

MÁRIO RIBEIRO DA CRUZ MOURA

**MEDIÇÃO DE RECALQUES EM ESTRUTURAS DE PONTES E EDIFÍCIOS:
ESTUDO DE CASOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal Fluminense, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração Tecnologia da Construção.

Orientador: Prof. Emil de Souza Sánchez Filho, D.Sc.

Niterói, RJ
2008

**Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Engenharia e Instituto de
Computação da UFF**

M929 Moura, Mário Ribeiro da Cruz.

Medição de recalques em estruturas de pontes e edifícios :
estudo de casos / Mário Ribeiro da Cruz Moura. – Niterói, RJ :
[s.n.], 2008.

261 f.

Orientador: Emil de Souza Sánchez Filho.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade
Federal Fluminense, 2008.

1. Recalque - Medida. 2. Estrutura (Construção civil). 3.
Topografia. 4. Ponte. 5. Edifício. 6. Monitoramento. I. Título.

CDD 624.15

MÁRIO RIBEIRO DA CRUZ MOURA

**MEDIÇÃO DE RECALQUES EM ESTRUTURAS DE PONTES E EDIFÍCIOS:
ESTUDO DE CASOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal Fluminense, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração Tecnologia da Construção.

Aprovada em outubro de 2008

BANCA EXAMINADORA

Prof. Emil de Souza Sánchez Filho – D. Sc. (orientador)
Universidade Federal Fluminense

Prof. Protasio Ferreira e Castro – Ph. D.
Universidade Federal Fluminense

Prof. Eduardo Rizzatti – D. Sc.
Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Júlio Jerônimo Holtz Silva Filho – D. Sc.
Avantec Engenharia Ltda

Niterói, RJ

2008

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Miguel António (*in memoriam*) e Maria de Lourdes, Fernando (*in memoriam*) e Carmen, exemplos de amor e dedicação.

AGRADECIMENTOS

À minha mulher Fernanda e aos meus filhos Fernando Henrique e Pedro Nuno, esteios da minha vida, pelo desvelo, incentivo e incansável apoio.

Aos meus irmãos José Miguel, Vitor, Teresa, Cristina e Paulo, pela perpetuação do espírito transmitido pelos nossos pais.

Aos Engenheiros Mário Ribeiro da Cruz (*in memoriam*) e Virgílio N. Ribeiro da Cruz e ao Arquiteto Gustavo Adolpho Gomes de Noronha, pela oportunidade e ensinamentos proporcionados no início da vida profissional.

Ao Prof. Emil de Souza Sánchez Filho, orientador desta dissertação, pelos ensinamentos e estímulos dados nas horas precisas.

Aos sócios Paulo Siqueira e Fábio Silvaes e aos Corpos Administrativo e Técnico, da empresa TEC Consultoria, pelo suporte no decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Irineu da Silva, da USP – Escola de Engenharia de São Carlos, e aos amigos Marco Antônio Carvalho, Fernando Ribeiro e Patrick Pires, da empresa Comercial e Importadora WILD, pela amizade e parceria de muitos anos.

Ao Sr. Rubins Doring e ao Engenheiro J. A. Fortes, do Condomínio Centro Empresarial Castello Branco, e ao Engenheiro Paulo de Tarso P. Ribeiro, da empresa TARSO Engenharia, pela autorização de utilização e cessão de dados e ainda pela estreita colaboração, fundamentais para o desenvolvimento do estudo de caso do controle de recalque do edifício CECB.

Aos Engenheiros Gloria Pereira e Carlos Dantas, da CGP – Coordenação Geral de Projetos da Secretaria Municipal de Obras da PCRJ, pela permissão de uso dos dados e pelas valiosas informações prestadas, necessárias ao desenvolvimento da pesquisa do estudo de caso do monitoramento tridimensional da ponte velha da Barra da Tijuca.

À Professora Veranise Dubeux, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, pela pronta disponibilidade e pelo auxílio prestado no estudo de séries temporais.

À direção, docentes e servidores da ETEFEV, e em especial aos colegas professores do curso de Edificações, pelo apoio e incentivo.

Aos Engenheiros da RIO-ÁGUAS, Paulo Fonseca, Reynaldo Castro e Rosalvo Rodrigues, pela amizade e constante incentivo.

Aos colegas de mestrado da UFF, em especial às Arquitetas Jeanne Machado e Simone Feigelson e ao Engenheiro Manoel Isidro, pelo companheirismo.

Aos professores e funcionários da Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFF, pelos ensinamentos proporcionados e atenção dispensada.

Ao Paulo Henrique (*in memoriam*) e ao Márcio Fontes, pelos inúmeros desafios intelectuais propostos nos últimos vinte anos.

Aos demais familiares e amigos, pedindo desculpa pela ausência forçada.

Temendo cometer a injustiça de esquecer alguém, agradeço profundamente a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para o desenvolvimento e sucesso deste trabalho.

RESUMO

Considerando-se a importância de que se reveste o monitoramento de estruturas, seja na avaliação do seu comportamento em serviço, seja inserido no contexto da manutenção preventiva, este trabalho trata de métodos geodésicos e topográficos de monitoramento. Foi utilizada uma abordagem envolvendo modernas técnicas e equipamentos, com o objetivo de contribuir para a ampliação dos conhecimentos dos métodos de mensuração de deslocamentos em estruturas. São apresentados dois estudos de medições de recalques em estruturas de concreto. O primeiro trata da avaliação tridimensional dos deslocamentos, com ênfase nos recalques, de oito alvos posicionados nos blocos de solidarização das estacas da Ponte Velha da Barra da Tijuca, cuja estrutura foi recentemente recuperada. As posições dos alvos foram determinadas a partir de leituras realizadas com Estação Total, sendo analisados os resultados obtidos com o ajustamento efetuado por método convencional e com o uso de *software* específico de ajustamento geodésico. Verificou-se o comportamento ao longo das oito campanhas realizadas, buscando-se concluir sobre a evidência ou não de recalques. No segundo estudo de caso avaliou-se o comportamento dos recalques apresentados em edifício comercial existente no Centro da Cidade do Rio de Janeiro, observados após o início da construção de empreendimento vizinho. Utilizou-se um conjunto composto de nível geodésico óptico-mecânico e mira de invar para a realização do controle de recalque, e foram analisadas as cinquenta campanhas realizadas a partir da instalação dos pinos de controle e início do monitoramento. Foram elaborados gráficos da evolução dos recalques, traçadas as curvas de iso-recalques e bacia de recalques, e verificou-se o comportamento das velocidades e aceleração dos recalques. Efetuou-se uma detalhada análise estatística das medidas obtidas, realizando-se a previsão dos recalques por meio das séries temporais.

Palavras-chave: monitoramento, estruturas, topografia, deslocamentos, recalques.

ABSTRACT

Taking into account the importance monitoring structures, whether in terms of assessing their behavior in service, or in terms of preventive maintenance, this study addresses geodetic and topographical monitoring methods. An approach involving modern techniques and equipment was adopted with the aim of contributing towards learning more about the measurement methods of displacements within structures. Two case studies are presented. The first deals with the evaluation of three-dimensional displacements, with emphasis on settlements, of eight targets positioned in the cap piles of the old bridge of Barra da Tijuca, the structure of which was recently restored. The positions of the targets were determined from readings taken with Total Station and, following adjustment by conventional methods and with the use of specific software for the adjustment of geodetic networks, the results were analyzed. The behavior was checked throughout the eight field campaigns performed in order to verify whether or not there was evidence of settlements. The second case study involved evaluating the performance of settlements observed in an existing commercial building in downtown Rio de Janeiro after construction of a neighboring building began. An assembly composed of a geodetic optical-mechanical level and an invar rod was used to carry out settlement control and analysis was made of the fifty field campaigns conducted following the installation of the control pins and the start of the monitoring. Settlement evolution charts, iso-contour lines and settlement basin graphs were prepared, observing the behavior in terms of speed and acceleration. The acquired measurements underwent a detailed statistical analysis, including the forecast of settlements in time series.

Keywords: monitoring, structures, topography, displacements, settlements.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	4
RESUMO	6
ABSTRACT	7
SUMÁRIO	8
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE QUADROS	13
LISTA DE TABELAS	14
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	15
LISTA DE SÍMBOLOS	17
1 INTRODUÇÃO	22
1.1 MOTIVAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA ABORDAGEM	22
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	24
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	25
2 FUNDAMENTAÇÃO	27
2.1 MEDIÇÃO DE DEFORMAÇÕES EM ESTRUTURAS	27
2.2 MÉTODOS GEODÉSICOS CONVENCIONAIS	29
2.2.1 Determinação de Deslocamentos uni, bi e tridimensionais	32
2.2.2 Triangulação e Trilateração	33
2.2.3 Interseções	34
2.2.4 Poligonação	36
2.2.4.1 Prescrições da NBR 13133:1994	37
2.2.4.2 Prescrições da Resolução PR n.º 22 do IBGE	38
2.2.4.3 Exemplo de Aplicação de Poligonação em Monitoramento.....	39
2.2.5 Irradiação	41
2.2.5.1 Integração entre Sistemas Geodésicos de Monitoramento	41
2.2.6 Nivelamento Geométrico	42
2.2.7 Nivelamento Trigonométrico	47
2.2.7.1 Prescrições da Resolução PR n.º 22 do IBGE	49
2.2.7.2 Prescrições da NBR 13133:1994	49
2.2.7.3 Estudos efetuados sobre o Nivelamento Trigonométrico	51
2.3 OS ERROS DE OBSERVAÇÃO	64
2.3.1 Os Erros Ambientais	67
2.3.1.1 Refração Atmosférica	67
2.3.1.2 Exposição Solar e Gradientes Térmicos	67

2.3.2 Os Erros Instrumentais	68
2.3.2.1 Em Teodolitos e Estações Totais	68
2.3.2.2 Nos MED	70
2.3.2.3 Em Níveis	71
2.3.2.4 Em Miras Verticais e outros efeitos	72
2.3.3 Os Operadores Erro e Desvio	72
2.3.4 Precisão e Acurácia	74
2.3.5 A Propagação dos Erros	75
2.4 O AJUSTAMENTO DE OBSERVAÇÕES	75
3 ESTUDO DE CASOS	78
3.1 PONTE VELHA DA BARRA DA TIJUCA.....	78
3.1.1 Histórico.....	78
3.1.2 Metodologia Aplicada	81
3.1.3 Equipamentos Utilizados.....	85
3.1.4 Tratamento dos Dados.....	86
3.1.5 Análise dos Resultados	91
3.1.6 Observações Suplementares	99
3.2 CONTROLE DE RECALQUE DE EDIFÍCIO NO CENTRO DO RIO DE JANEIRO	100
3.2.1 Histórico.....	100
3.2.2 Metodologia Aplicada	104
3.2.3 Equipamentos Utilizados.....	108
3.2.4 Tratamento dos Dados.....	109
3.2.5 Análise dos Resultados	125
3.2.6 Observações Finais.....	152
4 CONCLUSÕES	154
4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	154
4.2 RECOMENDAÇÕES	157
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
APÊNDICES	162
APÊNDICE A – RELATÓRIOS RESUMO DO SOFTWARE MOVE3: AJUSTAMENTO DE REDE E ALVOS DAS CAMPANHAS DE MONITORAMENTO DA PONTE VELHA DA BARRA DA TIJUCA.....	163
APÊNDICE B – PLANILHA RESUMO COM OS RESULTADOS DAS CAMPANHAS DE CONTROLE DE RECALQUE DO CONJUNTO ARQUITETÔNICO CECB.....	235

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Objetivos do trabalho.	25
Figura 2.1 – Teodolito óptico-mecânico Wild T2.	33
Figura 2.2 – Trilateração: ângulos e lados de um triângulo.....	34
Figura 2.3 – Interseção à ré ou problema de Pothénor.	35
Figura 2.4 – Poligonal do tipo fechada ou circuito fechado.	37
Figura 2.5 – Poligonal em coroamento de barragem (HENRIQUES <i>et al.</i> , 2003).	40
Figura 2.6 – Integração entre sistemas para monitoramento de estruturas: GPS e Estações Totais (SILVA, 2006).	42
Figura 2.7 – Medida de recalques por meio de nivelamento geométrico.	42
Figura 2.8 – Uma linha de nivelamento geométrico (CASACA <i>et al.</i> , 2007).	43
Figura 2.9 – Nível óptico-mecânico Wild N3.....	44
Figura 2.10 – Referência de Nível profunda: <i>Benchmark</i> (ALONSO, 1991).	45
Figura 2.11 – Pino macho sendo rosqueado na fêmea fixa no elemento estrutural..	46
Figura 2.12 – Mira de ínvar apoiada em pino.	46
Figura 2.13 – Lance de nivelamento trigonométrico (VEIGA <i>et al.</i> , 2007).....	48
Figura 2.14 – Nível Carl Zeiss-JENA NI07 (MOREIRA, 2003).	52
Figura 2.15 – Exemplo de alvo (prisma refletor), bastão telescópico e bipé.	53
Figura 2.16 – Ilustração da estratégia no nivelamento trigonométrico (MOREIRA, 2003).	54
Figura 2.17 – Ilustração de um lance de nivelamento trigonométrico usando o método denominado de <i>leap-frog</i> (MOREIRA, 2003).....	54
Figura 2.18 – Diferença média com ou sem a consideração de alguns fatores: TC400 (MOREIRA, 2003).	56
Figura 2.19 – Diferença média com ou sem a consideração de alguns fatores: TC307 (MOREIRA, 2003).	57
Figura 2.20 – Nível digital Leica NA3003 (adaptada de GOMES, 2006).....	59
Figura 2.21 – Barragem de Salto Caxias (adaptada de GOMES, 2006).	61
Figura 2.22 – Sistema de eixos de uma Estação Total (ZEISKE, 2000).	68
Figura 2.23 – Principais erros instrumentais (adaptada de ZEISKE, 2000).	69
Figura 2.24 – Erro de zero no ATR (adaptada de ZOLOTI FILHO, 2005).	70
Figura 2.25 – Sistema de eixos dos níveis ópticos (adaptada de GOMES, 2006). ...	71
Figura 2.26 – Os conceitos de acurácia e precisão (SILVEIRA, 2006).	74
Figura 3.1 – Ponte velha da Barra da Tijuca: situação.....	78
Figura 3.2 – Ponte velha da Barra da Tijuca: vista geral (2003).....	79
Figura 3.3 – Ponte velha da Barra da Tijuca: vista inferior (2003).....	79
Figura 3.4 – Ponte velha da Barra da Tijuca: detalhe do dente Gerber (2003).	80
Figura 3.5 – Ponte velha da Barra da Tijuca: geometria da estrutura (2003).	80
Figura 3.6 – Ponte velha da Barra da Tijuca: vista parcial (2007).	81

Figura 3.7 – Posição relativa dos pontos-estação e alvos a levantar.....	82
Figura 3.8 – Instalação e identificação do alvo CR1.	83
Figura 3.9 – Alvo CR3.	83
Figura 3.10 – Alvo CR6.	84
Figura 3.11 – Fita adesiva Leica.	86
Figura 3.12 – Estação Total TC407.....	86
Figura 3.13 – Comportamento da coordenada Norte dos alvos.	95
Figura 3.14 – Comportamento da coordenada Este dos alvos.	95
Figura 3.15 – Comportamento das altitudes dos alvos.	96
Figura 3.16 – Empreendimento comercial no centro do Rio de Janeiro: situação...	101
Figura 3.17 – Conjunto arquitetônico existente: situação.....	102
Figura 3.18 – Construção de cortinas adjacentes ao conjunto arquitetônico existente.	103
Figura 3.19 – Trinca em alvenaria de vedação no 1º piso da garagem.....	103
Figura 3.20 – Características geométricas do 1º piso da garagem.	104
Figura 3.21 – Instalação do <i>Benchmark</i>	105
Figura 3.22 – <i>Benchmark</i> e mira de ínvar.	105
Figura 3.23 – Pino fixado em pilar.....	106
Figura 3.24 – Arranjo geral dos pilares da estrutura e dos pontos nivelados.....	107
Figura 3.25 – Mira de ínvar e nível de cantoneira acoplado utilizados nas medições.	108
Figura 3.26 – Evolução dos recalques observados no pilar P1.....	110
Figura 3.27 – Evolução dos recalques observados no pilar P2.....	110
Figura 3.28 – Evolução dos recalques observados no pilar P3.....	111
Figura 3.29 – Evolução dos recalques observados no pilar P4.....	111
Figura 3.30 – Evolução dos recalques observados no pilar P5.....	112
Figura 3.31 – Evolução dos recalques observados no pilar P6.....	112
Figura 3.32 – Evolução dos recalques observados no pilar P7.....	113
Figura 3.33 – Evolução dos recalques observados no pilar P8.....	113
Figura 3.34 – Evolução dos recalques observados no pilar P9.....	114
Figura 3.35 – Evolução dos recalques observados no pilar P10.....	114
Figura 3.36 – Evolução dos recalques observados no pilar P11.....	115
Figura 3.37 – Evolução dos recalques observados no pilar P12.....	115
Figura 3.38 – Evolução dos recalques observados no pilar P13.....	116
Figura 3.39 – Evolução dos recalques observados no pilar P14.....	116
Figura 3.40 – Evolução dos recalques observados no pilar P15.....	117
Figura 3.41 – Evolução dos recalques observados no pilar P16.....	117
Figura 3.42 – Evolução dos recalques observados no pilar P17.....	118
Figura 3.43 – Evolução dos recalques observados no pilar P18.....	118
Figura 3.44 – Evolução dos recalques observados no pilar P19.....	119
Figura 3.45 – Evolução dos recalques observados no pilar P20.....	119
Figura 3.46 – Evolução dos recalques observados no pilar P21.....	120
Figura 3.47 – Evolução dos recalques observados no pilar P22.....	120
Figura 3.48 – Evolução dos recalques observados no pilar P22A.	121
Figura 3.49 – Evolução dos recalques observados no pilar P24.....	121
Figura 3.50 – Evolução dos recalques observados no pilar P25.....	122
Figura 3.51 – Evolução dos recalques observados no pilar P26.....	122
Figura 3.52 – Evolução dos recalques observados no pilar P30.....	123
Figura 3.53 – Evolução dos recalques observados no pilar P31.....	123
Figura 3.54 – Recalques totais: 50ª campanha.....	124

Figura 3.55 – Curvas de iso-recalques da 10ª campanha.....	125
Figura 3.56 – Bacia de recalques da 10ª campanha.....	125
Figura 3.57 – Curvas de iso-recalques da 20ª campanha.....	126
Figura 3.58 – Bacia de recalques da 20ª campanha.....	126
Figura 3.59 – Curvas de iso-recalques da 30ª campanha.....	127
Figura 3.60 – Bacia de recalques da 30ª campanha.....	127
Figura 3.61 – Curvas de iso-recalques da 40ª campanha.....	128
Figura 3.62 – Bacia de recalques da 40ª campanha.....	128
Figura 3.63 – Curvas de iso-recalques da 50ª campanha.....	129
Figura 3.64 – Bacia de recalques da 50ª campanha.....	129
Figura 3.65 – Velocidade dos recalques: comportamento.	130
Figura 3.66 – Esquema das linhas de pilares para análise dos recalques diferenciais.	131
Figura 3.67 – Seção longitudinal 1.....	132
Figura 3.68 – Seção longitudinal 2.....	133
Figura 3.69 – Seção longitudinal 3.....	133
Figura 3.70 – Seção longitudinal 4.....	134
Figura 3.71 – Seção transversal 1.....	134
Figura 3.72 – Seção transversal 2.....	135
Figura 3.73 – Seção transversal 3.....	135
Figura 3.74 – Seção transversal 4.....	136
Figura 3.75 – Seção transversal 5.....	136
Figura 3.76 – Recalques médios: regressão linear.	139
Figura 3.77 – Regressão linear recalques médios: resíduos.....	140
Figura 3.78 – Regressão linear recalques médios: ajuste de linha.	141
Figura 3.79 – Regressão linear recalques médios: probabilidade normal.....	141
Figura 3.80 – Recalques médios: regressão polinomial.....	143
Figura 3.81 – Regressão polinomial: intervalos de confiança.	143
Figura 3.82 – Regressão polinomial: impressão de resíduos.....	144
Figura 3.83 – Regressão polinomial da série RECMDC: intervalos de confiança...	145
Figura 3.84 – Regressão polinomial da série RECMDC: impressão dos resíduos..	145
Figura 3.85 – Média móvel dupla de ordem 3: regressão polinomial.	149
Figura 3.86 – Regressão polinomial MMD (3): intervalos de confiança.	150
Figura 3.87 – Regressão polinomial MMD (3): impressão dos resíduos.....	151
Figura A.1 – Ajustamento da rede: elipses de erro absolutas.	167
Figura A.2 – Ajustamento dos alvos CR1 a CR4: elipses de erro absolutas.....	172
Figura A.3 – Ajustamento dos alvos CR5 a CR8: elipses de erro absolutas.....	177

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Resumo da análise estatística da campanha 01.	87
Quadro 3.2 – Resumo da análise estatística da campanha 02.	88
Quadro 3.3 – Resumo da análise estatística da campanha 03.	88
Quadro 3.4 – Resumo da análise estatística da campanha 04.	89
Quadro 3.5 – Resumo da análise estatística da campanha 05.	89
Quadro 3.6 – Resumo da análise estatística da campanha 06.	90
Quadro 3.7 – Resumo da análise estatística da campanha 07.	90
Quadro 3.8 – Resumo da análise estatística da campanha 08.	91
Quadro 3.9 – Coordenadas dos alvos obtidas pelo ajustamento realizado no MOVE3.	98
Quadro 3.10 – Diferenças encontradas no ajustamento da rede.	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Algumas especificações para poligonais (IBGE, 1983).....	39
Tabela 2.2 – Classificação dos níveis (NBR 13133:1994).	44
Tabela 2.3 – Classificação das Estações Totais (NBR 13133:1994).	47
Tabela 2.4 – Algumas especificações para nivelamento geométrico (IBGE, 1983). .	49
Tabela 2.5 – Classificação dos nivelamentos (NBR 13133:1994).....	50
Tabela 2.6 – Estações Totais utilizadas e suas precisões nominais (GOMES, 2006).	59
Tabela 2.7 – Precisão esperada <i>versus</i> especificações do IBGE (GOMES, 2006)...	60
Tabela 2.8 – Desníveis entre RN 50A e RN 51: ELTA S20 (GOMES, 2006).	63
Tabela 2.9 – Desníveis entre RN 50A e RN 51: TC2002 (GOMES, 2006).....	63
Tabela 3.1 – Parâmetros determinados nas seções estudadas.....	137
Tabela 3.2 – Regressão linear e ANOVA: recalques médios.	139
Tabela 3.3 – Regressão polinomial e ANOVA: recalques médios.....	142
Tabela 3.4 – Regressão polinomial e ANOVA: série RECMDC.	144
Tabela 3.5 – Médias móveis de três termos: série RECMED.....	147
Tabela 3.6 – Médias móveis de cinco termos: série RECMED.	148
Tabela 3.7 – Médias móveis de três e cinco termos: previsões um passo à frente.	149
Tabela 3.8 – Regressão polinomial e ANOVA: média móvel dupla de ordem 3.....	150
Tabela 3.9 – Modelos de previsão <i>versus</i> recalques médios observados.	151

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1D	– Unidimensional
2D	– Bidimensional
3D	– Tridimensional
ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALT.	– Altitude
ANOVA	– Análise de Variância
APE	– Erro Absoluto Percentual
ATR	– Reconhecimento Automático de Alvos
CAMP.	– Campanha
CECB	– Centro Empresarial Castello Branco
CGP	– Coordenadoria Geral de Projetos
CI	– Intervalo de Confiança da Predição
DESV. MÉDIO	– Desvio Médio
DESV. PAD.	– Desvio Padrão
DTM	– Modelagem Digital de Terrenos
EQM	– Erro Quadrático Médio
FDC	– Função de Distribuição Cumulativa
FDP	– Função Densidade de Probabilidade
GPS	– Global Positioning System
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IR	– Infrared
ISO	– International Organization for Standardization
LAIG	– Laboratório de Instrumentação Geodésica
LIDAR	– Light Detection and Ranging
LS	– Laser Scanning
MAPE	– Erro Absoluto Médio Percentual

MED	– Medidor Eletrônico de Distância
MÉDIA DP	– Desvio Padrão da Média
MMD (3)	– Média Móvel Dupla de três termos
MMD (5)	– Média Móvel Dupla de cinco termos
MMQ	– Método dos Mínimos Quadrados
MMS (3)	– Média Móvel Simples de três termos
MMS (5)	– Média Móvel Simples de cinco termos
M. MÓVEL	– Média Móvel
MM. DUPLA	– Média Móvel Dupla
NBR	– Norma Brasileira
OAE	– Obras-de-arte Especiais
PD	– Posição Direta da Luneta
PI	– Intervalo de Predição
PI	– Posição Inversa da Luneta
PMMD (3)	– Previsão da Média Móvel Dupla de três termos
PMMD (5)	– Previsão da Média Móvel Dupla de cinco termos
PMMS (3)	– Previsão da Média Móvel Simples de três termos
PMMS (5)	– Previsão da Média Móvel Simples de cinco termos
ppm	– Partes por milhão
PS	– Ponto de Segurança
REC	– Recalque
RECMDC	– Série Temporal Corrigida dos Recalques Médios
RECMED	– Série Temporal dos Recalques Médios
RN	– Referência de Nível
SMO	– Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
SLR	– Satellite Laser Ranging
UFPR	– Universidade Federal do Paraná
VA	– Variável Aleatória
VAN	– Variável Aleatória Normal
VLBI	– Very Long Baseline Interferometry

LISTA DE SÍMBOLOS

ϕ	– latitude
Λ	– longitude
h	– altura elipsoidal
X, Y, Z	– coordenadas cartesianas em relação ao centro de massa da Terra
$A_{ikj}, A_{jik}, A_{kji}$	– ângulos de um triângulo
c_{ij}, c_{ik}, c_{kj}	– lados de um triângulo
α, β	– ângulos horizontais observados a partir de INT
P1, P2, P3	– pontos de coordenadas conhecidas
γ	– ângulo horizontal determinado pela diferença dos azimutes das direções formadas pelos pontos P1, P2 e P2, P3
a, b	– distâncias determinadas analiticamente a partir das coordenadas de P1, P2 e P3
PD e PE	– pontos de referência situados nas margens do rio
P1 a P8	– pontos-objeto situados no coroamento da barragem
v	– velocidade de recalque
Δh_{AB}	– desnível entre os pontos A e B sobre o terreno
h_i	– altura do instrumento (Estação Total)
h_s	– altura do sinal (alvo)
D_h	– distância horizontal
D_i	– distância inclinada
D_v	– distância vertical
Z	– ângulo zenital
k	– distância nivelada num único sentido (em km)
P0 a P15	– pontos materializados no acostamento da rodovia SP-318

PS1 e PS2	– pontos de segurança para uso no nivelamento geométrico
S_A, S_B	– distância inclinada para os pontos A e B, respectivamente
$dn_{OA'}$	– diferença de nível do centro óptico do instrumento até o alvo em A
$dn_{OB'}$	– diferença de nível do centro óptico do instrumento até o alvo em B
Z_A, Z_B	– ângulo zenital para os pontos A e B
C_{CA}, C_{CB}	– correção da refração atmosférica nas direções A e B
C_{RA}, C_{RB}	– correção da curvatura terrestre nas direções A e B
h_A, h_B	– altura do sinal (alvo) nos pontos A e B
H_A, H_B, H_O	– altura (cota) em relação a um sistema de referência dos pontos A, B e centro óptico do instrumento
L	– distância nivelada em km
k	– coeficiente de refração
σ	– desvio padrão
y	– valor exato de uma grandeza
$\tilde{y}$	– valor observado de uma grandeza
θ_E	– erro instrumental devido ao equipamento de observação
θ_A	– erro ambiental devido às condições externas durante as medições
θ	– erro sistemático
u	– erro accidental ou aleatório
ε	– erro de observação
μ	– valor médio
σ^2	– variância
$(a, b]$	– intervalo assumido pelo erro de observação em uma FDC
f	– função densidade de probabilidade FDP dos erros de observação
F	– função de distribuição cumulativa FDC dos erros de observação
E	– valor médio
V	– variância
θ	– parâmetro associado aos erros sistemáticos não corrigidos
k	– parâmetro positivo que traduz a degradação da precisão
VV	– eixo principal ou vertical

KK	– eixo secundário ou horizontal
ZZ	– eixo da luneta ou eixo de colimação ou visada
LL	– eixo do nível tubular
y	– grandeza desconhecida
$\hat{y}$	– estimador
$E(\hat{y})$	– valor médio do estimador
ε	– variável aleatória erro
v	– variável aleatória desvio
$\tilde{y}$	– estimativa
$\tilde{\varepsilon}$	– erro de uma estimativa
$\tilde{v}$	– desvio de uma estimativa
$\sigma_a^2, \sigma_b^2, \sigma_c^2$	– variâncias de a , b , c
σ_f^2	– variância de f
l_i	– observações
$\hat{l}_i$	– observações ajustadas
v_i	– resíduo
V	– vetor coluna dos resíduos
P	– matriz quadrada dos pesos
CR1 a CR8	– alvos firmemente colados nos blocos de solidarização das estacas
J0A e J1A	– pontos-estação
N, E, H	– Norte, Este, Altitude
N , E	– coordenadas Norte e Este do alvo irradiado
D	– distância da estação ao ponto irradiado
A_z	– azimuth da direção estação-ponto irradiado
σ_N, σ_E	– desvios padrão das coordenadas Norte e Este
σ_D	– desvio padrão linear (precisão) total
$\sigma_{A_z}^2$	– variância do azimuth da direção estação-ponto irradiado
p	– desvio padrão linear absoluto nominal do equipamento
q	– desvio padrão linear relativo nominal do equipamento

A_{z0}	– azimute da direção estação-ré
α_H	– ângulo horizontal lido para o ponto irradiado
$\sigma_{\alpha_{rad}}$	– desvio padrão angular nominal do equipamento, em radianos
σ_{α_H}	– desvio padrão do ângulo horizontal lido
σ_{Az0}	– desvio padrão do azimute da direção estação-ré
σ_{CR}	– desvio padrão total para o ponto irradiado, em planimetria
$\sigma_{\overline{CR}}$	– precisão planimétrica esperada
C	– efeito conjunto da curvatura terrestre e refração atmosférica
R	– raio médio da Terra
k	– coeficiente médio de refração
H	– altitude do ponto irradiado
h_i	– altura do instrumento
Z	– ângulo zenital lido para o ponto irradiado
σ_H^2	– variância da altitude
σ_i	– desvio padrão da altura do instrumento
$\sigma_{\overline{H}}$	– precisão altimétrica esperada
P1 a P26	– pinos de aço implantados nos pilares do conjunto CECB
P30 e P31	– pinos de aço implantados nos pilares do conjunto CECB
P1N a P26N	– pinos definitivos de controle implantados nos pilares do conjunto arquitetônico CECB
P30N e P31N	– pinos definitivos de controle implantados nos pilares do conjunto arquitetônico CECB
R	– coeficiente de correlação
R^2	– coeficiente de determinação
gl	– graus de liberdade
SQ	– soma dos quadrados
MQ	– média da soma dos quadrados
F	– resultado do teste F (Fisher-Snedecor)
$PMMS_{t+h}$	– previsão da série no momento $t + 1$

t	– origem da previsão
h	– horizonte da previsão
n	– termo ou ordem da média móvel simples
M_t	– média móvel simples no instante t
$M_t^{[2]}$	– média móvel dupla no instante t

1 INTRODUÇÃO

O ato de efetuar medidas ou de utilizar alguma técnica de medição na execução das atividades quotidianas foi sempre uma das necessidades mais evidentes do homem ao longo da história do desenvolvimento das civilizações. De processos simples usados inicialmente, impulsionada por motivos diversos, a Humanidade procurou soluções para resolver essas necessidades à medida que a sofisticação da sociedade avançava, chegando a processos de medição complexos. Todo o esforço realizado acompanhou o crescimento e a sistematização progressiva das Ciências, buscando dar-lhes o suporte requerido e os métodos de aferição e validação dos experimentos e criações humanos.

Na Construção Civil as necessidades impostas estão intimamente ligadas às questões da segurança, confiabilidade e durabilidade das construções. As estruturas que são utilizadas no desenrolar de várias atividades precisam ser constantemente monitoradas, quer para verificação do seu comportamento durante a construção e em serviço, quer para o aprimoramento do conhecimento dos materiais e técnicas construtivas.

1.1 MOTIVAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA ABORDAGEM

As primeiras instrumentações de obras geotécnicas de grande porte datam dos anos de 1930 e 1940, e a observação e instrumentação de barragens foi iniciada em meados da década de 1950; desde então há um contínuo avanço nos equipamentos e métodos utilizados (MATOS, 2002). Nos mais variados tipos de obra impõe-se o investimento na otimização da solução final nas vertentes técnica e econômica, sendo fundamental a adoção de um plano de instrumentação e observação como ferramenta de controle e gerenciamento do risco.

Os avanços tecnológicos recentes têm propiciado o surgimento de equipamentos mais precisos e abrangentes e técnicas de medição que desempenham papel importante na avaliação do comportamento das estruturas em todos os estágios de sua vida útil. A importância do trabalho decorre da necessidade do engenheiro em familiarizar-se com essas novas técnicas da mensuração, para que possa aplicá-las convenientemente; destacam-se neste trabalho as técnicas e equipamentos usados pela Topografia e Geodésia aplicadas à Engenharia Civil.

O maior e mais significativo avanço na Topografia é relativamente recente, revolucionando as técnicas de medição e proporcionando operacionalidade, economia e precisão marcantes: os medidores eletrônicos de distâncias (MED). A partir do final das décadas de 1940 e 1950 com o aparecimento dos primeiros MED, o Geodímetro e o Telurômetro, a instrumentação topográfica e geodésica teve avanços históricos que chegaram nas Estações Totais, pioneiramente na Alemanha, em 1971, para depois se popularizarem. As Estações Totais, fruto da “soma” dos teodolitos eletrônicos com os MED, são equipamentos que além de terem a capacidade de medição de ângulos e distâncias podem armazenar dados e realizar cálculos.

Além dos MED tem-se uma nova tendência de utilização em sistemas geodésicos, pois a tecnologia GPS (Global Positioning System) tem sido crescentemente usada no monitoramento de estruturas. O GPS é um sistema de multipropósitos que permite ao usuário determinar suas posições expressas em latitude ϕ , longitude λ e altura elipsoidal h , em função das coordenadas cartesianas (X,Y,Z) em relação ao centro de massa da Terra. A grande vantagem desse sistema é a sua capacidade de integração com outros sistemas.

As modernas técnicas de investigação e monitoramento de estruturas incluem também a Fotogrametria Digital e os sensores de fibra óptica.

A evolução dos equipamentos de mensuração, bem como a multiplicidade de soluções e aplicações tem avançado a velocidade inimaginável há bem pouco tempo; um dos equipamentos oriundos dessa evolução é o Laser Scanning (LS), integrante dos sistemas LIDAR (Light Detection and Ranging); tem francas possibilidades de expansão no mercado para aplicações diversas, incluindo a modelagem digital de terrenos (DTM) e levantamentos topográficos, e cujas

características estão sendo aproveitadas em pesquisas de integração com a Fotogrametria.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

À exceção de grandes obras como barragens, nas quais a ocorrência de um acidente estrutural, pela monta e importância, causaria enorme impacto na sociedade e prejuízos materiais imensos, o monitoramento de estruturas correntes como pontes, viadutos e edifícios ainda não é usual e necessita de maior penetração no meio empresarial e técnico brasileiro.

O planejamento é uma fase importantíssima na implantação de qualquer empreendimento e não é diferente quando se trata de estruturas. Planejar, nesse contexto, significa pensar a obra como um todo e os meios mais econômicos e confiáveis para atingir os objetivos necessários: funcionalidade, estabilidade e segurança ao longo da sua vida útil. Desta forma, faz-se necessária a permanente observação das estruturas visando à identificação de patologias e à manutenção preventiva, bem como à verificação de tendências de movimentação das mesmas; tal raciocínio implica em ações a desenvolver, dentre as quais a mobilização de equipamentos e metodologias corretas de investigação e mensuração, propiciando, quando necessária, uma intervenção corretiva segura e com custos mais baixos.

Este trabalho tem por objetivo maior contribuir para a disseminação de modernas técnicas e ferramentas de monitoramento de estruturas com o uso de equipamentos que proporcionam praticidade, precisão, confiabilidade e economia. Uma síntese esquemática é apresentada na Figura 1.1.

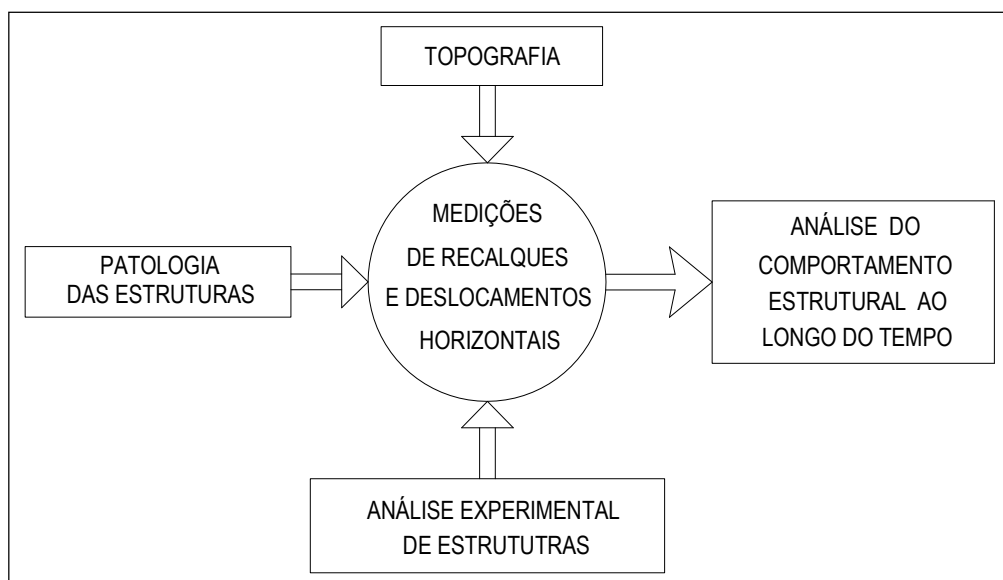


Figura 1.1 – Objetivos do trabalho.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

No capítulo 1 são apresentadas algumas considerações iniciais sobre o tema, além da motivação e importância do trabalho e os objetivos a atingir.

No capítulo 2 passa-se em revista os principais métodos e equipamentos de mensuração de deslocamentos por processos topográficos e geodésicos, com ênfase nos processos que utilizam as Estações Totais e os níveis. São apresentados estudos efetuados por diversos autores, validando os métodos abordados.

No capítulo 2 são ainda abordados alguns tópicos sobre a questão dos erros de observação e da importância do ajustamento de observações.

No capítulo 3 apresentam-se dois casos reais de monitoramento: o monitoramento da ponte velha da Barra da Tijuca e o controle de recalque de conjunto arquitetônico existente no Centro do Rio de Janeiro.

Na ponte velha da Barra da Tijuca, cuja estrutura foi recentemente reforçada, fez-se o acompanhamento tridimensional ao longo de oito campanhas, de oito alvos colocados nos blocos de solidarização das estacas, com ênfase na verificação de tendência de recalque. Os dados oriundos das observações realizadas com Estação Total foram tratados de duas formas: de forma convencional e por meio do *software* de ajustamento geodésico **MOVE3**. Fez-se ainda a análise comparativa dos resultados obtidos pelos dois métodos.

O segundo estudo de caso trata de controle de recalque de edifício da década de 1970, vizinho a obra de novo empreendimento comercial em curso. O acompanhamento deu-se por meio do nivelamento geométrico de 28 pinos, realizado com nível óptico-mecânico, ao longo de cinquenta campanhas. Foram observadas a evolução e velocidade dos recalques, com ênfase na verificação de tendências, e realizada a análise dos dados sob a ótica de séries temporais.

O capítulo 4 é destinado a conclusões e considerações finais.

No apêndice A são apresentados de forma resumida os relatórios do ajustamento das observações da ponte velha da Barra da Tijuca realizado no *software* **MOVE3** e no apêndice B apresenta-se planilha contendo as cotas calculadas dos 28 pinos de controle, bem como os recalques e respectivas velocidades, parciais e totais, campanha a campanha.

2 FUNDAMENTAÇÃO

2.1 MEDIÇÃO DE DEFORMAÇÕES EM ESTRUTURAS

Um plano de instrumentação e observação deve ser adequado às características de cada estrutura de acordo com o seu porte, finalidade e utilização, e deverá abranger (SÊCO E PINTO, 2006):

- grandezas a observar;
- características dos equipamentos;
- cuidados na instalação;
- aquisição de dados;
- tratamento da informação;
- limites da atenção e de alerta;
- inspeções visuais.

As principais grandezas monitoradas pela instrumentação são (MATOS, 2002):

- deslocamentos;
- deformações e tensões;
- temperatura;
- níveis piezométricos em fundações;
- pressões de água;
- vazões.

As medições necessárias para a completa interpretação dos fenômenos de uma estrutura de concreto visando à avaliação do seu comportamento, e não somente à segurança estrutural são (MATOS, 2002):

- deslocamento horizontal;
- deslocamento angular;
- deslocamento diferencial entre blocos;
- tensão no concreto;
- tensão na armadura;
- temperaturas;
- vazão de infiltração;
- inspeções visuais.

A análise dos trabalhos de CHAVES (2001), ZOCCOLOTTI FILHO (2005), GRANEMANN (2005) e KRELLING (2006), conduz à compreensão de que a classificação dos métodos de monitoramento de deformações em estruturas é, de forma geral, apresentada em dois grandes grupos: os métodos geodésicos e os métodos geotécnicos.

Os métodos geodésicos são primeiramente utilizados para detectar movimentos absolutos e abrangem:

- a) métodos geodésicos convencionais
 - redes geodésicas de monitoramento: absoluto e relativo;
 - redes horizontais de monitoramento: redes de triangulação, redes de trilateração e redes de triangulateração;
 - movimentos verticais: nivelamento geodésico de primeira ordem.
- b) método fotogramétrico
 - fotogrametria terrestre.
- c) técnicas espaciais
 - VLBI – *Very Long Baseline Interferometry*;
 - SLR – *Satellite Laser Ranging*;
 - GPS – Sistema de Posicionamento Global.

Os métodos geotécnicos são primeiramente utilizados para detectar movimentos relativos e abrangem:

- a) técnicas geotécnicas e de engenharia estrutural
 - medições diretas de deformações usando *strainmeters*;
 - vários tipos de extensômetros;

- pêndulo invertido e suspenso;
 - *tiltmeters*;
 - clinômetros;
 - inclinômetros, etc.
- b) projetos especializados de monitoramento
- interferômetro a laser;
 - nivelamento hidrostático;
 - alinhamento vertical (pêndulo mecânico ou prumo óptico);
 - alinhamento a laser;
 - métodos holográficos.

No caso específico do tema deste trabalho interessam os métodos geodésicos de medição e respectivos equipamentos referentes à mensuração de deslocamentos. Desta forma, considerando-se as classificações dos métodos de monitoramento e os instrumentos, os dados geodésicos podem ser obtidos por (CHAVES, 2001):

- a) triangulação;
- b) trilateração;
- c) triangulateração;
- d) poligonação;
- e) nivelamento geométrico;
- f) nivelamento trigonométrico;
- g) fotogrametria terrestre;
- h) VLBI;
- i) SLR;
- j) GPS;
- k) medida de distância por taqueometria;
- l) medida de distância por MED.

2.2 MÉTODOS GEODÉSICOS CONVENCIONAIS

As medições de deformação por métodos geodésicos realizam-se em dois tipos de rede: absoluta e relativa (CHAVES, 2001).

A rede absoluta ou rede de referência é constituída pelos pontos estabelecidos fora do corpo deformado, servindo como pontos de referência para a determinação dos deslocamentos absolutos dos pontos do objeto investigado. O principal problema na análise geométrica duma rede absoluta é a identificação dos pontos de referência estáveis.

Na rede relativa ou objeto todos os pontos estão no objeto investigado com a finalidade de identificar o modelo de deformação causado pelas forças e tensões atuantes, pelos deslocamentos relativos do corpo rígido e pelos deslocamentos pontuais. A análise de uma rede relativa (objeto) depara-se com a determinação do modelo de deformação nos domínios espacial e temporal.

Os vértices das redes podem ser classificados, quanto à sua função, em (CASACA *et al.*, 2007):

- a) pontos-objeto: aqueles cujo deslocamento é uma variável de controle;
- b) pontos de referência: aqueles que se destinam a constituir a rede de referência, cuja posição pode ser considerada fixa ao longo do tempo ou cujos deslocamentos podem ser determinados por outros métodos (p. ex.: por GPS);
- c) pontos auxiliares: aqueles que se destinam a reforçar a configuração geométrica da rede.

Os vértices também podem ser classificados, quanto à sua função operativa, em (CASACA *et al.*, 2007):

- a) pontos-estação: aqueles em que se realiza o estacionamento dos instrumentos de medição (teodolitos, Estações Totais, níveis ópticos) e que necessitam de acesso fácil e boas condições para as operações de medição;
- b) pontos-alvo: aqueles que se destinam a suportar os prismas dos MED, alvos de encaixe orientáveis, miras de apoio inferior ou superior, etc., que necessitam de acesso fácil, ou ainda alvos de pontaria óptica imóveis em locais inacessíveis.

Ainda no tocante aos métodos geodésicos, em trabalhos de monitoramento de grandes estruturas é usual associar diferentes técnicas utilizando-se métodos mistos, como o posicionamento por GPS para a determinação de coordenadas planas dos pontos e o nivelamento geométrico de precisão para o controle altimétrico. É comum a utilização de um conjunto de pontos denominado rede de monitoramento para a elaboração de tais atividades.

Os levantamentos geodésicos, utilizando uma rede de pontos interconectados por ângulos e ou medidas de distância, usualmente proporcionam suficiente redundância de observações para análises estatísticas de qualidade e detecção de erros. Esta técnica proporciona informações globais sobre o comportamento do objeto deformável, enquanto as medições geotécnicas proporcionam informações localizadas (ZOCOLOTI FILHO, 2005).

As técnicas de mensuração geodésicas visam detectar se um ponto ou conjunto de pontos tem variação nas suas coordenadas (planimétricas e/ou altimétricas) ao longo do tempo; para tanto, as medidas com a finalidade de monitoramento devem ser realizadas tanto horizontal como verticalmente, com o objetivo de determinar as coordenadas tridimensionais dos pontos. Os resultados obtidos indicam se os pontos tiveram suas coordenadas modificadas (deslocamento). Em comparação com outros tipos de levantamento as medidas de deslocamento têm as seguintes características (ZOCOLOTI FILHO, 2005):

- necessidade de alto grau de acuracidade;
- repetibilidade de observações;
- integração de diferentes tipos de observações;
- análise estatística dos dados adquiridos.

A estimação dos deslocamentos baseia-se em relações diferenciais entre as variações das grandezas observáveis de uma rede e as correspondentes variações das coordenadas dos vértices dessa rede. A utilização do método dos mínimos quadrados (MMQ), conjuntamente com um modelo estocástico dos erros de observação, permite a estimação dos deslocamentos e o seu controle de qualidade por intermédio de testes estatísticos (CASACA *et al.*, 2007).

Algumas vantagens dos métodos geodésicos são destacadas na literatura (KRELLING, 2006):

- fornecem o estado global de um corpo deformável;
- detêm conhecimento próprio para verificar os resultados e são capazes de avaliar a precisão da medição globalmente;
- fornecem versatilidade e adequação para qualquer situação, quer ambiental, quer de operação.

2.2.1 Determinação de Deslocamentos uni, bi e tridimensionais

Para se atingir o objetivo do monitoramento, isto é, a determinação de deslocamentos, sejam eles considerados uni (1D), bi (2D) ou tridimensionalmente (3D), os trabalhos seguem normalmente um cronograma que atenda primeiramente à instalação dos pontos-estação da rede para então se proceder às observações dos pontos-objeto. As configurações de geometria e rigidez dependem de cada obra e situação específicas.

A definição de uma rede de monitoramento envolve quatro etapas (KRELLING, 2006):

a) especificação: necessidade de conhecimento *a priori* da grandeza dos deslocamentos, também uma condição para estabelecer a precisão dos equipamentos utilizados;

b) concepção: etapa que visa a atingir a melhor configuração das estações de controle de observação;

c) implantação: etapa de maior custo, que envolve técnicas de medição e problemas tais como centragem do instrumento, pontaria aos alvos e nivelamento dos equipamentos;

d) análise: etapa na qual as observações são estatisticamente analisadas; nesta etapa, a análise estatística consiste na detecção de erros grosseiros, estimação de parâmetros e comparação entre conjuntos de dados provenientes de épocas diferentes. Esta análise procura determinar as variações das coordenadas. Nesta etapa é feito também um estudo de otimização da rede do ponto de vista da confiabilidade interna.

A determinação das coordenadas dos pontos de uma rede geodésica de monitoramento é tradicionalmente obtida por intermédio dos métodos:

a) determinação horizontal (planimétrica)

- triangulação e trilateração;
- interseções;
- poligonação;
- irradiação.

b) determinação vertical (altimétrica)

- nivelamento geométrico;
- nivelamento trigonométrico.

A se somar a estes métodos tem-se o concurso já usual do GPS, técnica espacial. Este trabalho trata apenas dos métodos geodésicos convencionais.

A utilização dos métodos anteriormente descritos pode ser feita de forma isolada ou combinada. Como exemplo de utilização de métodos combinados pode-se citar a triangulação clássica, realizada com teodolito óptico-mecânico (Figura 2.1) para a determinação das coordenadas planimétricas dos pontos, e o nivelamento geométrico para a determinação das coordenadas altimétricas desses mesmos pontos.



Figura 2.1 – Teodolito óptico-mecânico Wild T2.

2.2.2 Triangulação e Trilateração

O método de triangulação é um dos métodos mais antigos utilizados para a determinação de coordenadas horizontais de pontos e tem sido uma técnica amplamente empregada para fins de monitoramento de estruturas. Entende-se por triangulação o procedimento em que se obtém figuras geométricas a partir de triângulos, justapostos ou sobrepostos, formados por meio da medição dos ângulos subtendidos por cada vértice (IBGE, 1983).

A trilateração é um processo semelhante à triangulação, porém, ao invés de serem observados os ângulos, os lados dos triângulos é que são observados,

trabalhando-se, portanto, com as distâncias lidas eletronicamente com as Estações Totais (KRELLING, 2006).

