

# CRÍTICA E ANÁLISE DOS DADOS INICIAIS RELATIVOS À PREPARAÇÃO PARA O AJUSTAMENTO DE REDES DE NIVELAMENTO DE ALTA PRECISÃO

Gilberto P. Ribeiro, Engo Cartógrafo  
Maria Cristina B. Lobianco, Enga Cartógrafa  
Roberto T. Luz, Téc. em Geod. e Cart.

Departamento de Geodésia  
Diretoria de Geociências  
Fundação Instituto Brasileiro de  
Geografia e Estatística  
Avenida Brasil 15.671 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil

## RESUMO

São apresentadas as etapas principais de crítica e análise de dados de nivelamento geométrico de alta precisão, a partir das observações, armazenadas em meio magnético, para o ajustamento de redes altimétricas. O refinamento dos dados, em busca de detecção de erros grosseiros, deve ser encarado como uma tarefa tão importante quanto as outras. Portanto, é apresentado um diagrama de blocos contendo as principais fases da preparação dos dados para o ajustamento.

## ABSTRACT

The main stages of data criticism and analysis of high precision geodetic levelling are presented, from observations, stored on magnetic environment, to the vertical networks adjustment. The data refining, in order to detect rough errors, must be viewed as a task as important as the others. Therefore, a block diagram comprehending the main stages of data preparing to the adjustment is presented.

## **1. INTRODUÇÃO**

Para o ajustamento de redes altimétricas de alta precisão, são requeridos cuidados especiais na crítica e análise dos dados iniciais do nivelamento geométrico (desníveis e comprimentos de linhas de nivelamento).

A partir das informações contidas em cadernetas de campo, são gerados dois tipos de arquivos, com diferentes formatações. O primeiro tem como unidades de trabalho, os desniveis e os comprimentos de seções, isto é, trechos entre referências de nível (RN's) consecutivas. Este é usado como arquivo de

entrada do programa alternativo de ajustamento, de origem americana.

O segundo é usado como entrada para o programa de ajustamento com detalhamento estatístico, desenvolvido nesta Divisão de Pesquisas e Análises (DIPAN). Neste caso, as unidades de trabalho são os desníveis e comprimentos de linhas, ou seja, trechos compreendidos entre RN's do tipo nó – RN comum a mais de duas linhas.

A Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através do Departamento de Geodésia (DEGED), apresenta um procedimento próprio para as tarefas de tratamento dos dados provenientes das cadernetas de campo.

Esta metodologia foi desenvolvida ao longo da primeira fase (A.A.G.P. – Ajustamento Altimétrico Global Preliminar) do projeto REALT – Reajustamento Altimétrico – visando a sistematização dos trabalhos anteriores ao ajustamento.

## **2. O PROCESSAMENTO DOS DADOS**

Devido à impossibilidade computacional de se realizar o ajustamento simultâneo de todas as observações de Rede de Nivelamento – que compreende mais de 50.000 RN's –, esta foi dividida em unidades denominadas Macro-Circuitos (MC's). Cada um deles é um conjunto de circuitos, de modo que o ajustamento da rede de MC's e, posteriormente, os ajustamentos de seus circuitos internos, possam ser efetivados.

Os Macro-Circuitos foram selecionados de forma que, inicialmente, fossem

homogêneos quanto ao perímetro e forma, e, com a posterior conclusão dos cálculos, obedecessem, também, aos critérios de precisão.

Primeiramente, foi definida uma configuração inicial (figura).

Devido ao fato das linhas não estarem catalogadas segundo essa distribuição, no Arquivo Geral do Banco de Dados Geodésicos, foi desenvolvida uma criteriosa pesquisa, visando a identificação das linhas formadoras de cada MC e seus respectivos circuitos internos.

Com as linhas de nivelamento identificadas, os dados correspondentes são copiados para arquivos de trabalho. A identificação das linhas possibilita, também, a confecção de “croquis” provisórios de cada macro-circuito, com o lançamento das linhas e referências de nível tipo nó.

Os arquivos de trabalho são submetidos a um programa em linguagem FORTRAN IV, desenvolvido pela DIPAN, de crítica técnica e formal dos dados, isto é, são verificados os aspectos técnicos como: precisão de cada seção de nivelamento, através das observações de nivelamento e contra-nivelamento (I.B.G.E., 1983); variação de altitudes, etc. Os aspectos formais são àqueles relativos à digitação dos dados, ao preenchimento correto dos campos nos arquivos, segundo uma formatação pré-estabelecida, etc.

Esse programa possibilita, além da depuração de erros, uma identificação de trechos possivelmente inconsistentes, para serem analisados posteriormente.

Devido à necessidade de homogeneização das altitudes, é efetuado o cálculo seqüencial das linhas de nivelamento, que é o transporte das altitudes ao longo das RN's, obedecendo à identificação, pelo programa, das RN's de partida de cada linha. Desta forma, pode-se fornecer apenas uma altitude de partida para o cálculo seqüencial, sendo o restante calculado.

Uma das saídas desse programa é a lista de RN's de cada linha, com suas altitudes provisórias, que serve de base para a verificação de pseudo-nós e erros grosseiros, e para o cálculo de desníveis e comprimentos de cada linha dos MC's e dos circuitos internos.

A verificação de pseudo-nós é a identificação, mediante uma ordenação prévia, de referências de nível diferentes que tenham denominações iguais, gerando, com isto, ligações errôneas na rede altimétrica. A detecção de erros grosseiros, pelo mesmo processo, é possibilitada pela comparação das altitudes de cada RN tipo nó, geradas pelos diversos caminhos do cálculo seqüencial.

De posse da lista de altitudes provisórias, é possível proceder-se à confecção rigorosa de "croquis" que reflitam a realidade da rede, atualizando, assim, os "croquis" provisórios.

O cálculo de desnível e comprimentos de linhas e/ou ramais de nivelamento é realizado com o auxílio da lista de altitude provisórias e dos "croquis" de macro-

circuitos, que possibilitam, ainda, a confecção de um esquema geral da rede altimétrica brasileira na escala aproximada de 1:5.000.000.

Com os desníveis e os comprimentos das linhas lançados nos desenhos, são calculados os erros de fechamento e as precisões dos macro-circuitos e dos circuitos internos. Com base nestas precisões, pode ser feita uma reformulação de rede de macro-circuitos, visando a melhoria dos resultados dos ajustamento.

Com a nova distribuição de linhas por macro-circuitos, é feita a geração dos arquivos, de forma sintetizada, para servirem de entrada para o ajustamento, com detalhamento estatístico, e, também, a reorganização dos arquivos de trabalho, para o ajustamento pelo programa alternativo.

### **3. COMENTÁRIOS**

Para ser feito um ajustamento de uma rede altimétrica, nota-se que é necessária a implantação de uma metodologia que permita uma análise crítica dos dados de nivelamento geométrico, através de um pré-processamento destas informações.

As unidades de trabalho possíveis para este ajustamento são: os desníveis das seções ou os desníveis das linhas (conjunto de seções) de nivelamento. Estes desníveis devem estar isentos de erros grosseiros e devem estar corrigidos, através de modelos matemáticos próprios, dos efeitos de erros sistemáticos (correção do não paralelismo das superfícies equipotenciais, correção da refração

atmosférica e correção da refração atmosférica e correção de marés terrestres) (Ribeiro, 1989).

#### **4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO  
DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

Boletim de serviço (suplemento) nº 1602 de 1º de agosto de 1983.

RIBEIRO, G. P. Ajustamento altimétrico desenvolvido através do método das equações de observação e com análise estatística dos resultados. Curitiba, 1989. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, UFPR.

