

## PONTOS DE APOIO IMEDIATO DE LONGA DISTÂNCIA COM GPS EM GEORREFERENCIAMENTO: ESTA SOLUÇÃO É CONFIÁVEL?

JULIO CESAR FARRET  
ENO DARCI SAATKAMP  
PEDRO ALBERTO JUDACHESKI  
RAFAEL RODRIGUES

Departamento de Engenharia Rural – UFSM  
Departamento de Engenharia Rural – UFSM  
Curso de Engenharia Florestal – UFSM  
Curso de Engenharia Florestal – UFSM

**RESUMO** - Nas últimas décadas, e nos últimos anos, em particular, a Geodésia passou por uma rápida transformação evolutiva, principalmente na mensuração das grandezas utilizadas nos cálculos geodésicos, como distâncias e ângulos. Esta evolução se deve especialmente aos avanços da eletrônica, que disponibilizou equipamentos com capacidades adicionais, tanto em termos de precisão quanto de operacionalidade, automatizando procedimentos e melhorando o rendimento e a qualidade dos produtos oriundos dos levantamentos geodésicos. Estas melhoras em instrumentação, associadas ao amparo conceitual matemático das soluções geodésicas, propiciou sistemas de posicionamento geodésicos modernos. Exemplos desta modernização são os sistemas de posicionamento baseados em satélites artificiais (Navstar/GPS, Glonass, Galileo e outros) e interferometria de longa distância (SLR, LLR). Particularmente em relação ao sistema norte-americano Navstar/GPS, por ser ainda o único sistema operacionalmente totalmente independente, o seu uso massivo tem revolucionado as aplicações geodésicas e influenciado procedimentos e, inclusive, normas e legislações a elas ligadas. Um exemplo disso no Brasil está relacionado com a Lei 10267/2001 que estabelece o georreferenciamento das coordenadas dos vértices do polígono dos imóveis rurais nas transações que envolvam alteração nos registros destes imóveis com acurácia igual ou melhor que 50 cm. Através do uso de receptores GPS, a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (INCRA, 2004) indica duas formas para o estabelecimento de pontos de apoio imediato (classificados de P1 ou P2, de acordo com a qualidade final alcançada de até 10 ou 20 cm, respectivamente) para os levantamentos dos pontos cadastrais finais (chamados P3 e com qualidade final indicada acima). A primeira delas é o transporte com receptores de uma frequência, em lances parciais de, no máximo 20 km. Neste caso, a qualidade final do ponto de apoio estabelecido é dada levando-se em conta o somatório das incertezas dos lances parciais. Esta forma de transporte de coordenadas tem sido muito pouco utilizada na prática dos profissionais de

georreferenciamento para certificações, muito pela dificuldade na execução desse transporte e também pela dificuldade em se obter a qualidade final desejada. Outra forma preconizada para este transporte é o uso de receptores de duas frequências, cuja exigência de qualidade é dada em função da distância até a estação de referência bem como do tempo de duração da sessão de rastreamento. Para distâncias até 50 km exige-se sessão mínima de meia hora e até 100 km este valor é de 2 horas, ambas com exigência de fixação das ambigüidades das medidas da fase das portadoras. Para distâncias maiores que 100 km, a exigência é de, pelo menos, 4 horas de rastreamento, aceitando-se a solução “float” para a determinação dessas ambigüidades. Em todos os casos, a amarração deve ser feita em, pelo menos, duas estações ativas da rede de alta precisão do Sistema Geodésico Brasileiro (RBMC) para possibilitar o ajustamento da estimativa final. Devido à relativamente baixa densidade de pontos no território brasileiro (o que tende a ser amenizado com a operacionalização da Rede INCRA de Bases Comunitárias – RIBAC, através de recente convênio com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE), esta última solução é largamente a mais utilizada pelos profissionais que fazem georreferenciamento para certificação no Brasil. Devido a não haver limitação de distância para estes levantamentos, torna-se tecnicamente necessário o controle e a verificação da qualidade das coordenadas assim estimadas, de forma a proporcionar segurança ao profissional no apoio para determinação de coordenadas de sua responsabilidade técnica legal. Os erros possíveis neste tipo de levantamento estão intimamente ligados ao projeto interno dos receptores. Neste aspecto, é importante conhecer e verificar a confiabilidade das informações fornecidas pelos fabricantes de receptores relativamente à qualidade das coordenadas estimadas. Para este tipo de posicionamento, os fabricantes geralmente informam a qualidade em termos de uma parte fixa mais uma parte em ppm, variável em função do comprimento da linha de base. A primeira questão a ser esclarecida é a forma de interpretação desta informação, ou seja, trata-se de

uma variação aleatória em torno da média (precisão) e mais um desvio sistemático do valor verdadeiro em função desta distância? Ou, por outro lado, trata-se de uma variação aleatória em torno da média que aumenta de magnitude em função do aumento da linha de base? No primeiro caso, é possível estabelecer uma tendência de deslocamento relativamente à linha de base? As bases localizadas mais distantes não estariam contribuindo de forma mais acentuadamente negativa a solução final? Seguindo esta linha de raciocínio, é possível modelar o comportamento destas variações no sentido de se poder estabelecer critérios para a correção destes erros? Seria possível estabelecer pesos diferenciados para as linhas de base para compensar eventuais erros maiores? Devido à importância desta questão para os profissionais da área de georreferenciamento, e pelas consequências desastrosas que eventuais erros podem causar nas coordenadas finais estimadas e levadas a registro, o presente trabalho pretende realizar uma criteriosa investigação do comportamento destes erros, utilizando-se basicamente as estações ativas da RBMC. Resultados preliminares apontam para tendências sistemáticas nas linhas de base, sendo que, no momento atual, estão se desenvolvendo estudos adicionais para a confirmação ou não deste tipo de comportamento, avaliação das suas magnitudes e modelagem dos erros.