Embora possa ser empregada na maioria dos casos em que seja viável a triangulação, a trilateração é mais indicada para os casos onde a medição angular é impossível ou muito difícil; os ângulos são obtidos em função dos lados (Figura 2.2), utilizando-se a lei dos cossenos (teorema de Carnot):

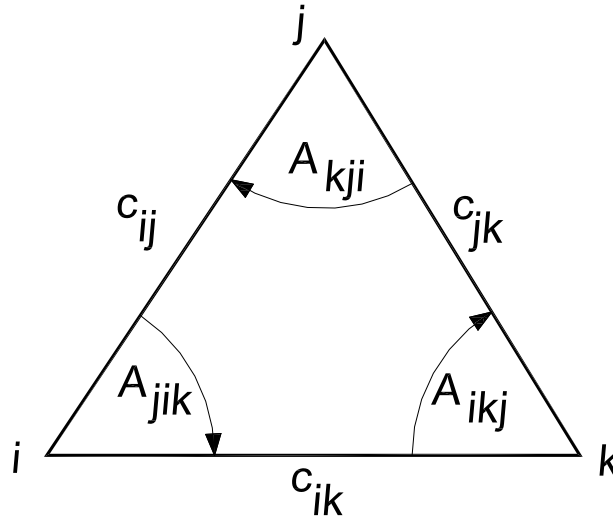


Figura 2.2 – Trilateração: ângulos e lados de um triângulo.

$$\cos A_{jik} = \frac{c_{ij}^2 + c_{ik}^2 - c_{jk}^2}{2 \cdot c_{ij} \cdot c_{ik}} \quad (2.1)$$

2.2.3 Interseções

As interseções podem ser utilizadas sempre que exista a impossibilidade de estacionamento do equipamento (teodolito ou Estação Total) em um ou mais vértices de um triângulo. São classificadas em:

- interseção a vante ou direta;
- interseção lateral;
- interseção à ré (problema de Pothénor).

Nos dois primeiros casos, em que apenas um dos pontos não é ocupado pelo instrumento, obtém-se a solução analítica pela aplicação da lei dos senos:

$$\frac{c_{jk}}{\text{sen}A_{jik}} = \frac{c_{ik}}{\text{sen}A_{kji}} = \frac{c_{ij}}{\text{sen}A_{ikj}} \quad (2.2)$$

Na interseção à ré conhecida tradicionalmente por problema de Pothénor, o equipamento é estacionado no ponto-objeto e são observados os ângulos horizontais formados pelas direções de visada para os pontos cujas coordenadas são conhecidas (Figura 2.3). Eventualmente podem também ser lidas as distâncias com a Estação Total para reforçar a solução do problema.

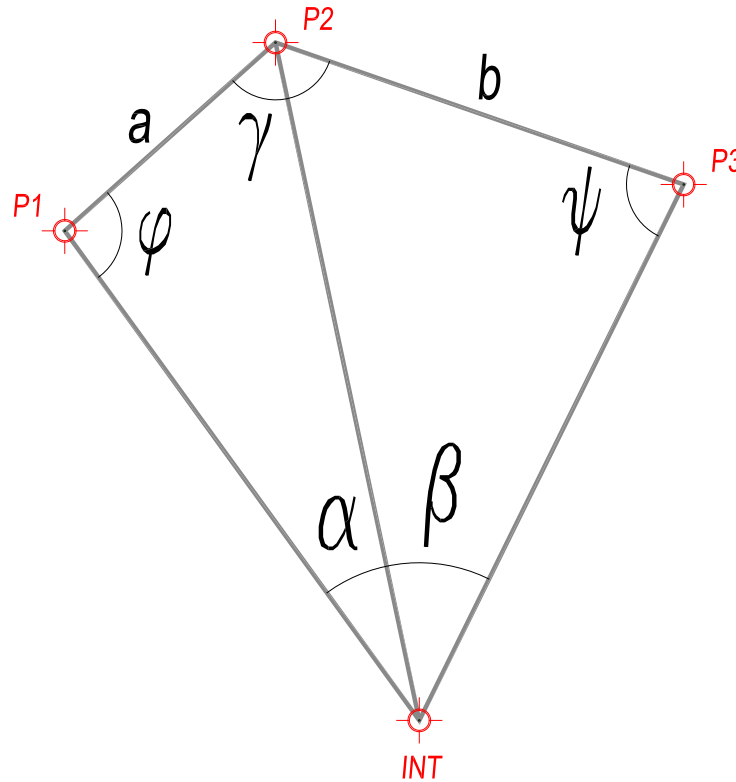


Figura 2.3 – Interseção à ré ou problema de Pothénor.

A determinação das coordenadas do ponto-objeto segue os preceitos da geometria e da trigonometria, sendo a solução do problema as expressões seguintes:

$$\varphi + \psi = [360^\circ - (\alpha + \beta + \gamma)] \quad (2.3)$$

$$\cot g\psi = \frac{b \cdot \text{sen}\alpha}{a \cdot \text{sen}\beta \cdot \text{sen}(\varphi + \psi)} + \cot g(\varphi + \psi) \quad (2.4)$$

onde

α , β – ângulos horizontais observados a partir de INT;

P1, P2, P3 – pontos de coordenadas conhecidas;

γ – ângulo horizontal determinado pela diferença dos azimutes das direções formadas pelos pontos P1, P2 e P2, P3;

a , b – distâncias determinadas analiticamente a partir das coordenadas de P1, P2 e P3.

2.2.4 Poligonação

A poligonação é um dos métodos mais empregados para a determinação de coordenadas de pontos, principalmente para a definição de apoio planimétrico de alta precisão. É possível a determinação simultânea da altimetria pelo processo de nivelamento trigonométrico e das coordenadas tridimensionais desses pontos.

Uma poligonal é uma série de linhas consecutivas para as quais são determinados os comprimentos e direções, obtidos por meio de medições em campo realizadas normalmente com a Estação Total sobre os pontos-estação materializados no terreno ou na estrutura a auscultar.

O levantamento de uma poligonal é realizado usando-se o método do caminhamento, que consiste em percorrer o itinerário definido pela série de pontos-estação medindo-se todos os ângulos e distâncias e, eventualmente, uma orientação inicial (KRELLING, 2006).

As poligonais classificam-se em:

- poligonais abertas;
- poligonais fechadas;
- poligonais enquadradas.

As poligonais abertas, por terem amarração apenas em um lado conhecido, não têm um controle maior dos erros inerentes aos processos de medição para além daquele derivado das boas técnicas de operação e de cálculo, pelo que devem ser evitadas. Nos outros tipos de poligonal, tanto nas fechadas (Figura 2.4) quanto nas enquadradas, a qualidade pode ser verificada. Esta verificação é realizada pela análise dos erros de fechamento angular e linear, e uma vez estando as tolerâncias respeitadas a poligonal pode ser compensada.

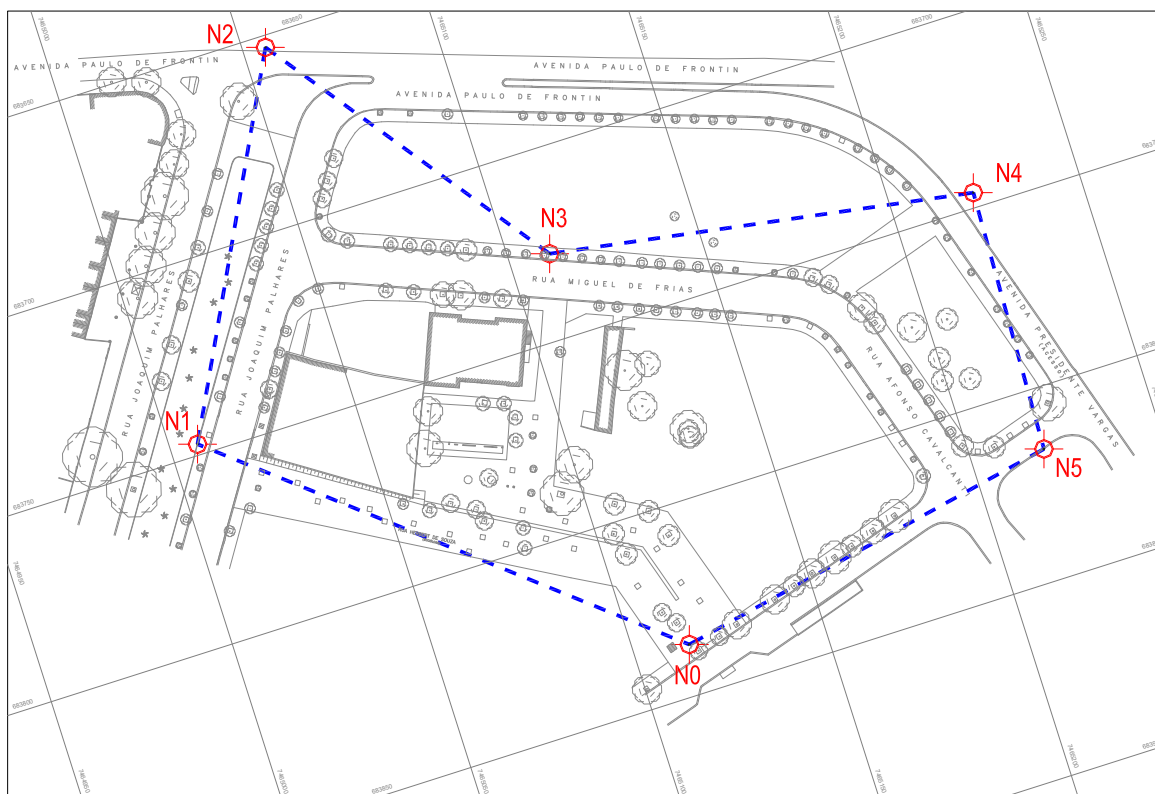


Figura 2.4 – Poligonal do tipo fechada ou circuito fechado.

2.2.4.1 Prescrições da NBR 13133:1994

A NBR 13133:1994 preconiza que as medições angulares sejam efetuadas em séries de leituras conjugadas; para efeito de aceitação dos resultados deve ser realizada a verificação do desvio das observações em relação ao seu valor médio calculado, com a rejeição daquelas discrepantes da precisão nominal do teodolito mais que três vezes. A NBR 13133:1994 recomenda a realização das observações angulares horizontais pelo método das direções.

Para o ajustamento de poligonais e estabelecimento das tolerâncias para a análise do seu fechamento, a NBR 13133:1994 preconiza três tipos de poligonais:

- a) tipo 1 – poligonais apoiadas e fechadas numa só direção e num só ponto;
- b) tipo 2 – poligonais apoiadas e fechadas em direções e pontos distintos com desenvolvimento curvo;
- c) tipo 3 – poligonais apoiadas e fechadas em direções e pontos distintos com desenvolvimento retilíneo.

Para os dois primeiros tipos a NBR 13133:1994 após a compensação do erro angular, permite o ajustamento das poligonais por métodos simplificados e de fácil

aplicação, como o método de Bowditch ou método da bússola (MCCORMAC, 2007), que distribui o erro de fechamento linear proporcionalmente ao comprimento dos lados, ou ainda por métodos que efetuam uma repartição dos erros proporcionalmente aos valores absolutos das coordenadas relativas ou projeções dos lados sobre os eixos coordenados. Esses métodos são de uso corrente e utilizados por diversos *softwares* disponíveis no mercado.

Para as poligonais do tipo 3 a NBR 13133:1994 recomenda a utilização de métodos que levem em conta o modo de propagação dos erros, permitindo a utilização do método dos mínimos quadrados (MMQ), método mais rigoroso e que vem sendo progressivamente utilizado com mais constância face ao desenvolvimento dos recursos da informática. O diferencial entre o método dos mínimos quadrados e os métodos simplificados advém do fato de o MMQ permitir o ajustamento das observações e propiciar a apresentação dos resultados da qualidade do mesmo e da precisão das coordenadas obtidas.

2.2.4.2 Prescrições da Resolução PR n.º 22 do IBGE

Para fins geodésicos o IBGE (1983) classifica os levantamentos como sendo:

a) de alta precisão: de âmbito nacional e que podem ser, de acordo com a finalidade a que se destinam, de caráter científico e fundamental; o primeiro voltado ao atendimento de programas de pesquisas internacionais e o segundo ao estabelecimento de pontos primários no suporte aos trabalhos geodésicos de menor precisão e às aplicações em cartografia;

b) de precisão: de âmbito regional, condicionados ao grau de desenvolvimento sócio-econômico;

c) para fins topográficos: de características locais, dirigem-se ao atendimento dos levantamentos no horizonte topográfico.

Na Tabela 2.1 apresentam-se algumas especificações para poligonais de levantamentos geodésicos (IBGE, 1983).

Tabela 2.1 – Algumas especificações para poligonais (IBGE, 1983).

ÍTEM	LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS	
	DE ALTA PRECISÃO	DE PRECISÃO
	Fundamental	Áreas mais desenvolvidas
CONTROLE DA REFRAÇÃO ATMOSFÉRICA • Leitura estimada da temperatura. • Leitura estimada da pressão atmosférica. • Leituras recíprocas e simultâneas dos ângulos verticais envolvendo a medição de distâncias.	0,2° C 0,2 mm Hg sim	0,2° C 0,2 mm Hg sim
CONTROLE AZIMUTAL • Erro de fechamento em azimute máximo permitido entre as direções de controle. (N = número de estações)	0,8"/estação ou $1'' \cdot \sqrt{N}$	2"/estação ou $3'' \cdot \sqrt{N}$
FECHAMENTO EM COORDENADAS • Valor máximo para o erro padrão em coordenadas após a compensação em azimute. (L = comprimento da poligonal em km)	$0,04 \text{ m} \cdot \sqrt{L}$	$0,1 \text{ m} \cdot \sqrt{L}$
ERRO PADRÃO RELATIVO MÁXIMO ACEITÁVEL ENTRE DUAS QUAISQUER ESTAÇÕES APÓS O AJUSTAMENTO	1/100 000	1/50 000

Na análise do ajustamento de poligonais deve-se analisar a questão da consideração bi ou tridimensional; se bidimensional, far-se-á somente o ajustamento das coordenadas horizontais; se tridimensional, o ajustamento é também vertical, com a determinação das altitudes sendo feita por meio do nivelamento trigonométrico.

2.2.4.3 Exemplo de Aplicação de Poligonação em Monitoramento

Os recursos disponibilizados pelas Estações Totais permitem a determinação das coordenadas tridimensionais com conforto, economia e confiabilidade. Existem hoje no mercado as chamadas Estações Totais robotizadas, que têm servo-motores e algoritmos para reconhecimento automático de alvos (ATR), que podem ser

programadas e efetuar as observações de forma automatizada, sem a necessidade da presença de um operador.

Um exemplo de aplicação de poligonais em monitoramento é o trabalho apresentado por HENRIQUES *et al.* (2003), onde medições angulares foram efetuadas em duas poligonais de precisão, uma no coroamento e a outra numa galeria de inspeção de uma grande barragem portuguesa. Os ângulos horizontais foram medidos recorrendo-se ao sistema de reconhecimento automático de alvos (ATR) de uma Estação Total robotizada (Leica TCA2003) e com um teodolito eletrônico convencional (Leica T2002) com precisão angular nominal igual.

A polygonal foi executada com dez pontos, sendo dois pontos de referência (PD e PE) situados nas margens do rio, e oito pontos-objeto (P1 a P8) situados no coroamento da barragem. Todos os pontos foram materializados com dispositivos de centragem forçada no topo de pilares geodésicos providos de isolamento térmico; os pilares geodésicos dos dois pontos de referência tiveram as suas fundações de concreto de base alargada executadas em rocha e os oito pontos-objeto foram posicionados nos mesmos perfis dos pêndulos invertidos da barragem. As distâncias entre os pontos variaram aproximadamente de 55 m até 340 m (Figura 2.5).

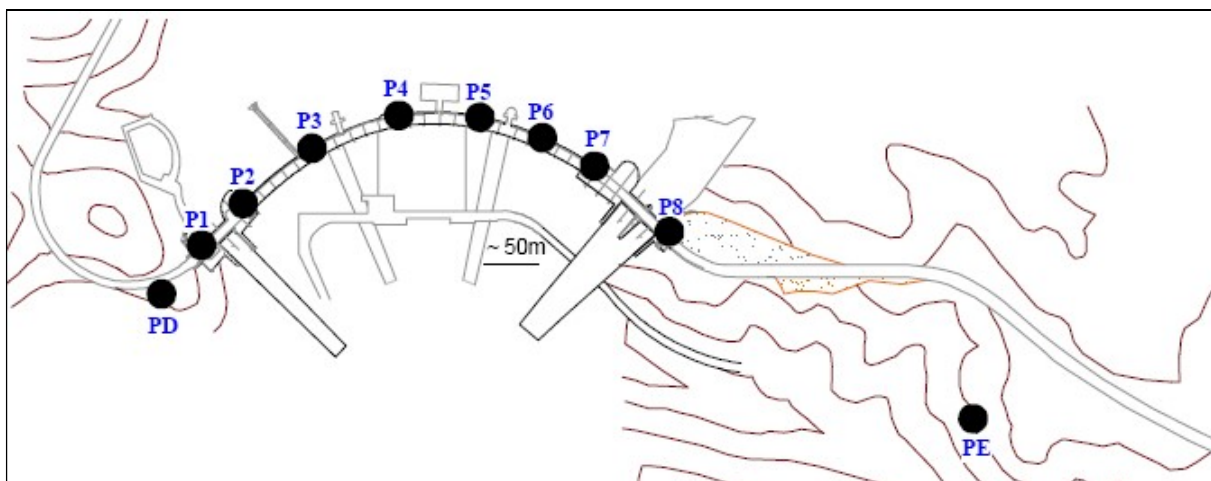


Figura 2.5 – Poligonal em coroamento de barragem (HENRIQUES *et al.*, 2003).

Foram utilizados métodos de inferência estatística para testar a exatidão da medição angular automática comparada com o método convencional de medição; os resultados obtidos levaram os autores à conclusão da compatibilidade do processo, sendo possível a substituição do teodolito pelo equipamento com servo-motor e reconhecimento automático de alvos (ATR). Com a vantagem de se poder usar um só equipamento para efetuar as medições, certamente serão necessários menores

períodos de tomada das observações (medições), ocorrerá a simplificação da análise dos dados na fase de pré-processamento e ainda a possibilidade de diminuição da equipe de campo.

2.2.5 Irradiação

Estando as coordenadas de uma rede de poligonação ajustadas, é usual a utilização do método da irradiação para a determinação das coordenadas de pontos-objeto, principalmente quando localizados em lugares inacessíveis.

A técnica da irradiação consiste na realização das leituras angulares e da distância para o ponto-objeto, trabalhando num esquema de coordenadas polares. Este procedimento pode ser realizado empregando-se os MED que funcionam com laser visível e não necessitam de um prisma refletor ou os MED tradicionais, porém, neste caso deve-se dispor de refletores posicionados na estrutura a ser monitorada (KRELLING, 2006).

2.2.5.1 Integração entre Sistemas Geodésicos de Monitoramento

A aplicação de sistemas integrados no monitoramento de estruturas tem tido notável desenvolvimento, como por exemplo, a integração de GPS com Estações Totais, onde os pontos de referência têm as suas coordenadas determinados por GPS e os pontos-objeto por Estações Totais (Figura 2.6). Todo o processo de medição poderá ser acompanhado em tempo real por intermédio de *softwares* específicos, possibilitando comparações com os dados obtidos pelos procedimentos geotécnicos e ajudando na tomada de decisões.

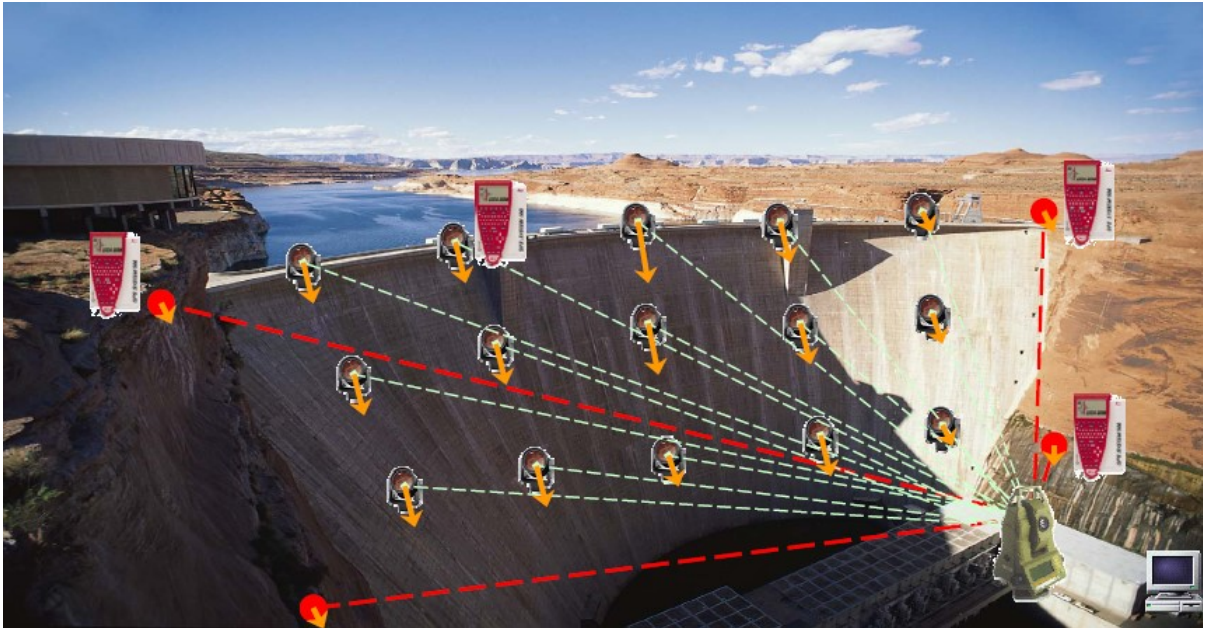


Figura 2.6 – Integração entre sistemas para monitoramento de estruturas: GPS e Estações Totais (SILVA, 2006).

2.2.6 Nivelamento Geométrico

Outro método tradicional em geodésia para o monitoramento de estruturas é o nivelamento geométrico, para determinação de altitudes, controle de recalque de fundações de estruturas, edifícios, etc. A medida dos recalques em diversos tipos de estrutura e particularmente em edifícios é normalmente efetuada pelo processo topográfico de nivelamento geométrico (Figura 2.7).



Figura 2.7 – Medida de recalques por meio de nivelamento geométrico.

Esse tipo de controle baseia-se no nivelamento geométrico para a determinação da diferença de nível entre dois pontos, efetuada por meio da leitura com o nível em miras colocadas verticalmente uma em cada ponto; minimizam-se os erros sistemáticos decorrentes da curvatura terrestre, das condições atmosféricas e de colimação residuais, colocando-se o nível aproximadamente eqüidistante dos pontos a nivelar.

Não sendo possível efetuar a medição da diferença de nível entre dois pontos por leitura direta com o nível, seja por limitações de distância ou de desnível, o trecho (seção ou linha) é subdividido em trechos menores (lances) pela introdução de pontos auxiliares intermediários, sendo determinada a diferença de nível para cada lance, de forma que o desnível total seja a soma dos desníveis intermediários (Figura 2.8).

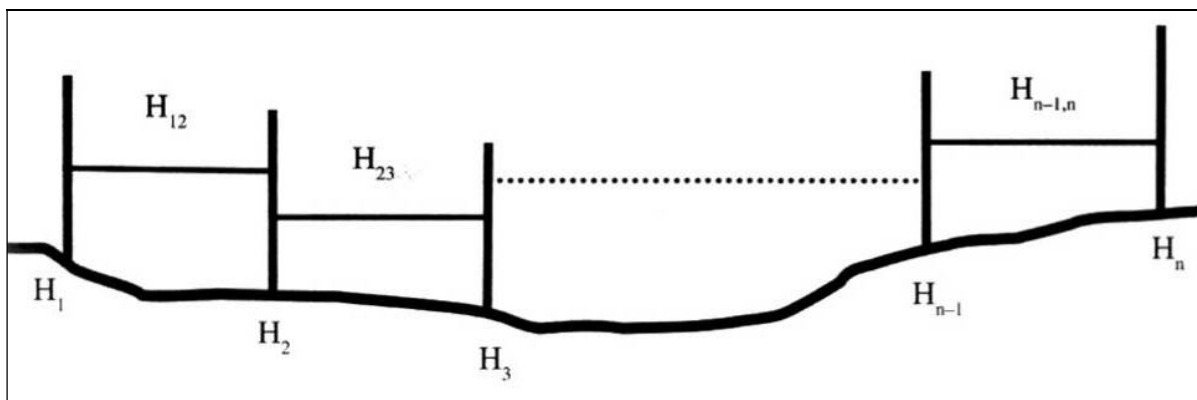


Figura 2.8 – Uma linha de nivelamento geométrico (CASACA *et al.*, 2007).

Por se tratar de trabalho que requer a mensuração de grandezas cujos valores são relativamente muito pequenos, principalmente quando comparados com outros tipos de mensurações tradicionais em topografia, deve ser conduzido com equipamentos de alta precisão. Em níveis destinados a nivelamentos de alta precisão, para aumentar a precisão da leitura utiliza-se uma placa plano-paralela acoplada a um micrômetro, que permite chegar-se à leitura direta de 0,1 mm, com estimativa de 0,01 mm (CRUZ, 2007).

A norma NBR 13133:1994 classifica os níveis segundo o desvio padrão de 1 km de duplo nivelamento (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Classificação dos níveis (NBR 13133:1994).

Classes de níveis	Desvio padrão
Classe 1 – precisão baixa	$> \pm 10 \text{ mm/km}$
Classe 2 – precisão média	$\leq \pm 10 \text{ mm/km}$
Classe 3 – precisão alta	$\leq \pm 3 \text{ mm/km}$
Classe 4 – precisão muito alta	$\leq \pm 1 \text{ mm/km}$

Um equipamento de larga utilização no mercado nacional é o nível óptico-mecânico Wild N3, dotado de placa plano-paralela embutida e com precisão especificada pelo fabricante de 0,2 mm / km de nivelamento duplo (Figura 2.9).

**Figura 2.9** – Nível óptico-mecânico Wild N3.

Para se efetuar as leituras nos pontos desejados deve-se usar, no caso de medições de precisão, uma mira de ínvar, que tem baixo coeficiente de dilatação térmica, coibindo dessa forma a influência dos efeitos da variação da temperatura ambiente nas medições realizadas.

Em função do grande desenvolvimento tecnológico ocorrido nos últimos anos existe hoje a possibilidade de utilização de um conjunto formado por nível digital com módulo de gravação interna de dados e mira de ínvar com código de barras; as leituras são gravadas durante a execução da etapa de campo do nivelamento e posteriormente processadas e analisadas em *software* fornecido pelos fabricantes dos equipamentos.

A medida dos recalques deve obedecer a uma estratégia cuidadosamente elaborada, desde a implantação de RN (Referência de Nível) indeslocável – *Benchmark* – até a execução das campanhas de medição. O *Benchmark* deve ser materializado fora da área de influência de estudo, ou seja, externamente à área suscetível a recalque, e a sua implantação obedece a rígidos critérios; de forma a garantir a sua indeslocabilidade é construído sobre elemento firmemente engastado no solo ou em rocha e inserido em caixa protetora (Figura 2.10).

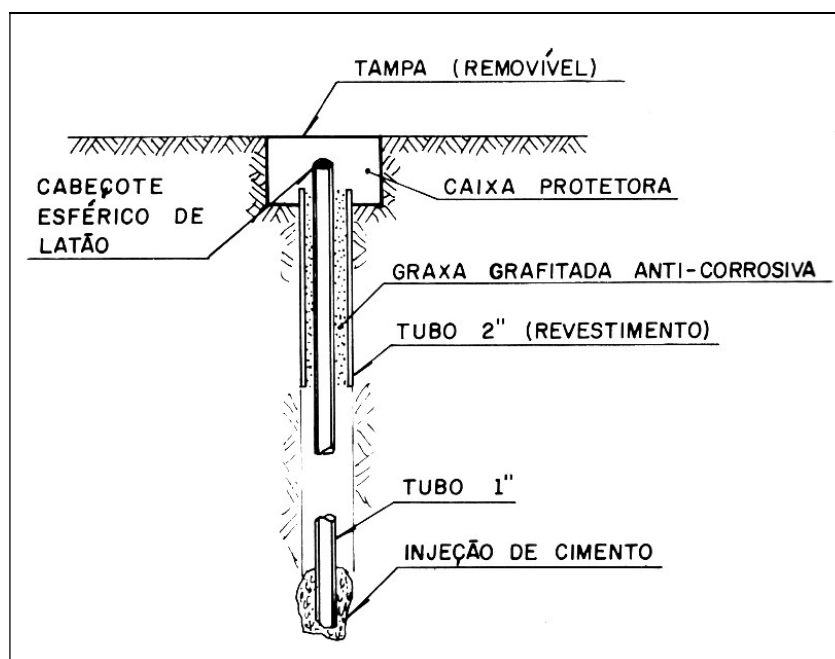


Figura 2.10 – Referência de Nível profunda: *Benchmark* (ALONSO, 1991).

Os pontos de controle devem ser distribuídos de acordo com a característica geométrica da estrutura ou edificação, sendo geralmente fixados pinos em pilares ou nas peças estruturais onde se quer efetuar a medição para controle dos deslocamentos verticais.

Os pinos, geralmente, são constituídos de duas partes: macho e fêmea, sendo esta última a parte fixada ao elemento estrutural; o pino macho será rosqueado sempre que no desenvolvimento de cada campanha se efetuarem com o nível as leituras na mira de invar apoiada sobre ele (Figuras 2.11 e 2.12).



Figura 2.11 – Pino macho sendo rosqueado na fêmea fixa no elemento estrutural.



Figura 2.12 – Mira de ínvar apoiada em pino.

As campanhas de nivelamento geométrico devem ser planejadas de forma a atender aos seguintes requisitos:

- a) periodicidade das observações para tomada das medidas, decorrente da metodologia de trabalho traçada em conjunto com a equipe de observação e análise do comportamento da estrutura;
- b) deve-se sempre que possível efetuar as medições em horários fixos e em condições similares, buscando-se diminuir a variabilidade de influências nos resultados;
- c) as leituras deverão ser efetuadas em um número de séries (de nivelamento e contranivelamento) tal que propicie alcançar a precisão almejada.

Os dados provenientes das campanhas de campo deverão ser cuidadosamente analisados e processados, buscando-se determinar as cotas altimétricas dos pontos de controle; a velocidade de recalque é calculada pela expressão:

$$v = \frac{\text{recalque}}{\text{tempo}} \quad (\mu / \text{dia}) \quad (2.5)$$

2.2.7 Nivelamento Trigonométrico

Os avanços da microeletrônica aplicada ao instrumental utilizado em Topografia e Geodésia permitiram o desenvolvimento de equipamentos precisos, leves e de manuseio prático, como as Estações Totais, que vieram a facilitar os trabalhos de levantamento de campo (GOMES, 2006). A NBR 13133:1994 classifica as Estações Totais em três classes (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 – Classificação das Estações Totais (NBR 13133:1994).

Classes de Estações Totais	Desvio padrão Precisão angular	Desvio padrão Precisão linear
Classe 1 – precisão baixa	$\leq \pm 30''$	$\pm (5 \text{ mm} + 10 \text{ ppm} \times D)$
Classe 2 – precisão média	$\leq \pm 07''$	$\pm (5 \text{ mm} + 5 \text{ ppm} \times D)$
Classe 3 – precisão alta	$\leq \pm 02''$	$\pm (3 \text{ mm} + 3 \text{ ppm} \times D)$

Um dos processos topográficos beneficiados com o advento das Estações Totais foi o nivelamento trigonométrico (Figura 2.13). Esse método alternativo para a determinação das diferenças de nível na altimetria ganhou grande utilização e importância pela praticidade e economia propiciadas.

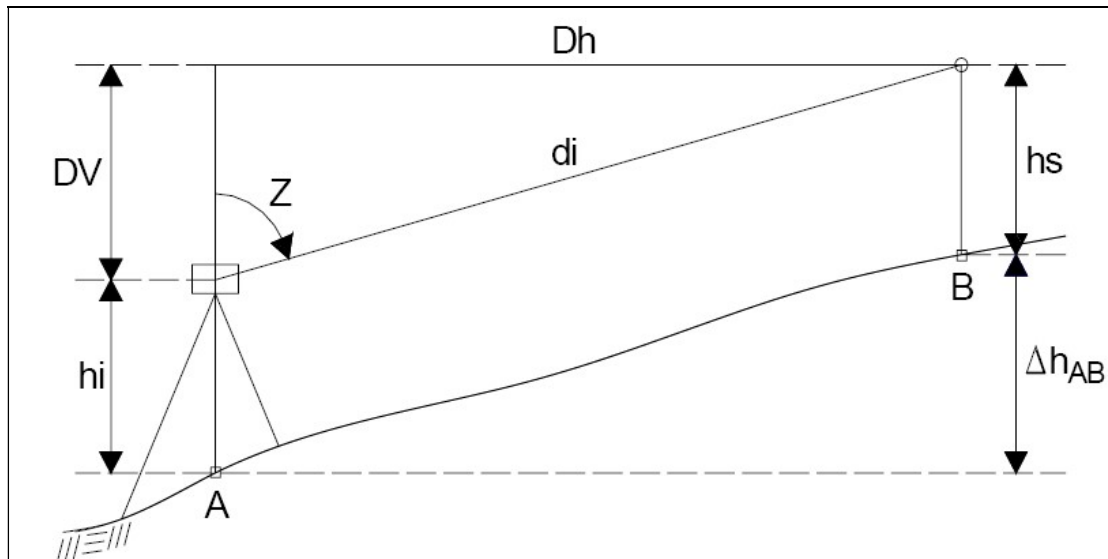


Figura 2.13 – Lance de nivelamento trigonométrico (VEIGA *et al.*, 2007).

No nivelamento trigonométrico o desnível entre dois pontos é dado por

$$\Delta h_{AB} = h_i - h_s + D_i \cdot \cos Z \quad (2.6)$$

onde

Δh_{AB} – desnível entre os pontos A e B sobre o terreno;

h_i – altura do instrumento (Estação Total);

h_s – altura do sinal (alvo);

D_h – distância horizontal;

D_i – distância inclinada;

D_v – distância vertical;

Z – ângulo zenital.

A expressão 2.6 só é válida para distâncias pequenas, quando não se leva em consideração os efeitos oriundos da curvatura da Terra e da refração no ângulo zenital. Para lances longos, visadas com distâncias maiores que 100 m entre a Estação Total e o alvo, esses efeitos devem ser considerados.

A disponibilidade de equipamentos com as características mencionadas viabiliza a determinação simultânea das coordenadas horizontais e verticais, ou seja, a determinação das coordenadas tridimensionais de pontos no monitoramento de estruturas por intermédio de um só equipamento. A validação das técnicas envolvidas reveste-se de grande interesse, dado o conjunto de vantagens

apresentadas, tais como: automação, flexibilidade, controle de erros, realização de campanhas com equipes menores e economia.

2.2.7.1 Prescrições da Resolução PR n.º 22 do IBGE

Atualmente as especificações e as normas que regem os levantamentos no Brasil estabelecem que na determinação de desníveis de precisão deve ser utilizado o método do nivelamento geométrico (GOMES, 2006). Na Tabela 2.4 apresentam-se algumas especificações para nivelamento geométrico em levantamentos geodésicos (IBGE, 1983).

Tabela 2.4 – Algumas especificações para nivelamento geométrico (IBGE, 1983).

ÍTEM	LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS		
	DE ALTA PRECISÃO	DE PRECISÃO	
	Fundamental	Áreas mais desenvolvidas	Áreas menos desenvolvidas
CONTROLES PARA A QUALIDADE			
- Diferença máxima aceitável entre o nivelamento e o contranivelamento de uma seção. (k = comprimento da seção em km) - Diferença máxima aceitável entre o nivelamento e o contranivelamento de uma linha. (k = comprimento da linha em km) - Valor máximo para a razão entre a discrepância acumulada e o perímetro do circuito.	$3\text{mm} \cdot \sqrt{k}$ $4\text{mm} \cdot \sqrt{k}$ 0,5mm/km	$6\text{mm} \cdot \sqrt{k}$ $6\text{mm} \cdot \sqrt{k}$ 5mm/km	$8\text{mm} \cdot \sqrt{k}$ $8\text{mm} \cdot \sqrt{k}$ 5mm/km
ERRO PADRÃO MÁXIMO ACEITÁVEL PARA UMA LINHA APÓS O AJUSTAMENTO (k = comprimento da linha em km).	$2\text{mm} \cdot \sqrt{k}$	$3\text{mm} \cdot \sqrt{k}$	$4\text{mm} \cdot \sqrt{k}$

2.2.7.2 Prescrições da NBR 13133:1994

A NBR 13133:1994 estabelece quatro classes de nivelamento de linhas ou circuitos e de seções, abrangendo métodos de medida, aparelhagem, procedimentos, desenvolvimento e materialização:

a) Classe IN – nivelamento geométrico para implantação de referências de nível (RN) de apoio altimétrico.

b) Classe IIN – nivelamento geométrico para a determinação de altitudes ou cotas em pontos de segurança (PS) e vértices de poligonais para levantamentos topográficos destinados a projetos básicos, executivos, como executado (*as built*) e obras de engenharia.

c) Classe IIIN – nivelamento trigonométrico para a determinação de altitudes ou cotas em poligonais de levantamento, levantamento de perfis para estudos preliminares e/ou de viabilidade em projetos.

d) Classe IVN – nivelamento taqueométrico destinado a levantamento de perfis para estudos expeditos.

Na Tabela 2.5 apresenta-se um resumo das especificações da NBR 13133:1994.

Tabela 2.5 – Classificação dos nivelamentos (NBR 13133:1994).

Classe	Equipamento	Linha	Lance máximo	Lance mínimo	Tolerância de fechamento
IN – Geométrico	Classe 3		80m	15m	$12\text{mm} \cdot \sqrt{k}$
IIN – Geométrico	Classe 2		80m	15m	$20\text{mm} \cdot \sqrt{k}$
IIIN – Trigonométrico	Classe 2	Princ.	500m	40m	$150\text{mm} \cdot \sqrt{k}$
		Sec.	300m	30m	$200\text{mm} \cdot \sqrt{k}$

Para as duas primeiras classes (nivelamento geométrico), a tolerância de fechamento estabelecida correspondente à diferença máxima aceitável entre o nivelamento e o contranivelamento de uma seção e linha. Para a classe IIIN (nivelamento trigonométrico) prevê-se a utilização de Estação Total classe 2 (de precisão média) e a menor tolerância estabelecida, válida para linhas principais, é de $0,15 \text{ m} \cdot \sqrt{k}$, considerando-se sempre k como sendo a distância nivelada (em km) num único sentido.

Para nivelamentos geométricos de ordem superior à das classes IN e IIN, a NBR 13133:1994 recomenda a utilização das Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos do IBGE.

Pela análise das especificações apresentadas verifica-se que a NBR 13133:1994 não prevê a possibilidade de execução de nivelamentos de precisão por

outros processos que não o tradicional nivelamento geométrico; essa impossibilidade é considerada por diversos estudiosos como uma distorção a ser corrigida, que defendem, face ao estágio atual dos equipamentos disponíveis no mercado, que a vantagem do método do nivelamento trigonométrico está em poder atingir precisão ao nível do nivelamento geométrico com alto rendimento.

2.2.7.3 Estudos efetuados sobre o Nivelamento Trigonométrico

Estudos têm sido levados a cabo visando à verificação da precisão alcançada na determinação de desníveis com Estações Totais pelo método do nivelamento trigonométrico em comparação com o nivelamento geométrico, metodologia abrangida pelas Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em território nacional (IBGE, 1983), quando se trata da determinação de desníveis de precisão. Faz-se em seguida a análise de dois trabalhos com enfoque nos resultados obtidos pelo nivelamento trigonométrico.

Com o intuito de estudar os limites e condições de compatibilidade entre o nivelamento trigonométrico e o nivelamento geométrico classe IIN da NBR 13133:1994, MOREIRA (2003) realizou trabalho com Estações Totais de baixa e média precisão; a escolha destes equipamentos foi motivada por serem equipamentos de uso comum, para avaliar o seu comportamento no nivelamento.

Na avaliação realizada foram consideradas as influências de alguns fatores na propagação dos erros: a obtenção da altura do instrumento, os efeitos atmosféricos, a estabilidade e altura dos alvos, a precisão dos equipamentos e as distâncias de visadas. Os resultados possibilitaram definir as distâncias máximas de visada, nas condições avaliadas, em que se conseguiu alcançar a tolerância do nivelamento geométrico da classe IIN da NBR 13133:1994.

Para efetuar as medições o autor utilizou um trecho retilíneo do acostamento da rodovia SP-318, com 680 m de extensão e perfil côncavo, possibilitando a intervisibilidade entre qualquer um dos pontos materializados a cada 40 m, denominados de P0 a P15, além de dois pontos de segurança nas extremidades para uso no nivelamento geométrico (PS1 e PS2).

O nivelamento geométrico foi realizado com um nível Carl Zeiss-JENA NI07 dotado de placa plano-paralela (Figura 2.14), equipamento que apresenta erro quadrático médio de 0,5 mm / km de duplo nivelamento, uma mira de invar e

acessórios; com o uso de uma única mira eliminou-se o erro de índice causado pela incerteza quanto à posição do zero da escala da mira. As cotas obtidas foram usadas como referência para avaliar o nivelamento trigonométrico.



Figura 2.14 – Nível Carl Zeiss-JENA NI07 (MOREIRA, 2003).

O nivelamento trigonométrico foi feito em duas etapas: a primeira com uma Estação Total Leica TC400, com precisão angular de 10 segundos de arco e linear de 5 mm + 10 ppm, equipamento de baixa precisão, e a segunda com uma Estação Total Leica TC307, com precisão angular de 7 segundos de arco e linear de 2 mm + 2 ppm, equipamento de média precisão.

Os dados atmosféricos tais como pressão, temperatura e umidade relativa do ar foram tomados a intervalos de aproximadamente vinte minutos. A altura do instrumento foi obtida por dois processos: diretamente, com o uso de trena, e indiretamente, por meio de nivelamento trigonométrico de uma RN cuja diferença de nível em relação ao ponto estacionado era previamente conhecida pelo nivelamento geométrico. Os prismas refletores foram fixados em bastões telescópicos dotados de nível circular devidamente aferido e bipé (Figura 2.15), garantindo a sua verticalidade e estabilidade durante as medições; para o estudo, um terço das observações foi realizado com bastões aprumados manualmente.



Figura 2.15 – Exemplo de alvo (prisma refletor), bastão telescópico e bipé.

O nivelamento trigonométrico foi conduzido pelo autor do trabalho obedecendo a dois tipos de metodologia:

- a) execução do nivelamento pelo método das visadas unilaterais;
- b) execução do nivelamento pelo método denominado de *leap-frog*.

Na metodologia de visadas unilaterais, em cada um dos pontos visados foram feitas três séries de leituras conjugadas de ângulos zenitais e distâncias, na posição direta e inversa da luneta, sendo as duas primeiras séries realizadas com o bastão apoiado pelo bipé e a terceira com o bastão apurado manualmente.

O procedimento usado no nivelamento consistiu em instalar o equipamento no ponto inicial P0, visar o ponto de segurança PS1 à ré e em seguida visar à vante os pontos P1, P2 e assim sucessivamente até ao ponto de segurança PS2. Repetiu-se este procedimento seguidamente até estacionar o equipamento no ponto P15 e visar todos os demais pontos (Figura 2.16).

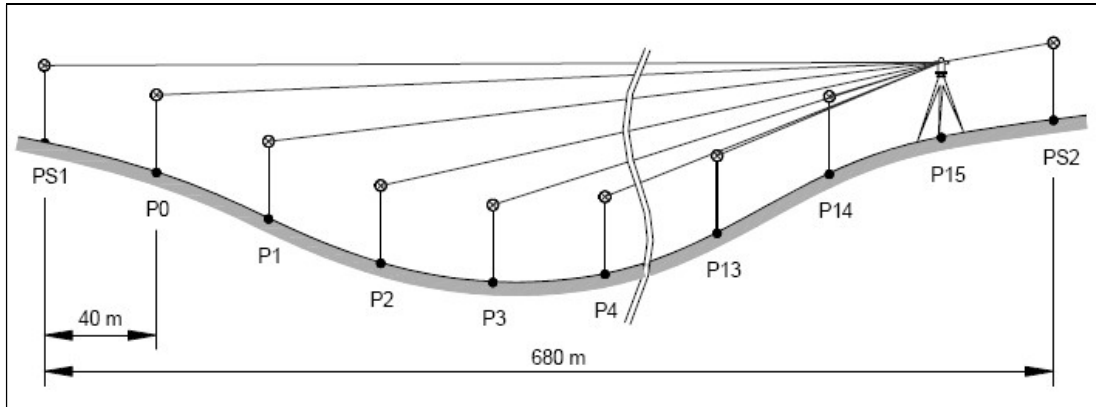


Figura 2.16 – Ilustração da estratégia no nívelamento trigonométrico (MOREIRA, 2003).

O método denominado de *leap-frog* permite a eliminação da imprecisão na tomada da altura do instrumento, uma vez que não se faz necessária, bem como das correções referentes à influência da curvatura terrestre e refração; para tal, o equipamento deve ser instalado entre os pontos a nivelar, na semi-distância entre eles, de forma similar ao procedimento usual no nívelamento geométrico, sempre “saltando” no nívelamento de uma sequência de pontos (Figura 2.17).

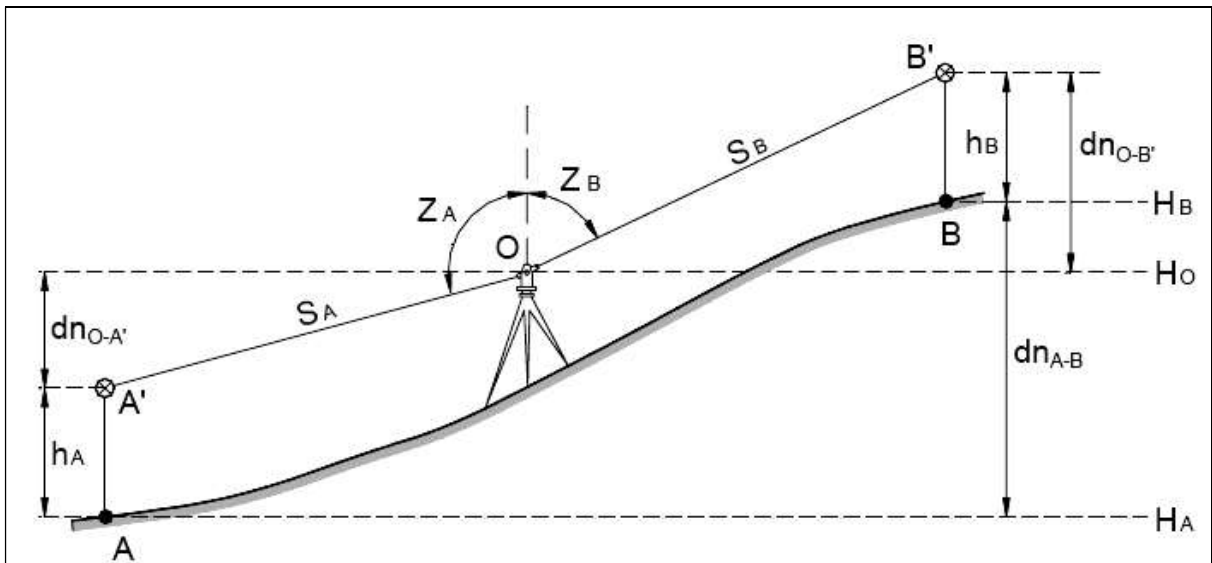


Figura 2.17 – Ilustração de um lance de nívelamento trigonométrico usando o método denominado de *leap-frog* (MOREIRA, 2003).

A diferença de nível entre os pontos A e B é determinada por:

$$dn_{OA'} = S_A \cdot \cos Z_A + C_{CA} - C_{RA} \quad (2.7)$$

$$dn_{OB'} = S_B \cdot \cos Z_B + C_{CB} - C_{RB} \quad (2.8)$$

$$H_O = H_A + h_A - dn_{OA'} \quad (2.9)$$

$$H_B = H_O - h_B + dn_{OB'} \quad (2.10)$$

onde

S_A , S_B – distância inclinada para os pontos A e B, respectivamente;

$dn_{OA'}$ – diferença de nível do centro óptico do instrumento até o alvo em A;

$dn_{OB'}$ – diferença de nível do centro óptico do instrumento até o alvo em B;

Z_A , Z_B – ângulo zenital para os pontos A e B, respectivamente;

C_{CA} , C_{CB} – correção da refração atmosférica nas direções A e B, respectivamente;

C_{RA} , C_{RB} – correção da curvatura terrestre nas direções A e B, respectivamente;

h_A , h_B – altura do sinal (alvo) nos pontos A e B, respectivamente;

H_A , H_B , H_O – altura (cota) em relação a um sistema de referência dos pontos A, B e centro óptico do instrumento, respectivamente.

Admitindo-se alvos com a mesma altura de sinal e considerando-se que as correções de curvatura e refração para visadas eqüidistantes são aproximadamente iguais, seguem-se:

$$S_A \approx S_B \Rightarrow C_{CA} \approx C_{CB} \quad (2.11)$$

$$S_A \approx S_B \Rightarrow C_{RA} \approx C_{RB} \quad (2.12)$$

$$H_B = H_A - S_A \cdot \cos Z_A + S_B \cdot \cos Z_B \quad (2.13)$$

As diferenças de nível entre os pontos foram calculadas mediante combinações de posição do instrumento e do alvo e distâncias de visadas.

Os dados do experimento foram processados em planilhas eletrônicas programadas no **Microsoft Excel**. Considerou-se o nivelamento trigonométrico com visadas unilaterais e o método *leap-frog*.

Na análise final do trabalho realizado MOREIRA (2003) apresentou os seguintes resultados:

a) nivelamento geométrico: o erro de fechamento foi de 0,2 mm, o que equivale à precisão de $0,25 \text{ mm} \cdot \sqrt{L(\text{km})}$, inferior à tolerância limite para o nivelamento geodésico de alta precisão dada pelo IBGE;

b) nivelamento trigonométrico pelo método das visadas unilaterais: os resultados obtidos pela realização de diversas combinações levando ou não em consideração as influências mencionadas anteriormente, às quais o processo está sujeito, levaram à compreensão de que os mais significativos são a correção do ângulo de refração e curvatura (Figuras 2.18 e 2.19), ao passo que a correção atmosférica da distância não influenciou na determinação dos desníveis para distâncias de até 520 m.

