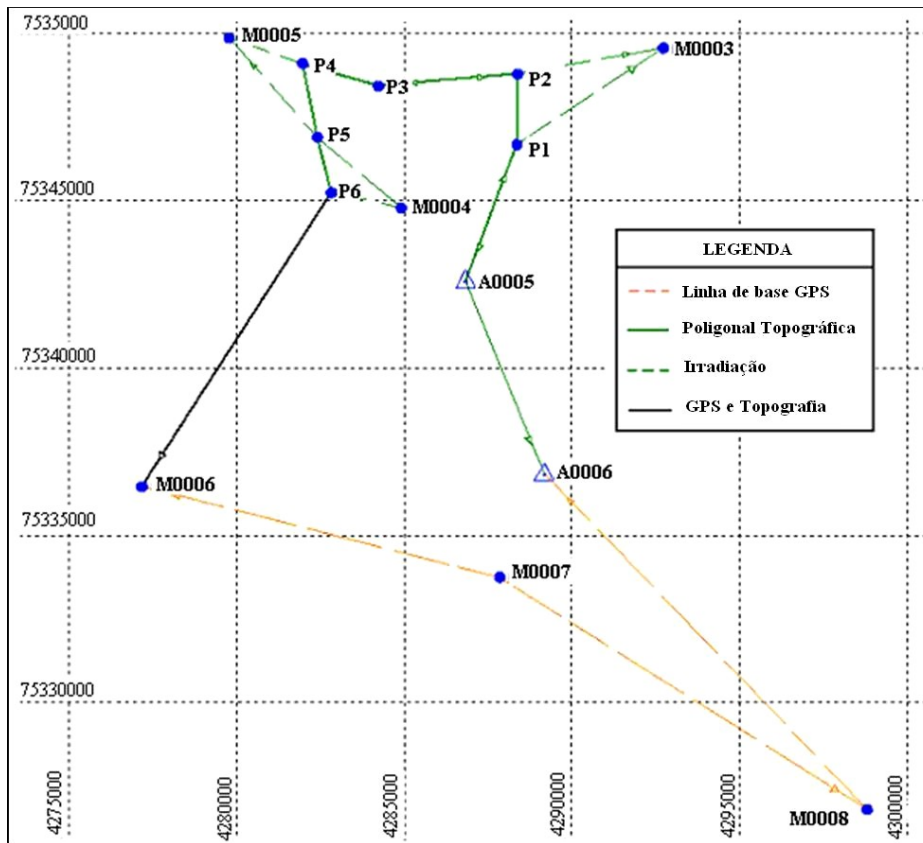


Figura 2: Área com integração de dados GPS e Topografia

Tabela 1 – Informações do cálculo da poligonal topográfica no software Topograph

	Dados Observados	Dados Compensados
Perímetro	1.696,2787 m	1.695,5995 m
	Erros	Tolerâncias
Angular	0°00'44"	°01'19" (= 0°00'30"×N ^{1/2})
Relativo	1:71271	1:5000
Linear	0238 m	-
Eixo Norte	0016 m	-
Eixo Este	0237 m	-
Altimétrico	0,382 m	0,065 m (= 50 mm × K ^{1/2}) X

O software utilizado para realizar a integração GPS/Topografia foi o TGO, que permite importar arquivos no formato do coletor da Sokkia (SDR). Os dados importados nesse formato são tratados pelo TGO como observações terrestres, enquanto que as componentes (ΔX , ΔY e ΔZ) advindas do cálculo a partir dos dados GPS, são convertidas para azimutes, diferença de altura e distâncias (seção 2.2), o que torna possível a realização da integração GPS/Topografia.

Após todos os dados de campo serem importados em um projeto no TGO, realizou-se o processamento das linhas de base GPS. A partir daí, foi feito o ajustamento de uma rede geodésica formada pelas linhas de base GPS e pelos dados do levantamento topográfico. As coordenadas dos vértices A0005 e A0006 foram fixadas, ou seja, tratadas como injunções absolutas, pois o TGO não permite inserir as precisões das coordenadas. O ajustamento foi aceito no teste Qui-quadrado, a um nível de confiança de 95%.

As informações relativas às precisões dos vértices no sistema UTM – SAD 69 após o ajustamento são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Precisões dos vértices após o ajustamento pelo TGO na integração GPS/Topografia

Vértices	σ_E (m)	σ_N (m)	σ_h (m)	Precisão Planimétrica (m)
M0003	0,071	0,064	0,024	0,096
M0004	0,046	0,035	0,029	0,058
M0005	0,071	0,052	0,077	0,088
M0006	0,005	0,067	0,06	0,067
M0007	0,017	0,008	0,005	0,019
M0008	0,056	0,054	0,003	0,078

Ao analisar a precisão planimétrica na Tabela 2, verifica-se que o máximo valor encontrado foi para o vértice M0003, sendo de 0,096 m e o mínimo foi de 0,019 m, para o vértice M0007. Sendo assim, todas as precisões atendem o que exige a Norma Técnica do INCRA.

Essa mesma área foi levantada utilizando o método de posicionamento relativo estático, com tempo de coleta em cada vértice de 20 minutos, utilizando o par de receptores GPS de simples frequência Trimble 4600 LS. A técnica de posicionamento utilizada foi a de dupla irradiação com GPS (LEITE; SOUZA; ANJOLETE, 2005). A partir desse método foi possível realizar o ajustamento, pois se tem redundância de dados, além de estimar com maior confiabilidade a precisão das coordenadas (MONICO; SILVA, 2003).