**ABSTRACT** - In the last decades, and in the last years particularly, the Geodesy had a fast evolutive transformation mainly in the observables used in the geodetic surveys such as range and angles. This evolution is mainly due to the electronic evolution, which make possible equipments with additional capabilities in terms of precision and functionality, automatizing procedures and improving the revenue and the geodetic survey products quality. That instrumentation improve along with the mathematical and conceptual basis of the geodetic solutions maked possible the modern geodetic positioning systems such as that ones based on artificial satellites like Navstar/GPS, Glonass, Galileo and Beidu, and long range interferometry like SLR and LLR.

Particularly on the north american Navstar/GPS it is the only operationally totally independent system and its massive use have deeply modified the geodetic applications and procedures, besides norms and legislations. It is a example in Brasil the number 10267/2001 law which determines the corners coordinates georreferencing of the polygon of the rural properties on the registry changes with a accuracy of 50 cm or better. Through the use of GPS receivers the Technical Norm for the Rural Properties Georreferencing (INCRA, 2004) points two ways for the immediate support points establishment (classified as P1 and P2 depending on the final quality reached is 10 or 20 cm respectively) for the cadastral points surveys named P3 and with the same final quality above. The first one of them is the coordinate transport

using L1 receivers. It is done by mean partial throws of maximum 20 km. In that case the final quality of the established immediate support point is taking in account the partial throws uncertainties. That way for the coordinate transport has been very low used in the daily professional practice for certifications because much the difficulty in its accomplishment and because the difficulty to obtain the wanted final quality. Other extol way to that transport is the use of L2 receivers whose quality demand is a range function from the reference station and the tracking session duration time. For distances larger than 50 km the time minimal demand is 30 minutes and to 100 km that demand is 4 hours. In both cases is demanded the fixed solution for the carrier phases observables. For distances larger than 100 km the tracking time demand is 4 hours or more and is acceptedated the float solution for these ambiguities determination. In both cases the link have to be done in two active stations of the high precision network of the Continuous Monitoring Brazilian Network (RBMC) of the Brazilian Geodetic System (SGB) to make possible the final solution adjustment. Due to relatively low density of this points over the brazilian territory (that can to be solved by the INCRA Network Community Bases usefulness by mean a recent agreement between INCRA and Brazilian Institute of Geography and Statistics – IBGE) that last solution is widely used by the professionals that do georreferencing for certifications in Brasil. Due to the non limitation distance for these surveys it is technically necessary the coordinate quality control and verification in estimated in that way to give security to the professional in the support on coordinate estimation under his legal responsibility. The possible errors in this kind of survey are strongly linked to the receivers internal projects. In this field is important to know and to verify the information reliability from the receivers manufacturers on the estimated coordinate quality. For that kind of positioning the manufacturers generally informs the quality in terms of a fixed portion plus a portion expressed in ppm which is variable as a function of the baseline range. The first question to be clear is the interpretation way of that information, i.e.: Is it a random variation in circuit of the mean (precision) plus a systematic tide from the true value as a function of that distance? Or, by other side, is it a random variation in circuit of the mean which the magnitude increase as a function of the baseline increase? In the first case, is it possible to establish a displacement trend relatively to the baseline? Are not the far way base stations contributing in a more depreciative strong way to the final solution? Following that reasoning line, is it possible to model these variations behavior and to can to establish criterion for these errors correction? Would be possible to establish different weights for the baselines to compensate eventual larger errors? Due to the importance of that question for the georreferencing field professionals and the disastrous consequences that

eventual errors can to cause in the final estimated coordinates to register this work intend a discerning investigation on these errors behavior using basically the RBMC active base stations. Preliminary results points to baselines systematic trends. In the current stage we are developing additional studies to confirm or not this kind of behavior to evaluate its magnitudes and to model the errors.

---

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei 10267**, 28 de agosto de 2001. Altera dispositivos das Leis 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 dá outras providências. Diário Oficial nº 166 – seção 1, Brasília, 29 de agosto de 2001.

GEMAEL, C (1994). **Introdução ao ajustamento de observações**: aplicações geodésicas. Curitiba: UFPR.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (1993). **RESOLUÇÃO-PR 05**: Especificações e Normas Gerais para Levantamentos com GPS (preliminares). Rio de Janeiro: IBGE.

INSTITUO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (2003). **Norma técnica para o georreferenciamento de imóveis rurais aplicada à Lei 10.267/2001 e ao Decreto 4.449/2002**. Brasília: INCRA.

KAPLAN, D.; HEGARTY, C. J. (2006) **Understanding GPS**: principles and applications. Boston: Artech House.