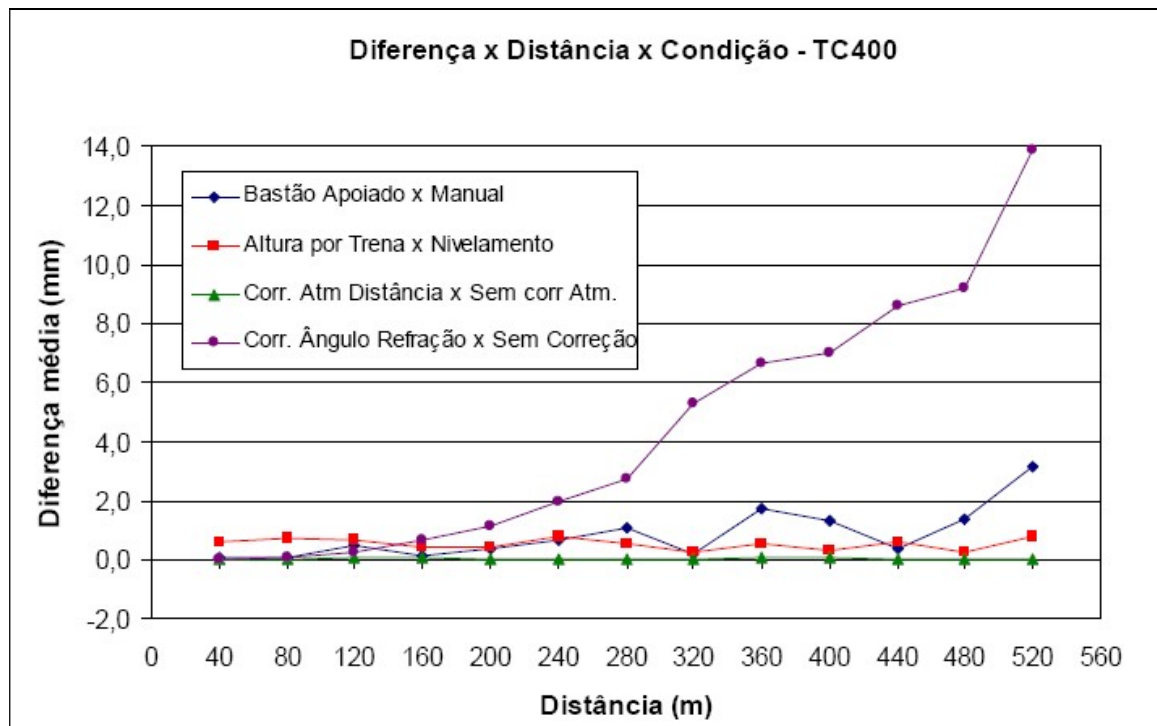


Figura 2.18 – Diferença média com ou sem a consideração de alguns fatores: TC400 (MOREIRA, 2003).

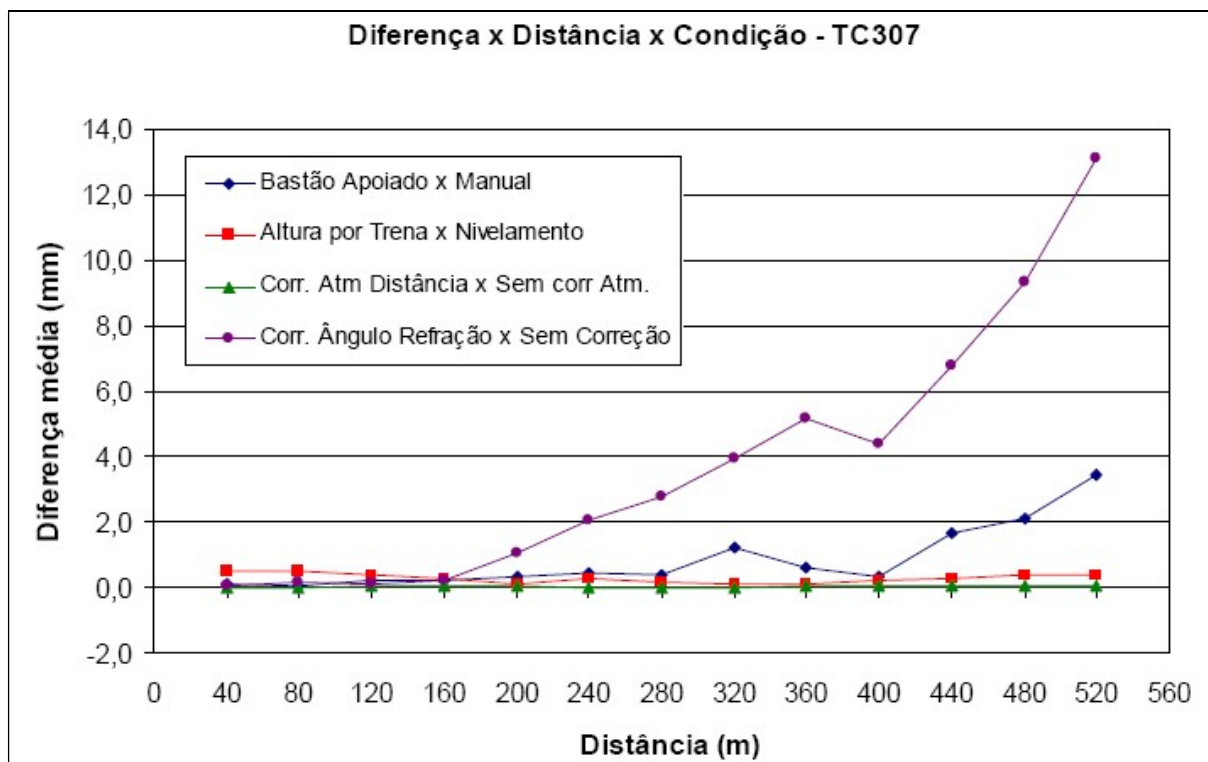


Figura 2.19 – Diferença média com ou sem a consideração de alguns fatores: TC307 (MOREIRA, 2003).

Pelo estudo da propagação dos erros, as distâncias máximas de visada em que o erro do nivelamento trigonométrico ficou inferior à tolerância para o nivelamento geométrico classe IIN, foram: 160 m para a TC400 e 320 m para a TC307.

A análise dos resultados das observações realizadas permitiu verificar que o erro apresentado correspondeu ao erro quadrático médio para as diversas distâncias, com nível de confiança de 95%, considerando-se as combinações que apresentaram os fatores menos e mais favoráveis, respectivamente; considerando-se somente a condição menos favorável, a distância de visada máxima foi de 240 m para as observações realizadas com a TC400 e de 480 m para as realizadas com a TC307.

c) nivelamento trigonométrico pelo método *leap-frog*: calculou-se o desnível entre dois pontos extremos considerando-se visadas de 40 m, 80 m, 120 m e 160 m, com oito, quatro e dois (as duas últimas visadas) lances, respectivamente. Os resultados mostraram que os erros ficaram inferiores à tolerância para o nivelamento geométrico IIN, usando-se os dois equipamentos.

Para distâncias de visada até 160 m os dois equipamentos apresentaram resultados concordantes também com o nivelamento classe IN. Para distância igual ou superior a 200 m os erros por distância em todos os casos abrangidos pelo trabalho ficaram abaixo da tolerância dada pelo nivelamento geométrico classe IIN.

Conclui o autor que os resultados obtidos mostraram ser possível realizar nivelamento trigonométrico com visadas unilaterais, com Estações Totais de baixa e média precisão, e obter resultados com erros inferiores às tolerâncias estabelecidas pela NBR 13133:1994; recomenda-se especial atenção à obtenção da altura do instrumento, pois a sua determinação por meio de medida com trena é uma fonte de erro sistemático.

O método *leap-frog* apresentou resultados melhores que o nivelamento com visadas unilaterais usando-se os dois equipamentos, mostrando ser uma alternativa ao nivelamento geométrico na execução de trabalhos de transporte de RN (transporte de cota).

GOMES (2006) pesquisou a acurácia na determinação de desníveis empregando-se Estações Totais classificadas pela ABNT como de baixa, média e alta precisão, em comparação com os desníveis obtidos pelo nivelamento geométrico de precisão estabelecido segundo as Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos do IBGE. Pesquisou, também, o efeito da refração na observação do ângulo vertical, bem como os procedimentos a serem adotados para minimizar tal efeito.

Para viabilizar o experimento foram selecionadas seis referências de nível – RRNN – da rede implantada no Campus III (Centro Politécnico) da UFPR, com desníveis determinados por nivelamento geométrico, método das visadas iguais. As RRNN implantadas serviram de referência para comparação com os desníveis determinados com as Estações Totais.

Para a realização dos estudos sobre o efeito da refração atmosférica na determinação dos ângulos zenitais, foram realizados dois levantamentos em épocas de distintas condições meteorológicas na barragem de Salto Caxias, localizada no Município de Capitão Leônidas Marques – PR.

Seguindo a metodologia adotada realizaram-se os seguintes experimentos:

a) estabelecimento de um circuito de nivelamento com 1 km de extensão, composto pelas seis RRNN selecionadas, em seis seções. Para a execução do

nivelamento geométrico utilizou-se o nível digital Leica NA3003 (Figura 2.20), com precisão de 0,4 mm por km de duplo nivelamento e mira com código de barras, tendo todas as seções apresentado fechamento melhor que $3 \text{ mm} \cdot \sqrt{k}$ (alta precisão).



Figura 2.20 – Nível digital Leica NA3003 (adaptada de GOMES, 2006).

b) execução do nivelamento trigonométrico com Estações Totais de baixa, média e alta precisão (Tabela 2.6), utilizando-se o método *leap-frog* com visadas iguais, permitindo minimizar os efeitos da curvatura e da refração; os alvos foram acoplados a bastões telescópicos fixados em bipés e previamente calibrados com o interferômetro a laser do Laboratório de Instrumentação Geodésica – LAIG, da UFPR.

Tabela 2.6 – Estações Totais utilizadas e suas precisões nominais (GOMES, 2006).

Fabricante	Modelo	Precisão angular	Precisão linear	Classificação (NBR 13133:1994)
Leica	TC403L	10"	3 mm + 3 ppm	precisão baixa
Trimble	ELTA S20	3"	2 mm + 2 ppm	precisão média
Leica	TC2002	0,5"	1 mm + 1 ppm	precisão alta

Para efeito de verificação de atendimento às especificações de nivelamento de precisão e comparação com os resultados das medições efetuadas, foram determinadas pela lei da propagação dos erros as precisões esperadas para os desníveis determinados por cada uma das Estações Totais (Tabela 2.7); o cálculo

indicou a necessidade de um número de séries maior nas medições com a TC403L, com o objetivo de se obter precisão mais próxima das outras Estações Totais utilizadas nos experimentos.

Tabela 2.7 – Precisão esperada *versus* especificações do IBGE (GOMES, 2006).

Distância (m)	Precisão esperada (mm)			Especificações IBGE		
	TC2002	ELTA S20	TC403L	$3\text{mm} \cdot \sqrt{k}$	$6\text{mm} \cdot \sqrt{k}$	$8\text{mm} \cdot \sqrt{k}$
20	0,1	0,3	0,4	0,4	0,8	1,1
40	0,1	0,4	0,6	0,6	1,2	1,6
60	0,2	0,5	0,9	0,7	1,5	2,0
80	0,2	0,5	1,1	0,8	1,7	2,3
100	0,2	0,6	1,4	0,9	1,9	2,5
120	0,2	0,8	1,7	1,0	2,1	2,8
140	0,2	0,9	2,0	1,1	2,2	3,0
160	0,2	1,0	2,2	1,2	2,4	3,2
180	0,2	1,1	2,5	1,3	2,5	3,4
200	0,2	1,2	2,8	1,3	2,7	3,6
220	0,3	1,3	3,1	1,4	2,8	3,8
240	0,3	1,4	3,3	1,5	2,9	3,9
260	0,3	1,5	3,6	1,5	3,1	4,1
280	0,3	1,7	3,9	1,6	3,2	4,2
300	0,3	1,8	4,2	1,6	3,3	4,4

Verificou-se que para a Estação Total TC2002, utilizando-se três séries completas (PD/PI) de observações, a precisão esperada, dentro dos limites do trabalho, atendeu à classificação de alta precisão, $3\text{ mm} \cdot \sqrt{k}$.

Para a ELTA S20 a observação com três séries completas (PD/PI) limitou em 240 m a expectativa de especificação de alta precisão; a partir desse comprimento a expectativa passou a ser a de precisão de áreas mais desenvolvidas, $6\text{ mm} \cdot \sqrt{k}$.

Para a TC403L, com seis séries completas (PD/PI), obteve-se expectativa de alta precisão até 20 m de comprimento de seção. A partir daí, até ao comprimento de 180 m, passou-se à expectativa de precisão de áreas mais desenvolvidas e a

partir de 200 m a expectativa foi a de precisão para áreas menos desenvolvidas, $8 \text{ mm} \cdot \sqrt{k}$.

A determinação dos desníveis com as três Estações Totais foi realizada de acordo com o preconizado. Com a TC403L foram realizadas seis séries de observações, e com a ELTA S20 e a TC2002 as medições foram realizadas com três séries. As diferenças entre os desníveis obtidos e o nivelamento geométrico mostraram coerência com os estudos teóricos de precisão esperada efetuados, com a particularidade de se obter resultados acima da expectativa em dois terços dos desníveis determinados com a Estação Total de baixa precisão TC403L.

c) determinação, com Estação Total, do desnível entre duas Referências de Nível (RN 50A e RN 51) pertencentes à rede altimétrica de alta precisão implantada pela UFPR em Salto Caxias (Figura 2.21).



Figura 2.21 – Barragem de Salto Caxias (adaptada de GOMES, 2006).

A determinação do desnível entre as duas RRNN foi realizada em épocas distintas, com visadas de comprimentos diferentes, aproximadamente 470 m para a ré e 680 m para a vante, para avaliar o efeito da refração no ângulo zenital:

- na data de 17/08/2004, em época de elevada insolação, utilizando-se a Estação Total ELTA S20, com três séries de observação;
- na data de 16/06/2005, com tempo nublado, utilizando-se a Estação Total TC2002, com três séries de observação.

O autor realizou estudo minucioso da influência da refração na medição do ângulo zenital, usualmente calculada a partir de um modelo adiabático da atmosfera real, modelo que representa o estado da atmosfera numa média para todas as latitudes e estações do ano. Esse modelo apresenta valores fixos da temperatura e pressão do ar ao nível do mar e perfis verticais fixos de temperatura e pressão.

Em trabalhos desenvolvidos na área da Micrometeorologia, modelos de transferência de turbulência têm sido pesquisados para descrever os processos que governam o gradiente de temperatura na baixa atmosfera. A turbulência é um estado de instabilidade das condições ambientais locais do ar próximo ao solo: pressão, temperatura e umidade. Ocorre, principalmente, devido a fluxo de troca de calor entre o solo e o ar, velocidade do vento e presença de obstáculos sobre a superfície do solo (rugosidade).

Modelos simplificados da atmosfera, onde se considera a variação linear dos parâmetros em função da altura, não são suficientes para determinar com precisão os efeitos da refração. Enquanto as variações de pressão são linearmente dependentes da altura em grandes áreas, as variações de temperatura têm de ser consideradas em pequenas distâncias e, face à turbulência, não variam linearmente com a altura na baixa atmosfera.

O autor menciona que os estados de turbulência na atmosfera podem ser:

- estado instável – ocorre quando a temperatura potencial do ar nas camadas mais baixas é maior que a temperatura potencial das camadas mais elevadas, ou seja, o gradiente da temperatura potencial é negativo. O estado instável predomina durante o período diurno com elevada insolação;
- estado estável – ocorre quando a temperatura potencial no ponto mais baixo é menor que no ponto mais alto, ou seja, o gradiente da temperatura potencial é positivo. O estado estável predomina durante o período noturno com céu claro;
- estado neutro – situação onde a temperatura potencial do ponto mais baixo é igual à temperatura potencial do ponto mais elevado, ou seja, o gradiente vertical da temperatura potencial é nulo. O estado neutro predomina no amanhecer, anoitecer e em períodos prolongados de céu encoberto por nuvens.

O coeficiente de refração $k=0,13$ usualmente utilizado corresponde a condições adiabáticas da atmosfera, não sendo representativo para a maioria das observações geodésicas e topográficas próximas ao solo, onde os efeitos do calor predominam, como mostram os modelos de transferência de turbulência.

No cálculo dos desníveis com a ELTA S20 foram levadas em consideração as duas situações: a primeira utilizando-se o coeficiente de refração normalmente adotado ($k=0,13$), e a segunda assumindo-se a condição de atmosfera instável reinante no dia da observação, calculando-se a sua influência na determinação do ângulo zenital de forma rigorosa. Os números apurados foram expressivos, retratando a diferença de tratamento e ressaltando a sua importância (Tabela 2.8). Ao aplicar-se o modelo de turbulência instável, a seção apresentou precisão compatível com as especificações do IBGE para áreas mais desenvolvidas.

Tabela 2.8 – Desníveis entre RN 50A e RN 51: ELTA S20 (GOMES, 2006).

Estado da atmosfera	Seção (m)	Precisão esperada (mm)	Desnível Nivelam. Geom.	Desnível ELTA S20	Diferença (mm)	Fechamento ($\text{mm} \cdot \sqrt{k}$)
$k = 0,13$	1150	6,9	-0,0227	-0,0853	-62,6	58
Instável	1150	6,9	-0,0227	-0,0170	-5,7	5

As determinações dos desníveis com a TC2002 foram efetuadas na parte da manhã e na parte da tarde, em período nublado, característico de atmosfera no estado neutro; os resultados apresentaram coerência entre a especificação para levantamentos de alta precisão e a precisão esperada (Tabela 2.9).

Tabela 2.9 – Desníveis entre RN 50A e RN 51: TC2002 (GOMES, 2006).

Estado da atmosfera	Seção (m)	Precisão esperada (mm)	Desnível Nivelam. Geom.	Desnível TC2002	Diferença (mm)	Fechamento ($\text{mm} \cdot \sqrt{k}$)
Neutro	1150	1,2	-0,0227	-0,0243	-1,6	2
Neutro	1150	1,2	-0,0227	-0,0221	0,6	1

Nas observações finais sobre o trabalho desenvolvido, o autor afirma que os experimentos realizados mostram a viabilidade da obtenção de desníveis de precisão com Estações Totais, segundo as Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos do IBGE, tendo constatado que a maior influência na determinação dos desníveis deu-se na observação dos ângulos zenitais.

Os resultados alcançados apontam para a aplicação no monitoramento tridimensional de obras, conclui o autor.

2.3 OS ERROS DE OBSERVAÇÃO

A medição de grandezas observáveis (ângulos azimutais e zenitais, distâncias, desníveis, fotocoordenadas, etc.) é afetada pelos erros de observação, que são função de fatores diversos como a qualidade dos equipamentos de medição, os métodos operacionais, as condições atmosféricas, o operador (inexperiência, distração, cansaço), etc. (CASACA *et al.*, 2007).

Os erros de observação são tradicionalmente classificados em (GEMAEL, 1994):

- erros grosseiros;
- erros sistemáticos;
- erros acidentais ou aleatórios.

Os erros grosseiros são normalmente originados por enganos ou descuidos e comumente apresentam magnitude superior aos outros tipos de erros; uma proposta para a quantificação de sua magnitude é a consideração de erros maiores do que 3σ como sendo erros grosseiros (DALMOLIN, 2004).

Os erros sistemáticos repetem-se do mesmo modo sempre que uma determinada ação se repete nas mesmas circunstâncias; compreendem os erros instrumentais e ambientais, que assumem o mesmo valor em medições realizadas nas mesmas condições, instrumentais e ambientais. São erros que podem ser evitados pela adoção de técnicas especiais de observação, ou quando conhecidos podem ser expressos por meio de uma formulação matemática que possibilite a sua eliminação *a posteriori*.

Os erros acidentais ou aleatórios são erros de pequena amplitude cuja origem é desconhecida e que têm propriedades análogas às propriedades estatísticas de

uma amostragem; pode-se afirmar que são os erros existentes num grupo de observações depois de detectados e eliminados os erros grosseiros, identificadas as causas de erros sistemáticos e corrigidas as observações da sua influência. A existência de erros acidentais é uma característica inerente ao processo físico de medição, constituindo-se em uma propriedade das observações (FONTE, 1994).

Deve-se ressaltar que na prática os erros acidentais são freqüentemente contaminados pelos erros grosseiros; observações eivadas de erros grosseiros podem constituir-se em problema, pois a detecção dos mesmos por vezes é fácil (quando muito grandes, por exemplo) e outras vezes muito difícil.

A relação entre o valor exato de uma grandeza e um valor observado pode ser expresso por (CASACA *et al.*, 2007):

$$y = \tilde{y} + \theta_E + \theta_A + u \quad (2.14)$$

$$\theta = \theta_E + \theta_A \quad (2.15)$$

$$\varepsilon = \theta + u \quad (2.16)$$

onde

y – valor exato de uma grandeza;

$\tilde{y}$ – valor observado de uma grandeza;

θ_E – erro instrumental devido ao equipamento de observação;

θ_A – erro ambiental devido às condições externas durante as medições;

θ – erro sistemático;

u – erro acidental ou aleatório;

ε – erro de observação.

O erro acidental tem uma distribuição aleatória, geralmente modelada por uma variável aleatória VA com distribuição normal central, ou seja, com valor médio nulo. A distribuição do erro de observação ε pode ser modelada pela distribuição de uma variável aleatória normal (VAN), cuja função densidade de probabilidade FDP é da forma (CASACA *et al.*, 2007):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2.17)$$

onde μ , σ e σ^2 são os parâmetros valor médio, desvio padrão e variância, respectivamente.

De acordo com esse modelo a probabilidade de que um erro de observação assuma um valor no interior do intervalo $(a,b]$ é dada pela função de distribuição cumulativa FDC da VAN com valor médio μ e desvio padrão σ (CASACA *et al.*,2007):

$$P(a < \varepsilon \leq b) = F(b) - F(a) = \int_a^b f(x) dx \quad (2.18)$$

onde

f – função densidade de probabilidade FDP dos erros de observação;

F – função de distribuição cumulativa FDC dos erros de observação.

Nessas condições é possível calcular as probabilidades para que os módulos dos erros sejam inferiores a um, dois e três desvios padrão, de particular interesse:

$$P(|\varepsilon| \leq +\sigma) \approx 0,683 \quad (2.19)$$

$$P(|\varepsilon| \leq +2\sigma) \approx 0,955 \quad (2.20)$$

$$P(|\varepsilon| \leq +3\sigma) \approx 0,997 \quad (2.21)$$

Tendo em vista o controle de qualidade das medições por meio de testes estatísticos de hipóteses, pode ser utilizado um modelo baseado na presunção de que o erro de observação que afeta o valor medido para uma determinada grandeza pode ser encarado como uma amostra de tamanho unitário de uma VAN de parâmetros valor médio E e variância V dados por:

$$E(\varepsilon) = \theta \quad (2.22)$$

$$V(\varepsilon) = k \times \sigma^2 \quad (2.23)$$

onde θ é um parâmetro associado aos erros sistemáticos não corrigidos e k é um parâmetro positivo que sendo maior que a unidade traduz a degradação da precisão com que foi observada a grandeza, devida, por exemplo, à má qualidade do instrumento de medição ou à inexperiência do operador.

Em condições ideais o parâmetro θ é zero, o que traduz uma correção efetiva dos erros sistemáticos, e o parâmetro k é igual à unidade, o que traduz a

conformidade *a posteriori* com o desvio padrão com o qual foi caracterizada, *a priori*, a incerteza da observação da grandeza (CASACA *et al.*, 2007).

2.3.1 Os Erros Ambientais

2.3.1.1 Refração Atmosférica

Em Topografia a causa principal dos erros ambientais é a refração atmosférica, devido a não homogeneidade das condições atmosféricas e à sua variação durante os períodos em que se realizam as medições. O seu efeito consiste na introdução de curvatura e torção na trajetória das ondas eletromagnéticas e na alteração de sua velocidade de propagação; como consequência podem ocorrer desvios significativos nos valores observados para os ângulos horizontais e verticais, desníveis e distâncias.

Os ângulos horizontais e verticais e os desníveis são afetados pela curvatura adquirida pela trajetória atmosférica das ondas ópticas devida à ação de gradientes térmicos e de pressão, na direção perpendicular à trajetória.

Nos MED as distâncias são afetadas pela variação da velocidade de propagação da portadora do distanciômetro, de duas formas: em relação a uma velocidade de referência e ao longo da trajetória, em virtude de gradientes térmicos e de pressão na direção da mesma (CASACA *et al.*, 2007).

2.3.1.2 Exposição Solar e Gradientes Térmicos

Outra categoria de erros ambientais deve-se à operação do equipamento em exposição direta à radiação solar, pelo que é recomendável a utilização de guarda-sol para a sua proteção.

Outro cuidado a respeitar, principalmente no inverno, é a aclimação térmica do equipamento à temperatura de medição, por vezes muito inferior à temperatura de armazenamento e transporte para o campo; recomenda-se observar a seguinte regra: o tempo para o ajustamento da temperatura do instrumento é de aproximadamente 2' para cada °C de diferença para a temperatura ambiente (STRINGHINI, 2005).

2.3.2 Os Erros Instrumentais

2.3.2.1 Em Teodolitos e Estações Totais

Nos teodolitos e Estações Totais os erros instrumentais mais comuns são baseados orientação imperfeita entre os eixos do instrumento (Figura 2.22).

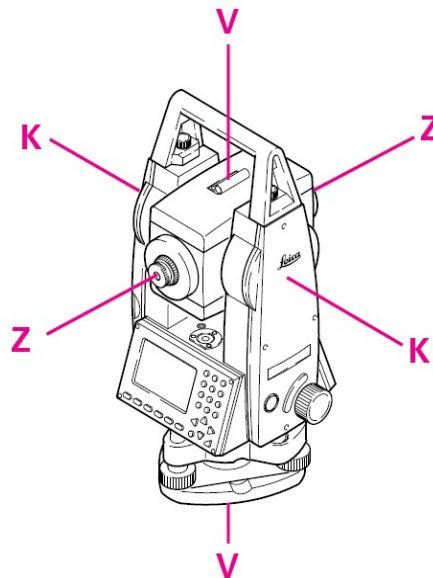


Figura 2.22 – Sistema de eixos de uma Estação Total (ZEISKE, 2000).

Na Figura 2.22 tem-se:

- VV – eixo principal ou vertical, em torno do qual o instrumento gira;
- KK – eixo secundário ou horizontal, em torno do qual a luneta bascula;
- ZZ – eixo da luneta ou eixo de colimação ou visada.

Em condições ideais, com o aparelho devidamente calibrado, estacionado e nivelado, os seguintes requisitos deverão ser atendidos:

- o eixo principal VV deve estar coincidente com a vertical do lugar (linha Zênite-Nadir), passando pelo ponto-estação;
- o eixo secundário KK deve ficar perpendicular ao eixo principal;
- o eixo de visada ZZ deve ficar perpendicular ao eixo secundário;
- a leitura do círculo vertical no Zênite deve ser igual a zero graus;
- os três eixos devem encontrar-se num só ponto, vértice dos ângulos medidos com o instrumento.

Os principais erros instrumentais nesses equipamentos são (Figura 2.23):

- erro de verticalidade do eixo principal;
- erro de índice vertical;
- erro de colimação horizontal;
- erro de horizontalidade ou erro de inclinação do eixo secundário;
- erro de zero do ATR (nas Estações Totais robóticas).

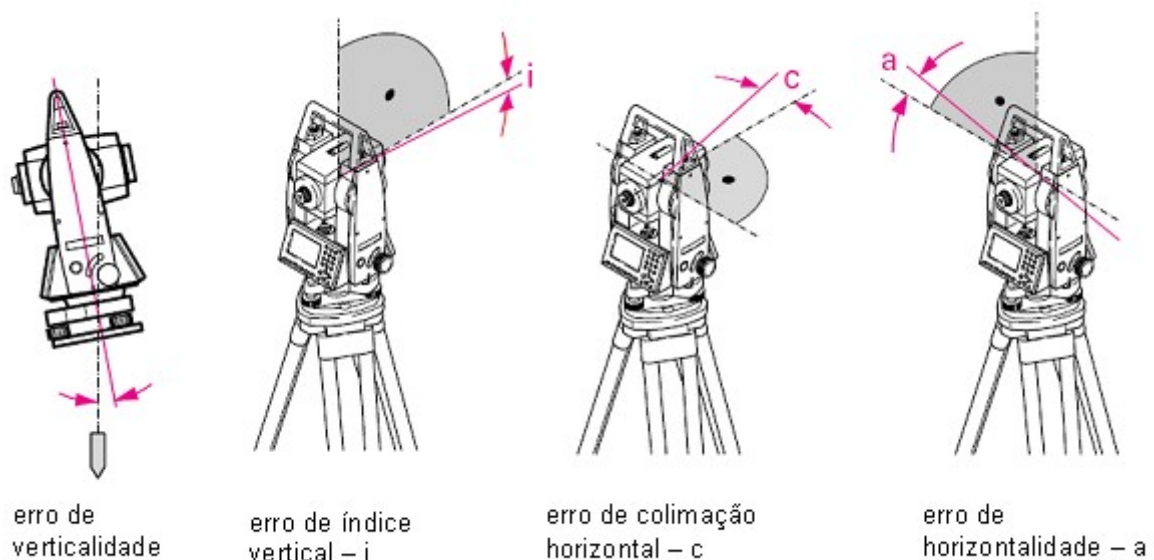


Figura 2.23 – Principais erros instrumentais (adaptada de ZEISKE, 2000).

À exceção do erro de verticalidade do eixo principal e do erro de zero do ATR, os erros instrumentais mencionados são corrigidos fazendo-se as leituras dos ângulos nas duas faces da luneta (PD e PI) e tirando-se a média. O erro de verticalidade é oriundo do nivelamento imperfeito, e pode ser corrigido automaticamente nos teodolitos eletrônicos e nas Estações Totais por intermédio do compensador nos dois eixos.

Também nesses equipamentos os erros de colimação horizontal e de índice vertical podem ser medidos, determinados e armazenados, de forma a corrigir automaticamente cada nova leitura angular efetuada, permitindo medições praticamente isentas de erros.

Nos modernos teodolitos eletrônicos e Estações Totais os ângulos são lidos por meio da varredura eletrônica dos limbos, sem a intervenção do operador. Desta forma, a técnica de reiteração não se faz necessária, já que cada leitura mostrada no painel é uma média de várias leituras. No entanto, estudos efetuados apontam para a validade das leituras nas duas faces da luneta (PD e PI) buscando-se corrigir os

erros de colimação horizontal e de índice vertical, e para a necessidade da repetição das leituras, com o intuito de reduzir as falhas humanas, como colimação no alvo e possíveis calibrações incorretas do instrumento.

O erro de zero no ATR é encontrado em medições realizadas com Estações Totais que dispõem da ferramenta de busca automática de alvos (ATR); corresponde a não coincidência da pontaria com o centro do prisma (Figura 2.24), e é corrigido automaticamente nos ângulos horizontais e verticais pelos dispositivos eletrônicos da própria Estação Total (BAYOUD, 2007).

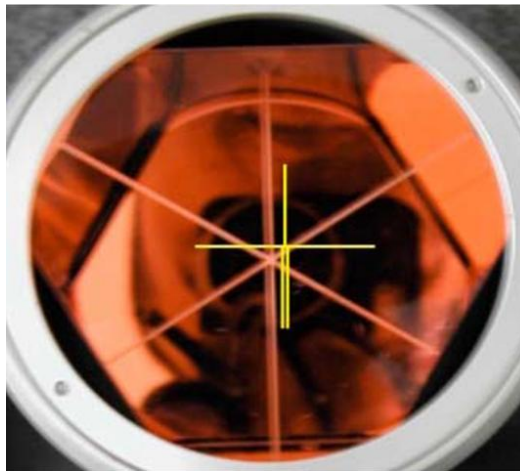


Figura 2.24 – Erro de zero no ATR (adaptada de ZOCCOLOTTI FILHO, 2005).

2.3.2.2 Nos MED

Os MED exigem a aplicação de correções ambientais e instrumentais para atingir uma precisão satisfatória. As distâncias medidas com MED devem ser corrigidas considerando-se:

a) correções sistemáticas devido a erros instrumentais

- constante de adição – denominado erro de índice, pode advir do emprego de prismas não adaptados ao instrumento de medida ou devido a uma diferença entre o ponto de saída da medição eletrônica e o eixo vertical do instrumento. Varia de acordo com a combinação instrumento/prisma. Os instrumentos atualmente permitem selecionar e adotar automaticamente essa constante em função do modelo de prisma usado;
- erros cíclicos – podem ocorrer devido a defeito na medida da defasagem entre as ondas emitidas e recebidas pelo instrumento e que

depende do sistema elétrico do mesmo. Pode ser detectado por meio de medidas de calibração apropriadas;

- constante de multiplicação – erro que advém da frequência da onda de modulação usada pelo instrumento de medida, que pode ocorrer devido ao envelhecimento do oscilador de quartzo usado para gerar essa frequência. Pode ser conhecida comparando-se a frequência efetiva com a frequência teórica do instrumento.

b) correções causadas pelas condições atmosféricas (erros ambientais)

- os MED são calibrados para determinadas condições atmosféricas, normalmente para pressão atmosférica igual a 760 mm Hg (1013 mb) e temperatura do ar igual a 12°C; para medições em outras condições atmosféricas faz-se necessário corrigir as medidas realizadas. Os fabricantes de equipamentos fornecem gráficos ou ábacos que possibilitam determinar essa correção em ppm, e é possível alimentar as informações pertinentes (temperatura, pressão atmosférica, etc.) na própria Estação Total, de tal forma que as correções devido às condições atmosféricas locais são incorporadas automaticamente às medições efetuadas.

2.3.2.3 Em Níveis

Os erros instrumentais de um nível estão relacionados com o sistema de eixos (Figura 2.25).

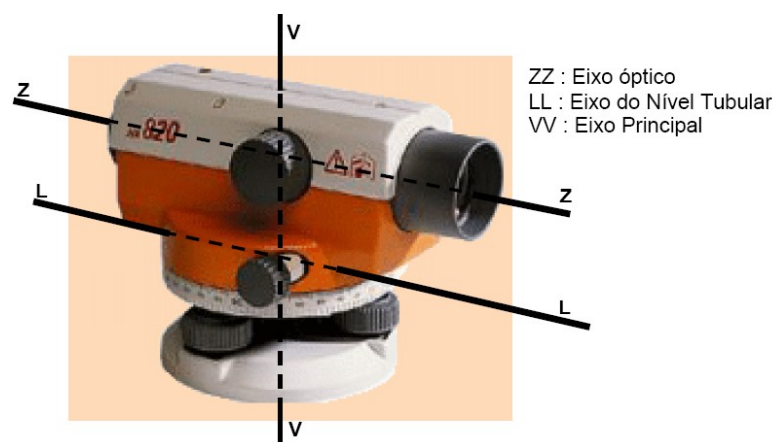


Figura 2.25 – Sistema de eixos dos níveis ópticos (adaptada de GOMES, 2006).

Na Figura 2.25, o eixo do nível tubular LL refere-se aos níveis mecânicos; os níveis automáticos utilizam um sistema de pêndulo (GOMES, 2006).

Nos níveis ópticos o erro instrumental mais importante é o erro de colimação vertical devido a não horizontalidade do eixo de colimação da luneta; esse erro é corrigido com a adoção de método operacional adequado: estacionamento do nível à mesma distância das miras de ré e de vante.

2.3.2.4 Em Miras Verticais e outros efeitos

Outros fatores que influenciam o processo do nivelamento geométrico (CRUZ, 2007):

- erro de verticalidade da mira: para se diminuir essa influência utiliza-se um nível esférico de bolha acoplado à mesma, calibrado e retificado periodicamente;
- erro de graduação da mira: uma vez que a temperatura afeta a graduação da mira, nos nivelamentos de precisão utilizam-se miras com a graduação feita em uma fita de ínvar, material com baixo coeficiente de dilatação. A mira pode também ter defeitos de calibração na sua graduação; devido a isso algumas miras destinadas a nivelamentos de precisão possuem a graduação com duas escalas, com origens defasadas entre si, de forma a permitir que se efetuem duas leituras independentes de cada vez;
- erro de índice da mira: erro devido à incerteza de que o zero da escala coincida rigorosamente com a base da mira; para eliminar este efeito deve-se usar miras aos pares alternando-se a posição de ré e de vante, ou efetuar as medições com uma única mira;
- efeito das marés terrestres: é devido à influência gravitacional da Lua e do Sol, que provocam deformações elásticas na crosta chamadas de marés terrestres; em um lance isolado não é considerável.

2.3.3 Os Operadores Erro e Desvio

Quando os erros de observação são modelados por variáveis aleatórias contínuas, geralmente pela variável aleatória normal, usam-se diversos operadores que envolvem as designações erro e desvio. Uma VA $\hat{y}$ é o estimador de uma

grandeza desconhecida y cujas ocorrências $\tilde{y}$ constituem estimativas da grandeza; o estimador representa a distribuição dos valores resultantes de um dado método de medição (CASACA et al., 2007).

As variáveis aleatórias erro e desvio são expressas por:

$$\varepsilon = y - \hat{y} \quad (2.24)$$

$$v = E(\hat{y}) - \hat{y} \quad (2.25)$$

onde

y – grandeza desconhecida;

$\hat{y}$ – estimador;

$E(\hat{y})$ – valor médio do estimador;

ε – variável aleatória erro;

v – variável aleatória desvio.

O erro e desvio de uma estimativa são dados por:

$$\tilde{\varepsilon} = y - \tilde{y} \quad (2.26)$$

$$\tilde{v} = E(\hat{y}) - \tilde{y} \quad (2.27)$$

onde

$\tilde{y}$ – estimativa (ocorrência do estimador);

$\tilde{\varepsilon}$ – erro de uma estimativa (ocorrência da variável erro);

$\tilde{v}$ – desvio de uma estimativa (ocorrência da variável desvio).

Os parâmetros do estimador associados aos erros são:

- erro médio – valor médio da variável erro. Quando o erro médio é nulo o estimador é dito centrado (*unbiased*). Quando diferente de zero é dito excêntrico (*biased*);
- erro médio quadrático – valor médio do quadrado da variável erro;
- erro padrão – raiz quadrada positiva do erro médio quadrático.

Os parâmetros do estimador associados aos desvios são:

- desvio médio – valor médio da variável desvio; o desvio médio é nulo, por definição;

- variância – valor médio do quadrado da variável desvio;
- desvio padrão – raiz quadrada positiva da variância.

2.3.4 Precisão e Acurácia

Os parâmetros anteriormente definidos podem quantificar a acurácia e a precisão, propriedades que caracterizam os estimadores. A acurácia, também denominada exatidão, é a propriedade que caracteriza a proximidade entre as estimativas que o estimador produz e o valor a ser estimado; pode ser quantificada pelo erro médio: um estimador é mais acurado do que outro se o seu erro médio for inferior ao do outro. O erro médio quadrático e o erro padrão caracterizam a dispersão das estimativas em torno do valor a estimar.

A precisão é a propriedade que caracteriza a dispersão das estimativas em torno do valor médio do estimador; pode ser quantificada pela variância ou pelo desvio padrão: um estimador é mais preciso do que outro se os seus quantificadores variância e desvio padrão forem menores do que os quantificadores do segundo estimador.

Um estimador pode ser muito exato e pouco preciso ou pouco exato e muito preciso (Figura 2.26). Quando o estimador é exato (erro médio nulo), os erros coincidem com os desvios e os conceitos de erro padrão e desvio padrão coincidem.



Figura 2.26 – Os conceitos de acurácia e precisão (SILVEIRA, 2006).

Em Metrologia, com as medições realizadas em condições laboratoriais, os métodos de medição são supostos exatos e o termo incerteza é preferido ao termo precisão. Em Mensuração, com as medições realizadas na natureza, os métodos de medição, mesmo com todos os cuidados operacionais e correções nem sempre podem ser considerados exatos (CASACA *et al.*, 2007).

2.3.5 A Propagação dos Erros

Em trabalhos de grande relevância, como por exemplo, no monitoramento de estruturas, é importante prever, antes da realização das observações, o efeito dos erros acidentais na determinação das coordenadas 1D, 2D ou 3D dos pontos monitorados. Tal previsão pode ser determinada pela lei geral da propagação dos erros (propagação das variâncias e covariâncias), dada de forma geral por:

$$\sigma_f^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial a} \right)^2 \sigma_a^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial b} \right)^2 \sigma_b^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial c} \right)^2 \sigma_c^2 \quad (2.28)$$

sendo

$f = f(a, b, c)$ – função das variáveis independentes a , b , c , não correlacionadas;

σ_a^2 , σ_b^2 , σ_c^2 – variâncias de a , b , c ;

σ_f^2 – variância de f .

Conhecidos o método de levantamento que será adotado na realização das observações e os desvios padrão dos equipamentos envolvidos, pela expressão 2.28 pode-se calcular a precisão esperada na determinação das coordenadas desejadas e planejar as campanhas a realizar.

2.4 O AJUSTAMENTO DE OBSERVAÇÕES

Nos métodos de medições as observações indiretas (coordenadas, por exemplo) estão relacionadas com as observações diretas de campo (ângulos e distâncias) por meio de um modelo matemático. Com o intuito de se obter maior confiabilidade nos resultados são normalmente realizadas mais observações de campo do que as necessárias para determinar uma observação indireta.

Essas observações são denominadas de observações redundantes ou superabundantes, sendo preciso utilizar um método para determinar uma solução única, tornando as observações coerentes com o modelo matemático utilizado (IBIAPINA, 1993).

As principais razões para a existência de redundância são:

a) permitir a detecção de erros grosseiros por meio da confirmação dos valores medidos;

b) permitir fazer uma avaliação mais precisa das quantidades desejadas, por intermédio da execução de um ajustamento;

c) permitir estimar a ordem de grandeza da precisão obtida para os valores ajustados.

Um modelo matemático pode ser dividido em duas partes conceituais, o modelo funcional e o modelo estocástico:

a) modelo funcional: é composto por relações que descrevem a geometria ou características físicas do problema em questão;

b) modelo estocástico: é composto pelo conjunto de relações que descrevem as propriedades estatísticas dos elementos envolvidos no modelo funcional. O modelo estocástico indica, por exemplo, a qualidade das observações feitas (as suas precisões, relativas ou absolutas), indica se as observações estão ou não correlacionadas, e indica ainda as variáveis que são consideradas constantes durante o ajustamento e as que se pretendem determinar (FONTE, 1994).

Um método de ajustamento muito usado em aplicações de engenharia que utilizam os processos topográficos e geodésicos de levantamento é o método dos mínimos quadrados (MMQ), que tem como princípio minimizar o somatório dos quadrados dos erros residuais das observações.

Posto que as observações l_i não são consistentes com o modelo funcional, é necessário substituí-las por um conjunto de estimativas $\hat{l}_i$ (observações ajustadas) que satisfaçam o modelo funcional. Essas estimativas são obtidas adicionando-se a cada uma das observações uma quantidade denominada de correção ou resíduo (v_i), de tal forma que:

$$\hat{l}_i = l_i + v_i; \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.29)$$

Como existem vários valores de v_i que darão origem a um conjunto de observações ajustadas consistente com o modelo funcional, para se escolher os valores mais prováveis para as observações ajustadas utiliza-se o critério dos mínimos quadrados; quando as observações não oferecem o mesmo grau de confiança são homogeneizadas por intermédio de pesos.

Em linguagem matricial a expressão toma a forma geral:

$$V^T P V = \text{mín.} \quad (2.30)$$

sendo

$V = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n]^T$ – vetor coluna dos resíduos;

P – matriz quadrada dos pesos.

Uma estimativa obtida pelo MMQ é uma solução de variância mínima, o que significa que a matriz de variância-covariância a ser fornecida pelo ajustamento, e cujos elementos diagonais são representativos da precisão do vetor dos valores ajustados, terá traço mínimo (GEMAEL, 1994).

O método dos mínimos quadrados foi desenvolvido inicialmente por Gauss e Legendre há cerca de dois séculos, e a sua história se confunde com a própria história da Geodésia. A aplicação em Topografia e Geodésia é amplamente tratada por diversos autores, como por exemplo, GEMAEL (1994), WOLF *et al.* (1997) e DALMOLIN (2004).

3 ESTUDO DE CASOS

3.1 PONTE VELHA DA BARRA DA TIJUCA

3.1.1 Histórico

A ponte velha da Barra da Tijuca situada sobre o Canal de Marapendi na Barra da Tijuca, desempenha importante papel no sistema viário da região, fazendo a ligação entre a Avenida Ministro Ivan Lins e a Estrada da Barra da Tijuca (Figura 3.1).



Figura 3.1 – Ponte velha da Barra da Tijuca: situação.

Construída em concreto armado, data da década de 1950 (Figura 3.2); a Coordenadoria Geral de Projetos (CGP), órgão da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos – SMO, da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, é o órgão

responsável por novos projetos bem como pela recuperação estrutural de obras-de-arte especiais do município (OAE – pontes, viadutos, passarelas e túneis).



Figura 3.2 – Ponte velha da Barra da Tijuca: vista geral (2003).

Em virtude de a ponte apresentar diversas patologias graves na sua estrutura (Figuras 3.3 e 3.4), inclusive recalques das fundações, o que poderia vir a causar a falência estrutural e pôr em risco o funcionamento da malha viária e a segurança dos usuários, em março de 2003 realizou-se o levantamento topográfico cadastral da geometria da ponte (Figura 3.5) para balizar o projeto de reforma e reforço estrutural.



Figura 3.3 – Ponte velha da Barra da Tijuca: vista inferior (2003).



Figura 3.4 – Ponte velha da Barra da Tijuca: detalhe do dente Gerber (2003).

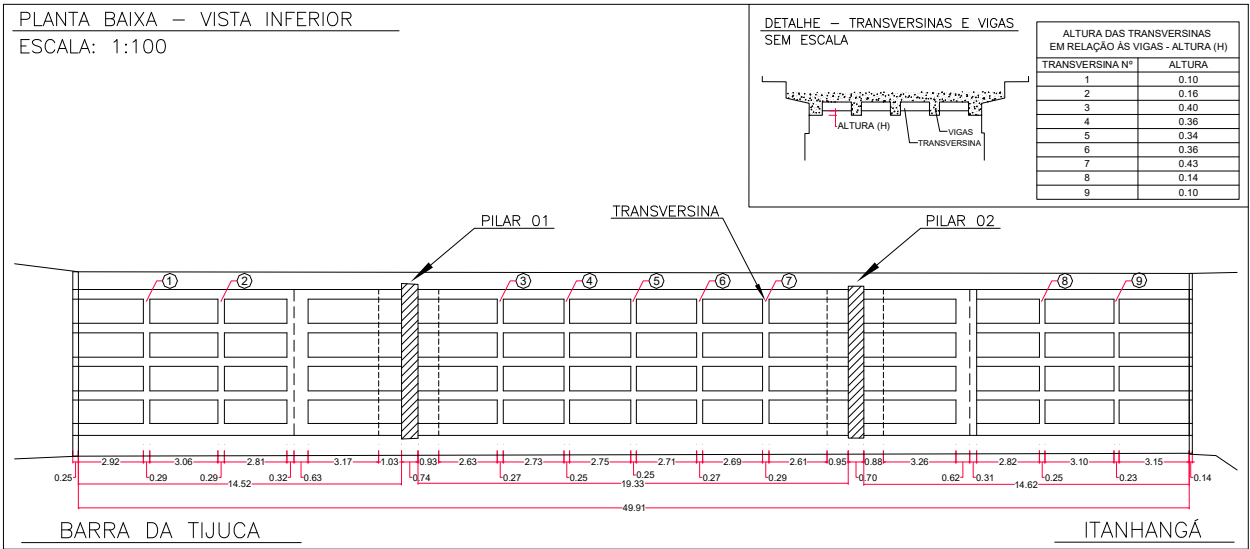


Figura 3.5 – Ponte velha da Barra da Tijuca: geometria da estrutura (2003).

A reforma da ponte foi realizada em 2005, contemplando o seu reforço estrutural, incluindo a retirada do concreto deteriorado, a substituição das armaduras comprometidas pela corrosão, a aplicação de concreto projetado e o reforço das fundações com estacas raiz e construção de blocos de solidarização das estacas nos pilares centrais (Figura 3.6).



Figura 3.6 – Ponte velha da Barra da Tijuca: vista parcial (2007).

3.1.2 Metodologia Aplicada

No ano de 2007 a Coordenadoria Geral de Projetos – CGP decidiu realizar a verificação da estabilidade da ponte no tocante a deslocamentos verticais (recalques); verificou-se que, por questões de acessibilidade e logística, o método clássico de controle de recalque por meio de nivelamento geométrico de precisão, não poderia ser implementado no formato desejável. Optou-se então por fazer o controle tridimensional de pontos-objeto (alvos) colocados nos blocos de solidarização das estacas usando-se o método topográfico da irradiação.

Para tal, a partir de pontos remanescentes da poligonal implantada quando do levantamento topográfico efetuado em 2003, materializaram-se novos pontos-estação de forma a atender ao levantamento dos alvos (Figura 3.7). Os alvos, em número total de oito, foram nomeados de CR1 a CR8, firmemente colados nos blocos de solidarização das estacas (Figuras 3.8, 3.9 e 3.10) e estrategicamente posicionados na melhor configuração possível de visibilidade para os pontos-estação J0A e J1A, a partir dos quais se realizaram as leituras com uma Estação Total; os pontos-objeto de CR1 a CR4 foram lidos da estação J0A, e os pontos-objeto de CR5 a CR8 foram lidos da estação J1A.

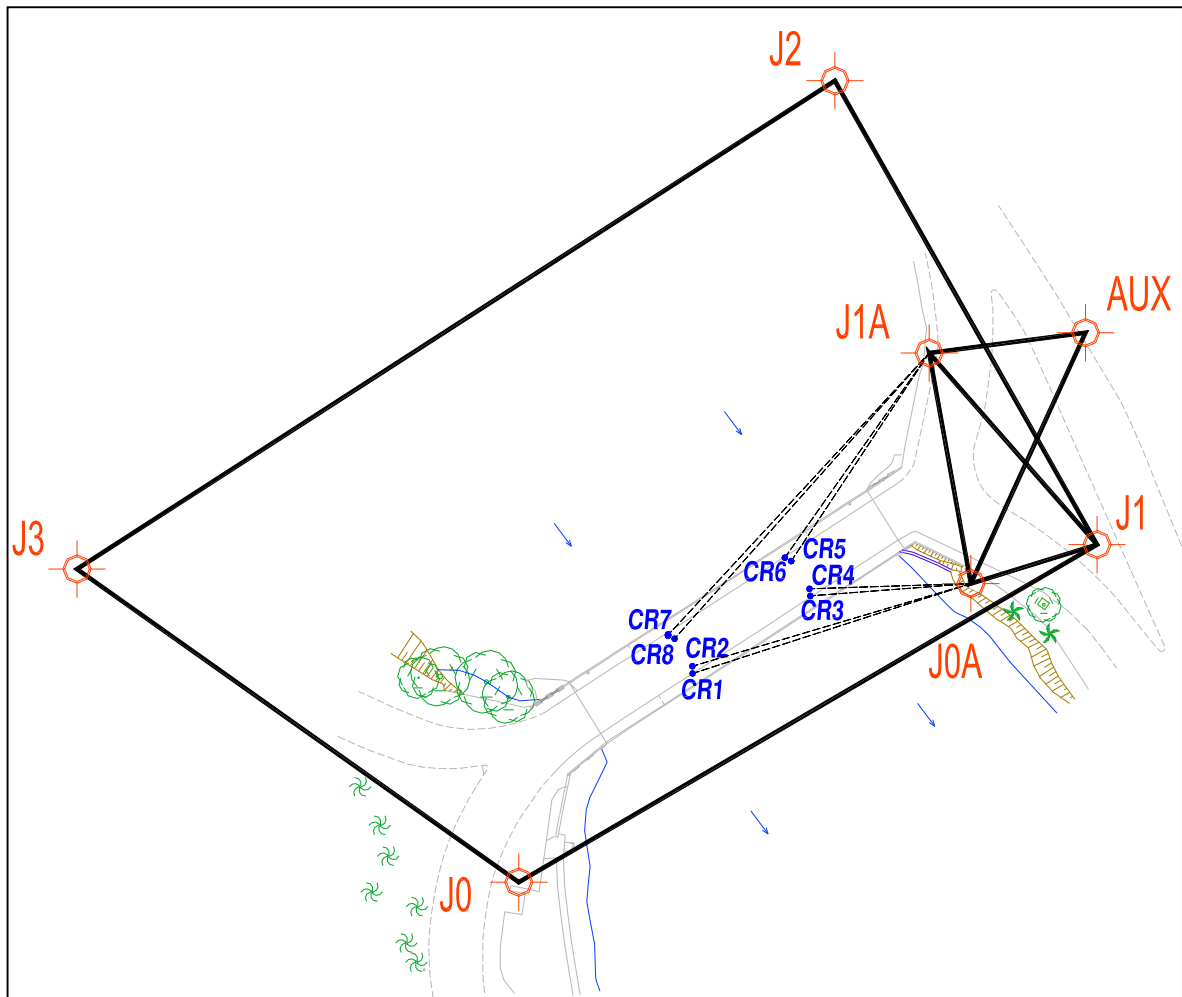


Figura 3.7 – Posição relativa dos pontos-estação e alvos a levantar.



