
ANÁLISE DE ROBUSTEZ E DE COVARIÂNCIA PARA A ESTIMATIVA DA ACURÁCIA DE REDES HORIZONTAIS

IVANDRO KLEIN (1)
MARCELO TOMIO MATSUOKA (1)
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (2)

(1) Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Departamento de Geodésia
Laboratório de Pesquisas em Geodésia (LAGEO), Porto Alegre - RS
ivandroklein@gmail.com, tomiomatsuoka@gmail.com

(2) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Cartografia
galera@fct.unesp.br

A análise de tensões é uma abordagem puramente geométrica para analisar a deformação de um corpo físico, baseada na teoria de elasticidade, sendo aplicada para descrever a deformação (relativa) de um corpo com respeito a algum estado inicial. Em Geodésia, a análise de tensões pode ser aplicada para descrever o potencial de deformação de uma rede geodésica. A existência de erros (não aleatórios) nas medidas realizadas em uma rede, também pode conduzir a deformações nesta rede. Neste sentido, a teoria de confiabilidade faz uso da confiabilidade interna para estimar o menor erro detectável em uma observação (MDB – *minimal detectable bias*), segundo o procedimento de teste estatístico *data snooping*, e da confiabilidade externa, que quantifica a influência deste erro (quando “não detectado” pelo *data snooping*) sobre cada um dos parâmetros incógnitos do modelo (no caso, sobre as coordenadas dos vértices desconhecidos da rede geodésica). Dentro deste contexto, a análise de robustez foi concebida e formulada considerando que a teoria de confiabilidade possui uma sólida fundamentação estatística, mas carece do tratamento da geometria do potencial de deformação de uma rede geodésica, enquanto a análise de tensões trata de forma rigorosa o potencial de deformação de uma rede geodésica, mas suas fundamentações estatísticas são relativamente fracas. Desta forma, foi proposto combinar as vantagens da análise de tensões com as vantagens da teoria de confiabilidade em um único método denominado “análise de robustez”. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta para o controle de qualidade de redes geodésicas bidimensionais por meio das análises de robustez e de covariância. Na metodologia proposta, a acurácia (exatidão) posicional de cada ponto é estimada por meio de uma possível tendência em sua posição (via análise de robustez), além de sua própria precisão (incerteza) posicional (via análise de covariância), com a vantagem dos resultados obtidos serem independentes de fatores externos como o referencial adotado, sendo reflexos da própria geometria/configuração da rede geodésica e do tipo e qualidade (propriedades estatísticas) de suas observações. O desenvolvimento da metodologia proposta é apresentado e aplicado em um exemplo numérico. A rede geodésica utilizada neste exemplo demonstrativo é uma poligonal topográfica simulada que consiste de sete vértices (sendo um ponto de controle), envolvendo 18 observações (doze medidas de distâncias e seis medidas de ângulos) e 12 parâmetros (coordenadas planimétricas dos seis vértices desconhecidos), possuindo, portanto, seis graus de liberdade. Neste exemplo demonstrativo, os resultados obtidos foram concordantes com as premissas teóricas, pois, em geral, quanto maior o afastamento de um vértice desconhecido do(s) ponto(s) de controle da rede, maior é a propagação de erros aleatórios sobre este, e, quanto menos observações redundantes ao redor de um ponto, maior é a influência de possíveis erros (não aleatórios) sobre este, quando não detectados. Desta forma, a acurácia posicional de cada vértice da rede deve considerar os resultados obtidos por meio das duas abordagens. Como sugestões para trabalhos futuros, podem-se citar investigações sobre o planejamento de redes geodésicas, seguindo a metodologia apresentada, a questão de redes geodésicas com injunções relativas, como selecionar de maneira adequada os níveis de probabilidade assumidos para as medidas de confiabilidade e para as elipses de erros (considerando tanto os custos envolvidos quanto a acurácia desejada), a adaptação da metodologia proposta para uma determinada norma técnica vigente, além de sua aplicação em redes geodésicas unidimensionais e tridimensionais.