A partir das coordenadas obtidas de Leite, Souza e Anjolete (2005), adotadas com “verdadeiras”, o levantamento envolvendo a integração GPS/Topografia foi avaliado, permitindo assim, obter as discrepâncias do levantamento realizado na integração GPS/Topografia. As discrepâncias nas coordenadas E, N e h, bem como a resultante planimétrica são mostradas na Tabela 3.

Tabela 3 – Discrepâncias da integração GPS/Topografia com relação ao levantamento relativo estático

Vértices	ΔE (m)	ΔN (m)	Δh (m)	Resultante Planimétrica (m)
M0003	0,035	0,019	-0,002	0,040
M0004	0,018	0,098	-0,022	0,100
M0005	-0,085	-0,051	-0,021	0,099
M0006	-0,001	-0,023	-0,110	0,023
M0007	0,020	0,005	0,000	0,021
M0008	0,040	0,018	-0,001	0,044

Na Tabela 3 observa-se que o maior valor encontrado para a resultante planimétrica foi para o vértice M0004, alcançando 0,100 m, enquanto que o menor valor foi de 0,021 m no vértice M0007. Dessa forma, todos os valores estão abaixo do máximo exigido pela Norma Técnica do INCRA.

4 Conclusões

Neste artigo foi mostrada a metodologia a ser usada quando se realiza a integração de dados advindos de receptores GPS com dados de levantamentos topográficos. A partir do *software* TGO da Trimble foi possível realizar os cálculos da integração GPS/Topografia.

A integração GPS/Topografia, nesse trabalho, apresentou resultados satisfatórios, pois as precisões dos vértices após o ajustamento da rede geodésica tiveram seus valores abaixo do exigido pela Norma Técnica do INCRA. Além disso, quando as coordenadas resultantes foram comparadas com um levantamento pelo método relativo estático com GPS, realizado na área, as discrepâncias nos vértices não ultrapassaram o valor de 0,100 m.

A integração de levantamentos GPS com topográficos, em muitos casos se torna necessária, visto que em alguns locais não é possível realizar levantamentos com receptores GPS. Logo, nesse trabalho apresentou-se a metodologia adequada para se fazer essa integração, além de mostrar que é possível realizar essa tarefa utilizando o *software* TGO, algo que se mostra muito importante na atualidade para atender a Lei 10.267/2001.

5 Referências Bibliográficas

- Blachut T. J.; Chrzanowski A.; Saastamoinen J. H.** *Urban Surveying and Mapping*. Springer-Verlag. New York. 1979 372p.
- Brasil.** *Lei n. 10.267, de 28 de agosto de 2001.* Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e da outra providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: Maio de 2006.
- Brasil.** *Decreto nº 4.449, de 30 de outubro de 2002.* Dispõe sobre a regulamentação da lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso: Maio de 2006.
- Brasil.** *Portaria nº 954, de 13 de novembro de 2002.* Diário Oficial – Nº 222 – Seção 1, segunda-feira, 18 de novembro de 2002. Disponível em <<http://www.incra.gov.br>>. Acesso em: Maio de 2006.
- Camargo, P. O.; Monico, J. F. G.; Ishikawa, M. I.; Itame O. Y.** *Posicionamento GPS para Apoio de Poligonais Topográficas: Análise do Erro de Fechamento.* In: Cobrac 1998. Florianópolis: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Anais em CD. 1998.
- Char Pointer Tecnologia e Informática LTDA.** *Topograph.* Disponível em <<http://www.topograph.com.br>>. Acesso em: Maio de 2006.
- Gemael, C.** *Introdução à Geodésia Geométrica (1ª parte).* Curitiba: UFPR, 1977.
- INCRA.** *Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais.* Brasília, Nov. 2003.
- Jekeli, C.** *Geometric Reference Systems in Geodesy.* Ohio State University, Lecture Note. 2002.
- Leite, C. C. P.; Souza, C. R. R.; Júnior, N. A.** *Metodologias para Levantamentos de Propriedades Rurais para Atender a Lei 10.267/01.* 2005. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Cartográfica) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2005.
- Lugnani, J. B.** *Introdução à Fototriangulação.* UFPR. 134p. Curitiba PR. 1987.
- Marques H. A.; Miyashita, P. M.; Ramos, R. S.; Ennes R.; Ocanha R. K.** *Metodologias Rápidas Para Levantamento de Propriedades Rurais em Atendimento a Lei 10.267/2001.* 2005. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Cartográfica) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2005.
- Monico, J. F. G.** *Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: Descrição, fundamentos e aplicação.* 1ª ed. São Paulo: UNESP, 2000. 288 p.
- Monico, J. F. G; Silva, É. F.** *Controle de qualidade em levantamentos no contexto da Lei nº10267/01 de 28 de Agosto de 2001.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS, 3, 2003, Curitiba. Anais... Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 69-84.
- NBR 13133.** *Execução de levantamento topográfico.* Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, mai. 1994.
- NBR 14166.** *Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimentos.* Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, ago. 1998.
- Pinto, J. R. M.** *Potencialidades do uso do GPS em obras de engenharia.* 2000. 161 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente-SP.
- Piovesan E. C.; Camargo, P. O.; Ishikawa, M. I.** *Lei Nº 10.267/01 Análise e Aplicação.* In: COBRAC 2004. Florianópolis: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Anais em CD. 2004
- Torge, W.** *Geodesy.* Berlin. Walter de Gruyter, 1991.