Figura 3.8 – Instalação e identificação do alvo CR1.



Figura 3.9 – Alvo CR3.



Figura 3.10 – Alvo CR6.

Para a realização das leituras foram idealizadas oito campanhas, assim distribuídas:

- campanha inicial realizada em 28/02/2007;
- três campanhas no decorrer do mês de março;
- uma campanha em cada um dos três meses subsequentes;
- uma campanha final em setembro de 2007.

Todas as campanhas obedeceram a rígidos princípios de técnicas operacionais, de forma a minimizar os erros sistemáticos (instrumentais e ambientais):

- o equipamento usado para realizar as medições foi o mesmo em todas as campanhas;
- a operação do equipamento foi realizada sempre pelo mesmo profissional;
- as campanhas foram todas executadas na parte da manhã, nas primeiras horas e em horários coincidentes, sempre que possível;
- foram tomadas a temperatura, condições da maré e de insolação da estrutura;
- no início de cada campanha o operador realizou a operação de determinação dos erros de colimação horizontal e de índice vertical, de

acordo com os procedimentos do manual do fabricante da Estação Total, para o ajuste por programa interno do equipamento;

- em todas as campanhas foram realizadas para cada alvo quatro séries de leituras conjugadas, nas duas faces da luneta (posições direta e inversa), num total de oito conjuntos de leituras (distância, ângulo horizontal e ângulo vertical) por alvo.

3.1.3 Equipamentos Utilizados

Os equipamentos topográficos utilizados para a realização das medições foram:

- a) Estação Total Leica TC407;
- b) alvos – fitas adesivas Leica de 30 x 30 mm (Figura 3.11).

A Estação Total Leica TC407 tem as seguintes características técnicas, de acordo com o manual do usuário fornecido pelo fabricante:

- aumento da luneta: 30 vezes;
- medição de ângulos: método absoluto, contínuo, com resolução de 1" e desvio padrão de 7" (sete segundos de arco) – desvio padrão de acordo com a norma ISO 17123-3;
- medição de distâncias: laser IR, classe 1, com leitura mínima em tela de 1 mm e desvio padrão de 2 mm + 2 ppm para leituras com prisma refletor circular e de 5 mm + 2 ppm com fita adesiva – desvio padrão de acordo com a norma ISO 17123-4;
- prumo a laser, com a seguinte precisão: desvio da linha de prumo de 1,5 mm (2σ) com instrumento a 1,5 m de altura;
- leitura de distâncias: correção automática do efeito das condições atmosféricas, ou seja, pressão e temperatura do ar;
- compensador automático nos dois eixos, com precisão de ajuste de 2";
- correção automática da curvatura terrestre e refração atmosférica;
- memória interna com capacidade de armazenamento para 10.000 medições.



Figura 3.11 – Fita adesiva Leica.

De acordo com o item 4.1.3.1 da NBR 13133:1994, a Estação Total Leica TC407 (Figura 3.12) está classificada como pertencente à classe de estações totais de precisão média.



Figura 3.12 – Estação Total TC407.

3.1.4 Tratamento dos Dados

Em cada campanha os dados brutos coletados foram descarregados da memória interna da Estação Total e submetidos a tratamento primário no *software* de topografia **Posição**, para análise das leituras conjugadas e determinação das médias dos ângulos horizontais e verticais, e cálculo das distâncias reduzidas ao horizonte e das diferenças de nível para cada alvo.

Considerados ajustados e fixos os pontos-estação J0A e J1A da rede implantada, os elementos resultantes do tratamento primário alimentaram uma planilha de cálculo para a determinação das coordenadas N, E e H dos alvos, por série, gerando-se dessa forma um conjunto de 96 coordenadas por campanha.

Uma vez que o objetivo era a auscultação de possível movimentação na estrutura, com especial atenção aos recalques, realizou-se a determinação dos seguintes parâmetros estatísticos relativos às coordenadas calculadas em cada campanha:

- média das coordenadas;
- desvio (valor absoluto) de cada coordenada em relação à média;
- desvio médio;
- variância das coordenadas;
- desvio padrão das coordenadas;
- desvio padrão da média.

Foram elaborados quadros com resumos por campanha, e assinalados os maiores valores obtidos para balizamento da análise dos resultados:

a) campanha 01

- maior desvio médio – 1,25 mm;
- maior desvio padrão – 1,71 mm;
- maior desvio padrão da média – 0,85 mm.

Quadro 3.1 – Resumo da análise estatística da campanha 01.

QUADRO RESUMO DA CAMPANHA 01															
NORTE					ESTE					ALTITUDE					ALVO
n	DESV. MÉDIO	DESV. PAD.	MÉDIA COORDENADA	MÉDIA DP	n	DESV. MÉDIO	DESV. PAD.	MÉDIA COORDENADA	MÉDIA DP	n	DESV. MÉDIO	DESV. PAD.	MÉDIA COORD.	MÉDIA DP	
4	0,49	0,68	7454693,584	0,34	4	0,16	0,22	673938,110	0,11	4	0,50	0,58	0,996	0,29	CR1
4	0,67	0,90	7454694,606	0,45	4	0,37	0,56	673938,077	0,28	4	0,00	0,00	0,907	0,00	CR2
4	0,25	0,36	7454704,543	0,18	4	0,49	0,57	673954,742	0,28	4	0,00	0,00	0,834	0,00	CR3
4	0,28	0,39	7454705,541	0,20	4	0,01	0,01	673954,621	0,01	4	0,37	0,50	0,931	0,25	CR4
4	0,38	0,51	7454709,448	0,25	4	0,12	0,16	673952,041	0,08	4	1,00	1,29	0,940	0,65	CR5
4	0,51	0,60	7454709,938	0,30	4	0,18	0,24	673951,144	0,12	4	1,00	1,29	0,932	0,65	CR6
4	0,09	0,13	7454699,002	0,06	4	0,10	0,14	673934,640	0,07	4	1,00	1,41	0,959	0,71	CR7
4	0,16	0,21	7454698,499	0,11	4	0,41	0,56	673935,559	0,28	4	1,25	1,71	0,962	0,85	CR8
TODOS OS VALORES DE DESVIO E DESVIO PADRÃO ESTÃO EM UNIDADE DE MILÍMETRO															

h) campanha 08

- maior desvio médio – 0,65 mm;
- maior desvio padrão – 0,86 mm;
- maior desvio padrão da média – 0,43 mm.

Quadro 3.8 – Resumo da análise estatística da campanha 08.

QUADRO RESUMO DA CAMPANHA 08															
NORTE					ESTE					ALTITUDE					ALVO
n	DESV. MÉDIO	DESV. PAD.	MÉDIA COORDENADA	MÉDIA DP	n	DESV. MÉDIO	DESV. PAD.	MÉDIA COORDENADA	MÉDIA DP	n	DESV. MÉDIO	DESV. PAD.	MÉDIA COORD.	MÉDIA DP	
4	0,65	0,86	7454693,585	0,43	4	0,31	0,39	673938,110	0,19	4	0,38	0,50	0,992	0,25	CR1
4	0,14	0,21	7454694,606	0,10	4	0,04	0,06	673938,079	0,03	4	0,38	0,50	0,903	0,25	CR2
4	0,15	0,21	7454704,541	0,11	4	0,01	0,02	673954,743	0,01	4	0,37	0,50	0,830	0,25	CR3
4	0,15	0,19	7454705,539	0,10	4	0,00	0,01	673954,621	0,00	4	0,00	0,00	0,929	0,00	CR4
4	0,53	0,71	7454709,448	0,35	4	0,18	0,22	673952,041	0,11	4	0,00	0,00	0,943	0,00	CR5
4	0,22	0,29	7454709,939	0,15	4	0,32	0,42	673951,143	0,21	4	0,50	0,58	0,936	0,29	CR6
4	0,18	0,26	7454699,004	0,13	4	0,19	0,28	673934,641	0,14	4	0,37	0,50	0,965	0,25	CR7
4	0,21	0,30	7454698,500	0,15	4	0,23	0,33	673935,558	0,17	4	0,00	0,00	0,966	0,00	CR8
TODOS OS VALORES DE DESVIO E DESVIO PADRÃO ESTÃO EM UNIDADE DE MILÍMETRO															

A análise global dos oito quadros resumo das campanhas efetuadas permite concluir:

- maior desvio médio observado: 1,25 mm;
- maior desvio padrão das coordenadas: 1,71 mm;
- maior desvio padrão da média: 0,85 mm.

3.1.5 Análise dos Resultados

A expectativa de precisão de cada alvo considerado isoladamente é função da precisão do equipamento utilizado, então:

a) precisão planimétrica

pela lei geral da propagação dos erros, e levando-se em conta a premissa de que os alvos foram lidos de pontos-estação considerados fixos, a variância de cada coordenada irradiada é dada por

$$\sigma_N^2 = \sigma_D^2 \cdot \cos^2 A_z + D^2 \cdot \sin^2 A_z \cdot \sigma_{A_z}^2 \quad (3.1)$$

$$\sigma_E^2 = \sigma_D^2 \cdot \sin^2 A_z + D^2 \cdot \cos^2 A_z \cdot \sigma_{A_z}^2 \quad (3.2)$$

onde

N , E – coordenada Norte e Este do alvo irradiado, respectivamente;

D – distância da estação ao ponto irradiado;

A_z – azimute da direção estação-ponto irradiado;

σ_N , σ_E – desvios padrão das coordenadas Norte e Este, a determinar;

σ_D – desvio padrão linear (precisão) total;

$\sigma_{A_z}^2$ – variância do azimute da direção estação-ponto irradiado.

Desenvolvendo-se a variância da distância e do azimute em função dos seus respectivos componentes seguem-se:

$$\sigma_D^2 = p^2 + q^2 \cdot D^2 \quad (3.3)$$

$$\sigma_{A_z}^2 = \sigma_{A_{z0}}^2 + \sigma_{\alpha_H}^2 = \sigma_{\alpha_H}^2 \quad (3.4)$$

$$\sigma_{\alpha_H}^2 = 2 \cdot \sigma_{\alpha_{rad}}^2 \quad (3.5)$$

sendo

p – desvio padrão linear absoluto nominal do equipamento (5 mm);

q – desvio padrão linear relativo nominal do equipamento (2 ppm);

A_{z0} – azimute da direção estação-ré;

α_H – ângulo horizontal lido para o ponto irradiado;

$\sigma_{\alpha_{rad}}$ – desvio padrão angular nominal do equipamento (7" de arco), em radianos;

σ_{α_H} – desvio padrão do ângulo horizontal lido;

$\sigma_{A_{z0}}$ – desvio padrão do azimute da direção estação-ré, sem influência neste estudo, respeitando a premissa inicial.

Seguindo-se:

$$\sigma_{CR}^2 = \sqrt{\sigma_N^2 + \sigma_E^2} \quad (3.6)$$

onde σ_{CR} é o desvio padrão total para o ponto irradiado; para a expressão final que permite calcular a precisão planimétrica tem-se

$$\sigma_{CR}^2 = \sigma_D^2 + D^2 \cdot \sigma_{\alpha_H}^2 \quad (3.7)$$

Neste estudo as distâncias dos alvos às estações estão situadas no intervalo de 22 m a 55 m, limite mínimo e máximo, respectivamente, valores para os quais se obtém:

$$\sigma_{CR\min} = \pm\sqrt{\sigma_{22}^2 + 22^2 \cdot \sigma_{aH}^2} = \pm\sqrt{0,00002612} = \pm 0,0051 m \quad (3.8)$$

$$\sigma_{CR\max} = \pm\sqrt{\sigma_{55}^2 + 55^2 \cdot \sigma_{aH}^2} = \pm\sqrt{0,00003198} = \pm 0,0057 m \quad (3.9)$$

Os valores calculados estabelecem a precisão planimétrica esperada para a determinação das coordenadas de cada alvo isoladamente, observando-se que a diferença entre os valores máximo e mínimo é da ordem de meio milímetro; como foram realizadas quatro séries de leituras conjugadas para cada alvo, em cada campanha, pode-se calcular o desvio padrão da média das coordenadas:

$$\sigma_{\overline{CR}} = \pm \frac{\sigma_{CR}}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0,006}{\sqrt{4}} \approx \pm 0,003 m \quad (3.10)$$

Desta forma chega-se ao valor da precisão planimétrica esperada para cada conjunto de quatro séries por alvo;

b) precisão altimétrica

A necessidade maior do estudo é a verificação de possíveis movimentos verticais; como foi adotada a metodologia de controle tridimensional dos alvos, a altimetria é determinada indiretamente, por meio do nivelamento trigonométrico.

Um fator importante a considerar neste tipo de nivelamento é a influência conjunta da curvatura terrestre e da refração atmosférica. A parcela correspondente a essa influência é dada por

$$C = \frac{D^2}{2R}(1-k) \quad (3.11)$$

onde

D – distância da estação ao ponto irradiado;

R – raio médio da Terra, podendo ser adotado 6.371 km;

k – coeficiente médio de refração, sendo normalmente adotado 0,13.

Tomando-se como parâmetro balizador o limite superior das distâncias lidas, tem-se:

$$C_{\max} = \frac{55^2}{2 \times 6371000}(1-0,13) = 0,0002 m \quad (3.12)$$

O cálculo efetuado para o caso mais desfavorável comprova a não influência do efeito conjunto da curvatura terrestre e refração atmosférica para as condições de contorno deste estudo, pelo que não será levado em conta.

A precisão esperada para as altitudes será dada pela lei geral da propagação dos erros, novamente levando-se em conta a premissa de que os alvos foram lidos de pontos-estação considerados fixos; a variância de cada altitude irradiada é dada por

$$\sigma_H^2 = \sigma_D^2 \cdot \cos^2 Z + D^2 \cdot \sin^2 Z \cdot \sigma_{\alpha_{rad}}^2 + \sigma_{h_i}^2 \quad (3.13)$$

onde

H – altitude do ponto irradiado;

D – distância da estação ao ponto irradiado;

h_i – altura do instrumento;

Z – ângulo zenital lido para o ponto irradiado;

σ_H^2 – variância da altitude;

σ_D – desvio padrão linear (precisão) total;

$\sigma_{\alpha_{rad}}$ – desvio padrão angular nominal do equipamento (7" de arco);

σ_{h_i} – desvio padrão da altura do instrumento, sendo adotado 0,0015 m.

O cálculo efetuado para a combinação mais desfavorável, ou seja, para os maiores valores observados de distância e ângulo zenital, respectivamente 55 m e 98° (valores majorados), traz:

$$\sigma_{H_{máx}} = \pm \sqrt{\sigma_{55}^2 \cdot \cos^2 98^\circ + 55^2 \cdot \sin^2 98^\circ \cdot \sigma_{\alpha_{rad}}^2 + 0,0015^2} = \pm 0,003 \text{ m} \quad (3.14)$$

Da mesma forma, como foram realizadas quatro séries de leituras conjugadas para cada alvo em cada campanha, pode-se calcular o desvio padrão da média das altitudes:

$$\sigma_{\bar{H}} = \pm \frac{\sigma_H}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0,003}{\sqrt{4}} \approx \pm 0,002 \text{ m} \quad (3.15)$$

A determinação das precisões esperadas, planimétrica e altimétrica, permite constatar que os maiores valores de desvio médio e desvio padrão encontrados na análise estatística efetuada são compatíveis com essas precisões, concluindo-se pela consistência de todo o conjunto de coordenadas obtidas para os alvos.

A análise seguinte foi efetuada por meio da interpretação dos gráficos do comportamento evolutivo das coordenadas dos alvos ao longo do tempo, obtidos pelas diferenças acumuladas das campanhas consecutivas (Figuras 3.13, 3.14 e 3.15).

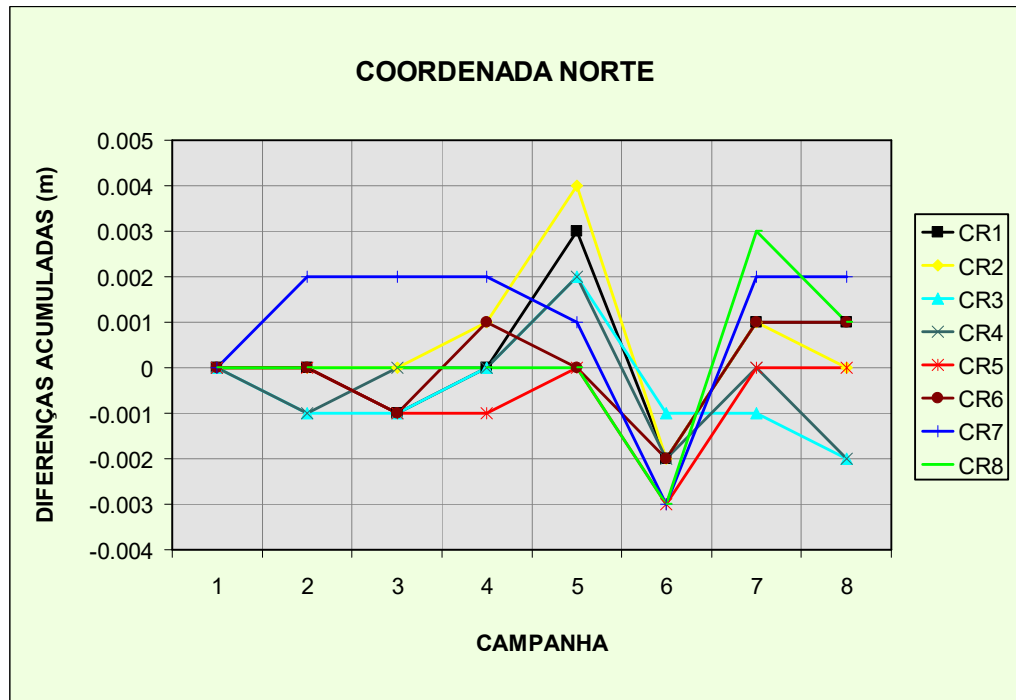


Figura 3.13 – Comportamento da coordenada Norte dos alvos.

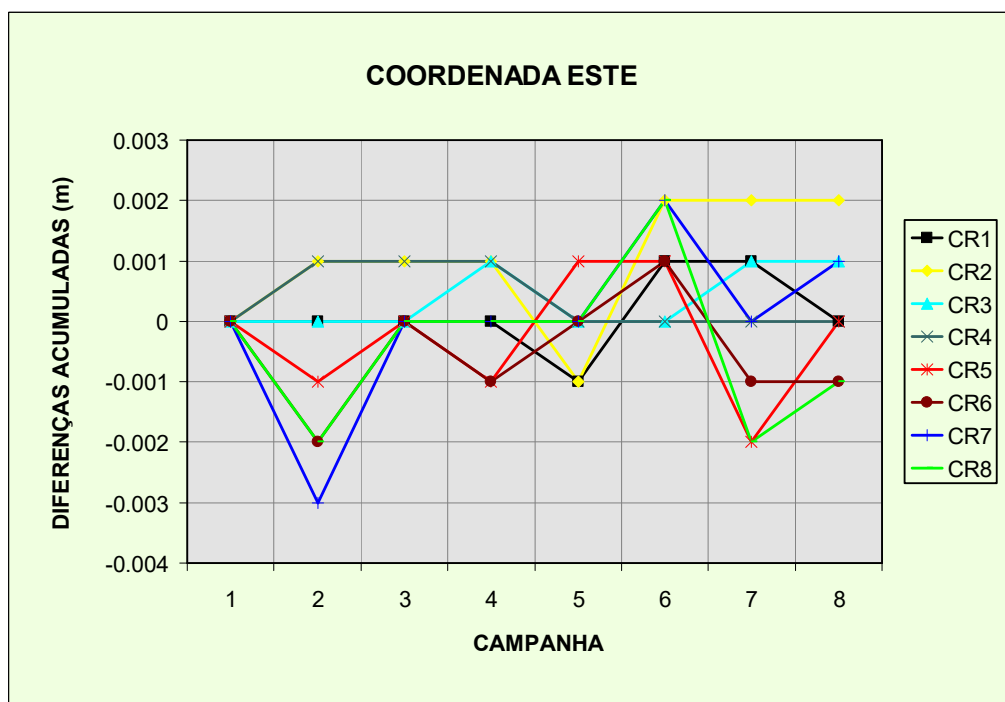


Figura 3.14 – Comportamento da coordenada Este dos alvos.

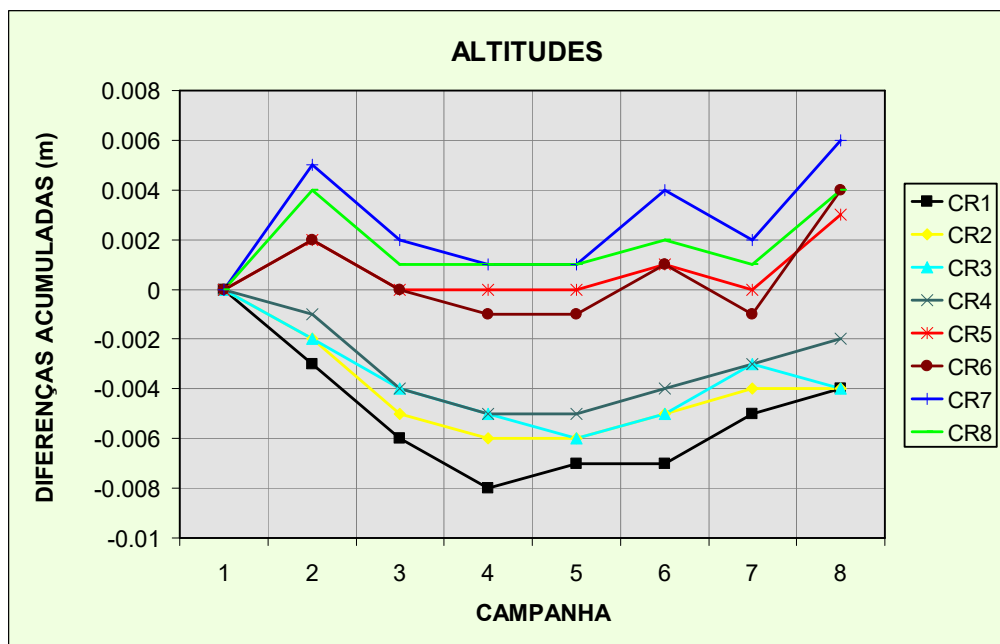


Figura 3.15 – Comportamento das altitudes dos alvos.

Verifica-se a existência de certa flutuação nas diferenças entre campanhas consecutivas, quer nas coordenadas planimétricas, quer nas coordenadas altimétricas, com convergência mais acentuada das primeiras ao final.

A máxima amplitude observada entre duas campanhas consecutivas foi de 6 mm, na coordenada Norte, com dupla ocorrência; esse valor equivale a 2σ , ou seja, duas vezes a precisão planimétrica esperada. Nas altitudes observou-se uma amplitude máxima entre duas campanhas consecutivas de 5 mm, também com dupla ocorrência, valor que equivale a $2,5\sigma$, ou seja, duas vezes e meia a precisão altimétrica esperada. Não se observou relação direta entre o espaçamento temporal das campanhas e o comportamento das amplitudes.

Visando-se ao refinamento da metodologia de processamento das observações e cálculo das coordenadas dos alvos, procedeu-se ao ajustamento pelo método dos mínimos quadrados (MMQ), com o uso do *software* de ajustamento geodésico **MOVE3 versão 3.4.3**, desenvolvido por Grontmij Nederland, que permite a análise das observações e o ajustamento de redes geodésicas de uma (H), duas (N,E) ou três dimensões (N,E,H).

O *software* **MOVE3** tem como concepção o princípio da qualidade (acurácia) de uma rede, expressa em termos de precisão e confiabilidade, mediante a aplicação da teoria para projeto e ajustamento de redes geodésicas da denominada

Escola de Delft; prevê a realização de testes estatísticos visando ao controle de qualidade das observações e a aplicação de complexo tratamento matemático associado a redes tridimensionais.

Para assegurar a qualidade desejada são executados os seguintes testes estatísticos:

- a) teste de hipóteses, para níveis de significância variando entre 0,1% e 5% e potência do teste variando entre 0,70 e 0,90, pela aplicação do teste F, que verifica o modelo como um todo e é um teste multidimensional;
- b) teste de *data snooping*, denominado de teste W, que verifica individualmente as observações para a detecção da existência de erros grosseiros;
- c) aplicação combinada dos testes F e W, pelo denominado método B, que verifica a detecção de dados inconsistentes com a mesma probabilidade;
- d) teste T, também conectado ao teste F, e que é um teste tridimensional.

Para a verificação do comportamento do monitoramento da ponte com o uso do **MOVE3**, sistematizou-se o processamento em duas etapas:

- a) 1ª etapa – verificação e ajustamento da rede principal implantada em 2003, em conjunto com a rede de adensamento implantada em 2007;
- b) 2ª etapa – verificação e ajustamento das oito campanhas para determinação das coordenadas tridimensionais dos alvos.

Em cada etapa foram inseridos os dados oriundos das observações de campo, já consideradas as médias das leituras conjugadas (PD/PI), verificados os circuitos (*loops*) e a aplicação dos testes estatísticos. O ajustamento pelo MMQ permitiu determinar as coordenadas da rede implantada bem como dos alvos. Os relatórios emitidos pelo *software* estão no Apêndice A, neles constando:

- graus de liberdade do sistema;
- resultados dos testes estatísticos;
- componentes da análise de variância;
- expectativa de precisão de pontaria, centrada e altura do instrumento;
- desvios padrão das coordenadas conhecidas;
- observações inseridas e respectivos desvios padrão *a priori*;

- observações e coordenadas ajustadas e respectivos desvios padrão *a posteriori*;
- elipses de erro dos vértices da rede e dos alvos.

As coordenadas dos alvos campanha a campanha, resultantes do ajustamento pelo MMQ no **MOVE3**, são apresentadas no Quadro 3.9.

Quadro 3.9 – Coordenadas dos alvos obtidas pelo ajustamento realizado no MOVE3.

COORDENADAS DOS ALVOS OBTIDAS PELO AJUSTAMENTO NO SOFTWARE MOVE3												
ALVO	CAMPANHA 01			CAMPANHA 02			CAMPANHA 03			CAMPANHA 04		
	NORTE	ESTE	ALT.	NORTE	ESTE	ALT.	NORTE	ESTE	ALT.	NORTE	ESTE	ALT.
CR1	7454693,580	673938,110	0,996	7454693,580	673938,110	0,993	7454693,580	673938,109	0,990	7454693,581	673938,110	0,989
CR2	7454694,602	673938,078	0,907	7454694,603	673938,078	0,905	7454694,603	673938,078	0,903	7454694,604	673938,077	0,901
CR3	7454704,540	673954,741	0,834	7454704,539	673954,742	0,833	7454704,539	673954,742	0,830	7454704,540	673954,742	0,829
CR4	7454705,538	673954,620	0,932	7454705,537	673954,620	0,930	7454705,537	673954,620	0,928	7454705,538	673954,620	0,926
CR5	7454709,443	673952,041	0,939	7454709,447	673952,040	0,941	7454709,446	673952,041	0,940	7454709,447	673952,040	0,939
CR6	7454709,933	673951,143	0,930	7454709,937	673951,142	0,933	7454709,936	673951,144	0,931	7454709,937	673951,143	0,931
CR7	7454698,997	673934,641	0,958	7454699,003	673934,640	0,963	7454699,002	673934,642	0,960	7454699,003	673934,642	0,960
CR8	7454698,494	673935,560	0,961	7454698,499	673935,559	0,965	7454698,497	673935,561	0,962	7454698,498	673935,561	0,962
ALVO	CAMPANHA 05			CAMPANHA 06			CAMPANHA 07			CAMPANHA 08		
	NORTE	ESTE	ALT.	NORTE	ESTE	ALT.	NORTE	ESTE	ALT.	NORTE	ESTE	ALT.
CR1	7454693,584	673938,109	0,989	7454693,578	673938,110	0,990	7454693,581	673938,110	0,991	7454693,582	673938,109	0,992
CR2	7454694,607	673938,076	0,901	7454694,600	673938,078	0,902	7454694,604	673938,078	0,903	7454694,602	673938,077	0,904
CR3	7454704,542	673954,741	0,829	7454704,538	673954,741	0,830	7454704,539	673954,742	0,831	7454704,538	673954,742	0,831
CR4	7454705,540	673954,620	0,926	7454705,536	673954,620	0,927	7454705,538	673954,620	0,928	7454705,536	673954,619	0,929
CR5	7454709,446	673952,041	0,939	7454709,444	673952,042	0,940	7454709,446	673952,038	0,939	7454709,445	673952,040	0,942
CR6	7454709,936	673951,144	0,930	7454709,935	673951,145	0,932	7454709,936	673951,142	0,930	7454709,936	673951,142	0,934
CR7	7454699,002	673934,642	0,959	7454698,999	673934,644	0,962	7454699,001	673934,640	0,960	7454699,000	673934,641	0,964
CR8	7454698,498	673935,562	0,962	7454698,495	673935,563	0,963	7454698,499	673935,558	0,962	7454698,497	673935,558	0,965

Os resultados obtidos com o processamento dos dados no *software* permitiram as seguintes observações em relação ao tratamento convencional:

- a) máxima diferença observada em coordenada final dos pontos-estação da rede de apoio (Quadro 3.10): 4 mm;
- b) máxima diferença observada em coordenada final dos alvos: 5 mm;
- c) a análise obtida pela comparação entre as diferenças acumuladas ao término das oito campanhas, obtidas pelos dois processos, apresentou o resíduo máximo de 3 mm na planimetria e 1 mm na altimetria.

Quadro 3.10 – Diferenças encontradas no ajustamento da rede.

REDE	MÉTODO CONVENCIONAL			SOFTWARE MOVE3			DIFERENÇAS		
ESTAÇÃO	NORTE	ESTE	ALTITUDE	NORTE	ESTE	ALTITUDE	NORTE	ESTE	ALTITUDE
J0	7454664,125	673913,550	2,254	7454664,125	673913,550	2,254	0,000	0,000	0,000
J1	7454711,776	673995,245	1,659	7454711,776	673995,245	1,656	0,000	0,000	-0,003
J2	7454777,260	673958,211	1,555	7454777,256	673958,213	1,553	-0,004	0,002	-0,002
J3	7454708,325	673851,140	2,077	7454708,325	673851,143	2,077	0,000	0,003	0,000
J0A	7454706,276	673977,420	2,103	7454706,273	673977,418	2,103	-0,003	-0,002	0,000
J1A	7454738,825	673971,529	1,819	7454738,821	673971,526	1,818	-0,004	-0,003	-0,001
AUX	7454741,688	673993,618	3,569	7454741,686	673993,614	3,568	-0,002	-0,004	-0,001

As diferenças de 4 e 5 mm mencionadas devem-se, principalmente, ao fato de o tratamento pelo *software MOVE3* ter sido aplicado após a implantação de toda a rede de apoio, portanto globalmente, ao passo que no método convencional as coordenadas foram ajustadas por meio de compensação das poligonais em datas distintas, com as considerações parciais daí derivadas.

3.1.6 Observações Suplementares

Em função dos elementos coletados no monitoramento da ponte ao longo das oito campanhas realizadas, e face aos resultados obtidos, conclui-se pela ausência clara de indícios de recalque nos apoios.

A análise planimétrica mostra que há indício de convergência, com o valor máximo acumulado de 2 mm, apontando para a estabilidade posicional dos alvos; as altitudes apresentam, ao fim das oito campanhas, valores acumulados mais altos, com a ocorrência de 6 mm no alvo 7, o que significa três vezes a precisão esperada para as altitudes.

Neste estudo de caso, em que as observações têm lados curtos, as precisões esperadas são quase somente função da precisão nominal (linear e angular) dos equipamentos, sendo dois os fatores que mais influenciam a qualidade dos resultados: a centrada do equipamento e a determinação da sua altura.

Os resultados obtidos mostram claramente que o método utilizado é consistente, mas seria recomendável a adoção de algumas medidas no intuito de melhorar a qualidade, quais sejam:

- dispositivo de centragem forçada, por meio da instalação de marco-monumento com parafuso de centragem em cada um dos pontos-estação que visaram os alvos;

- nivelamento geométrico dos dispositivos de centragem forçada, para minimizar os erros na determinação das alturas do equipamento em cada campanha.

Ainda no intuito de melhorar os resultados, recomendar-se-ia também o prolongamento do período do monitoramento e o aumento do número de séries em cada campanha para pelo menos seis; o uso de equipamento com menor desvio padrão angular e tecnologia de leitura de distâncias com laser visível, com precisão nominal de $2\text{ mm} + 2\text{ ppm}$ deverá gerar resultados com melhor aderência.

3.2 CONTROLE DE RECALQUE DE EDIFÍCIO NO CENTRO DO RIO DE JANEIRO

3.2.1 Histórico

Em fins de 2005 teve início a implantação de empreendimento comercial no centro da Cidade do Rio de Janeiro em terreno com cerca de 8500 m^2 de área, situado na Avenida República do Chile, vizinho ao conjunto arquitetônico formado pelo Centro Empresarial Castello Branco (CECB) e pelo Conjunto Cultural Teatro Nelson Rodrigues (Figura 3.16).

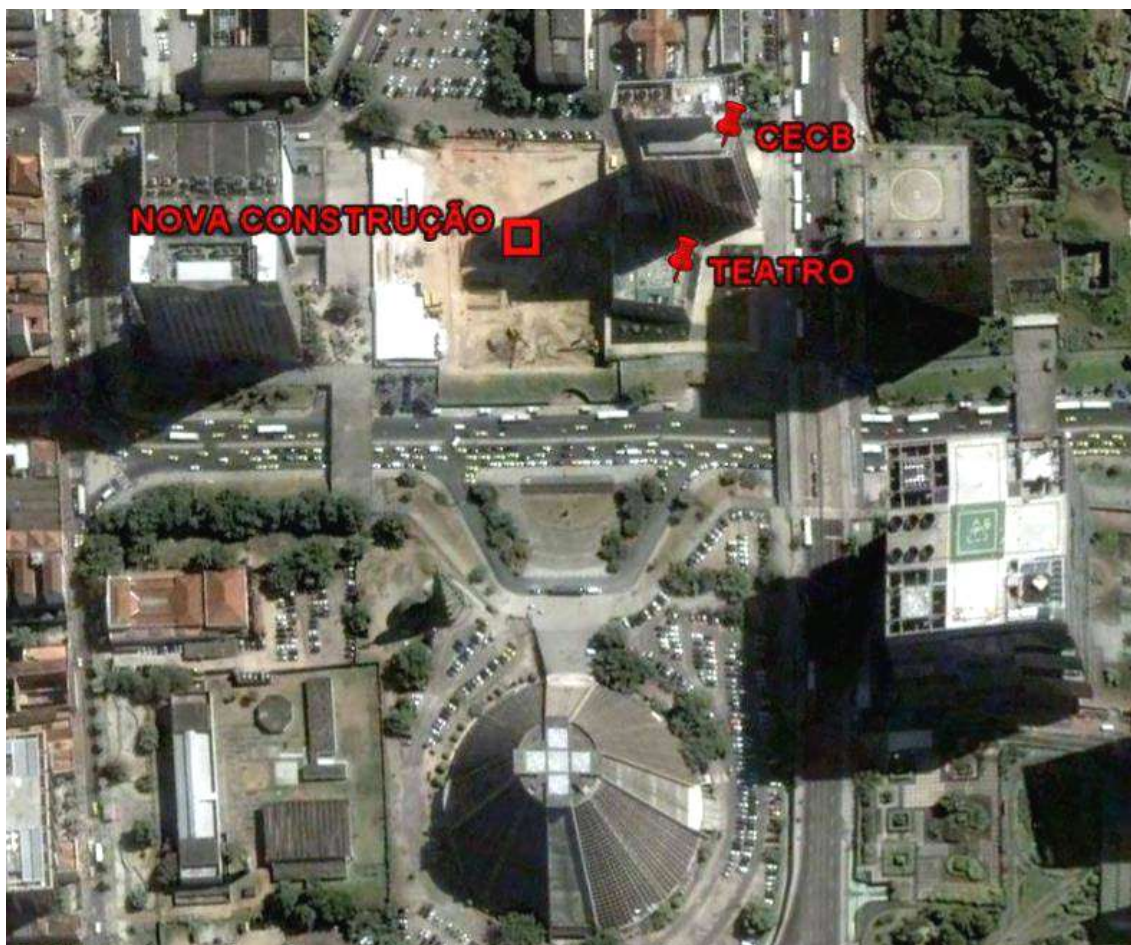


Figura 3.16 – Empreendimento comercial no centro do Rio de Janeiro: situação.

O conjunto arquitetônico existente data da década de 1970. Compõe-se de duas lâminas, norte e sul, com 31 e 29 andares respectivamente, e um núcleo central formando uma estrutura única (CECB), e ainda de centro cultural constituído por teatro e galerias que funcionam em prédio de três andares; o conjunto tem dois andares de subsolo (garagem) com acesso pela Avenida República do Chile (Figura 3.17) e fundações diretas superficiais em sapatas.

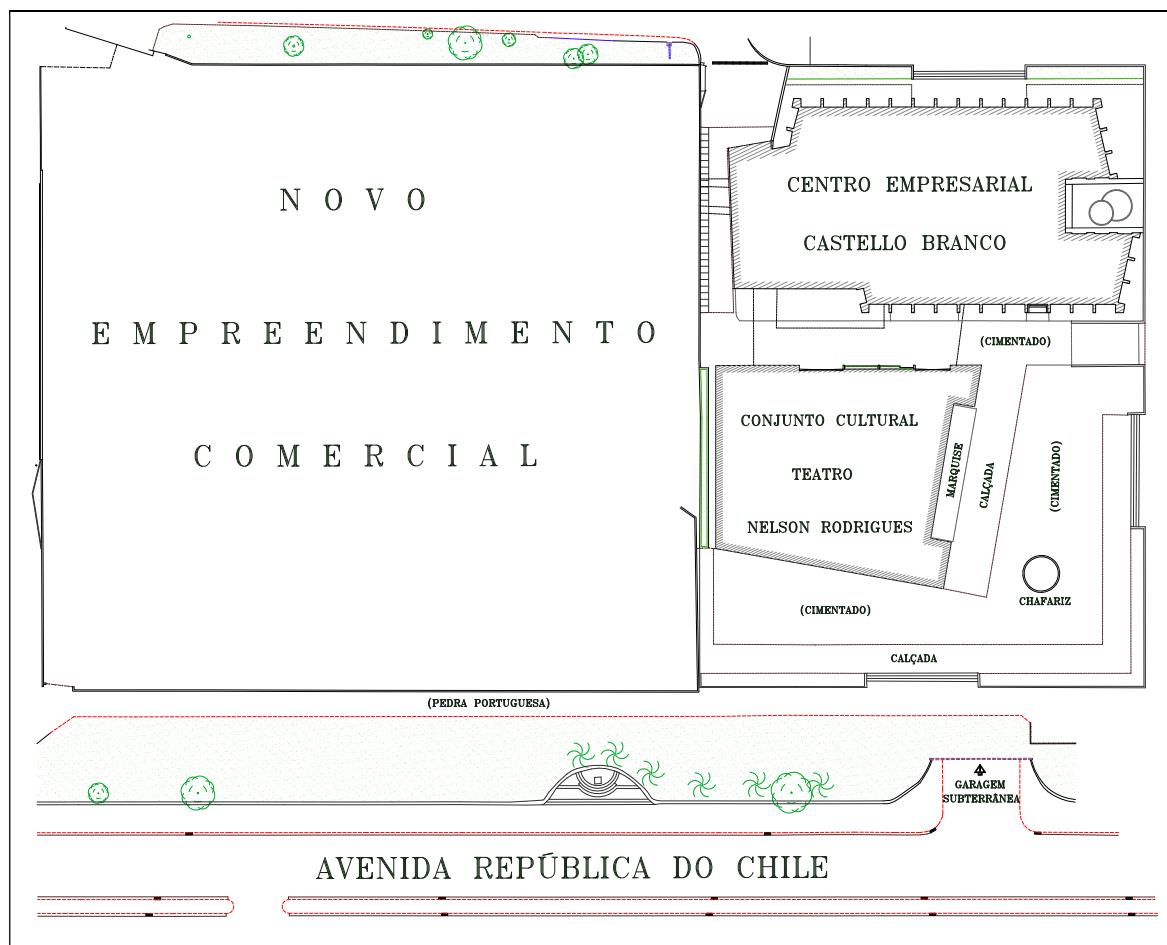


Figura 3.17 – Conjunto arquitetônico existente: situação.

O projeto do novo empreendimento comercial prevê a construção de duas torres com 36 pavimentos, cinco subsolos e um edifício garagem com cinco andares; a obra foi iniciada pelas atividades de terraplanagem e execução das cortinas dos subsolos (Figura 3.18), para o que se realizou o rebaixamento do nível do lençol de água.

Em meados de 2006 o conjunto arquitetônico vizinho à obra em curso apresentou patologias que levaram à necessidade de verificação e controle de possível movimentação da estrutura (recalques). Essas patologias manifestaram-se principalmente nos dois andares de garagem (subsolo), com maior incidência no piso inferior, tendo-se observado (Figura 3.19):

- desnivelamento entre placas de concreto do piso da garagem;
- descolamento de alvenarias;
- trincas no piso da garagem;
- trincas em alvenarias de vedação.

Foi elaborado um plano de observação para o monitoramento do comportamento da estrutura compreendendo o mapeamento das patologias, o acompanhamento da evolução das fissuras e o estudo da movimentação da mesma.



Figura 3.18 – Construção de cortinas adjacentes ao conjunto arquitetônico existente.



Figura 3.19 – Trinca em alvenaria de vedação no 1º piso da garagem.

3.2.2 Metodologia Aplicada

Para a verificação da existência de recalques e seu acompanhamento decidiu-se pelo processo topográfico de nivelamento geométrico de precisão, por propiciar melhores resultados no tocante a precisão e pela adequação às características geométricas do local: área com inúmeras interferências construtivas (alvenarias, pilares, etc.) e baixa luminosidade (Figura 3.20).



Figura 3.20 – Características geométricas do 1º piso da garagem.

Face à urgência de realização de medições visando à confirmação da suspeita de recalques na estrutura e determinação da sua velocidade e magnitude, em junho de 2006 foram fixados à percussão, com pistola Walsywa, pinos de aço em 26 pilares (P1 a P26) da garagem do 2º subsolo, um pino auxiliar na entrada da garagem e ainda um pino na face de pilar de viaduto próximo ao CECB, externo à construção em estudo, de forma a servir como RN; posteriormente, antes da realização da 6ª campanha, foram materializados mais dois pinos, nos pilares P30 e P31, respectivamente.

Para a realização das leituras foram idealizadas inicialmente campanhas semanais, espaçadas posteriormente de acordo com a sinalização apontada pela análise das medições. À medida que se realizavam as leituras das primeiras campanhas, procedeu-se à instalação de *Benchmark* (Figuras 3.21 e 3.22) e dos pinos definitivos (Figura 3.23), aos quais foi acrescido o sufixo N para distinção dos

pinos provisórios; nas campanhas de números 08 e 09 foram efetuadas leituras para todos os pontos e homogeneizados os resultados pela média aritmética dos pares de recalques parciais apurados.

A determinação da diferença de nível entre o RN (pino no pilar do viaduto) e o *Benchmark* foi continuada, de forma a permitir a verificação da estabilidade dos dois.



Figura 3.21 – Instalação do *Benchmark*.



Figura 3.22 – *Benchmark* e mira de ínvar.



Figura 3.23 – Pino fixado em pilar.

As campanhas realizadas ficaram assim distribuídas:

- campanha inicial realizada nos dias 19 e 20/06/2006, num total de duas campanhas no mês de junho de 2006;
- cinco campanhas no decorrer do mês de julho de 2006;
- quatro campanhas no decorrer do mês de agosto de 2006;
- quatro campanhas no decorrer do mês de setembro de 2006;
- cinco campanhas no decorrer do mês de outubro de 2006;
- duas campanhas mensais até outubro de 2007;
- uma campanha em novembro de 2007;
- duas campanhas em dezembro de 2007;
- uma campanha em janeiro de 2008;
- duas campanhas em fevereiro de 2008;
- campanhas mensais a partir de março de 2008.

Neste trabalho serão analisados os resultados decorrentes das campanhas compreendidas entre 19/06/2006 e 26/02/2008, em número total de cinquenta. O arranjo geral dos pilares da estrutura, *Benchmark* e pontos monitorados por intermédio do nivelamento geométrico é apresentado na Figura 3.24.

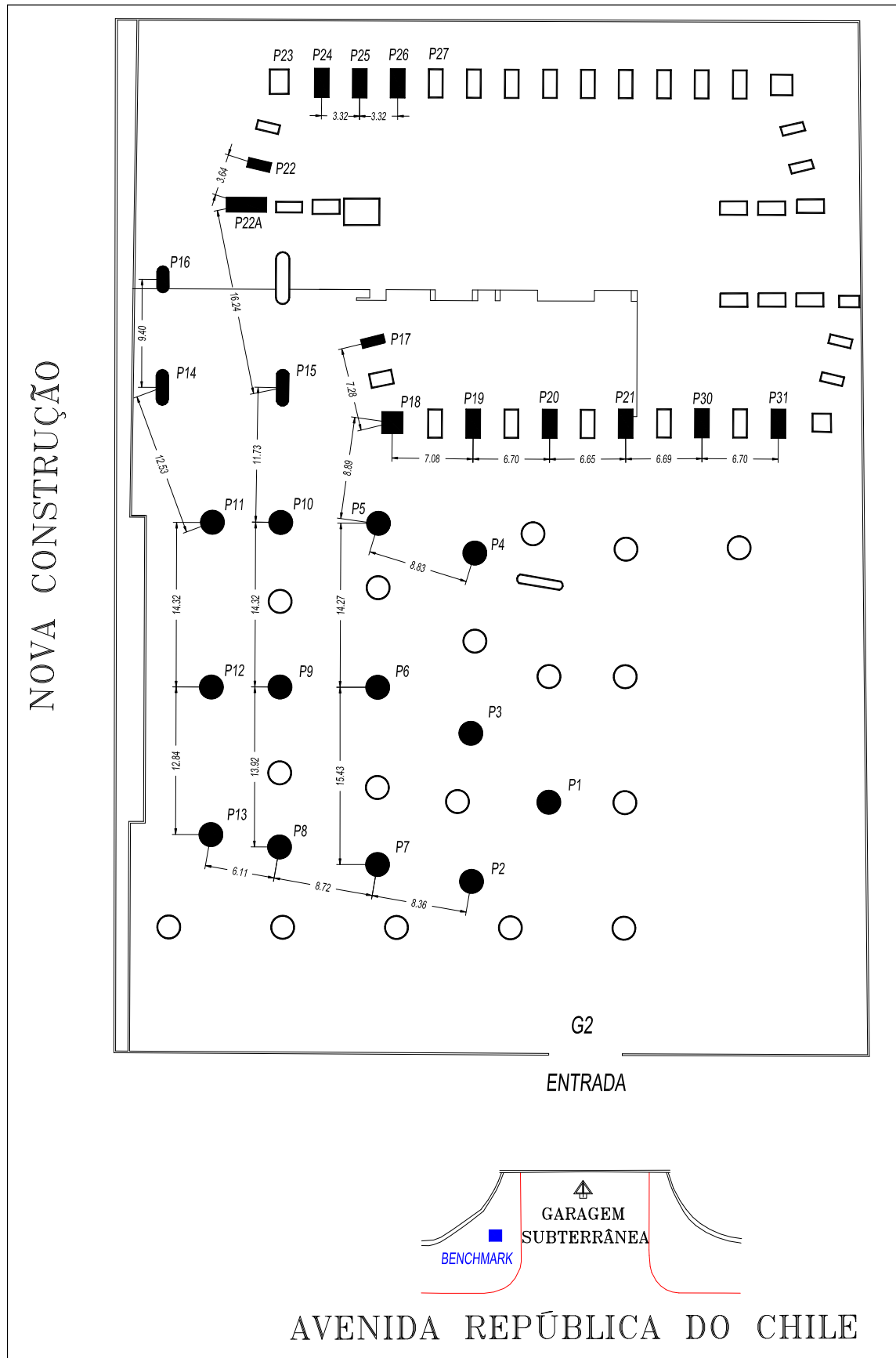


Figura 3.24 – Arranjo geral dos pilares da estrutura e dos pontos nivelados.

Todas as campanhas obedeceram a rígidos princípios de técnicas operacionais, de forma a minimizar os erros sistemáticos (instrumentais e ambientais); em cada lance de nivelamento foram realizadas pelo menos três séries de leituras (nivelamento e contranivelamento), num total mínimo de seis leituras para cada pino.

3.2.3 Equipamentos Utilizados

Os equipamentos utilizados para a realização das medições foram:

- a) nível WILD N3 com placa plano-paralela embutida;
- b) mira de ínvar com graduação centimétrica e nível de cantoneira acoplado (Figura 3.25).

