

**ANÁLISE GEODÉSICA DE DEFORMAÇÕES DA CROSTA EM
REGIÕES DE GRANDES BARRAGENS A PARTIR DE
DESLOCAMENTOS TRIDIMENSIONAIS OBTIDOS PELO SISTEMA
DE POSICIONAMENTO GLOBAL**

*Geodetic analysis of crust deformation in regions of great power dams from
three-dimensional displacements obtained by GPS*

Niel Nascimento Teixeira

Doutorado

Orientador: Luiz Danilo Damasceno Ferreira

Defesa: 31/05/2005

Resumo: O tratamento analítico dos movimentos e deformações da crosta é em essência um problema tridimensional. Considerando-se este fato, deformações puramente horizontais ou verticais não existem. Apesar disso, os estudos de deformações da crosta têm sido, tradicionalmente, separados nestas duas componentes – horizontal e vertical, recebendo tratamento individual. Deste modo, durante várias décadas foram desenvolvidas metodologias e técnicas de análise de deformações considerando esta separação. No entanto, tal separação não caracteriza o estado real das deformações que ocorrem na crosta terrestre. Por isso, atualmente, um dos desafios para os pesquisadores que trabalham com o monitoramento de deformações, é o desenvolvimento de metodologias e técnicas de análises de deformações que considerem o problema em sua concepção original, ou seja, movimentos e deformações da crosta, são de natureza puramente tridimensional. Um dos fatores que possibilitou a implementação de pesquisas considerando tal concepção, foi o surgimento da Geodésia Espacial, que revolucionou as atividades de posicionamento em Geodésia. As técnicas espaciais de posicionamento, como por exemplo, o Global Positioning System (GPS), Global Navigation Satellite System (GLONASS), Very Long Baseline Interferometry (VLBI) e o Satellite Laser Ranging (SLR), permitem o posicionamento tridimensional de pontos de redes geodésicas de monitoramento com alta precisão, podendo ser utilizados como fontes de informações nos estudos de deformações da crosta. Isto pode ser comprovado pelo crescente número de estudos desta natureza, os quais utilizam

campos de deslocamentos provenientes destas técnicas, mostrando o quão valioso e importante papel elas representam na mensuração de fenômenos geodinâmicos. Deste modo, o desenvolvimento desta pesquisa é baseado nesta mesma concepção. As deformações da crosta que podem ser suficientemente descritas no espaço tridimensional, por nove parâmetros de deformação, sendo seis parâmetros de deformação pura e três de rotação diferencial, são estimadas a partir de deslocamentos tridimensionais obtidos pelo GPS. São utilizados dois métodos de estimação. No primeiro, utiliza-se uma função polinomial, e no segundo – que representa a principal contribuição desta pesquisa – é utilizada a Colocação por Mínimos Quadrados. A vantagem deste método é a extração do ruído, que representa os erros das observações, bem como, a modelagem do sinal, representando o efeito sistemático. É utilizado para isto o conjunto de dados obtidos por meio de duas campanhas GPS, realizadas sobre as RRNN da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, que constitui a região de estudo para aplicação da metodologia apresentada nesta pesquisa.

Abstract: The analytic treatment of the movements and deformations of the crust are in essence a three-dimensional problem. For this reason, purely horizontal or vertical deformations do not exist. In spite of that, the studies of crust deformations have been, traditionally, separated in these two components - horizontal and vertical, receiving individual treatment. This way, methodologies and techniques of analysis of deformations were developed considering this separation for several decades. However, such separation does not characterize the real state of the deformations that occur in the terrestrial crust. Therefore, nowadays, one of the challenges for the researchers that work with the deformations monitoring, is the development of methodologies and techniques of deformations analysis that does consider the problem in its original conception, in other words, crust movements and deformations are purely of three-dimensional nature. One of the factors that made possible the implementation of researchers considering such conception, was the appeal of spacial geodesy, that revolutionized the positioning activities in geodesy. The spacial techniques of positioning, as for instance, Global Positioning System (GPS), Global Navigation Satellite System (GLONASS), Very Long Baseline Interferometry (VLBI) and Satellite Laser Ranging (SLR), allowing the three-dimensional positioning of points of monitoring geodetic networks with high precision, can be used as sources of information in the studies of crust deformations. This can be proved by the increasing number of studies in this nature, which use fields of displacements originated from these techniques, showing how valuable and important paper they represent in the measurement of geodynamycs phenomenon. Using this way, the development of this research is based on this same conception. The crust deformations that can be described sufficiently in the three-dimensional space, with nine deformation parameters,

being six parameters of pure deformation and three of differential rotation, are estimated starting from three-dimensional displacements obtained by GPS. Two estimate methods are used. In the first, a polynomial function is used, and in the second - that represents the main contribution of this research - is used the Least Squares Collocation. The advantage of this method is the extraction of the noise, which represents the errors of the observations, as well as, the modelling of the signal, representing the systematic effect. It is used the data set obtained through two GPS campaigns, accomplished on benchmark of Salto Caxias Hydroelectric Power Dam, constituting the study area for the application of the methodology here presented.