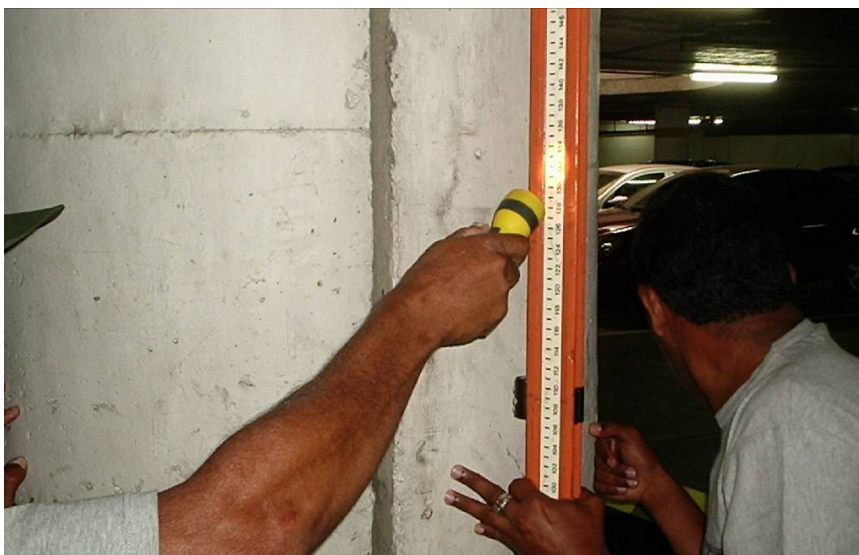


Figura 3.25 – Mira de ínvar e nível de cantoneira acoplado utilizados nas medições.

O nível Wild N3 tem as seguintes características técnicas, de acordo com o manual do usuário fornecido pelo fabricante:

- desvio padrão para 1 km de duplo nivelamento: 0,2 mm;
- aumento da luneta: 16 vezes para 1 m e 42 vezes para 100 m;
- distância de foco mínimo: 0,45 m;
- placa plano-paralela e micrômetro acoplado: leitura direta de 0,1 mm e estimativa de 0,01 mm.

De acordo com o item 4.1.2 da NBR 13133:1994, o nível Wild N3 está classificado como pertencente à classe de níveis de precisão muito alta.

A adoção de nível óptico-mecânico para a realização do monitoramento e não de moderno nível digital deve-se ao fato de o uso deste tipo de equipamento requerer boa condição de luminosidade para processar digitalmente as imagens obtidas quando em operação e garantir a precisão necessária, atributos não reunidos face às condições locais de execução das leituras.

3.2.4 Tratamento dos Dados

Em cada campanha as leituras efetuadas foram anotadas em caderneta de campo apropriada e transcritas para planilhas **Excel**, para análise das séries de leituras de nivelamento e contranivelamento, e cálculo das diferenças de nível para cada pino.

Para a análise dos dados de campo determinaram-se os seguintes parâmetros estatísticos relativos às diferenças de nível calculadas em cada campanha:

- média das diferenças de nível;
- desvio de cada diferenças de nível em relação à média;
- desvio médio;
- desvio padrão das diferenças de nível;
- cotas calculadas.

Foram rejeitados os valores de desvio superiores a 0,20 mm, critério estabelecido em função da precisão do equipamento utilizado, e determinadas novas médias para as diferenças de nível de cada trecho; os dados processados alimentaram uma planilha geral das campanhas realizadas para balizamento da análise da evolução do comportamento dos recalques observados; esta planilha consta do Apêndice B e contém os seguintes elementos:

- data da realização e número de cada campanha;
- dias entre campanhas consecutivas e acumulado;
- identificação e cotas dos pinos nivelados;
- recalques parcial e total;
- velocidade de recalque (μ /dia) parcial e total.

Foram elaborados gráficos no **Excel** contendo a evolução temporal dos recalques de cada ponto monitorado (Figuras 3.26 a 3.53); elaborou-se também gráfico com os recalques totais tomados na 50ª campanha (Figura 3.54).

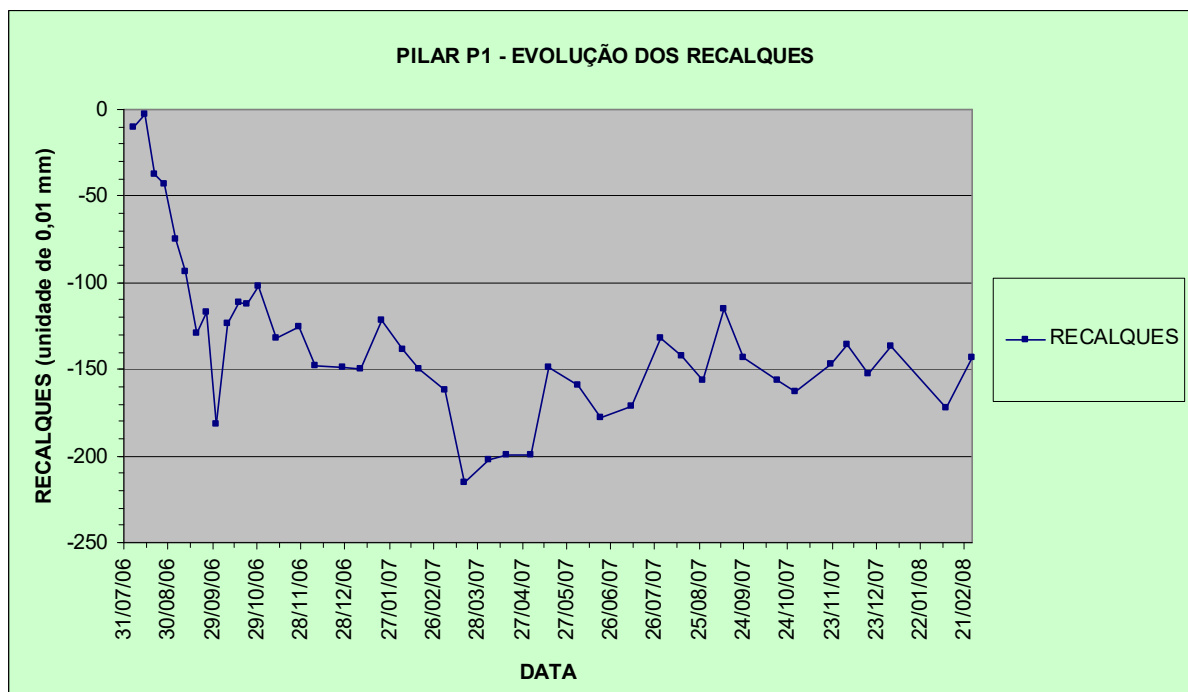


Figura 3.26 – Evolução dos recalques observados no pilar P1.

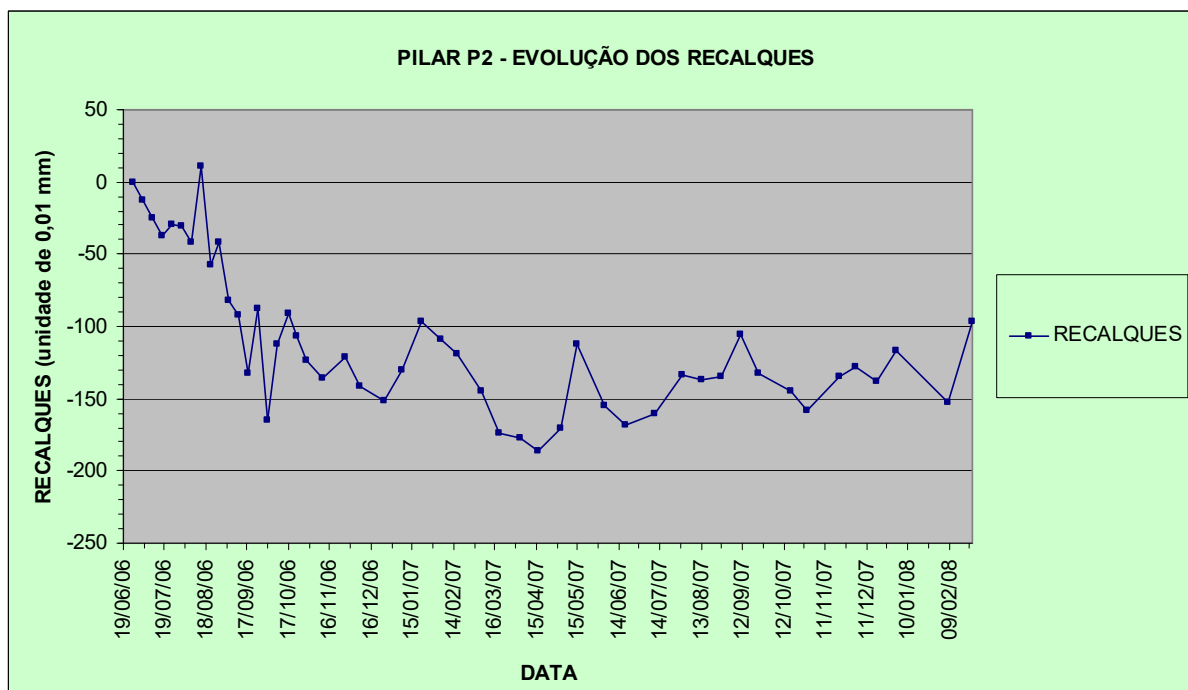


Figura 3.27 – Evolução dos recalques observados no pilar P2.

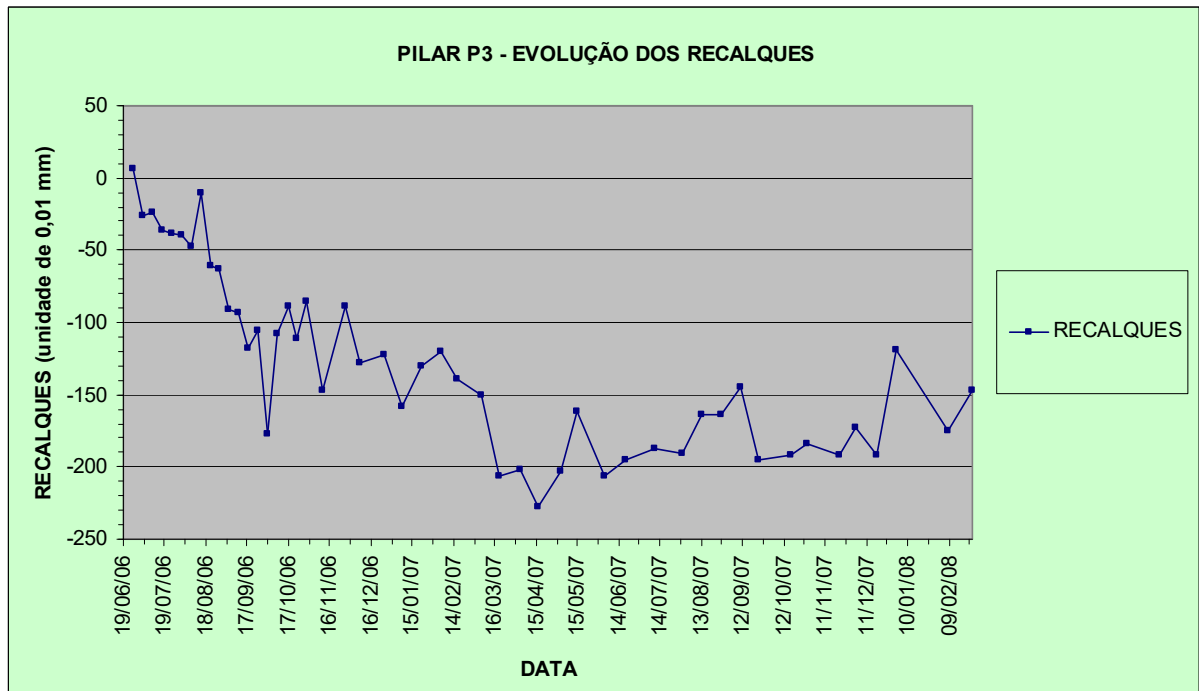


Figura 3.28 – Evolução dos recalques observados no pilar P3.

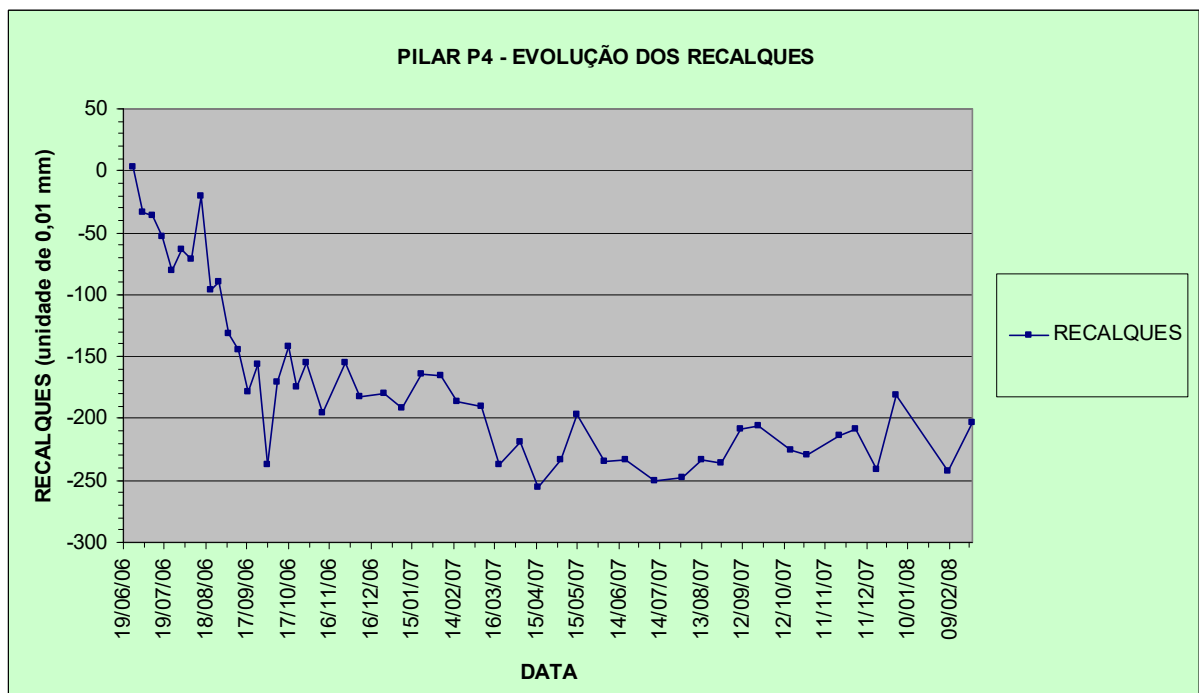


Figura 3.29 – Evolução dos recalques observados no pilar P4.

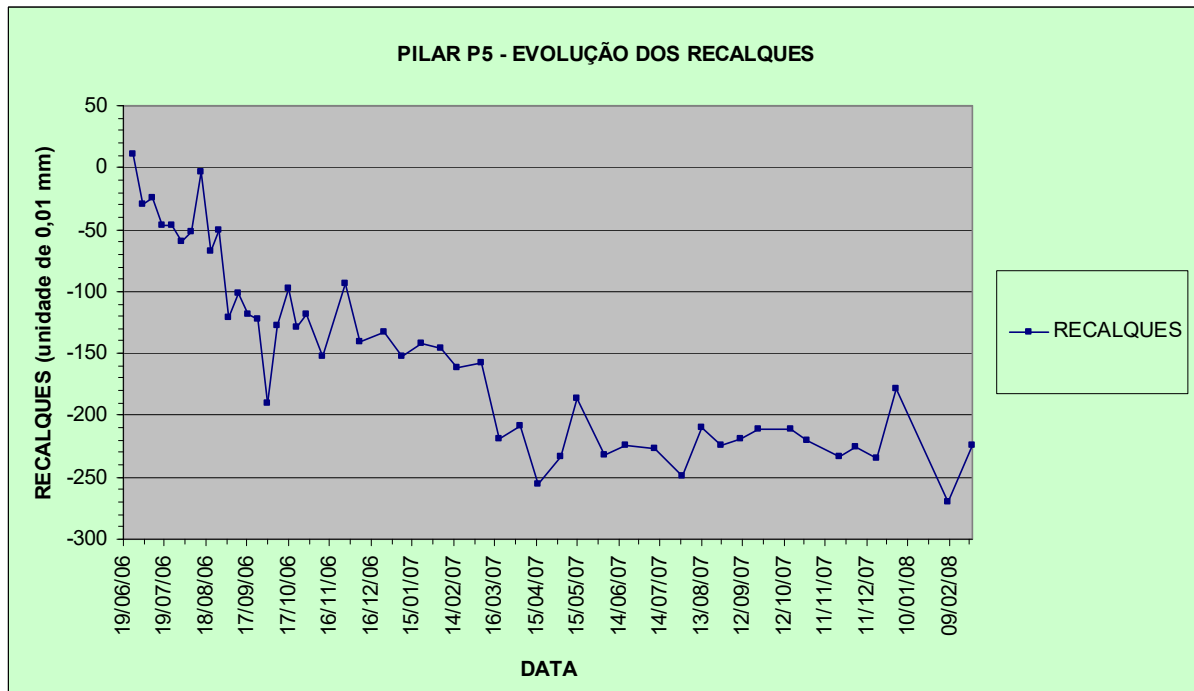


Figura 3.30 – Evolução dos recalques observados no pilar P5.

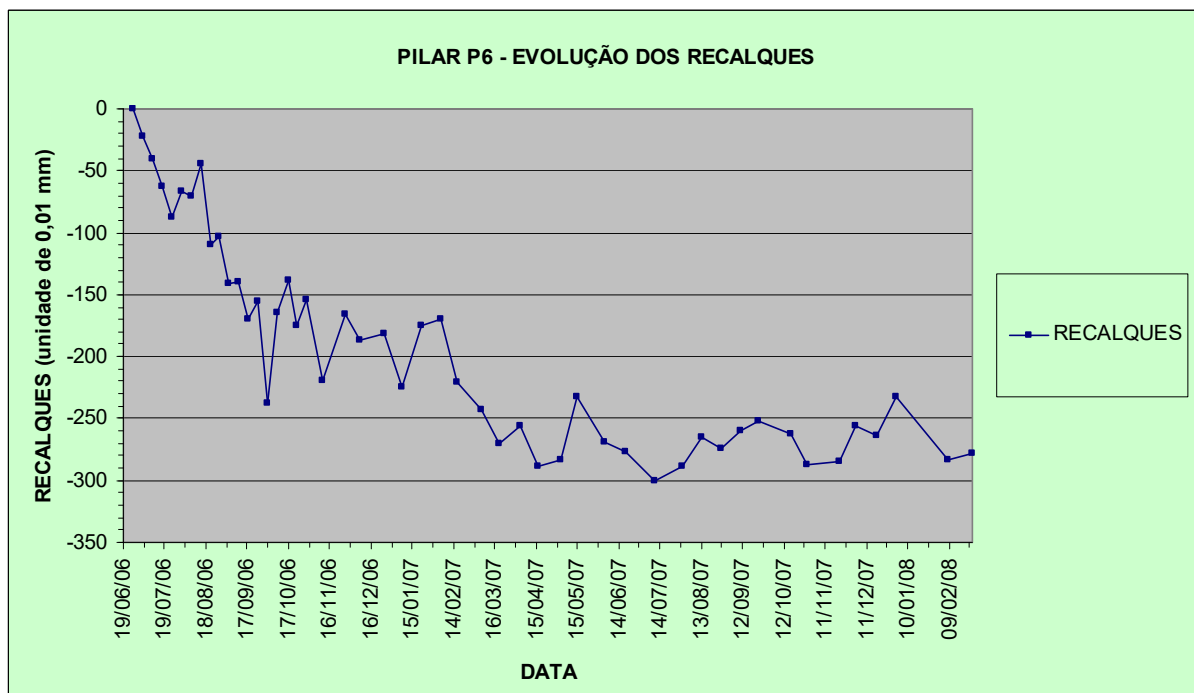


Figura 3.31 – Evolução dos recalques observados no pilar P6.

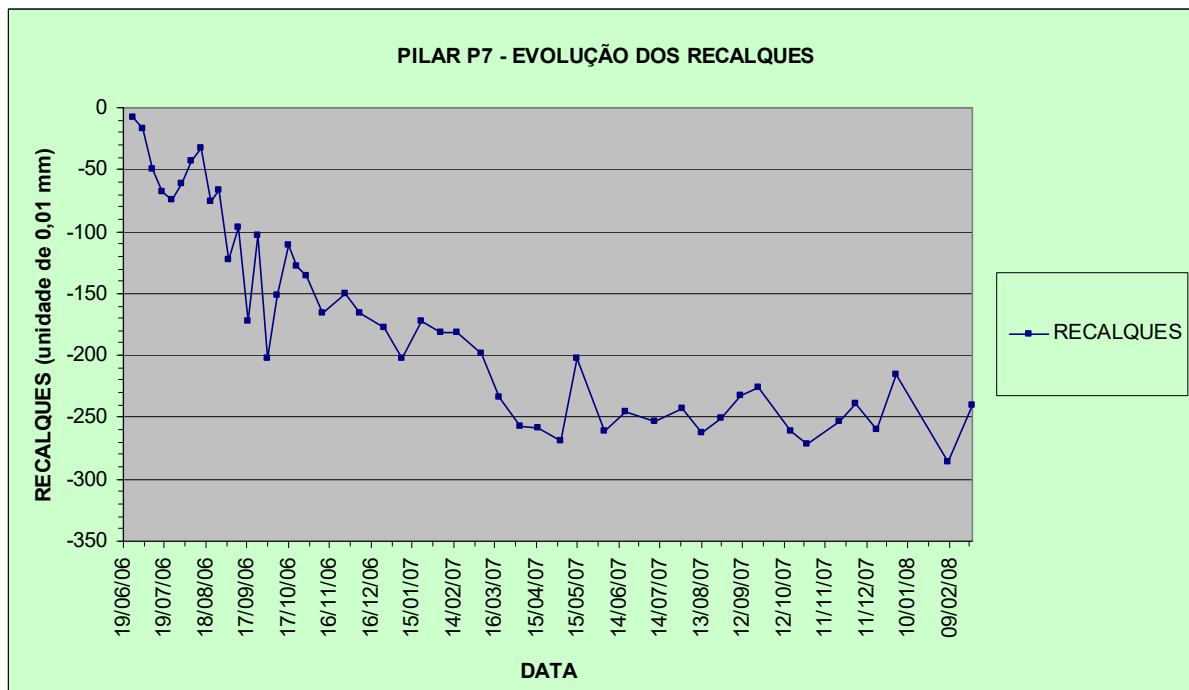


Figura 3.32 – Evolução dos recalques observados no pilar P7.

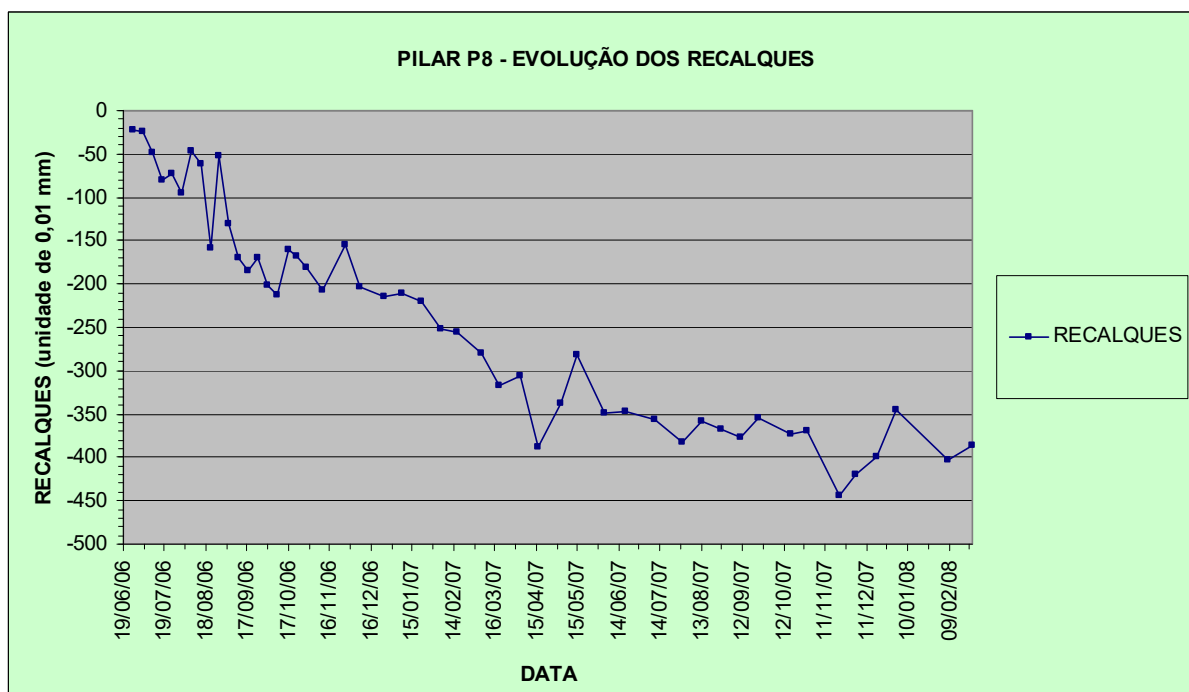


Figura 3.33 – Evolução dos recalques observados no pilar P8.

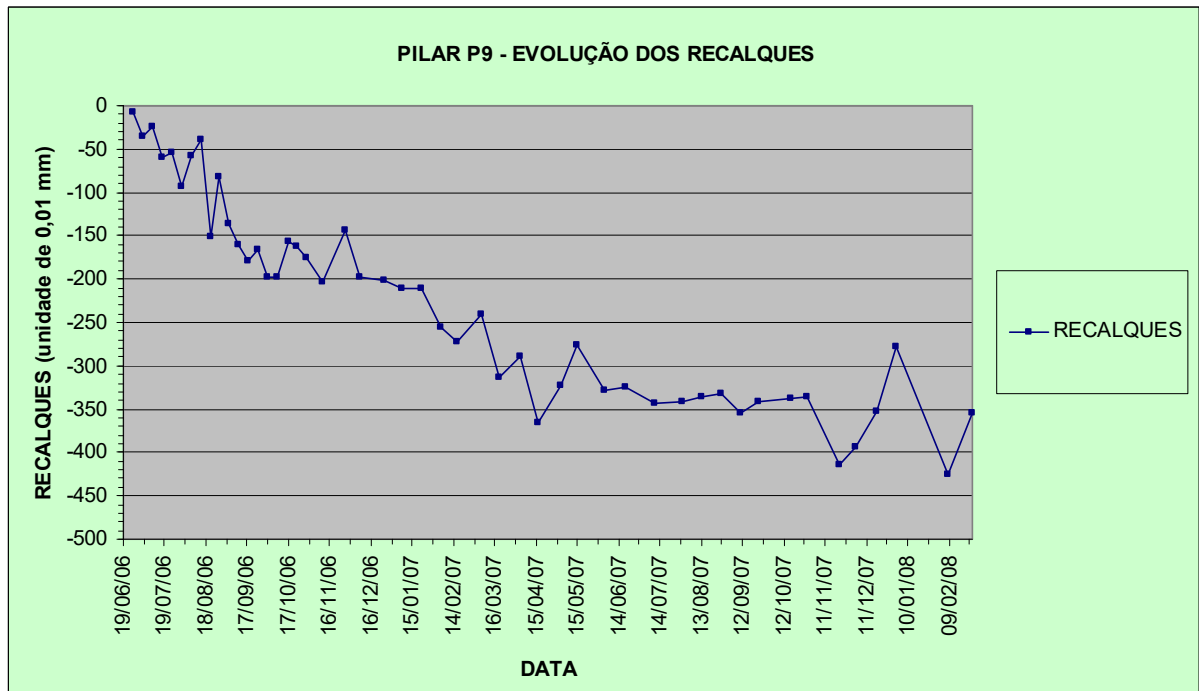


Figura 3.34 – Evolução dos recalques observados no pilar P9.

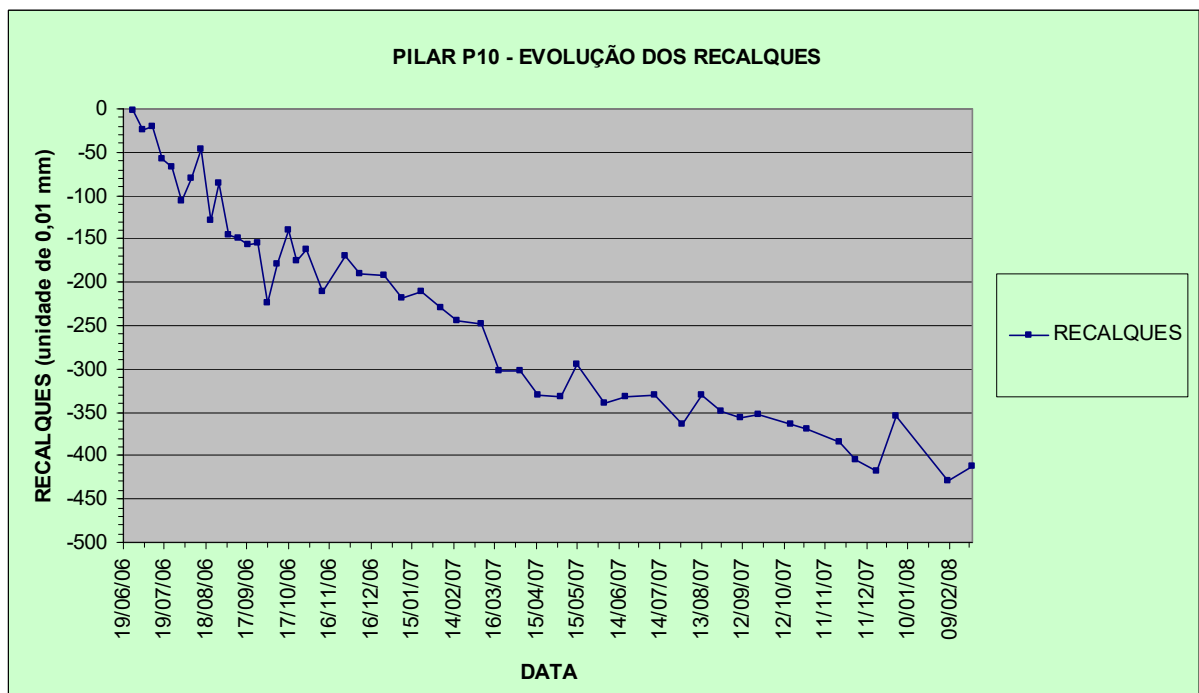


Figura 3.35 – Evolução dos recalques observados no pilar P10.

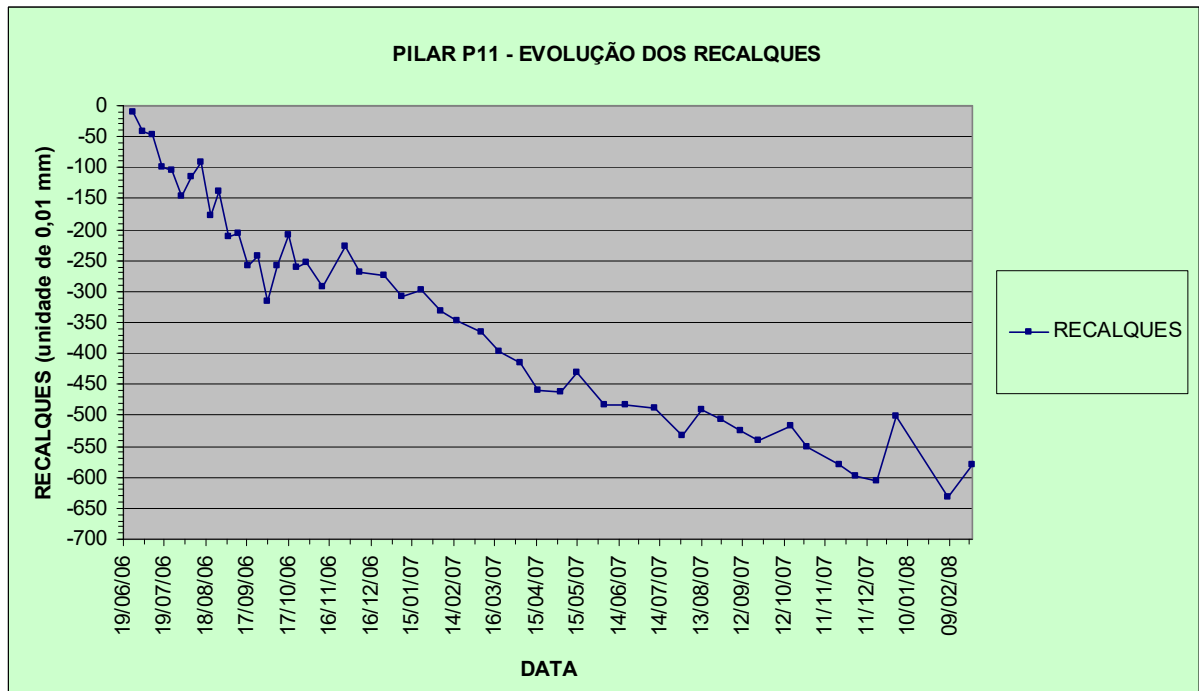


Figura 3.36 – Evolução dos recalques observados no pilar P11.

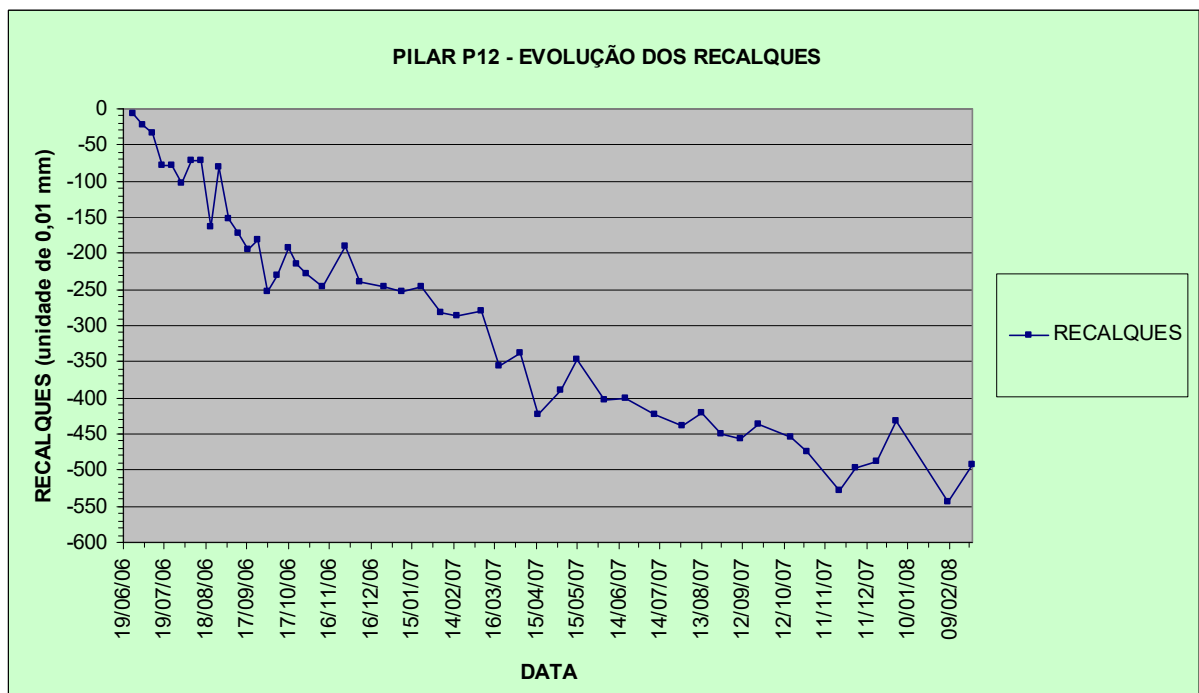


Figura 3.37 – Evolução dos recalques observados no pilar P12.

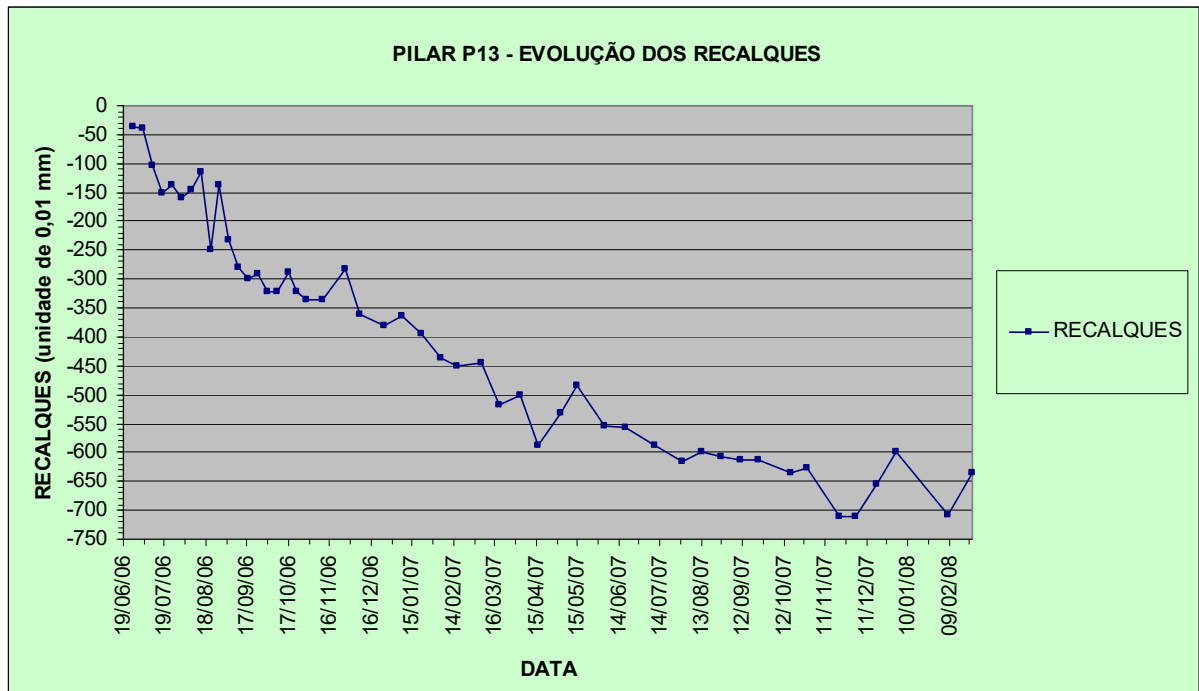


Figura 3.38 – Evolução dos recalques observados no pilar P13.

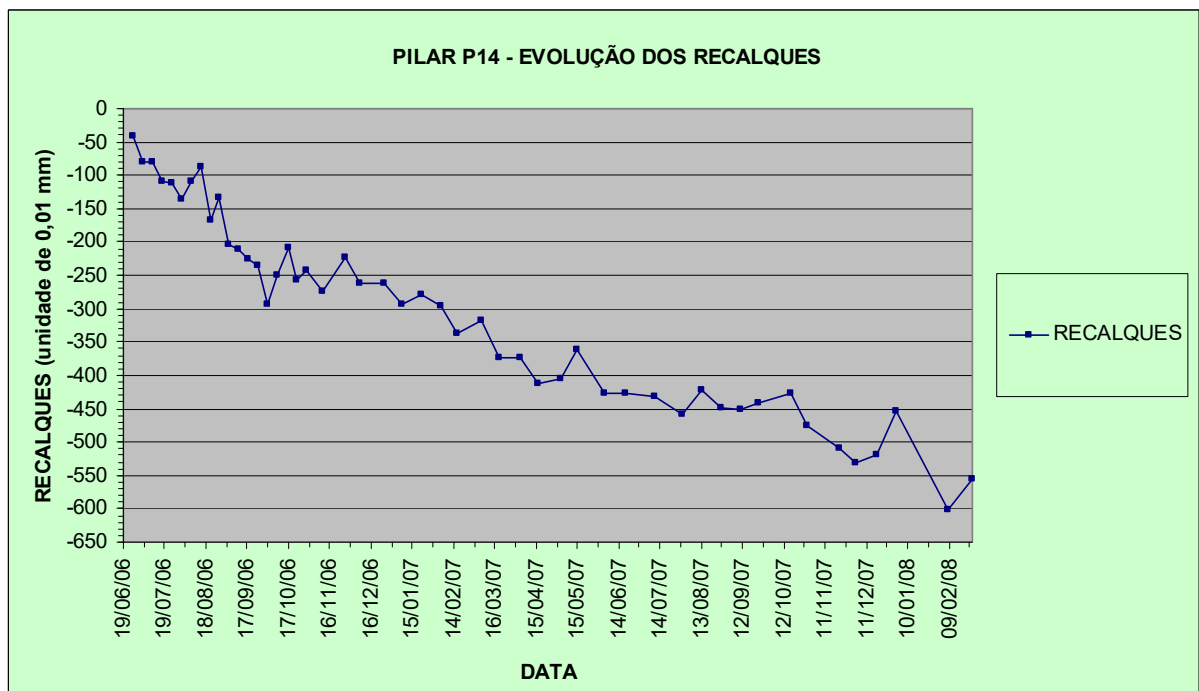


Figura 3.39 – Evolução dos recalques observados no pilar P14.

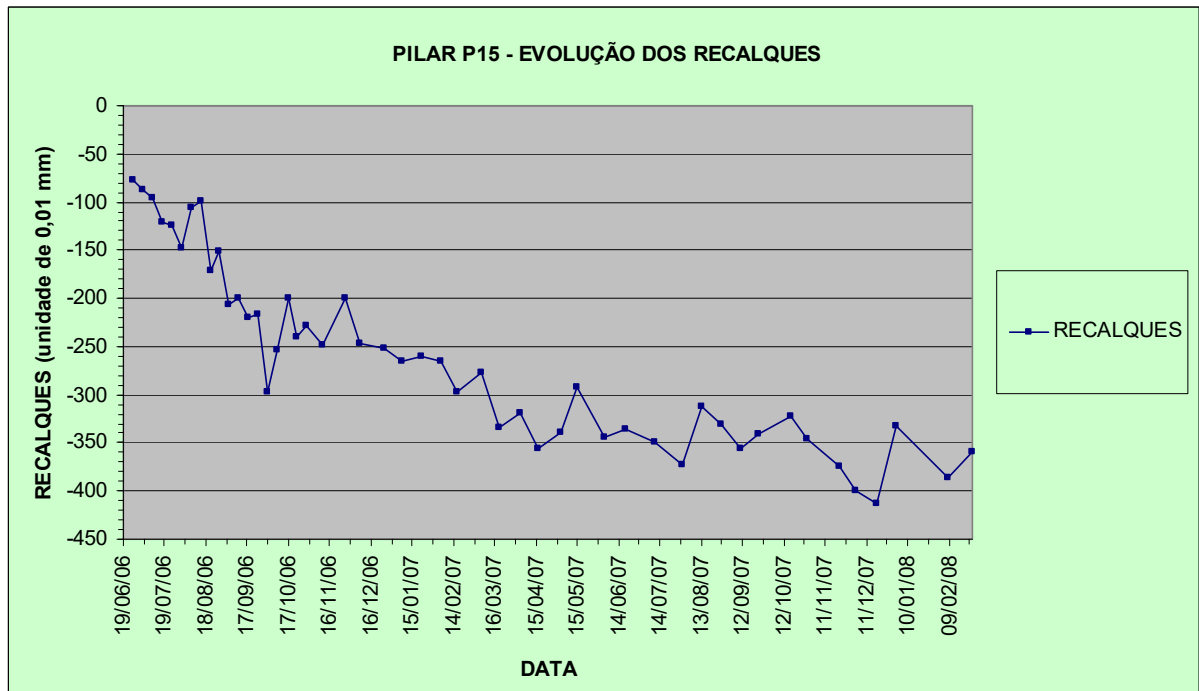


Figura 3.40 – Evolução dos recalques observados no pilar P15.

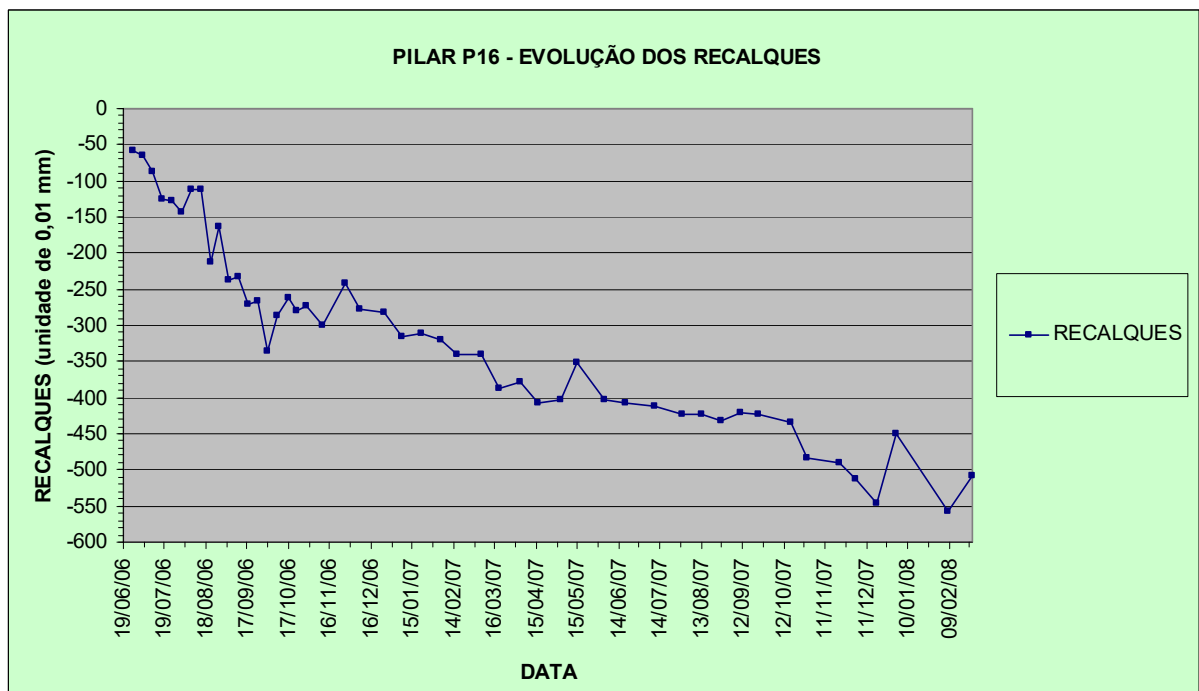


Figura 3.41 – Evolução dos recalques observados no pilar P16.

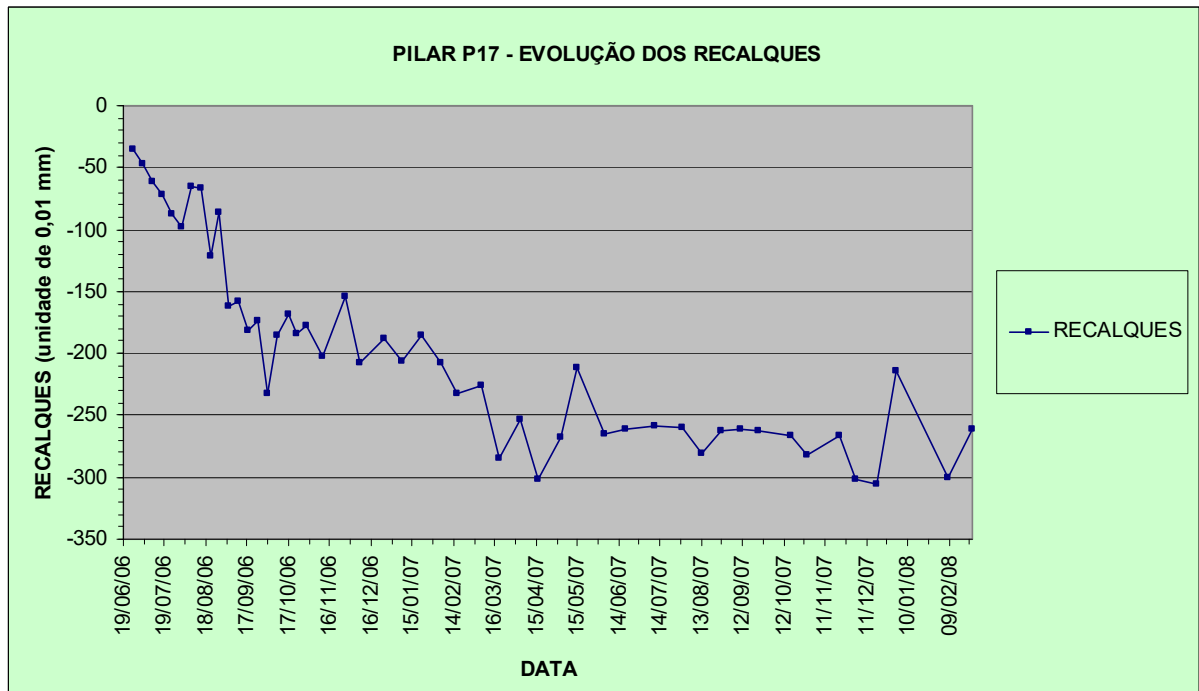


Figura 3.42 – Evolução dos recalques observados no pilar P17.

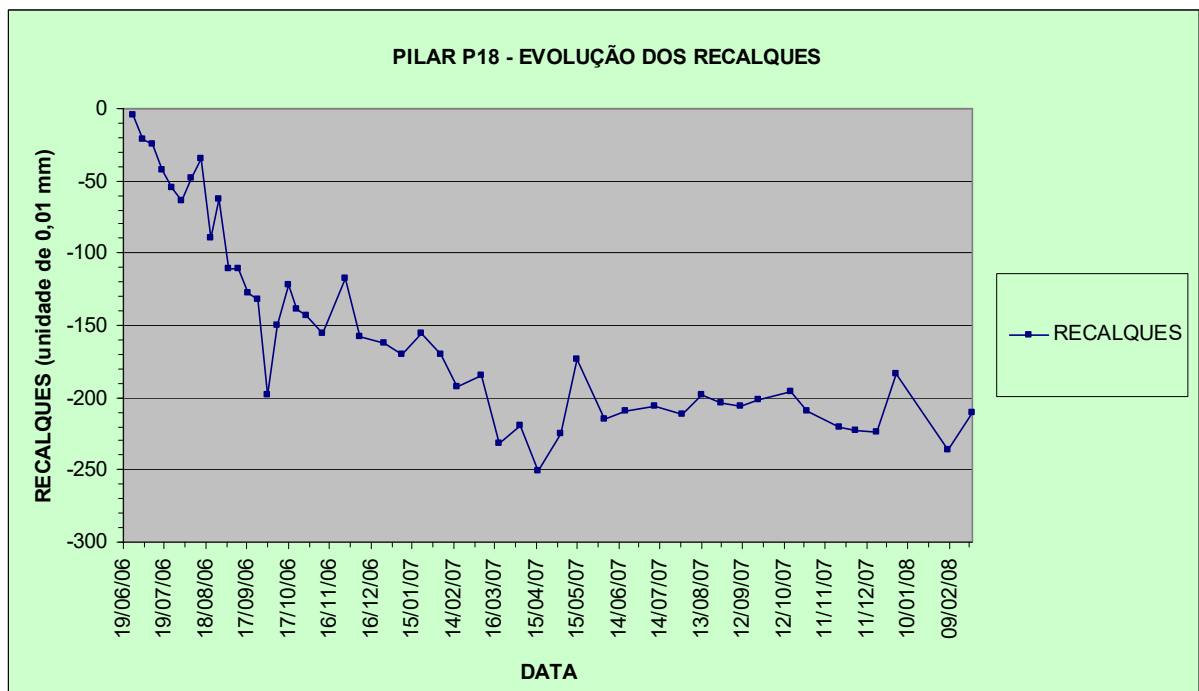


Figura 3.43 – Evolução dos recalques observados no pilar P18.

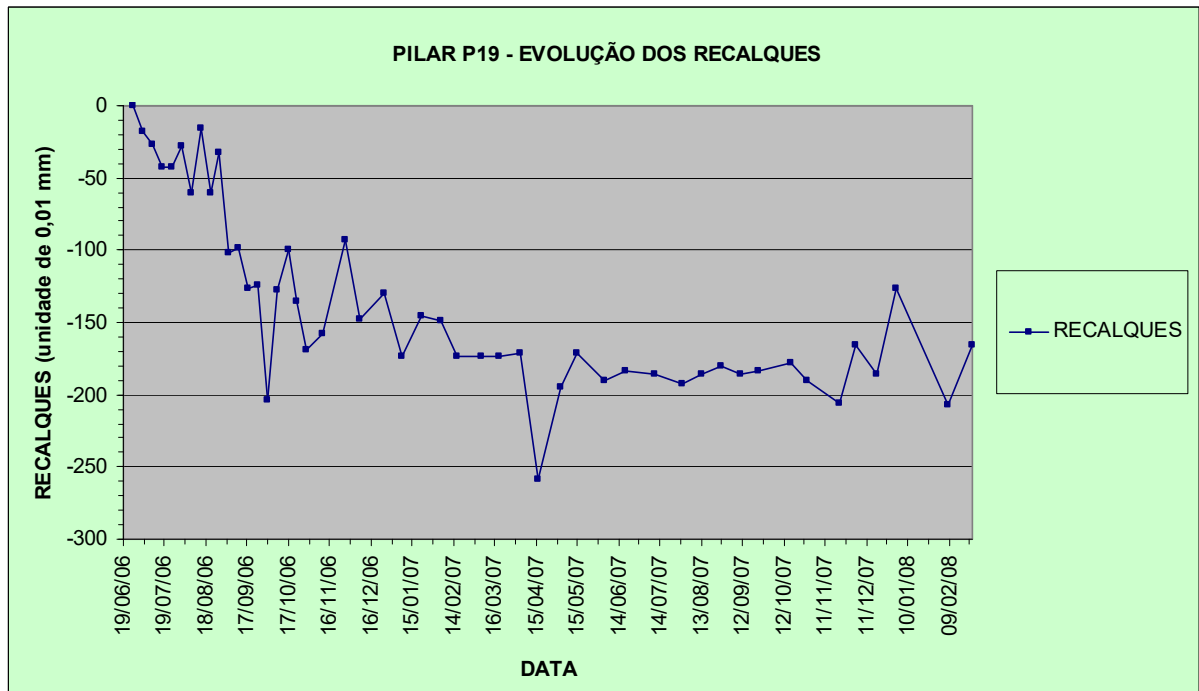


Figura 3.44 – Evolução dos recalques observados no pilar P19.

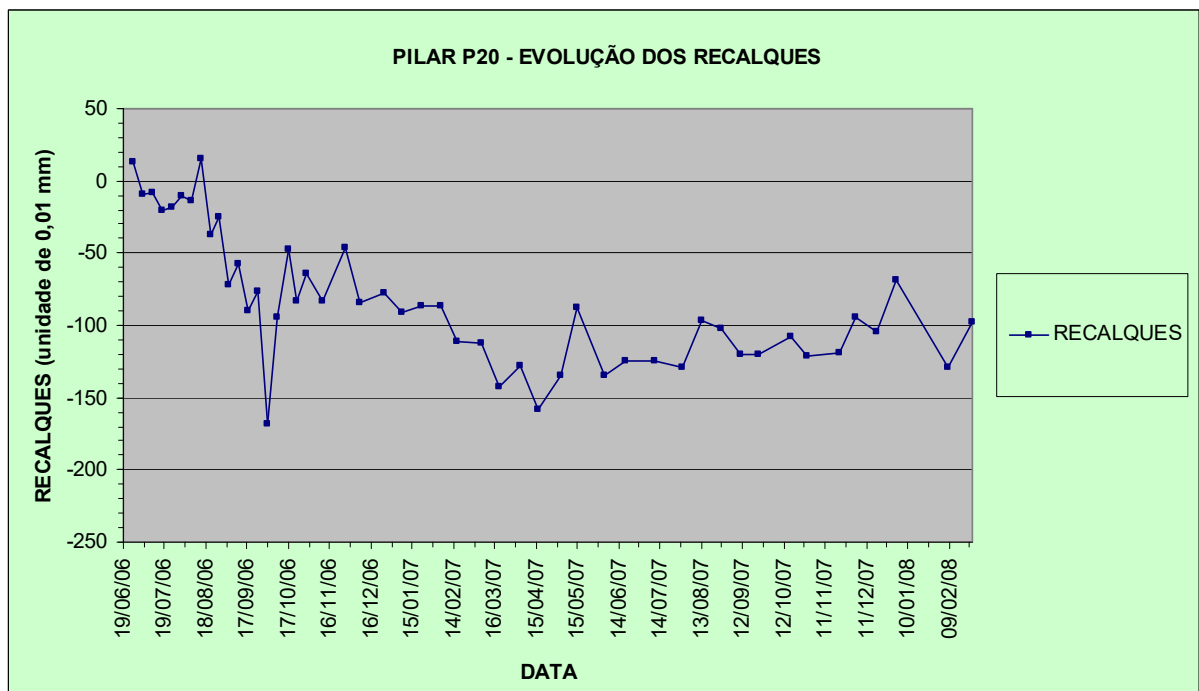


Figura 3.45 – Evolução dos recalques observados no pilar P20.

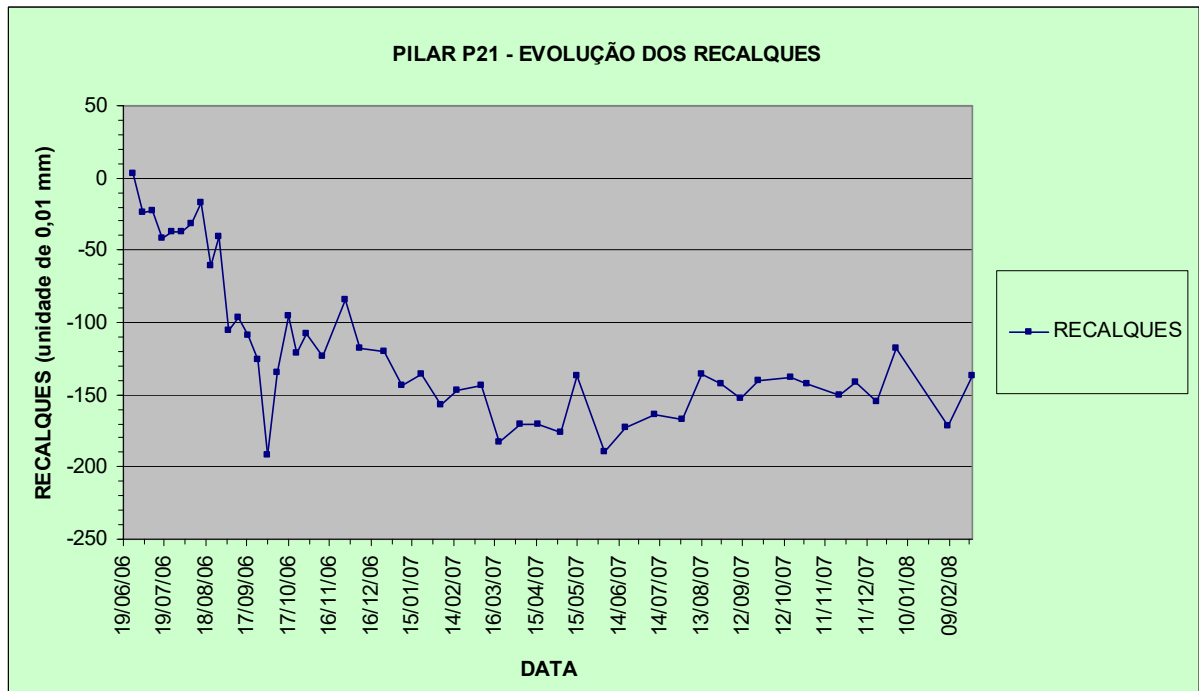


Figura 3.46 – Evolução dos recalques observados no pilar P21.

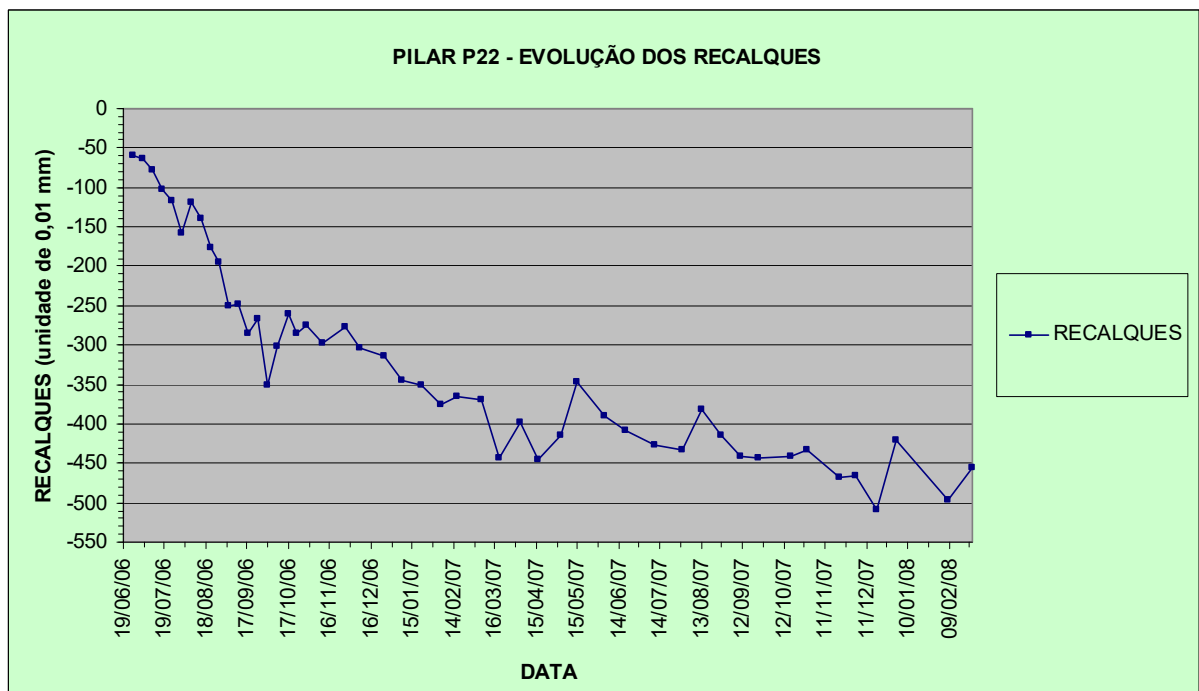


Figura 3.47 – Evolução dos recalques observados no pilar P22.

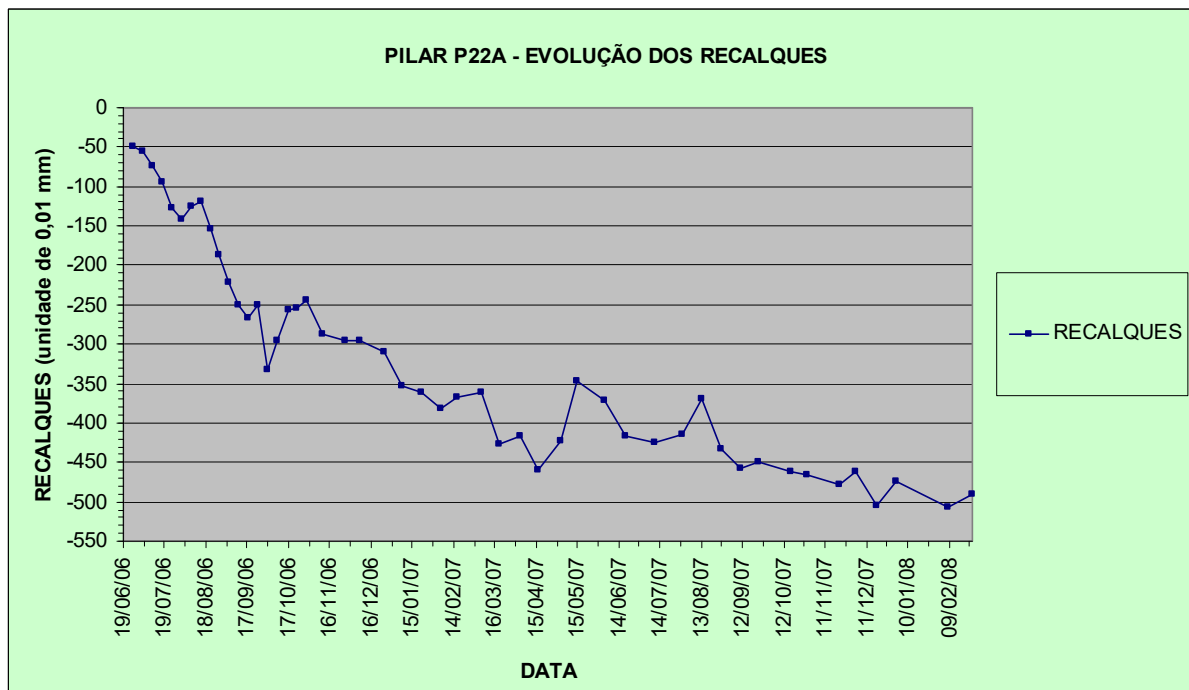


Figura 3.48 – Evolução dos recalques observados no pilar P22A.

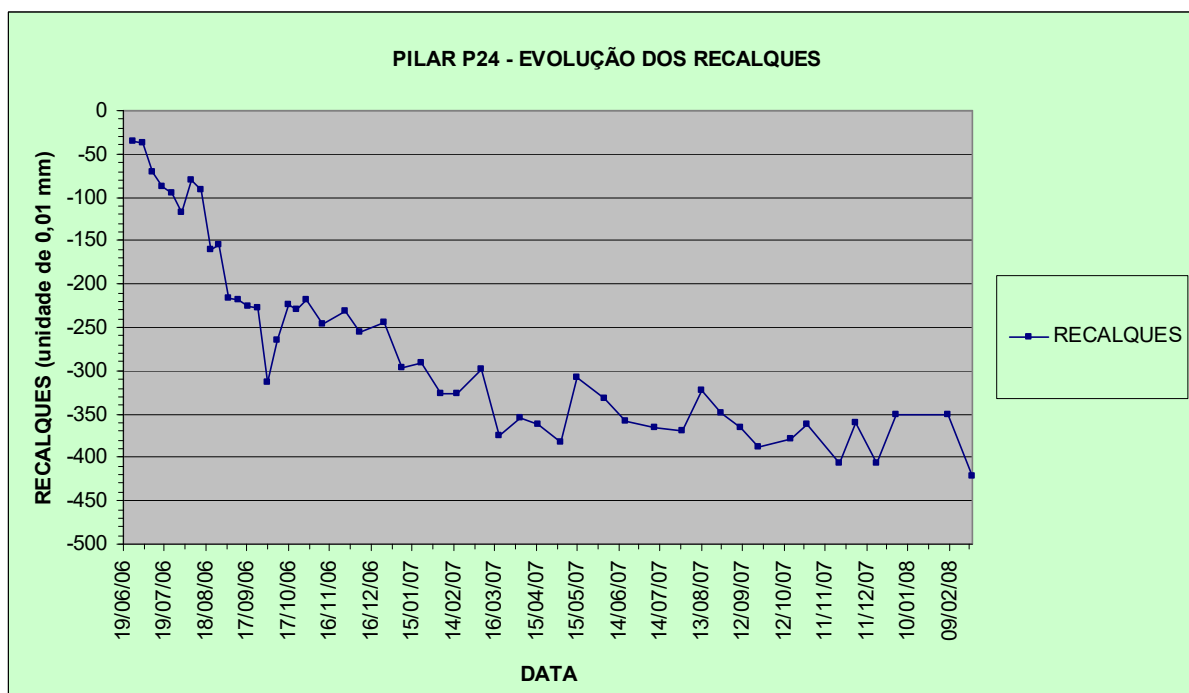


Figura 3.49 – Evolução dos recalques observados no pilar P24.

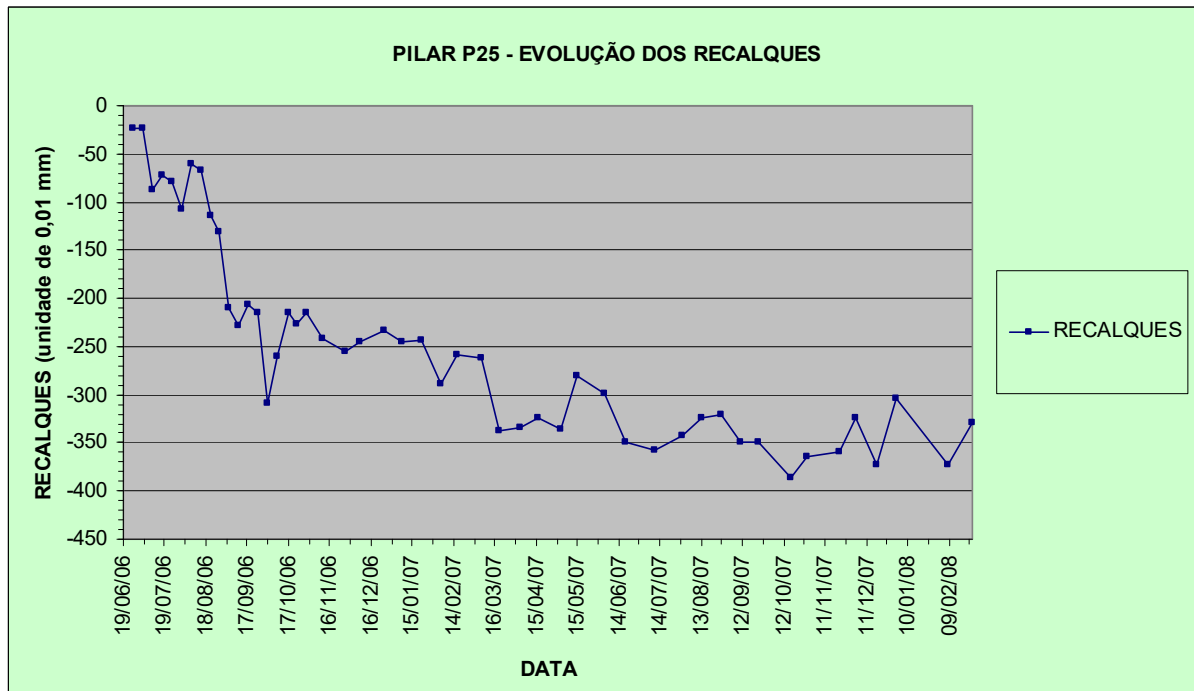


Figura 3.50 – Evolução dos recalques observados no pilar P25.

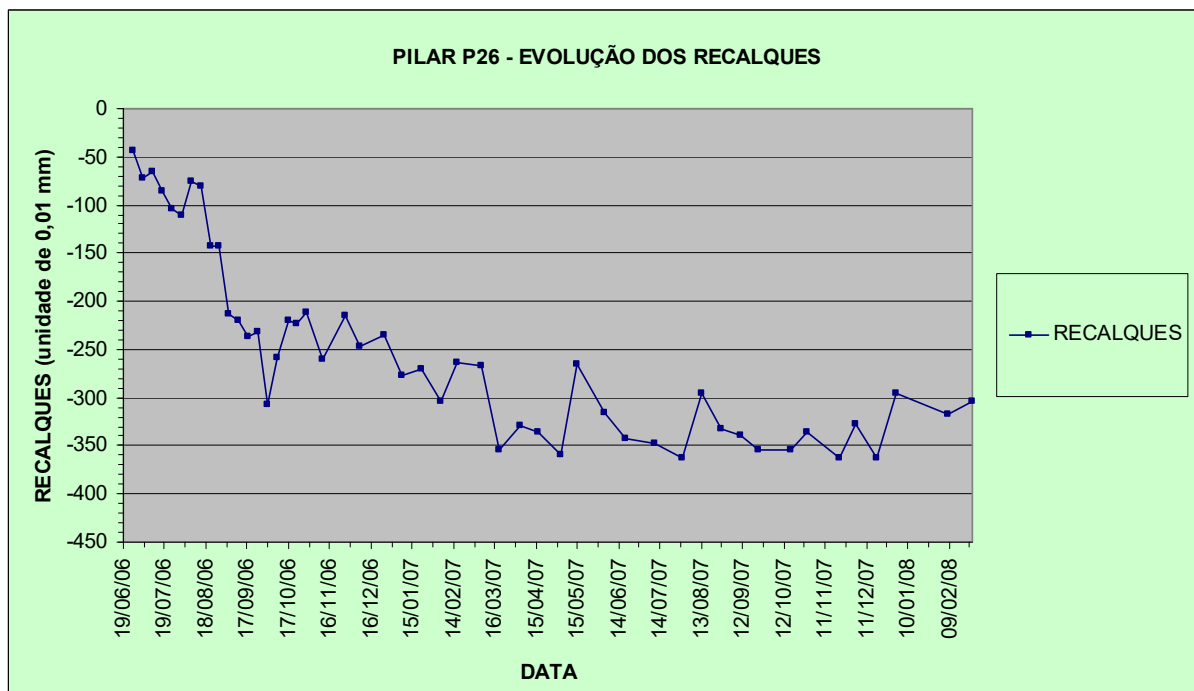


Figura 3.51 – Evolução dos recalques observados no pilar P26.

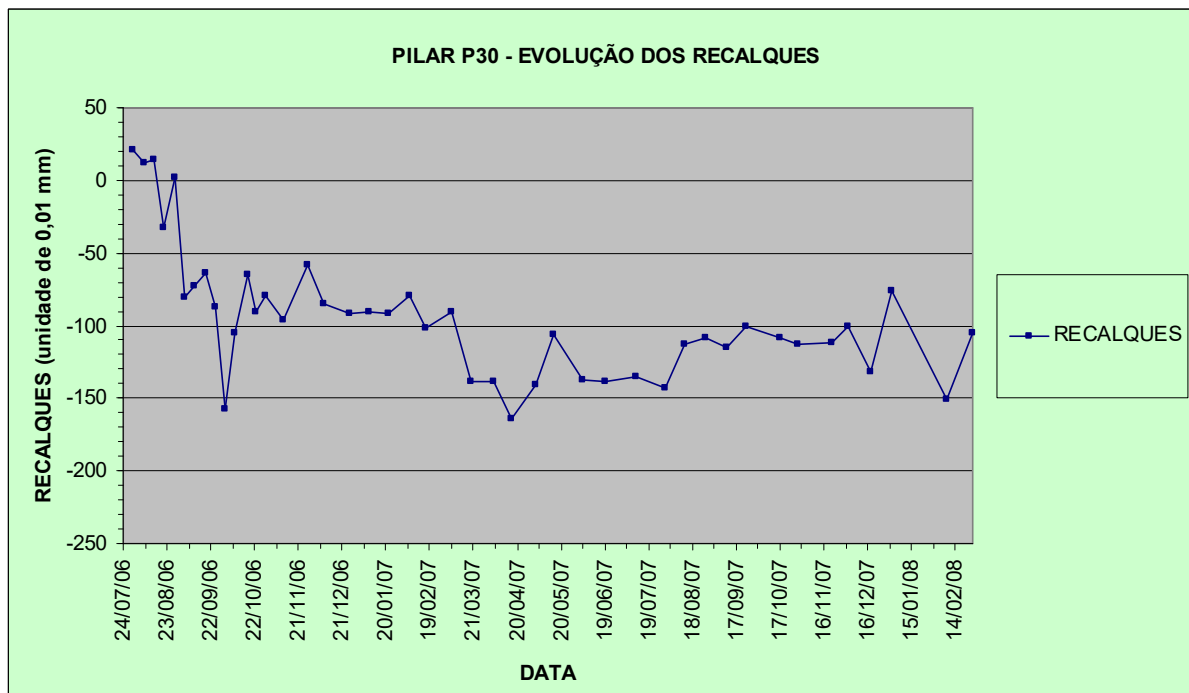


Figura 3.52 – Evolução dos recalques observados no pilar P30.

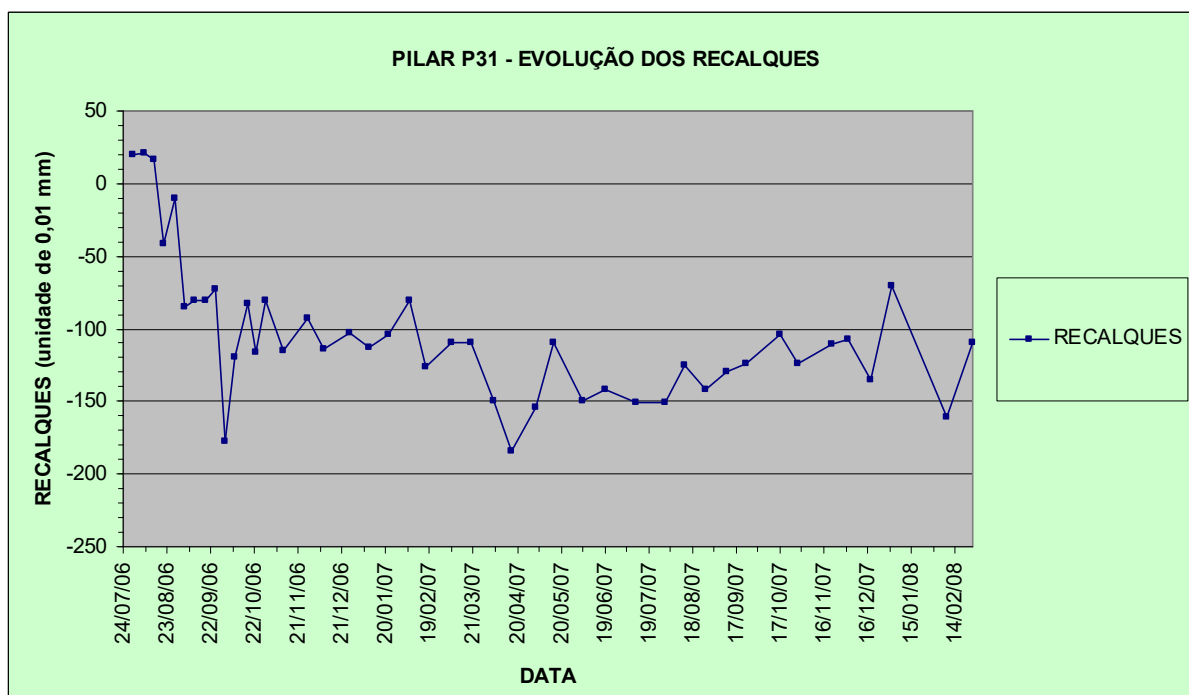


Figura 3.53 – Evolução dos recalques observados no pilar P31.

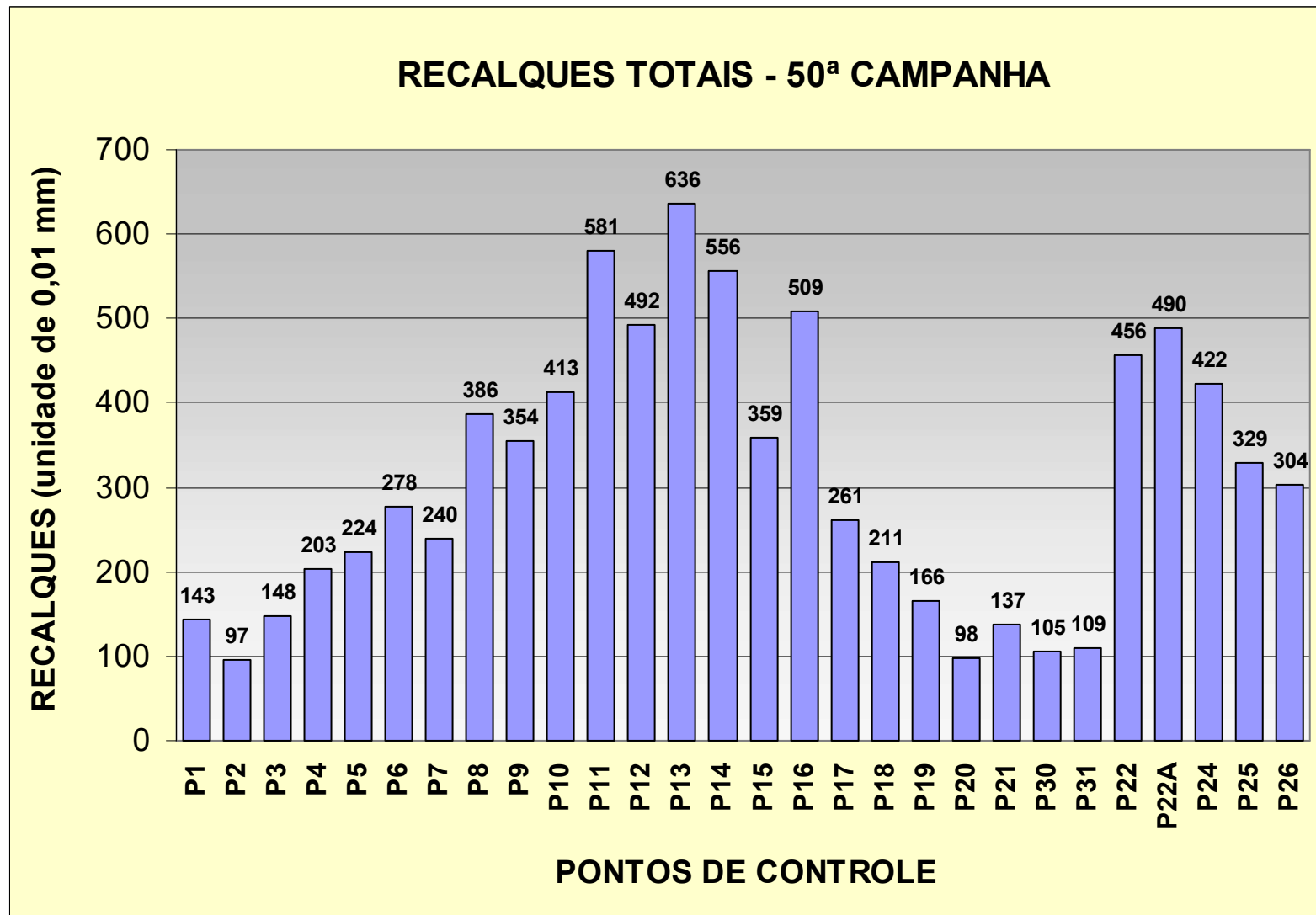


Figura 3.54 – Recalques totais: 50ª campanha.

3.2.5 Análise dos Resultados

Para a interpretação dos resultados procedeu-se ao traçado das curvas de iso-recalques, ao desenho das bacias de recalques e à confecção de gráfico do comportamento da velocidade dos recalques. Para tal utilizaram-se os resultados totais de recalques (mm) e de velocidades (μ /dia) das campanhas de números 10, 20, 30, 40 e 50 (Figuras 3.55 a 3.65).

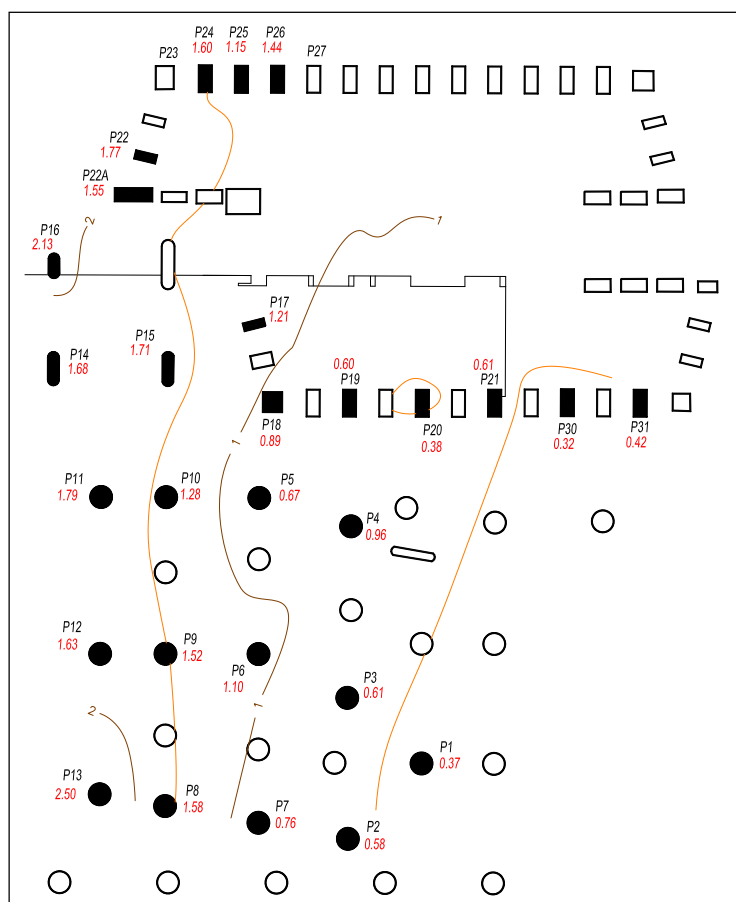


Figura 3.55 – Curvas de iso-recalques da 10ª campanha.

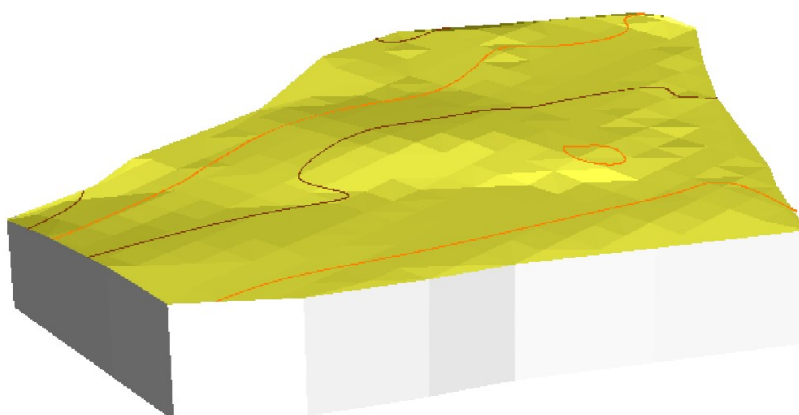
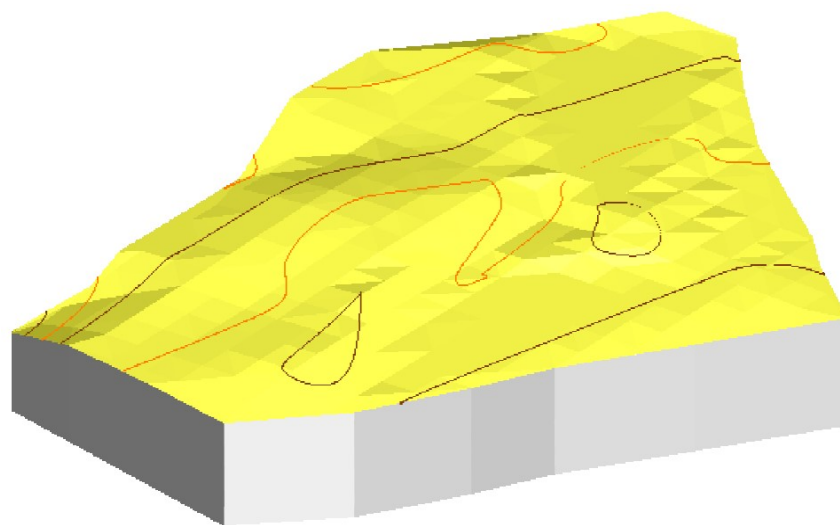
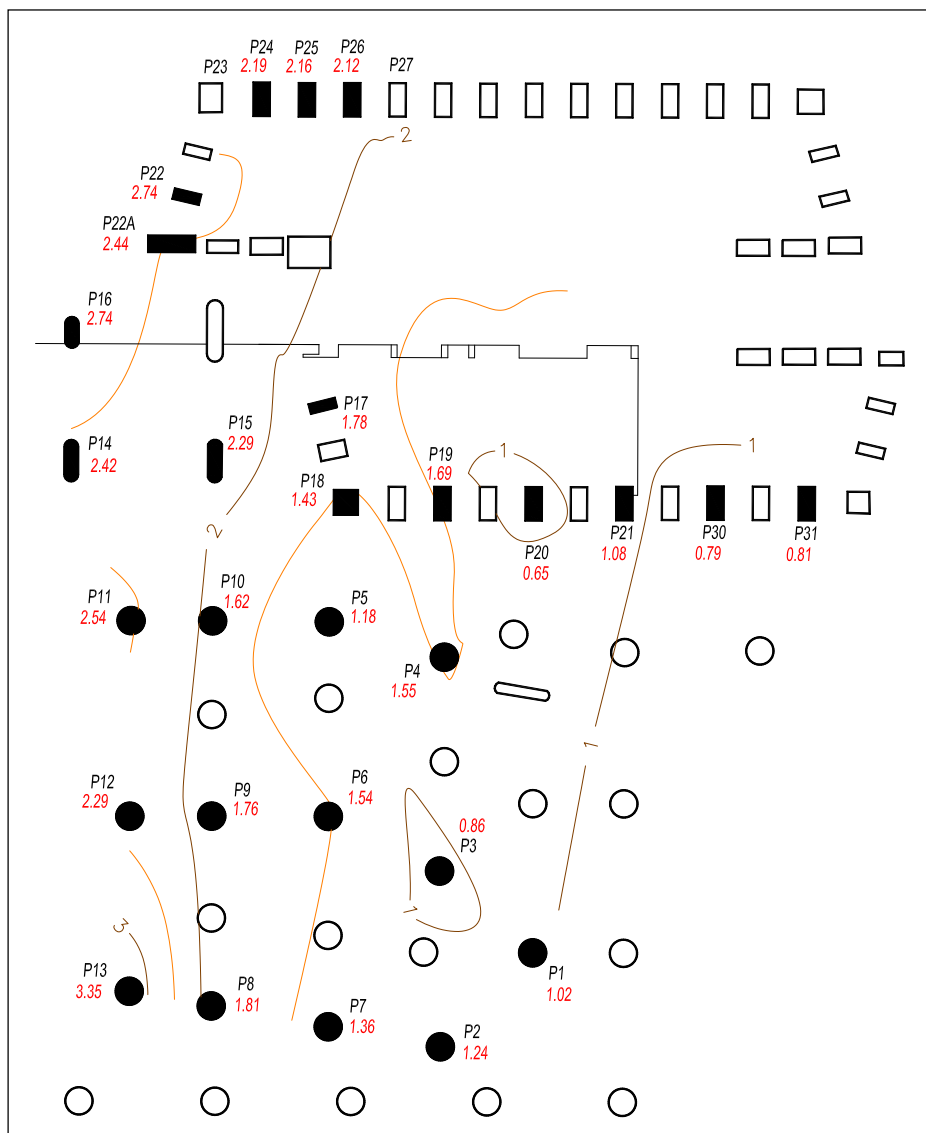


Figura 3.56 – Bacia de recalques da 10ª campanha.



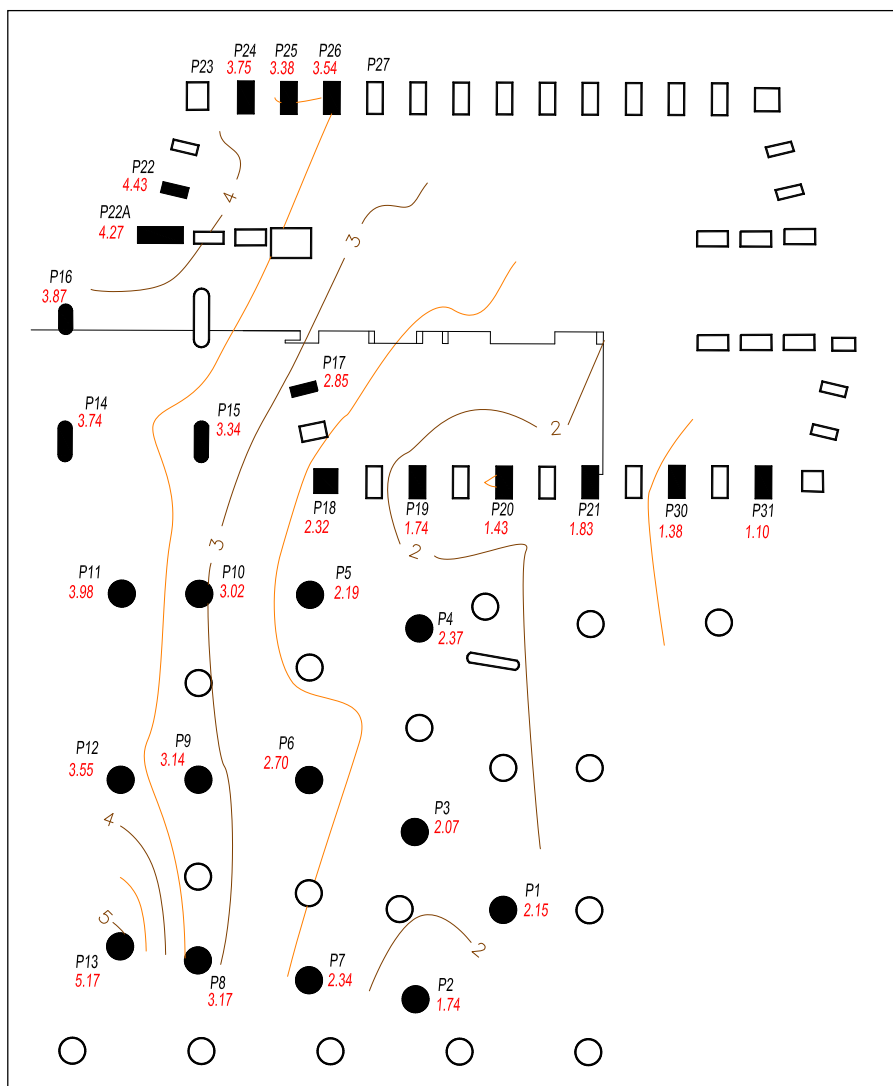


Figura 3.59 – Curvas de iso-recalques da 30ª campanha.

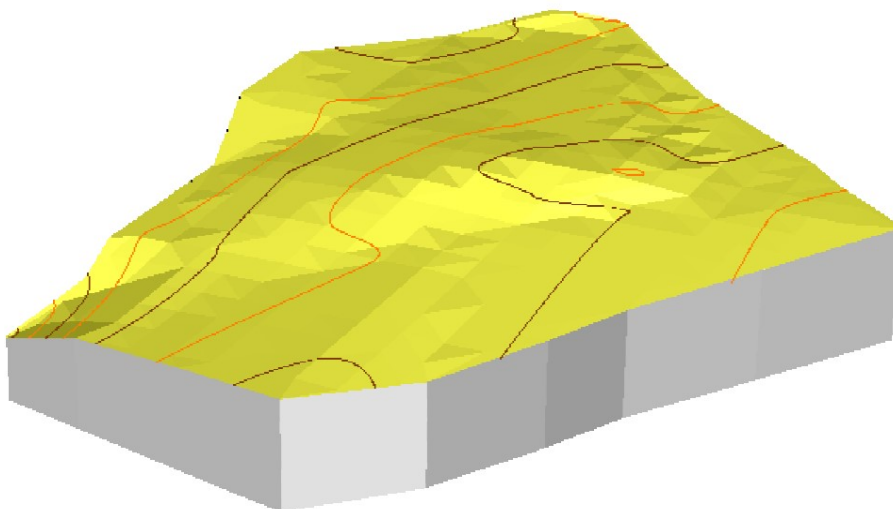


Figura 3.60 – Bacia de recalques da 30ª campanha.

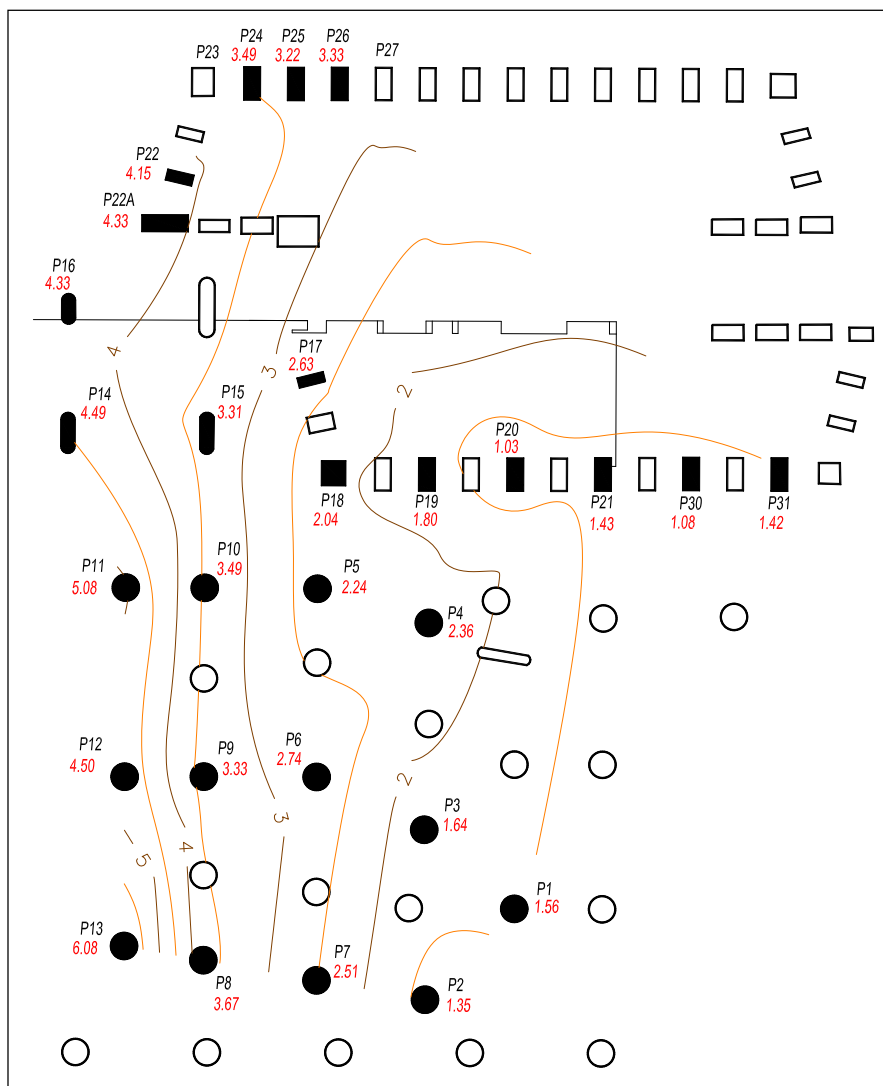


Figura 3.61 – Curvas de iso-recalques da 40ª campanha.

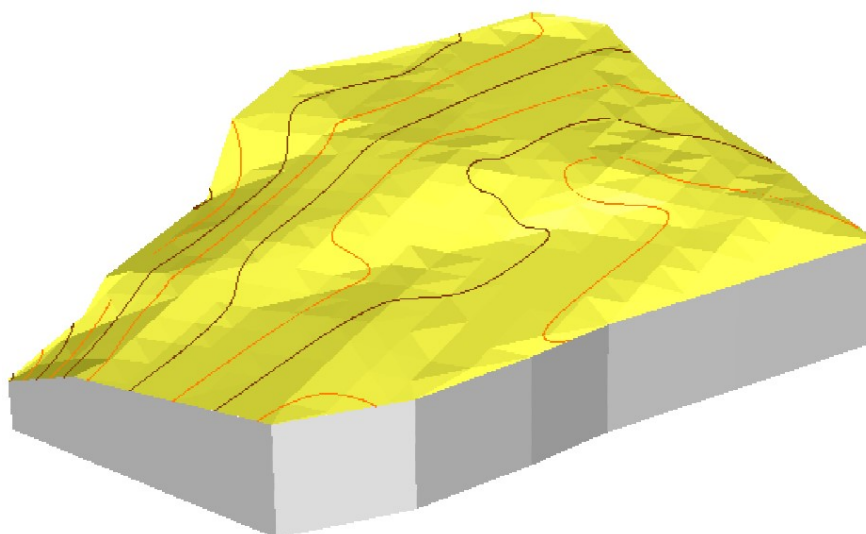


Figura 3.62 – Bacia de recalques da 40ª campanha.

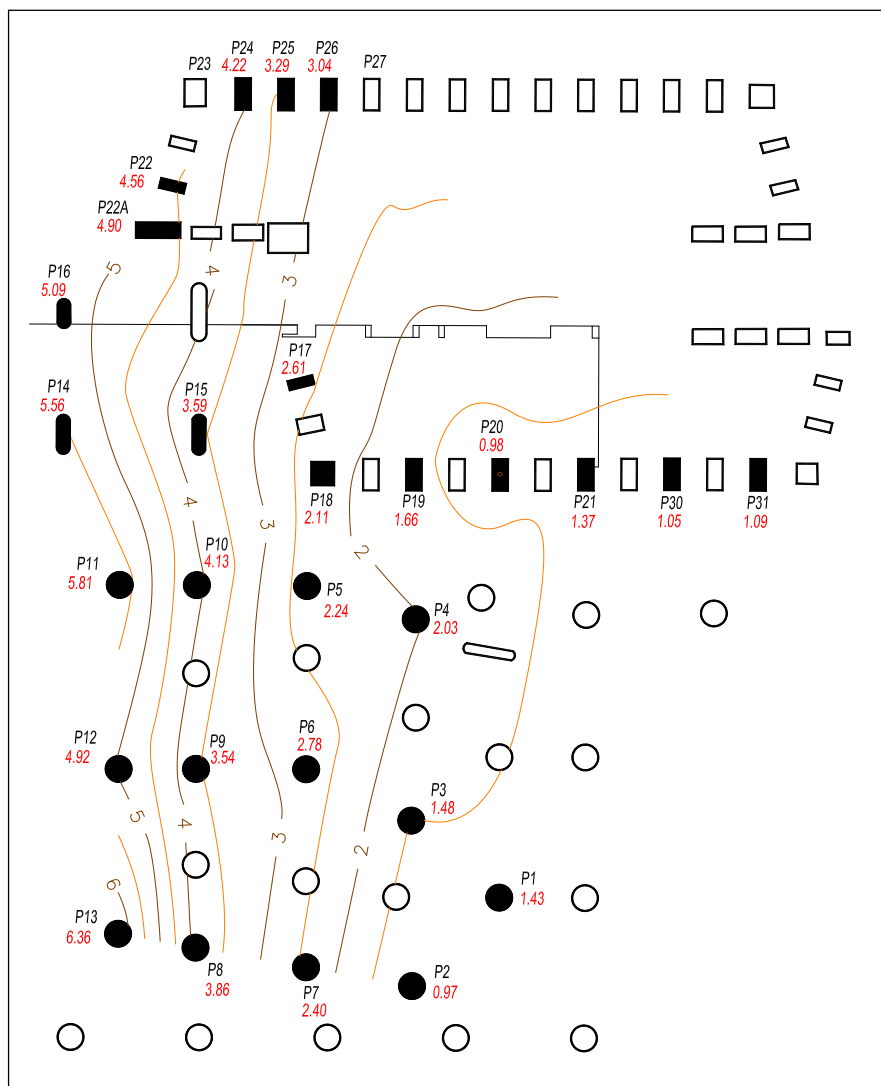


Figura 3.63 – Curvas de iso-recalques da 50ª campanha.

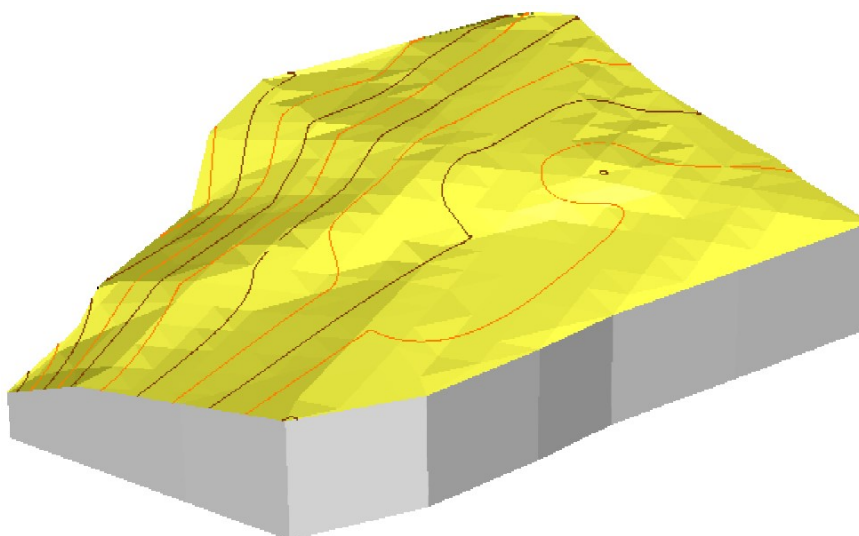


Figura 3.64 – Bacia de recalques da 50ª campanha.

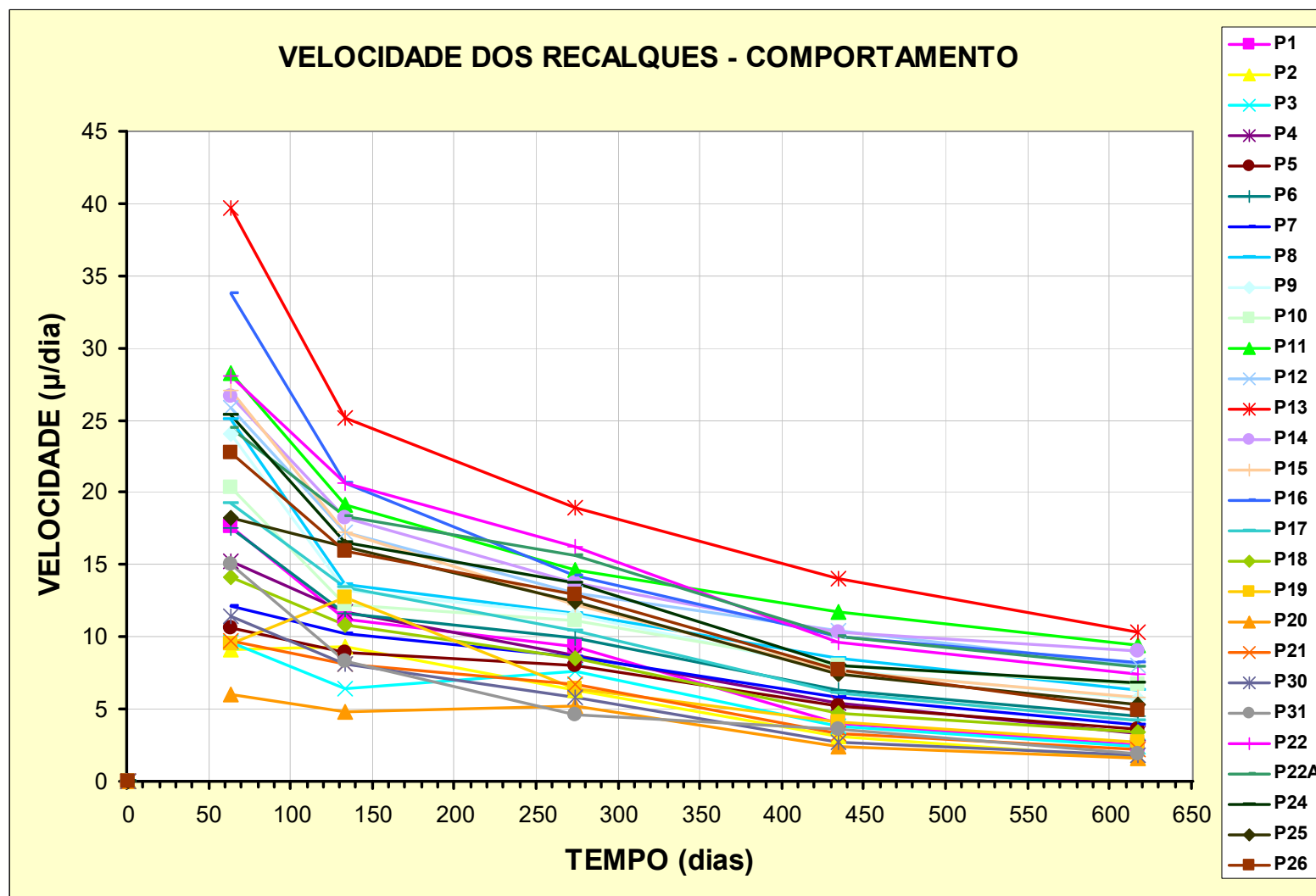


Figura 3.65 – Velocidade dos recalques: comportamento.

Observa-se que a linha de pilares situada paralelamente à divisa com a construção em andamento, e mais próxima a essa apresenta os maiores recalques absolutos. A velocidade dos recalques apresenta um perfil continuamente decrescente, com valores totais na 50ª campanha, na maioria, inferiores a 10 μ /dia; entre as campanhas 10 (63º dia) e 50 (617º dia), em termos gerais médios, ocorreu uma aceleração média negativa (desaceleração) de 0,03 μ /dia², comportamento indicativo de tendência à estabilização da aceleração dos recalques após 617 dias.

Para o cálculo dos recalques diferenciais e distorções angulares foram analisadas nove linhas de pilares (seções), sendo quatro longitudinais e cinco transversais (Figura 3.66).

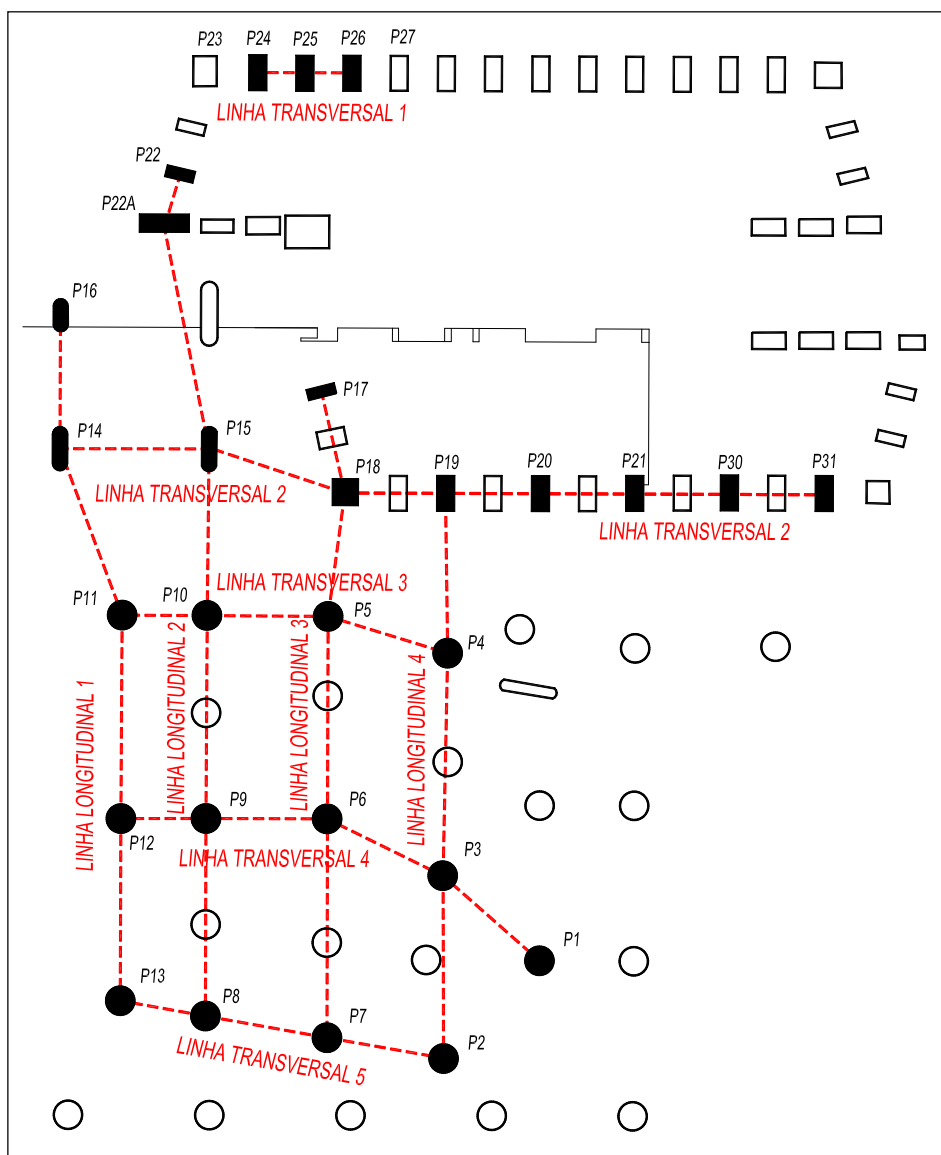


Figura 3.66 – Esquema das linhas de pilares para análise dos recalques diferenciais.

Tomando-se como base a 50ª campanha foram elaborados os desenhos das nove seções em escala deformada V=10H, com o intuito de realçar as variações dos recalques (Figuras 3.67 a 3.75).

Em cada seção, a distorção angular máxima foi determinada pela maior razão calculada entre os recalques diferenciais e as correspondentes distâncias entre dois pontos consecutivos de referência na estrutura (pinos de controle); a inclinação de cada linha analisada, expressa em termos percentuais, corresponde à tangente do ângulo de inclinação obtido considerando-se a diferença de nível e a distância entre os pontos extremos, multiplicada por cem.

Apresenta-se na Tabela 3.1 um resumo dos parâmetros determinados nas seções.

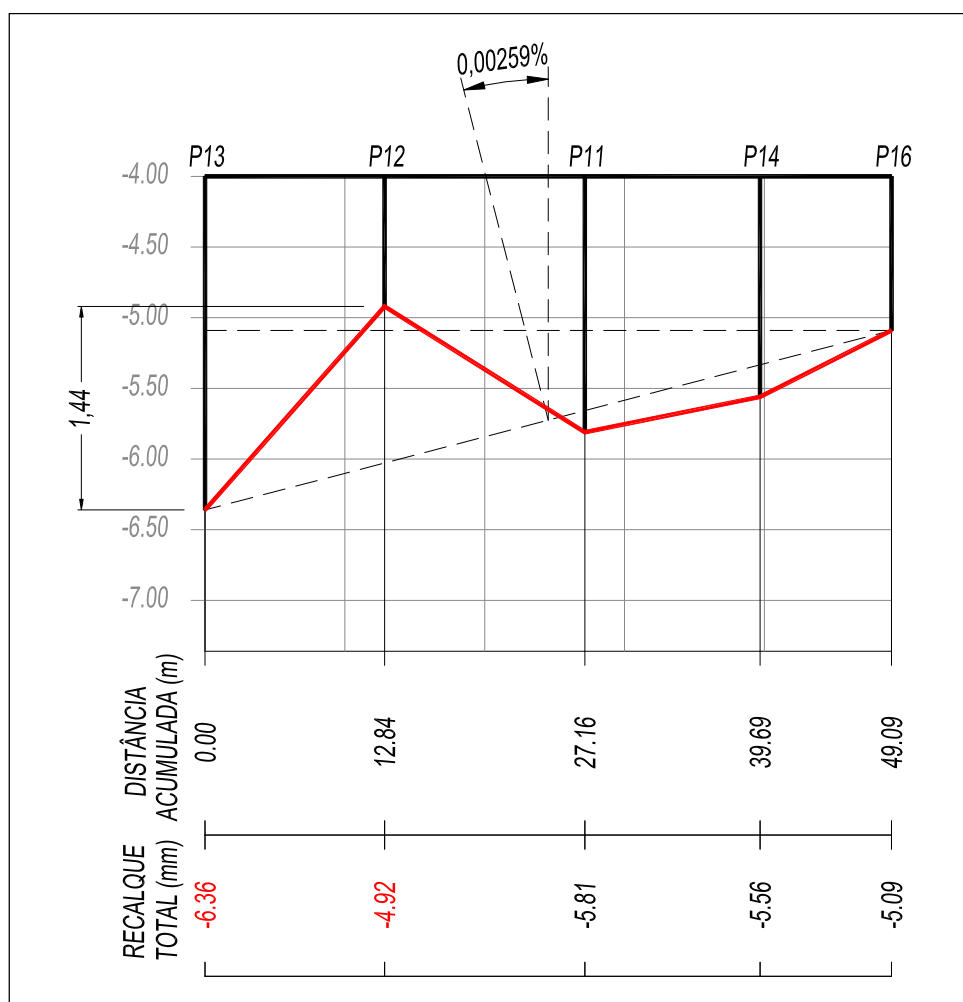


Figura 3.67 – Seção longitudinal 1.

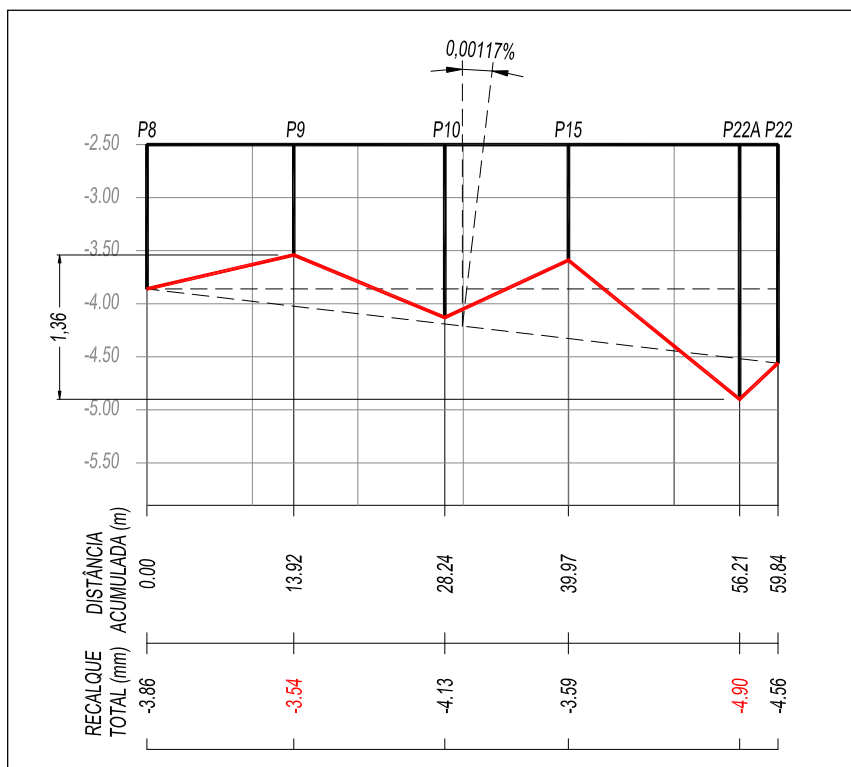


Figura 3.68 – Seção longitudinal 2.

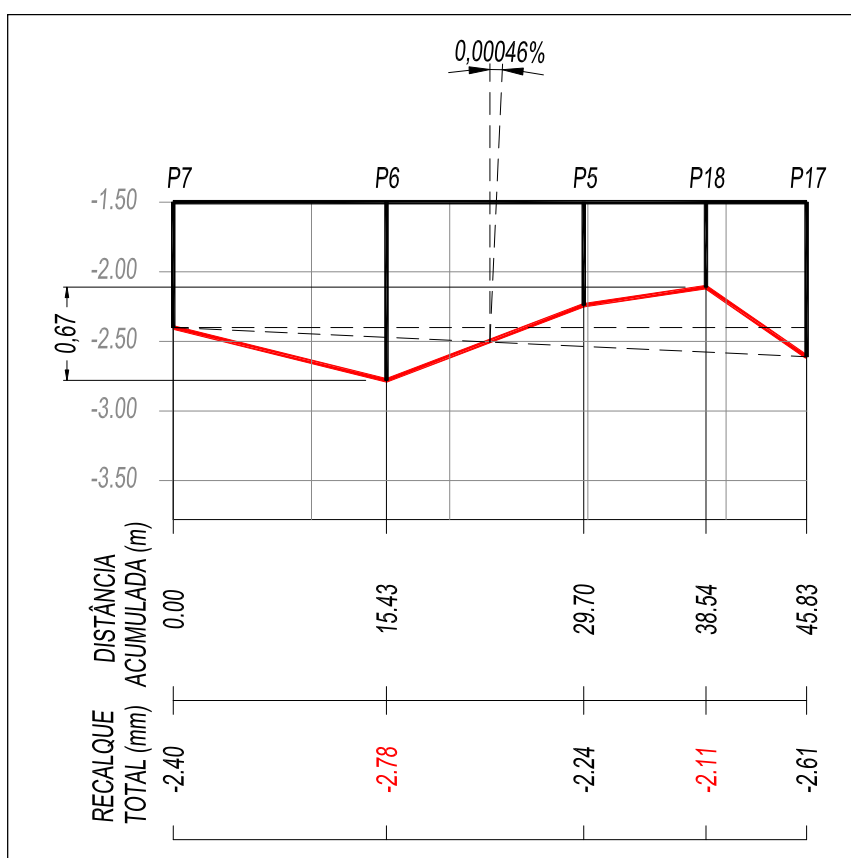


Figura 3.69 – Seção longitudinal 3.

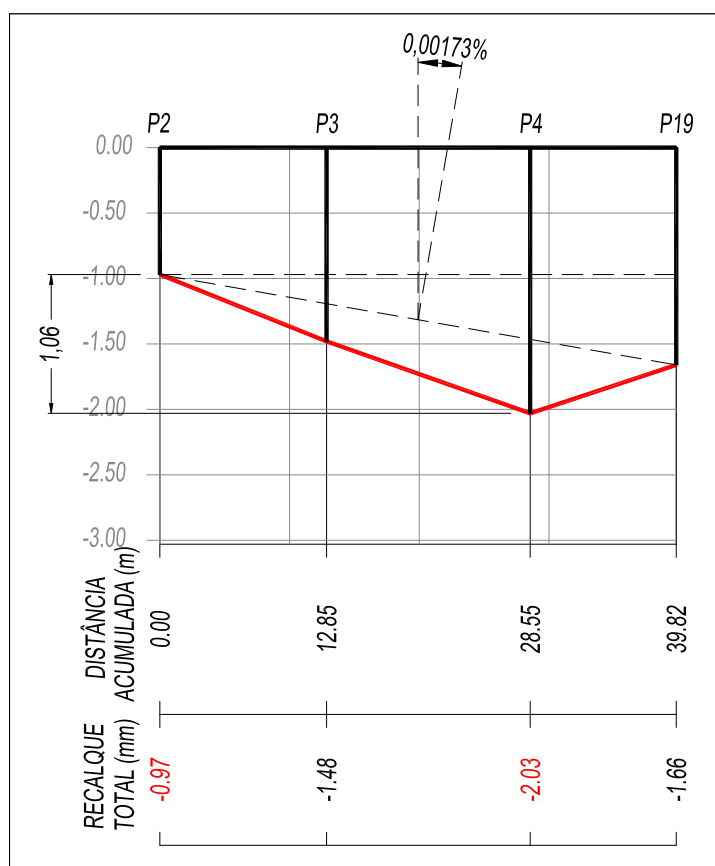


Figura 3.70 – Seção longitudinal 4.

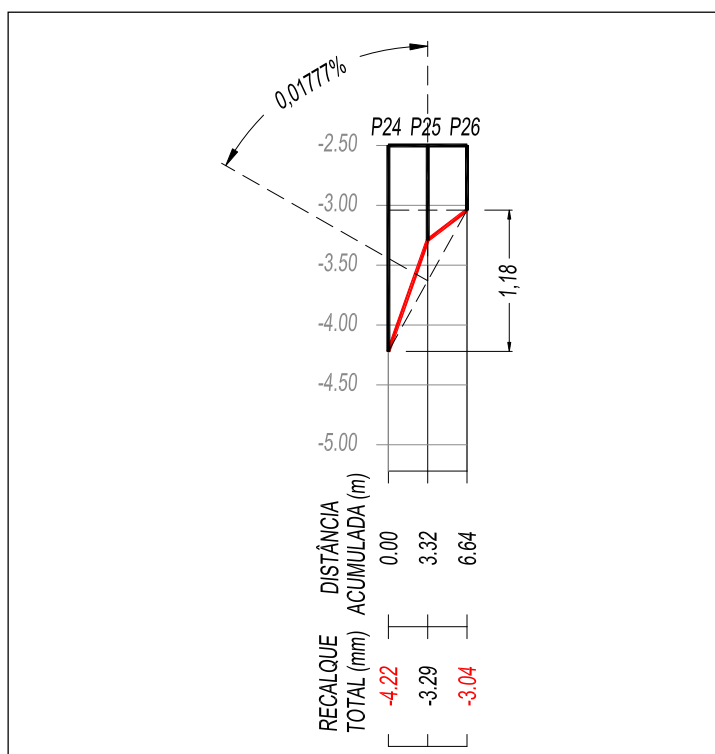


Figura 3.71 – Seção transversal 1.

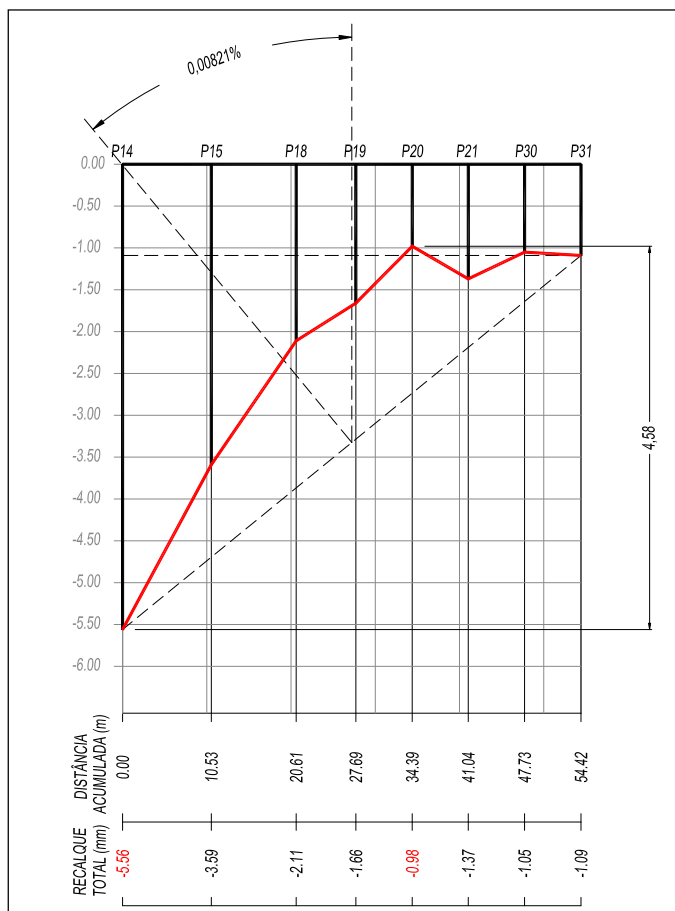


Figura 3.72 – Seção transversal 2.

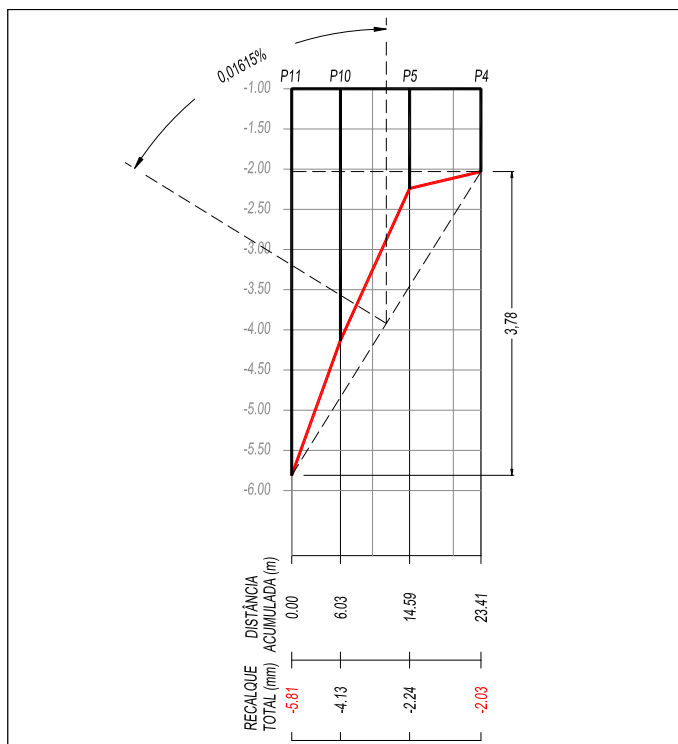


Figura 3.73 – Seção transversal 3.

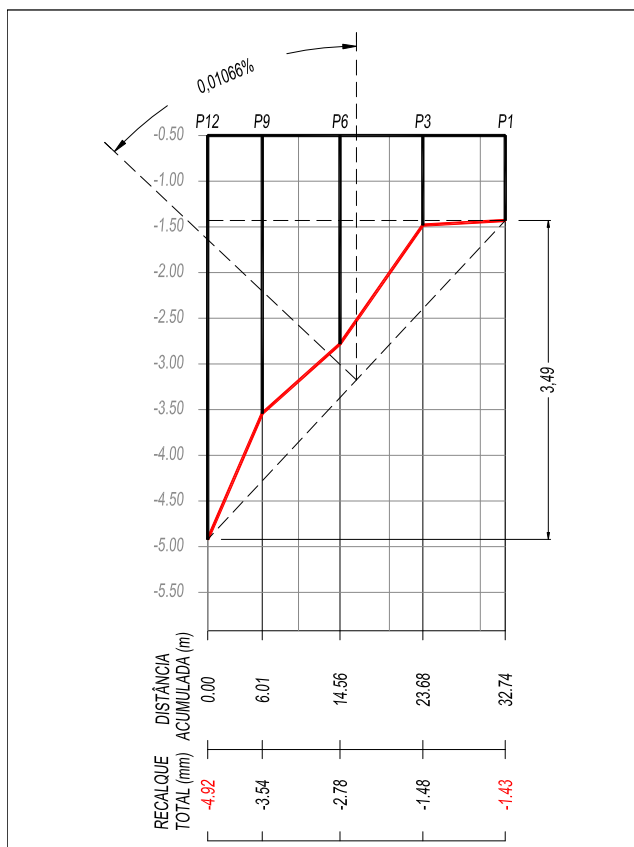


Figura 3.74 – Seção transversal 4.

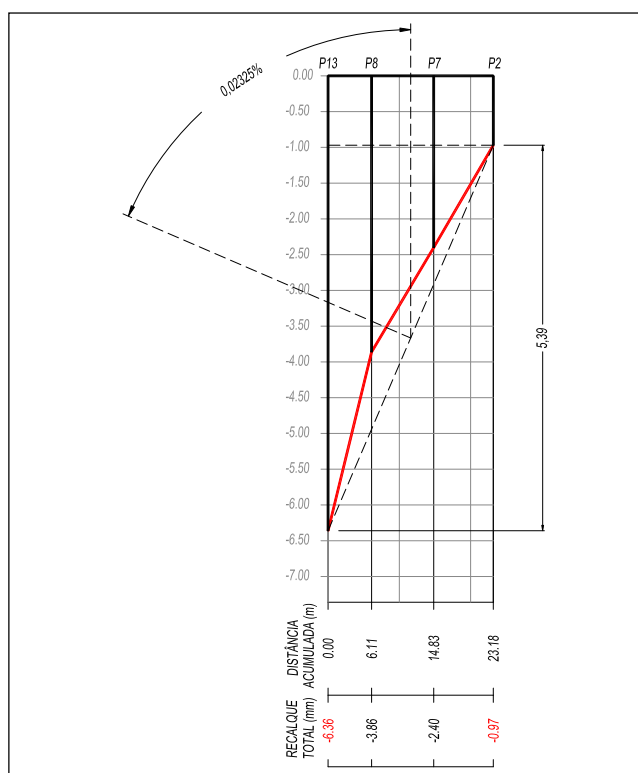


Figura 3.75 – Seção transversal 5.

Tabela 3.1 – Parâmetros determinados nas seções estudadas.

SEÇÃO	RECALQUE UNIFORME (mm)	RECALQUE DIFERENCIAL MÁXIMO (mm)	DISTORÇÃO ANGULAR MÁXIMA	INCLINAÇÃO (%)
LONGIT. 1	4,92	1,44	1:8.917	0,00259
LONGIT. 2	3,54	1,36	1:10.676	0,00117
LONGIT. 3	2,11	0,67	1:14.580	0,00046
LONGIT. 4	0,97	1,06	1:25.196	0,00173
TRANSV. 1	3,04	1,18	1:3.570	0,01777
TRANSV. 2	0,98	4,58	1:5.345	0,00821
TRANSV. 3	2,03	3,78	1:3.589	0,01615
TRANSV. 4	1,43	3,49	1:4.355	0,01066
TRANSV. 5	0,97	5,39	1:2.444	0,02325

A análise das seções e dos parâmetros determinados permite as seguintes observações:

a) quanto à magnitude dos recalques absolutos podem-se considerar três faixas de ocorrência ao final do período estudado:

- uma faixa inferior formada por quatorze pinos de controle (50%) e com recalques absolutos menores do que 300.10^{-2} mm;
- uma faixa intermediária formada por dez pinos de controle (36%) e com recalques absolutos entre 300.10^{-2} mm e 500.10^{-2} mm;
- uma faixa superior formada por quatro pinos de controle (14%) e com recalques absolutos maiores do que 500.10^{-2} mm;

b) a seção longitudinal 1 apresenta o maior recalque uniforme dentre todas as seções, ocorrência justificada pelo fato de ser composta pelos cinco pontos de controle que apresentaram os maiores recalques absolutos no período estudado;

c) na avaliação dos recalques uniformes, à seção longitudinal 1 seguem-se as seções longitudinais 2 e 3, intermediadas pela seção transversal 1, sendo esta última composta por três pinos de controle bem próximos, pertencentes à faixa intermediária e apresentando comportamento similar;

d) as seções transversais 2 a 5 apresentam os quatro maiores recalques diferenciais, ocorrência explicada pela simples observação das curvas de iso-

recalques e bacia de recalques da campanha 50, que mostram o comportamento global dos recalques na direção transversal;

e) a ocorrência dos dois maiores recalques diferenciais observados, com o valor de 5,39 mm e 4,58 mm, apresentados nas seções transversais 5 e 2, respectivamente, deve-se ao fato de essas duas seções terem, cada uma nas suas extremidades, pontos com recalques absolutos cujos valores estão enquadrados na faixa superior e inferior;

f) o comportamento dos recalques na direção transversal, segundo a qual se observam os maiores recalques diferenciais, explica a ocorrência das maiores distorções angulares e inclinações nas linhas transversais;

g) ainda com relação às distorções angulares e inclinações são destaque os valores apresentados na seção transversal 5, 1:2.444 e 0,02325%, respectivamente, sendo que esta seção apresenta nas suas extremidades o maior (6,36 mm) e o menor (0,97 mm) recalques absolutos observados.

Um aspecto de interesse a considerar na análise dos resultados é a questão da previsão dos recalques. A leitura dos gráficos elaborados fornece indicação de tendência de crescimento até a campanha 50, aspecto evidenciado principalmente nos gráficos de evolução temporal dos recalques dos pontos que acusaram os maiores recalques absolutos (seção longitudinal 1).

Com o intuito de melhor compreender o comportamento apresentado pela estrutura procurou-se estudá-lo globalmente, para o que se adotou o uso dos recalques médios até a campanha 50. Analisou-se a série temporal composta pelos recalques médios (RECMED) de três formas:

a) estudo de regressão linear e análise de variância (ANOVA) da série RECMED (Figura 3.76), usando-se o **Excel**;

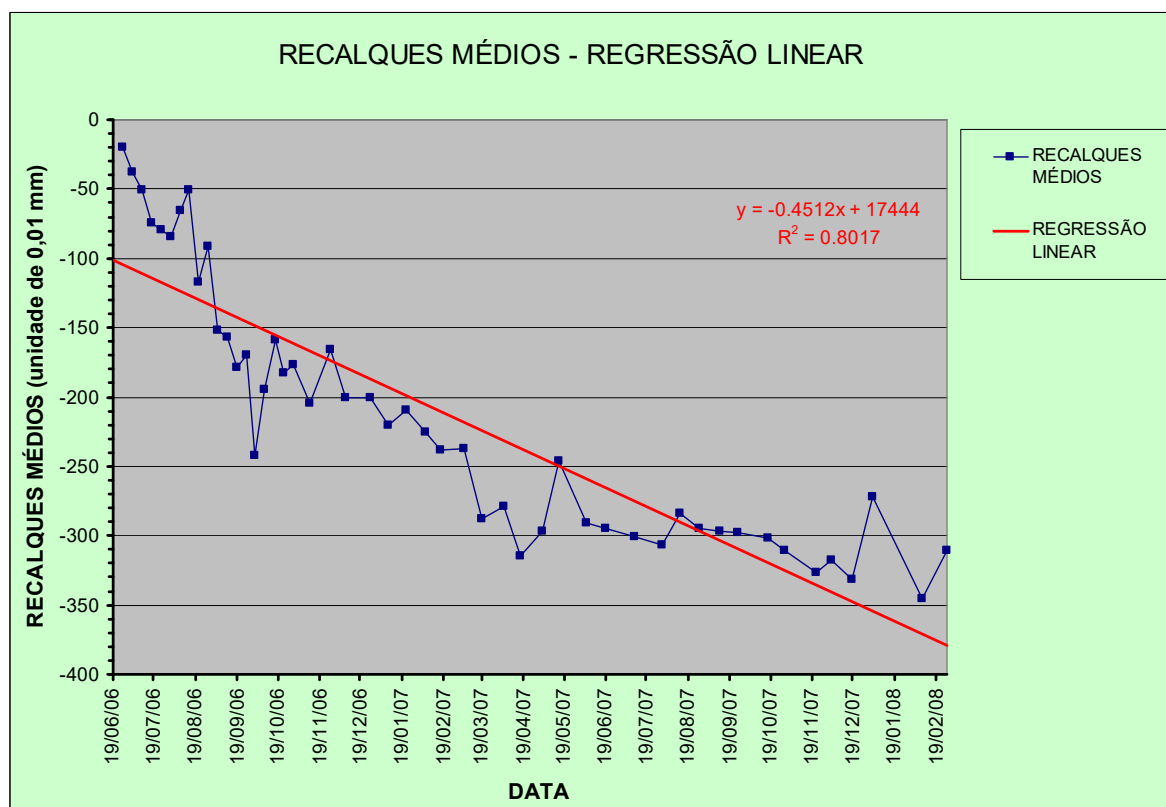
b) estudo de regressão polinomial e análise de variância (ANOVA) da série RECMED (Figura 3.80), usando-se o *software* estatístico **Minitab 15**;

c) estudo de médias móveis de três e cinco termos da série RECMED.

No estudo (a) foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Regressão linear e ANOVA: recalques médios.

REGRESSÃO LINEAR E ANOVA – SÉRIE ORIGINAL RECMED – RESUMO DOS RESULTADOS						
Estatística de regressão						
R	0,895375	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO				
R²	80,2%	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO				
R² ajustado	79,7%	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO AJUSTADO				
Erro padrão	41,606660					
Observações	49					
ANOVA – Análise de Variância						
FONTES VARIÇÃO	GRAUS LIBERDADE	SOMA QUADRADOS	QUAD. MÉDIO	TESTE F		
	gl	SQ	MQ	F	F significância	
Regressão	1	328930,2862	328930,2862	190,0107	0,00000	
Resíduo	47	81362,36707	1731,114193			
Total	48	410292,6533				
	Coefficientes	Erro padrão	Estatística t	valor-P	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Interseção	-17443,67707	1281,004144	-13,61719019	0,00000	-20020,72497	-14866,62918
DATA	0,451166879	0,032730161	13,78443827	0,00000	0,38532229	0,51701

**Figura 3.76 – Recalques médios: regressão linear.**

Na análise (a) os testes estatísticos aplicados foram:

a.1) teste F (Fisher-Snedecor): em regressão linear simples F é em geral uma variável com distribuição F (1, n-2) graus de liberdade; a significância da regressão é indicada por valores grandes da estatística;

a.2) teste t (Student): deve apresentar valores em módulo maiores do que dois, sinalizando que os coeficientes são diferentes de zero; a significância é dada pelos intervalos de confiança para o nível especificado (95%), que não podem conter zeros;

a.3) valor-P: deve apresentar valor inferior a 0,05, indicando a significância dos parâmetros determinados.

A regressão apresentou coeficiente de correlação de 0,90 e todos os testes estatísticos apresentaram resultados indicativos de boa ajustagem linear. Apresentam-se a seguir os gráficos de impressão dos resíduos, ajuste de linha e probabilidade normal (Figuras 3.77 a 3.79).

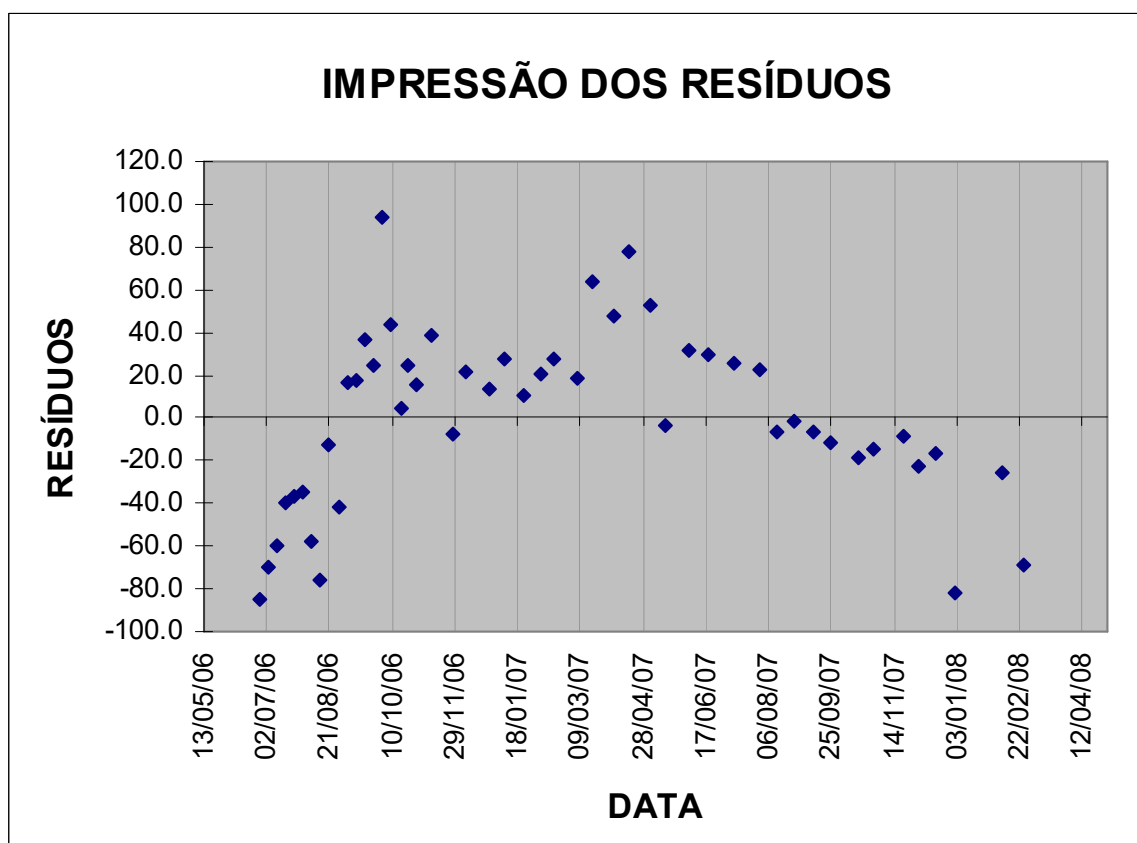


Figura 3.77 – Regressão linear recalques médios: resíduos.

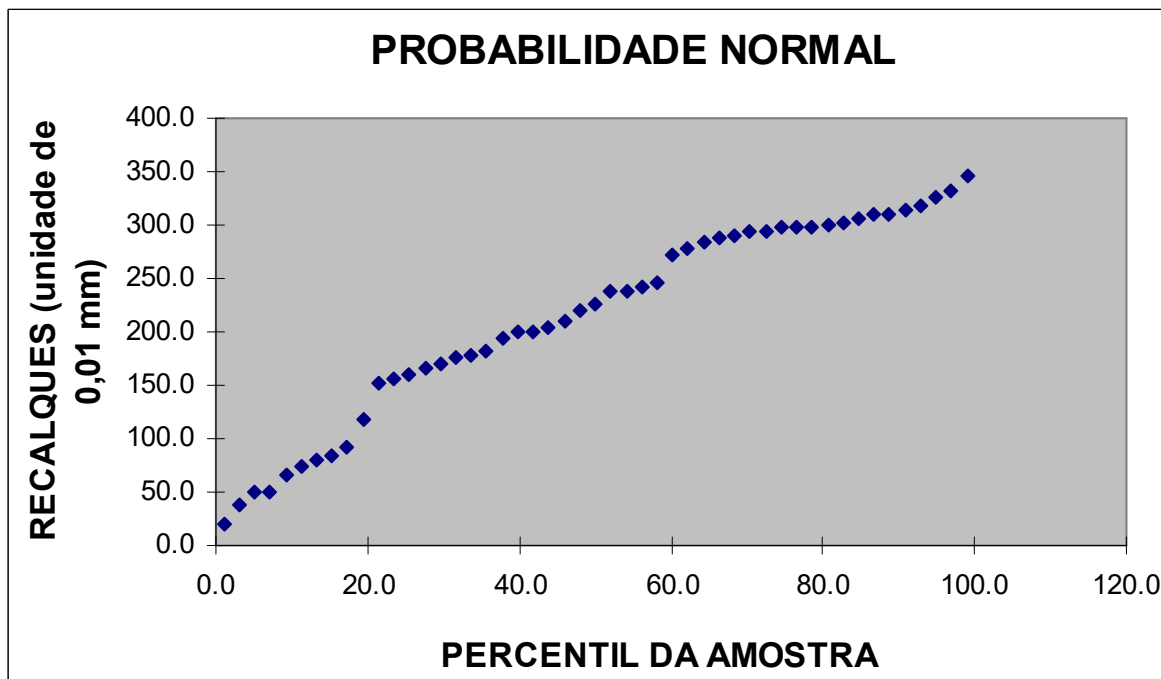


Figura 3.78 – Regressão linear recalques médios: ajuste de linha.

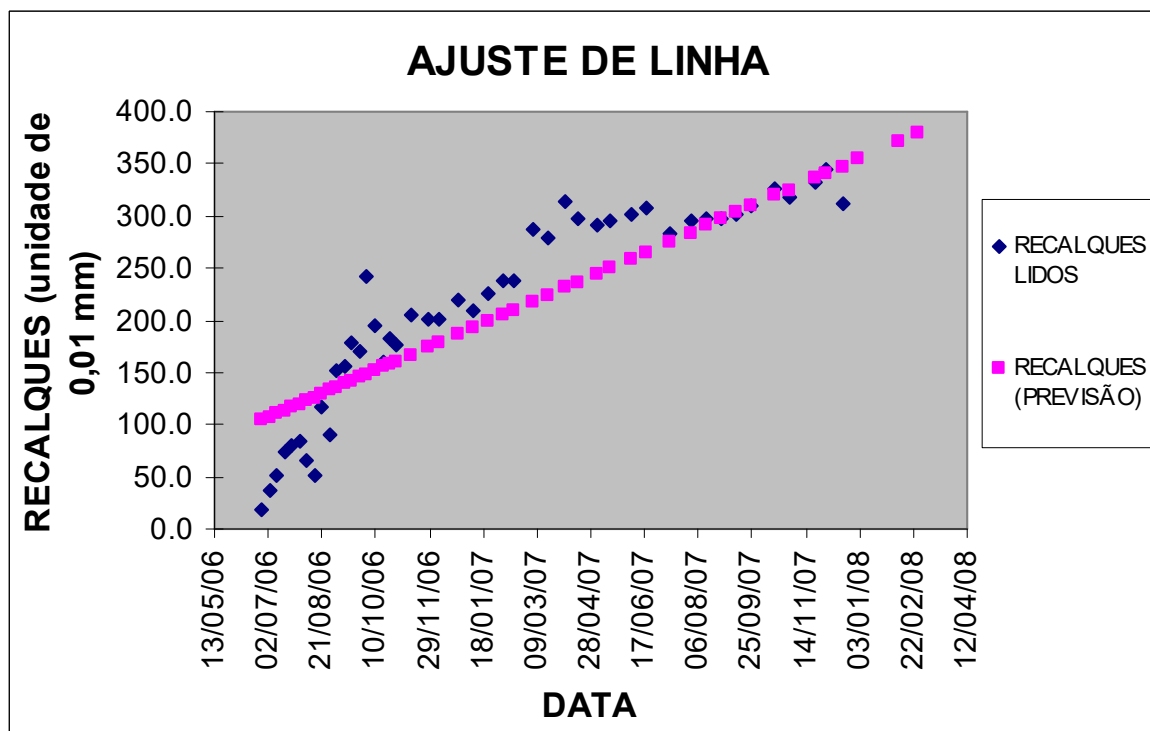


Figura 3.79 – Regressão linear recalques médios: probabilidade normal.

No estudo (b) foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Regressão polinomial e ANOVA: recalques médios.

REGRESSÃO POLINOMIAL E ANOVA – SÉRIE ORIGINAL RECMED – RESUMO DOS RESULTADOS					
Estatística de regressão					
R	0,964801	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO			
R²	93,1%	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO			
R² ajustado	92,6%	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO AJUSTADO			
Erro padrão	25,1109				
Observações	49				
ANOVA – Análise de Variância					
FONTE VARIAÇÃO	GRAUS LIBERDADE	SOMA QUADRADOS	QUAD. MÉDIO	TESTE F	
	gl	SQ	MQ	F	valor-P
Regressão	3	381918	127306	201,89	0,00000
Resíduo	45	28375	631		
Total	48	410293			

Os testes F e valor-P são indicativos de significância da regressão. O valor do coeficiente de correlação é indicativo de boa ajustagem polinomial de terceiro grau. Os gráficos com os intervalos de predição PI e confiança da predição CI, com nível de confiança de 95%, e de impressão dos resíduos são apresentados nas Figuras 3.81 e 3.82. Verifica-se a existência de observação claramente discrepante, como assinalado nessas figuras, pelo que foi expurgada e nova regressão efetuada.

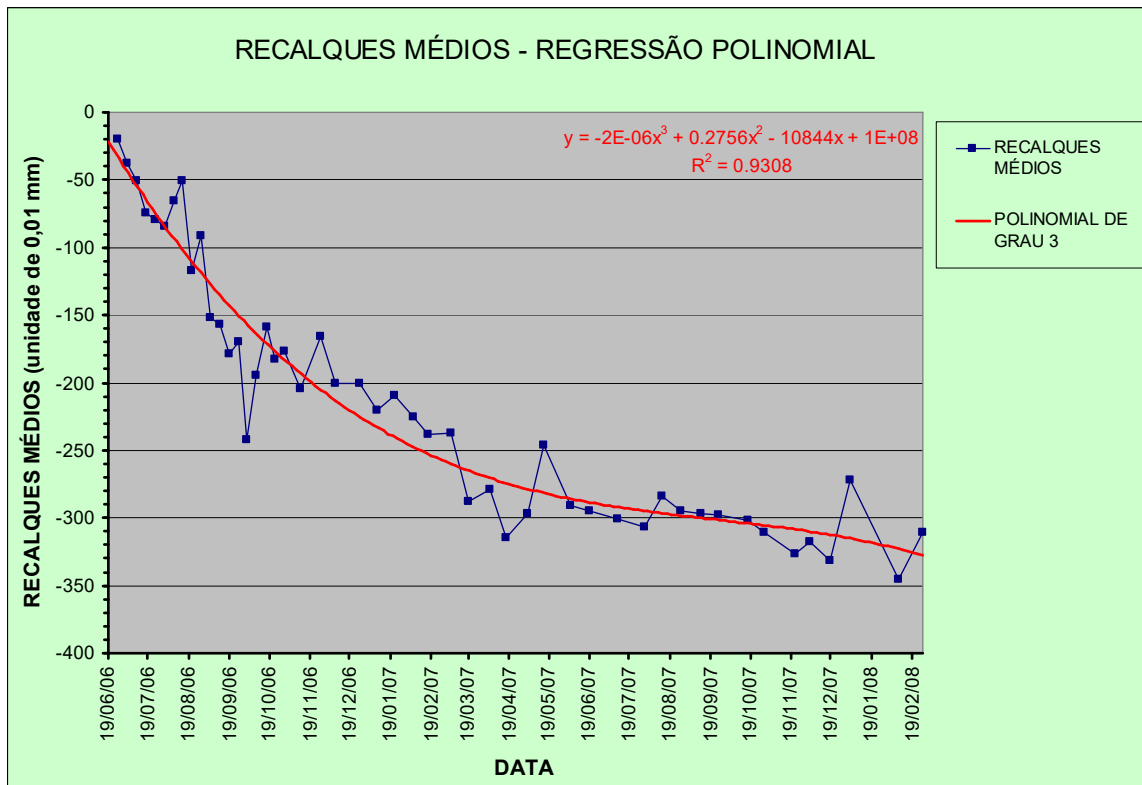


Figura 3.80 – Recalques médios: regressão polinomial.

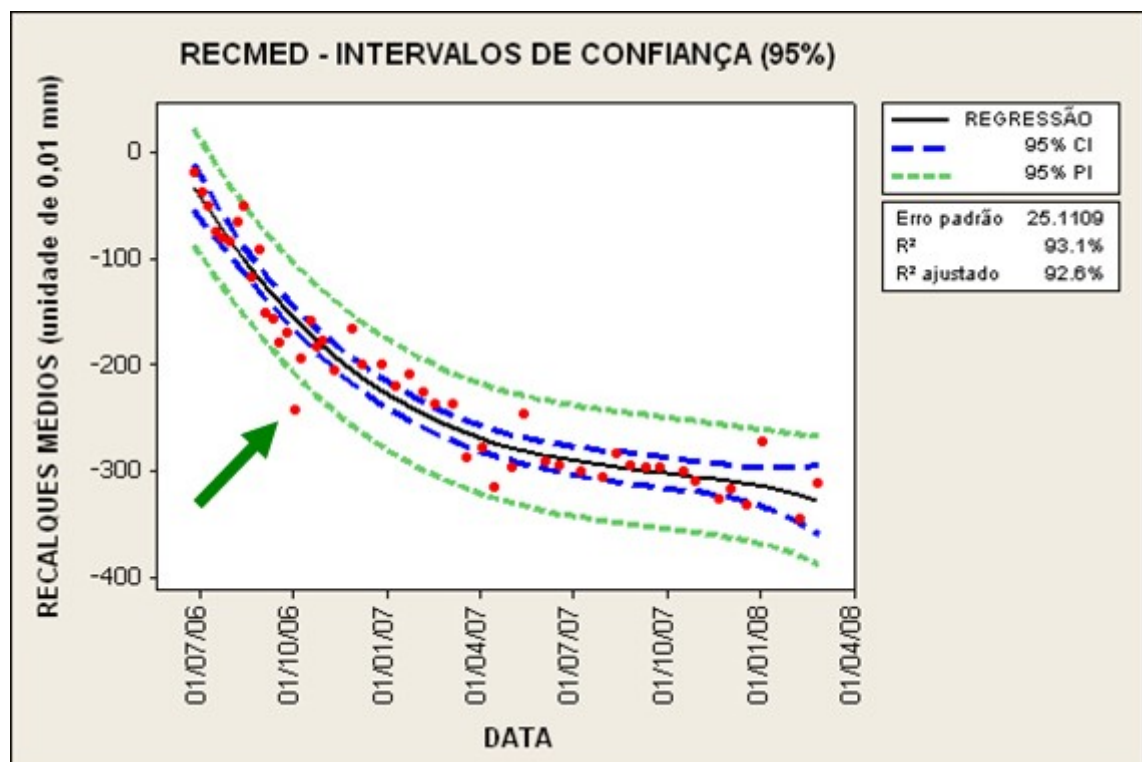


Figura 3.81 – Regressão polinomial: intervalos de confiança.

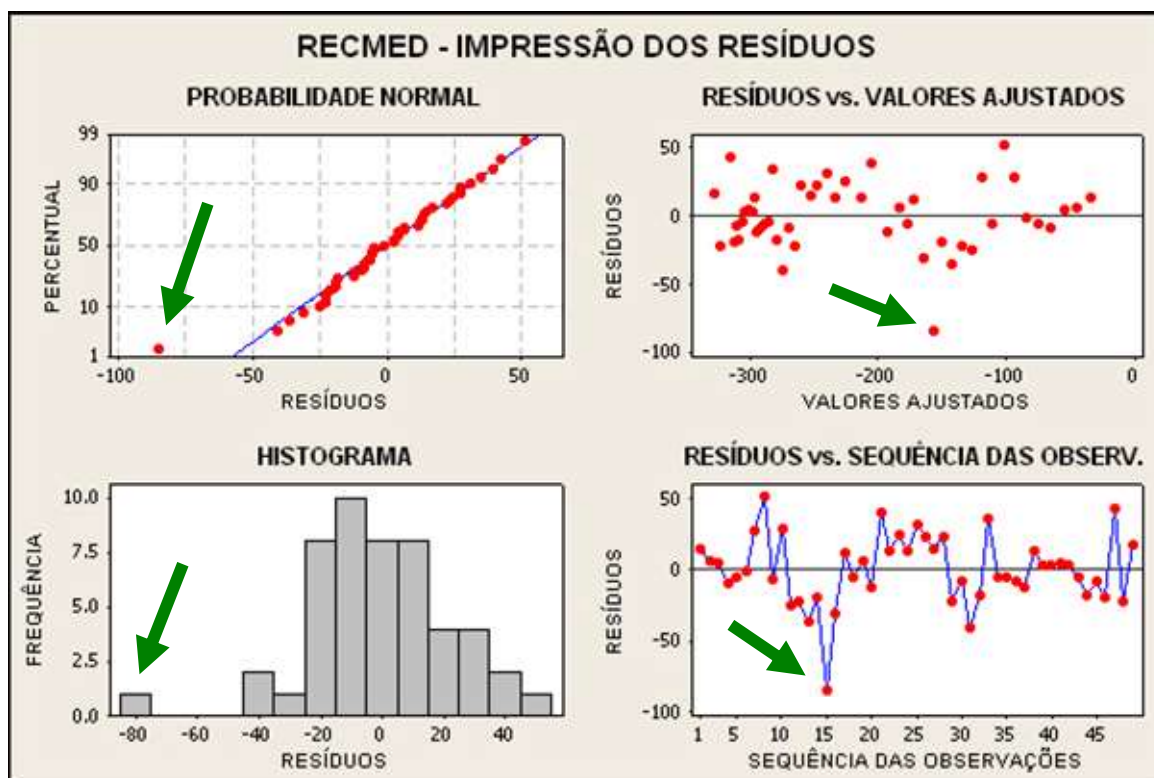


Figura 3.82– Regressão polinomial: impressão de resíduos.

Os resultados da série RECMDC expurgada da observação discrepante são apresentados na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Regressão polinomial e ANOVA: série RECMDC.

REGRESSÃO POLINOMIAL E ANOVA – SÉRIE RECMDC – RESUMO DOS RESULTADOS					
Estatística de regressão					
R	0,974267	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO			
R²	94,9%	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO			
R² ajustado	94,6%	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO AJUSTADO			
Erro padrão	21,7445				
Observações	48				
ANOVA – Análise de Variância					
FONTE VARIAÇÃO	GRAUS LIBERDADE	SOMA QUADRADOS	QUAD. MÉDIO	TESTE F	
	gl	SQ	MQ	F	valor-P
Regressão	3	388694	129565	274,02	0,00000
Resíduo	44	20804	473		
Total	47	409499			

O valor do coeficiente de correlação é indicativo da boa ajustagem polinomial e os indicadores ANOVA, teste F e valor-P, são indicativos de significância da regressão e melhores do que a efetuada na série original. Os gráficos com os

intervalos de predição PI e confiança da predição CI, com nível de confiança de 95%, e de impressão dos resíduos são apresentados nas Figuras 3.83 e 3.84.

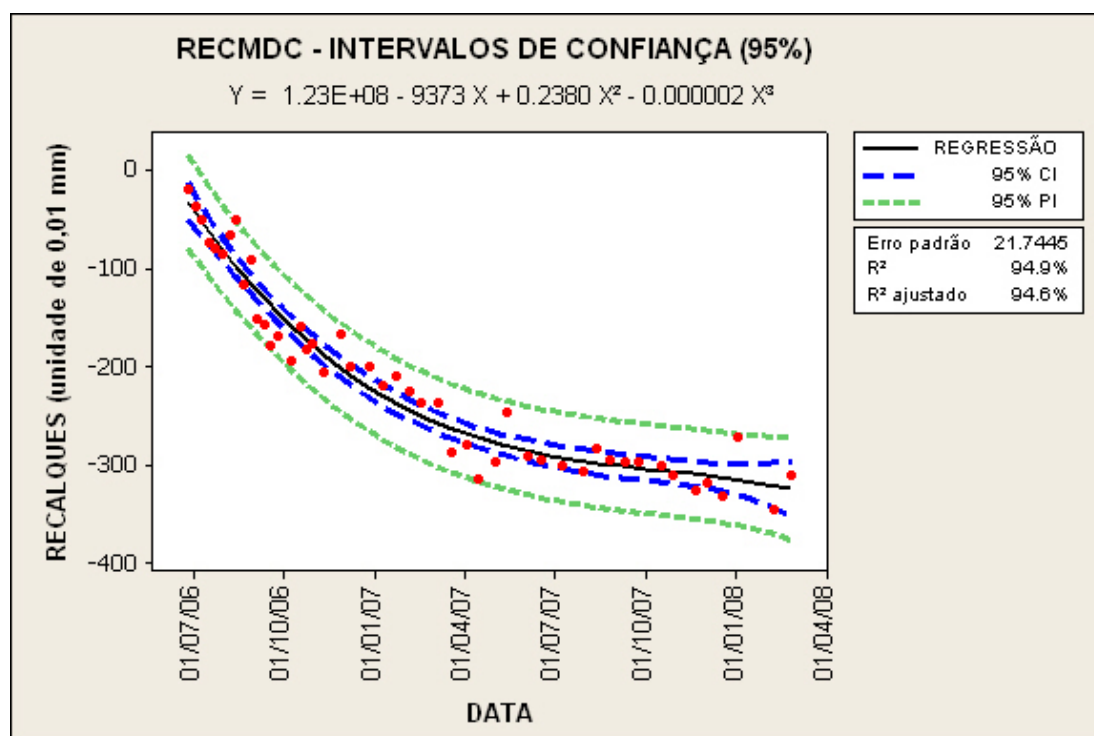


Figura 3.83 – Regressão polinomial da série RECMDC: intervalos de confiança.

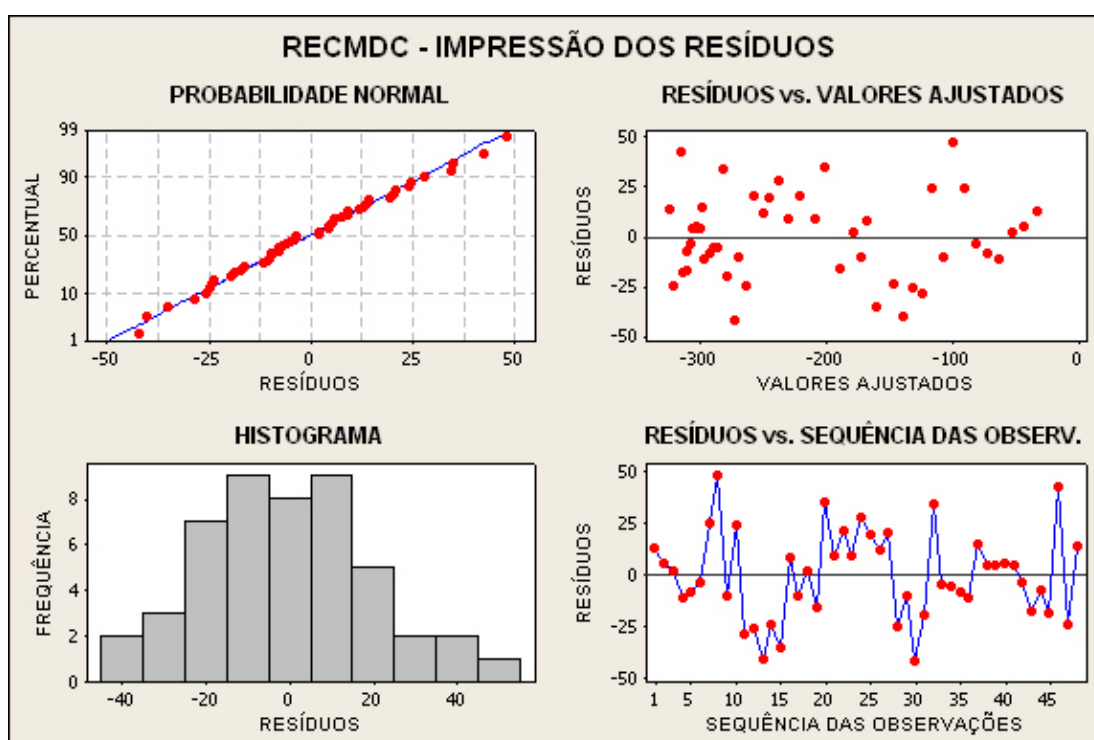


Figura 3.84 – Regressão polinomial da série RECMDC: impressão dos resíduos.

No estudo (c) adotou-se o método de médias móveis duplas, mais indicado para previsão de séries com tendência linear. Adotando-se a suavização da série original RECMED pelo método das médias móveis duplas, com três e cinco termos, obteve-se os resultados apresentados nas Tabelas 3.5 e 3.6.

As previsões obtidas com o modelo de médias móveis simples são constantes para todo o horizonte temporal e baseadas na média aritmética das observações passadas mais recentes:

$$PMMS_{t+h} = \frac{Z_t + Z_{t-1} + \dots + Z_{t-n+1}}{n}; h = 1, 2, \dots \quad (3.16)$$

onde

$PMMS_{t+h}$ – previsão da série no momento $t + 1$;

t – origem da previsão;

h – horizonte da previsão;

n – termo ou ordem da média móvel simples;

$Z_t + Z_{t-1} + \dots + Z_{t-n+1}$ – n observações incluídas na média móvel.

Para as previsões de acordo com o modelo de médias móveis duplas tem-se:

$$M_t^{[2]} = \frac{M_t + M_{t-1} + \dots + M_{t-n+1}}{n} \quad (3.17)$$

$$PMMD_{t+h} = 2 \cdot M_t - M_t^{[2]} + h \cdot \left\{ \frac{2}{n-1} \cdot (M_t - M_t^{[2]}) \right\} \quad (3.18)$$

sendo

M_t – média móvel simples no instante t ;

$M_t^{[2]}$ – média móvel dupla no instante t .

Para efeito de avaliação das previsões obtidas foram calculados os seguintes indicadores de precisão:

- erro – diferença entre o valor observado e a previsão, em cada instante;
- EQM – erro quadrático médio;
- APE – erro absoluto percentual, em cada instante;
- MAPE – erro absoluto médio percentual.

Tabela 3.5 – Médias móveis de três termos: série RECMED.

OBSERVAÇÕES	INSTANTE	SÉRIE	M. MÓVEL	PREVISÃO	ERRO	APE	MM. DUPLA	PREVISÃO	ERRO	APE	
CAMP.	DATA	t	RECMED	MMS (3)	PMMS (3)	PMMS (3)	PMMS (3)	MMD (3)	PMMD (3)	PMMD (3)	
1	19/06/06										
2	26/06/06	1	-19,4								
3	03/07/06	2	-37,4	-35,7							
4	10/07/06	3	-50,4	-53,9	-35,7	-14,7	29,1%	-52,6			
5	17/07/06	4	-74,0	-68,1	-53,9	-20,1	27,1%	-67,1	-56,6	-17,4	
6	24/07/06	5	-79,9	-79,5	-68,1	-11,8	14,8%	-74,7	-69,9	-10,0	
7	31/07/06	6	-84,6	-76,6	-79,5	-5,1	6,1%	-74,3	-89,0	4,4	
8	07/08/06	7	-65,2	-66,8	-76,6	11,4	17,4%	-73,7	-81,2	15,9	
9	14/08/06	8	-50,5	-77,6	-66,8	16,3	32,2%	-76,9	-53,1	2,5	
10	21/08/06	9	-117,1	-86,2	-77,6	-39,5	33,7%	-94,6	-79,1	-38,0	
11	28/08/06	10	-91,1	-120,0	-86,2	-4,9	5,3%	-113,2	-69,5	-21,6	
12	04/09/06	11	-151,9	-133,2	-120,0	-31,9	21,0%	-138,6	-133,7	-18,2	
13	11/09/06	12	-156,7	-162,5	-133,2	-23,5	15,0%	-154,7	-122,5	-34,2	
14	18/09/06	13	-178,9	-168,5	-162,5	-16,4	9,2%	-175,9	-178,0	-0,9	
15	25/09/06	14	-169,8	-196,9	-168,5	-1,3	0,8%	-189,1	-153,5	-16,3	
16	02/10/06	15	-241,9	-202,1	-196,9	-45,1	18,6%	-199,2	-212,3	-29,6	
17	09/10/06	16	-194,6	-198,6	-202,1	7,5	3,8%	-193,1	-208,0	13,3	
18	17/10/06	17	-159,2	-178,7	-198,6	39,4	24,8%	-183,3	-209,5	50,3	
19	23/10/06	18	-182,3	-172,6	-178,7	-3,6	2,0%	-179,7	-169,5	-12,8	
20	30/10/06	19	-176,5	-187,9	-172,6	-3,8	2,2%	-181,0	-158,5	-18,0	
21	11/11/06	20	-204,8	-182,4	-187,9	-17,0	8,3%	-186,9	-201,6	-3,2	
22	27/11/06	21	-166,0	-190,3	-182,4	16,4	9,9%	-187,2	-173,6	7,6	
23	08/12/06	22	-200,0	-188,8	-190,3	-9,7	4,9%	-195,3	-196,5	-3,5	
24	26/12/06	23	-200,4	-206,8	-188,8	-11,6	5,8%	-201,8	-175,8	-24,5	
25	08/01/07	24	-219,9	-209,8	-206,8	-13,1	6,0%	-211,5	-216,7	-3,2	
26	22/01/07	25	-209,1	-218,1	-209,8	0,7	0,3%	-217,3	-206,3	-2,8	
27	05/02/07	26	-225,2	-224,0	-218,1	-7,1	3,2%	-225,1	-219,6	-5,6	
28	16/02/07	27	-237,8	-233,4	-224,0	-13,8	5,8%	-237,2	-221,7	-16,0	
29	06/03/07	28	-237,1	-254,2	-233,4	-3,8	1,6%	-251,8	-225,7	-11,4	
30	19/03/07	29	-287,6	-267,9	-254,2	-33,4	11,6%	-271,9	-258,9	-28,7	
31	04/04/07	30	-278,9	-293,8	-267,9	-11,0	4,0%	-286,2	-259,7	-19,2	
32	16/04/07	31	-314,8	-297,0	-293,8	-21,1	6,7%	-292,3	-308,9	-5,9	
33	03/05/07	32	-297,2	-286,2	-297,0	-0,2	0,1%	-287,1	-306,3	9,1	
34	15/05/07	33	-246,6	-278,2	-286,2	39,6	16,1%	-280,6	-284,4	37,8	
35	04/06/07	34	-290,7	-277,3	-278,2	-12,5	4,3%	-283,6	-273,4	-17,3	
36	19/06/07	35	-294,6	-295,3	-277,3	-17,3	5,9%	-291,1	-264,7	-29,9	
37	10/07/07	36	-300,7	-300,7	-295,3	-5,3	1,8%	-297,7	-303,8	3,1	
38	30/07/07	37	-306,8	-296,9	-300,7	-6,1	2,0%	-297,6	-306,7	0,0	
39	13/08/07	38	-283,4	-295,1	-296,9	13,5	4,8%	-294,6	-295,7	12,3	
40	27/08/07	39	-295,0	-291,8	-295,1	0,1	0,0%	-294,4	-296,0	1,0	
41	11/09/07	40	-297,0	-296,5	-291,8	-5,2	1,8%	-295,6	-286,5	-10,5	
42	24/09/07	41	-297,4	-298,6	-296,5	-0,9	0,3%	-299,3	-298,2	0,8	
43	17/10/07	42	-301,3	-303,0	-298,6	-2,7	0,9%	-304,8	-297,0	-4,3	
44	29/10/07	43	-310,3	-312,9	-303,0	-7,3	2,4%	-311,4	-299,4	-10,9	
45	22/11/07	44	-326,9	-318,4	-312,9	-14,1	4,3%	-318,9	-315,7	-11,2	
46	03/12/07	45	-318,0	-325,4	-318,4	0,4	0,1%	-317,0	-317,5	-0,5	
47	18/12/07	46	-331,3	-307,2	-325,4	-5,9	1,8%	-316,3	-342,2	10,9	
48	02/01/08	47	-272,4	-316,4	-307,2	34,8	12,8%	-311,0	-289,1	16,6	
49	08/02/08	48	-345,3	-309,5	-316,4	-29,0	8,4%		-327,0	-18,4	
50	26/02/08	49	-310,8		-309,5	-1,3	0,4%				
INDICADORES DE PRECISÃO				EQM	336,476	MAPE	8,5%	EQM	327,911	MAPE	8,0%

Tabela 3.6 – Médias móveis de cinco termos: série RECMED.

OBSERVAÇÕES		INSTANTE	SÉRIE	M. MÓVEL	PREVISÃO	ERRO	APE	MM. DUPLA	PREVISÃO	ERRO	APE
CAMP.	DATA	t	RECMED	MMS (5)	PMMS (5)	PMMS (5)	PMMS (5)	MMD (5)	PMMD (5)	PMMD (5)	PMMD (5)
1	19/06/06										
2	26/06/06	1	-19,4								
3	03/07/06	2	-37,4								
4	10/07/06	3	-50,4	-52,2							
5	17/07/06	4	-74,0	-65,2							
6	24/07/06	5	-79,9	-70,8	-52,2	-27,7	34,7%	-67,7			
7	31/07/06	6	-84,6	-70,8	-65,2	-19,4	22,9%	-73,6	-75,5	-9,2	10,8%
8	07/08/06	7	-65,2	-79,5	-70,8	5,6	8,6%	-79,6	-66,7	1,5	2,3%
9	14/08/06	8	-50,5	-81,7	-70,8	20,3	40,2%	-88,1	-79,3	28,7	56,8%
10	21/08/06	9	-117,1	-95,2	-79,5	-37,6	32,1%	-101,8	-72,1	-45,0	38,4%
11	28/08/06	10	-91,1	-113,5	-81,7	-9,4	10,3%	-115,8	-85,2	-5,9	6,4%
12	04/09/06	11	-151,9	-139,1	-95,2	-56,7	37,3%	-135,4	-109,9	-42,0	27,6%
13	11/09/06	12	-156,7	-149,7	-113,5	-43,2	27,6%	-154,1	-144,6	-12,1	7,7%
14	18/09/06	13	-178,9	-179,8	-139,1	-39,8	22,2%	-169,2	-143,0	-35,9	20,1%
15	25/09/06	14	-169,8	-188,4	-149,7	-20,1	11,8%	-179,3	-195,8	26,1	15,3%
16	02/10/06	15	-241,9	-188,9	-179,8	-62,1	25,7%	-187,5	-202,1	-39,9	16,5%
17	09/10/06	16	-194,6	-189,6	-188,4	-6,2	3,2%	-188,2	-190,9	-3,7	1,9%
18	17/10/06	17	-159,2	-190,9	-188,9	29,7	18,7%	-186,1	-191,5	32,4	20,3%
19	23/10/06	18	-182,3	-183,5	-189,6	7,3	4,0%	-185,5	-198,1	15,8	8,7%
20	30/10/06	19	-176,5	-177,8	-190,9	14,4	8,2%	-185,5	-180,4	3,9	2,2%
21	11/11/06	20	-204,8	-185,9	-183,5	-21,4	10,4%	-187,0	-166,1	-38,7	18,9%
22	27/11/06	21	-166,0	-189,5	-177,8	11,7	7,1%	-190,1	-184,3	18,3	11,0%
23	08/12/06	22	-200,0	-198,2	-185,9	-14,1	7,0%	-196,7	-188,7	-11,3	5,7%
24	26/12/06	23	-200,4	-199,1	-189,5	-10,8	5,4%	-203,2	-200,5	0,1	0,0%
25	08/01/07	24	-219,9	-210,9	-198,2	-21,7	9,9%	-210,5	-192,8	-27,1	12,3%
26	22/01/07	25	-209,1	-218,5	-199,1	-10,0	4,8%	-218,7	-211,5	2,4	1,2%
27	05/02/07	26	-225,2	-225,8	-210,9	-14,3	6,3%	-229,6	-218,1	-7,1	3,1%
28	16/02/07	27	-237,8	-239,3	-218,5	-19,3	8,1%	-241,6	-220,2	-17,6	7,4%
29	06/03/07	28	-237,1	-253,3	-225,8	-11,3	4,8%	-254,6	-235,9	-1,2	0,5%
30	19/03/07	29	-287,6	-271,2	-239,3	-48,2	16,8%	-266,4	-251,4	-36,2	12,6%
31	04/04/07	30	-278,9	-283,1	-253,3	-25,6	9,2%	-275,7	-278,5	-0,4	0,1%
32	16/04/07	31	-314,8	-285,0	-271,2	-43,6	13,8%	-282,8	-294,3	-20,5	6,5%
33	03/05/07	32	-297,2	-285,7	-283,1	-14,1	4,7%	-285,7	-288,4	-8,8	3,0%
34	15/05/07	33	-246,6	-288,8	-285,0	38,4	15,6%	-286,7	-285,6	39,0	15,8%
35	04/06/07	34	-290,7	-286,0	-285,7	-5,0	1,7%	-288,7	-292,0	1,3	0,4%
36	19/06/07	35	-294,6	-287,9	-288,8	-5,8	2,0%	-290,8	-281,8	-12,8	4,3%
37	10/07/07	36	-300,7	-295,2	-286,0	-14,7	4,9%	-292,3	-283,5	-17,2	5,7%
38	30/07/07	37	-306,8	-296,1	-287,9	-18,9	6,2%	-294,3	-299,6	-7,2	2,3%
39	13/08/07	38	-283,4	-296,6	-295,2	11,8	4,2%	-295,7	-298,7	15,3	5,4%
40	27/08/07	39	-295,0	-295,9	-296,1	1,1	0,4%	-296,7	-297,8	2,9	1,0%
41	11/09/07	40	-297,0	-294,8	-296,6	-0,4	0,2%	-298,8	-294,7	-2,3	0,8%
42	24/09/07	41	-297,4	-300,2	-295,9	-1,5	0,5%	-301,7	-288,8	-8,6	2,9%
43	17/10/07	42	-301,3	-306,6	-294,8	-6,5	2,2%	-306,0	-298,0	-3,3	1,1%
44	29/10/07	43	-310,3	-310,8	-300,2	-10,1	3,3%	-309,4	-307,5	-2,8	0,9%
45	22/11/07	44	-326,9	-317,6	-306,6	-20,4	6,2%	-313,1	-312,9	-14,1	4,3%
46	03/12/07	45	-318,0	-311,8	-310,8	-7,2	2,3%	-314,9	-324,3	6,3	2,0%
47	18/12/07	46	-331,3	-318,8	-317,6	-13,7	4,1%		-307,1	-24,2	7,3%
48	02/01/08	47	-272,4	-315,6	-311,8	39,4	14,5%				
49	08/02/08	48	-345,3		-318,8	-26,5	7,7%				
50	26/02/08	49	-310,8		-315,6	4,7	1,5%				
INDICADORES DE PRECISÃO				EQM	617,772	MAPE	11,0%	EQM	434,663	MAPE	9,1%

Na Tabela 3.7 apresentam-se as previsões um passo à frente obtidas pelos dois processos, médias móveis simples e médias móveis duplas, de ordem três e cinco, respectivamente.

Tabela 3.7 – Médias móveis de três e cinco termos: previsões um passo à frente.

PREVISÃO			
M. M. SIMPLES	M. M. DUPLA	M. M. SIMPLES	M. M. DUPLA
PMMS (3)	PMMD (3)	PMMS (5)	PMMD (5)
-309,5	-327,0	-315,6	-307,1

Suavizada a série original pelos dois processos determinou-se a regressão e análise de variância da média móvel dupla que apresentou os menores valores de EQM e MAPE (Figura 3.85); os resultados obtidos constam da Tabela 3.8.

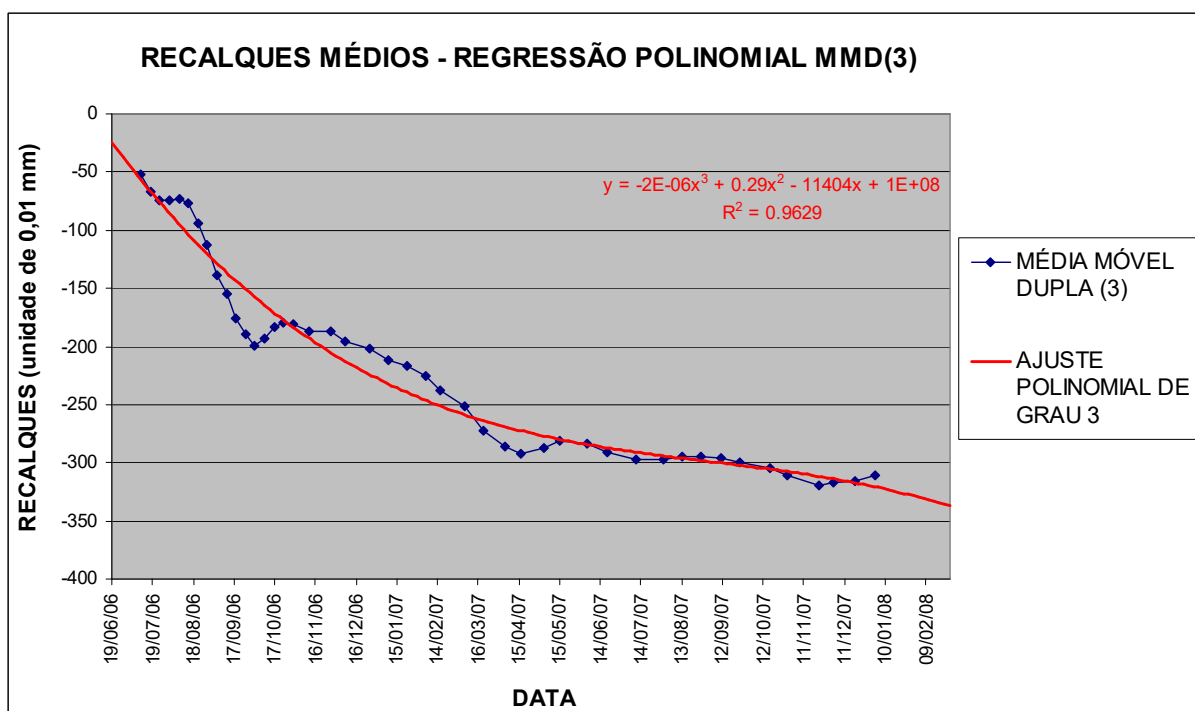
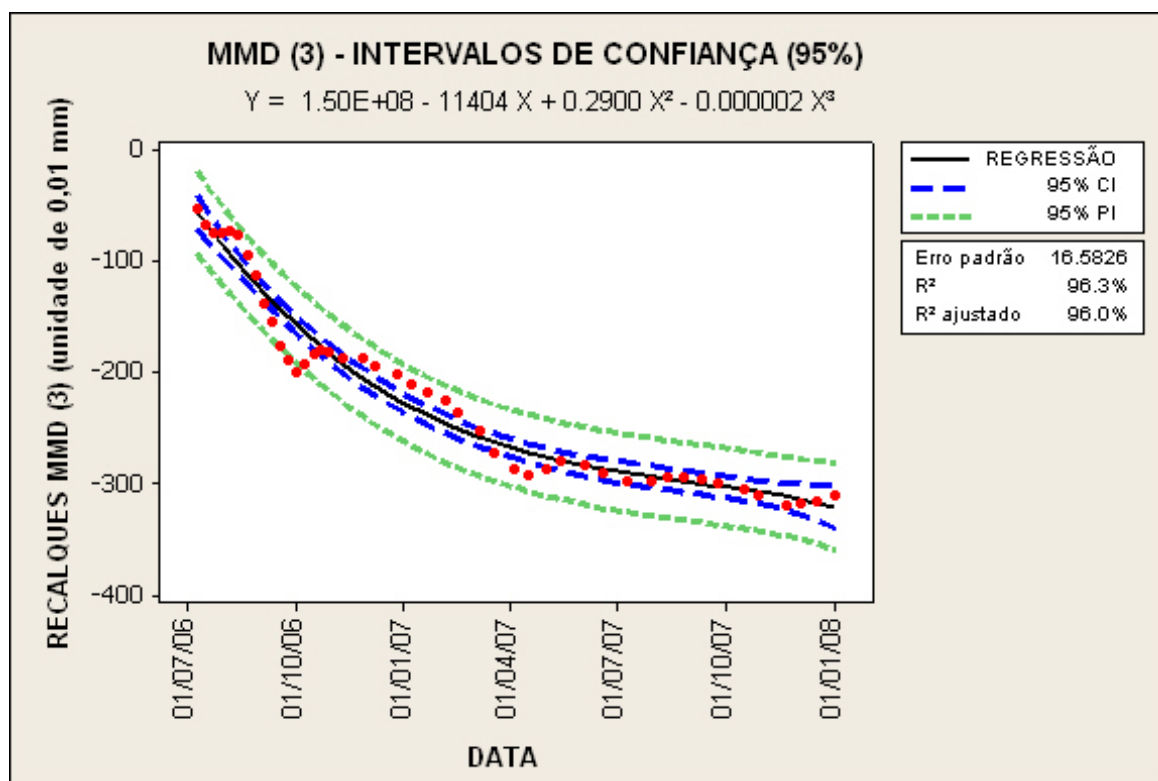


Figura 3.85 – Média móvel dupla de ordem 3: regressão polinomial.

Tabela 3.8 – Regressão polinomial e ANOVA: média móvel dupla de ordem 3.

REGRESSÃO POLINOMIAL E ANOVA – MMD (3) – RESUMO DOS RESULTADOS					
Estatística de regressão					
R	0,981253	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO			
R²	96,3%	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO			
R² ajustado	96,0%	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO AJUSTADO			
Erro padrão	16,5826				
Observações	45				
ANOVA – Análise de Variância					
FONTES VARIACÃO	GRAUS LIBERDADE	SOMA QUADRADOS	QUAD. MÉDIO	TESTE F	
	gl	SQ	MQ	F	valor-P
Regressão	3	292261	97420,5	354,28	0,00000
Resíduo	41	11274	275,0		
Total	44	303536			

O valor do coeficiente de correlação é indicativo da boa ajustagem polinomial e os indicadores ANOVA, teste F e valor-P, são indicativos de significância da regressão e também melhores do que a efetuada na série original. Os gráficos com os intervalos de predição PI e confiança da predição CI, com nível de confiança de 95%, e de impressão dos resíduos são apresentados nas Figuras 3.86 e 3.87.

**Figura 3.86** – Regressão polinomial MMD (3): intervalos de confiança.

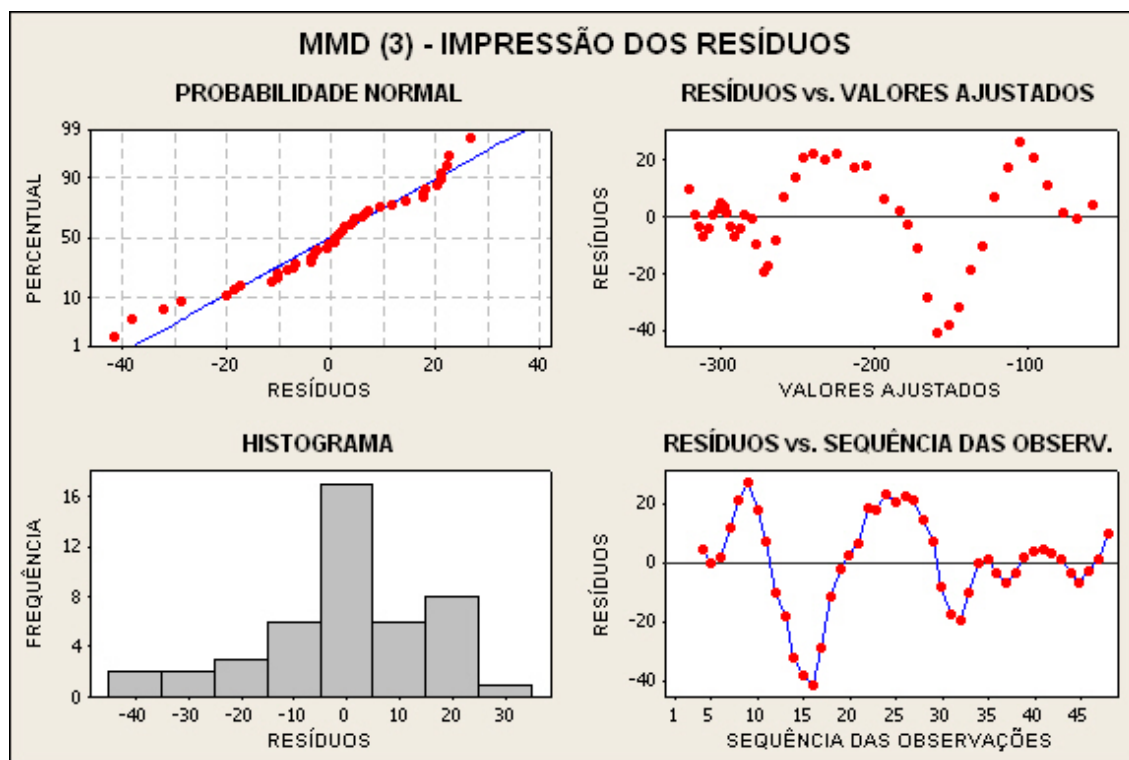


Figura 3.87 – Regressão polinomial MMD (3): impressão dos resíduos.

De acordo com os modelos de previsão obtidos nos estudos efetuados e estando disponíveis à época do término desses mesmos estudos os dados referentes às campanhas de controle de recalque de números 51 a 57, obtiveram-se os resultados comparativos constantes da Tabela 3.9.

Tabela 3.9 – Modelos de previsão *versus* recalques médios observados.

CAMP.	DATA	RECALQUES MÉDIOS	MODELO DE PREVISÃO								
			ESTUDO (a)			ESTUDO (b)			ESTUDO (c)		
		VALORES OBSERVADOS	REGRESSÃO LINEAR	ERRO	APE	REGRESSÃO POLINOMIAL RECMDC	ERRO	APE	REGRESSÃO POLINOMIAL MMD (3)	ERRO	APE
51	28/03/08	-363,8	-393,2	29,4	8%	-332,2	-31,6	9%	-350,2	-13,6	4%
52	30/04/08	-334,7	-408,1	73,4	22%	-342,2	7,5	2%	-367,0	32,3	10%
53	30/05/08	-345,6	-421,6	76,0	22%	-353,6	8,0	2%	-385,6	40,0	12%
54	01/07/08	-329,6	-436,1	106,5	32%	-368,4	38,8	12%	-409,4	79,8	24%
55	05/08/08	-382,6	-451,9	69,3	18%	-388,3	5,7	1%	-440,6	58,0	15%
56	29/08/08	-376,6	-462,7	86,1	23%	-404,3	27,7	7%	-465,5	88,9	24%
57	26/09/08	-409,4	-475,3	65,9	16%	-425,9	16,5	4%	-498,5	89,1	22%
INDICADOR DE PRECISÃO			MAPE	20%		MAPE	5%		MAPE	16%	

Verifica-se que o modelo de previsão que apresenta o menor MAPE é o modelo de regressão polinomial realizado no estudo (b), indicando ser o modelo de previsão mais adequado.

3.2.6 Observações Finais

Na análise decorrente das campanhas de controle de recalque efetuadas verifica-se que os valores determinados tanto para recalques totais, quanto para recalques diferenciais, são muito inferiores aos valores limite geralmente encontrados na literatura para o caso de fundações diretas em sapatas, de que trata este estudo de caso. SKEMPTON e MACDONALD (1956) *apud* CINTRA *et al.* (2003) propõem as seguintes recomendações de valores limite para os recalques diferenciais e totais máximos para estruturas usuais de aço ou concreto:

a) em areias:

- recalque diferencial = 25 mm;
- recalque total em sapatas isoladas = 40 mm;
- recalque total em radiers = 40 a 65 mm;

b) em argilas:

- recalque diferencial = 40 mm;
- recalque total em sapatas isoladas = 65 mm;
- recalque total em radiers = 65 a 100 mm.

No que concerne às distorções angulares, os valores apurados neste estudo são também inferiores aos valores limite apontados comumente na literatura. BURLAND *et al.* (1977) *apud* CINTRA *et al.* (2003) destacam, de forma resumida, os seguintes valores limite:

- 1:300 – trincas em paredes de edifícios;
- 1:150 – danos estruturais em vigas e colunas de edifícios correntes.

A observação dos gráficos de evolução dos recalques e de comportamento das velocidades de recalque, bem como os estudos de previsão efetuados, mostram a tendência à continuidade dos mesmos, com velocidades decrescentes e acelerações médias negativas, porém, ainda sem estabilização.

Ao término das cinquenta campanhas analisadas a obra vizinha em execução encontrava-se com a estrutura da 1ª torre concluída e em estágio de construção dos subsolos da 2ª torre; o monitoramento do conjunto arquitetônico existente prossegue.

4 CONCLUSÕES

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos de casos efetuados mostram a importância do monitoramento das estruturas de uso corrente no dia-a-dia das atividades nas cidades, reforçando-se a necessidade de se utilizar meios técnicos sofisticados como ferramenta para garantir a segurança, a confiabilidade e a durabilidade das estruturas, pela relevância econômica e estratégica que detêm, além do aspecto de vidas humanas a considerar em casos de acidentes de maior monta. O termo meios técnicos sofisticados se relaciona com as soluções propiciadas pelos equipamentos de última geração na área da Mensuração e Topografia, de que trata esta dissertação, quando convenientemente aplicadas e em conjunto com técnicas robustas de ajustamento e análise.

No 1º estudo de caso o monitoramento tridimensional da Ponte Velha da Barra da Tijuca, utilizou-se uma Estação Total de média precisão, classe que é a mais usada pelos técnicos da área e de custo mais econômico. O ajustamento das observações e determinação das coordenadas finais dos alvos foi efetuado pelos dois métodos apresentados: por meio de tratamento convencional e pelo MMQ, com o uso do *software* de ajustamento geodésico **MOVE3**.

No tratamento convencional a qualidade das coordenadas obtidas (N, E e H) foi verificada pela determinação dos seguintes parâmetros estatísticos para as médias apuradas:

- desvio e desvio médio;
- desvio padrão;
- desvio padrão da média.

Foram calculadas teoricamente as precisões esperadas, planimétrica e altimétrica, e comparadas com os parâmetros estatísticos anteriormente determinados, verificando-se plena compatibilidade entre os resultados obtidos. O comportamento evolutivo das posições tridimensionais dos alvos ao longo das oito campanhas apresentou a discrepância máxima entre campanhas consecutivas de 2σ em planimetria e $2,5\sigma$ em altimetria. Ao término das campanhas de monitoramento a avaliação dos resultados induz à interpretação da estabilidade posicional dos alvos, com variação planimétrica máxima acumulada de 2 mm; no tocante à avaliação de tendência a recalques, os valores apresentados pelo conjunto dos oito alvos, com variação máxima de 6 mm no alvo CR7, não mostram claros indícios de recalque.

O ajustamento efetuado no *software* **MOVE3** foi desenvolvido em duas fases:

- a) fase 1: ajustamento da rede;
- b) fase 2: ajustamento das campanhas de monitoramento.

Os ajustamentos apresentaram resultado satisfatório, passando nos três tipos de testes estatísticos (testes de hipóteses F, W e T) executados pelo *software* buscando a verificação dos modelos matemático e estocástico, com nível de significância de 0,1% para a fase 1 e de 5% para a fase 2; a potência do teste adotada em ambos os casos foi de 0,90.

Nas campanhas foram considerados nos dados de entrada os desvios padrão das coordenadas ajustadas na fase anterior (ajustamento da rede), além de considerações relativas às precisões de centrada, altura do instrumento e pontaria. No tocante ao aspecto de maior interesse no estudo, a altimetria, os desvios padrão das altitudes calculadas pelo **MOVE3** estão situados numa faixa variando entre 1,4 mm e 1,7 mm, compatível com o teoricamente calculado.

Os valores absolutos das coordenadas determinadas pelos dois processos apresentaram divergências resultantes do tratamento diferenciado, com discrepância máxima de 5 mm. Observou-se que o comportamento relativo das coordenadas finais dos alvos determinadas pelos dois métodos foi similar, com defasagem máxima de 3 mm na planimetria e 1 mm na altimetria.

Os resultados apontam para a consistência da metodologia utilizada, mostrando ser possível desenvolver trabalhos balizados por critérios de

confiabilidade e precisão com equipamentos que propiciem orçamentos menos onerosos, obtendo-se uma excelente relação custo-benefício.

O controle de recalque de edifício no Centro da Cidade do Rio de Janeiro, objeto do 2º estudo, é um caso típico da influência que uma nova construção tem naquelas já consolidadas situadas no seu entorno imediato, devendo essa influência ser prevista e estudada pelos técnicos responsáveis pelo projeto e pela execução de cada novo empreendimento.

Nesse estudo de caso foram analisados os dados resultantes das campanhas de controle de recalque realizadas ao longo de um ano e oito meses, tendo-se efetuado estudos de previsão com resultados considerados satisfatórios. Na análise foram primeiramente verificados os seguintes itens:

- tendência individual de comportamento de cada pino de controle;
- tendência global por meio da observação dos recalques absolutos e da evolução das curvas de iso-recalques e bacia de recalques;
- comportamento de velocidade e aceleração de recalques;
- recalques diferenciais e distorções angulares.

Fizeram-se em seguida estudos de previsão do comportamento dos recalques segundo três modelos, adotando-se para tal a série temporal dos recalques médios:

- modelo de regressão linear, usando-se o **Excel**;
- modelo de regressão polinomial, usando-se o pacote estatístico **Minitab 15**;
- modelo de médias móveis de três e cinco termos, com posterior regressão polinomial, usando-se o **Minitab 15**.

Em todos os modelos de regressão foram determinados os coeficientes de determinação e correlação e realizada a análise de variância (ANOVA), compreendendo os seguintes testes estatísticos:

- teste F (Fisher-Snedecor);
- teste t (Student);
- valor-P.

Os resultados obtidos mostraram a consistência dos dados, propiciando a determinação de valores de predição de recalques segundo os três modelos construídos e a comparação com os recalques já efetivamente observados, tendo-se obtido pelo 2º modelo o erro absoluto médio percentual (MAPE) de 5%. Os dois outros modelos apresentaram MAPE na faixa situada entre 10% e 20%.

4.2 RECOMENDAÇÕES

Os estudos efetuados tratam de dois tipos de estrutura, pontes e edifícios, de inegável importância para a infra-estrutura econômica e para o patrimônio das cidades e metrópoles do país, daí a grande relevância da adoção de políticas de preservação e recuperação.

No caso das pontes e viadutos ainda não é usual a adoção de estratégias de monitoramento contínuo por parte dos meios técnicos e autoridades responsáveis. Uma mudança de paradigma demandará o esforço conjunto para encontrar soluções a contento, buscando-se equilibrar orçamentos disponíveis e resultados confiáveis.

Deve-se também ressaltar que em muitas obras a instrumentação das fundações só é feita quando o mau comportamento requer um estudo mais aprofundado do seu desempenho, pois o impacto e o efeito psicológico negativo provocados na maioria dos usuários das edificações afastam o interesse dos construtores e empresários da Indústria da Construção Civil optarem pelo acompanhamento dos recalques.

Em casos de acidente ou de ocorrências similares àquela observada no edifício CECB, é importante efetuar o procedimento de anamnese, ou seja, levantar o histórico do acidente ocorrido e da construção e toda a documentação técnica possível a ela referente, como:

- investigações geotécnicas (sondagens, ensaios, etc.);
- plantas arquitetônicas;
- cálculo estrutural;
- plantas das fundações;
- plantas de formas e armação;
- plantas de instalações;
- detalhes construtivos e outros.

A disponibilidade dos dados citados pode desempenhar papel de relevo na análise do comportamento de uma estrutura, pelo que é recomendável a sua guarda, principalmente em edificações de grande porte e/ou de instituições públicas, o que nem sempre é efetuado.

Para trabalhos futuros sugere-se a execução de novos estudos de monitoramento tridimensional de pontes e/ou viadutos, compreendendo o planejamento cuidadoso das campanhas a efetuar, por meio de:

- definição das precisões necessárias a atingir;
- disponibilidade de meios físicos para implantação da rede de monitoramento;
- estudo detalhado de precisões esperadas *versus* equipamentos disponíveis;
- técnicas rigorosas de execução e critérios de ajustamento.

Em casos de controle de recalque de fundações por métodos tradicionais (nivelamento geométrico), quando por tempo prolongado, sugere-se:

- a adoção de equipamento digital, sempre que as condições permitirem;
- o aprofundamento do estudo das técnicas de previsão dos recalques, a partir dos observados, segundo modelos de séries temporais;
- a comparação dos recalques observados com os previstos à época da construção, ou determinados por métodos consagrados com base em investigações geotécnicas fidedignas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, U. R. *Previsão e Controle das Fundações*. Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações*. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 13133 – Execução de Levantamento Topográfico*. Rio de Janeiro, 1994.

BAYOUD. F. A. *Leica TPS1200 Plus – White Paper*. Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Switzerland, 2007.

CASACA, J. M.; MATOS, J. L.; DIAS, J. M. B. *Topografia Geral – 4ª Edição Atualizada e Aumentada*. Editora LTC, Rio de Janeiro, 2007.

CHAVES, J. C. *Uso da Tecnologia GPS na Monitoração de Deformação: Sistemas, Etapas e Experimentos*. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2001. 155p.

CINTRA, J. C. A.; AOKI, N.; ALBIERO, J. H. *Tensão Admissível em Fundações Diretas*. Editora Rima, São Carlos, 2003.

CRUZ, V. N. R. *Modelo Matemático para Ajustamento de Rede Altimétrica de Alta Precisão*. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007. 172p.

DALMOLIN, Q. *Ajustamento por Mínimos Quadrados – 2ª Edição*. Imprensa Universitária – UFPR, Curitiba, 2004.

FONTE, C. M. P. C. *Ajustamento de Observações utilizando o Método dos Mínimos Quadrados*. Apostila da Disciplina de Topografia Aplicada do Curso de Licenciatura em Engenharia Geográfica. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal, 1994. 48p.

GEMAEL, C. *Introdução ao Ajustamento de Observações: Aplicações Geodésicas*. Editora UFPR, Curitiba, 1994.

GOMES, J. P. *Determinação de Desníveis de Precisão Utilizando Estação Total*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006. 106p.

GRANEMANN, D. C. *Estabelecimento de uma Rede Geodésica para o Monitoramento de Estruturas: Estudo de Caso na Usina Hidrelétrica Salto Caxias*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005. 108p.

HENRIQUES, M. J.; CASACA, J. *Monitoring Displacements at Large Dams by Means of Precision Traverses*. In: FIG Working Week 2003, Paris, France, 2003. 11p.

IBGE. *Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em Território Nacional*. Resolução PR n.º 22, 1983. 36p.

IBIAPINA, D. S. B. *Método de Cálculo das Coordenadas Espaciais de um Ponto com Superdeterminação de Medidas*. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1993. 79p.

KRELLING, P. C. L. *Concepção de um Inclinômetro Foto-Mecânico para Controle Geodésico de Estruturas*. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006. 207p.

MATOS, S. F. *Avaliação de Instrumentos para Auscultação de Barragem de Concreto. Estudo de caso: Deformímetros e Tensômetros para Concreto na Barragem de Itaipu*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002. 107p.

MCCORMAC, J. C. *Topografia – 5ª Edição*. Editora LTC, Rio de Janeiro, 2007.

MOREIRA, A. S. B. *Nivelamento Trigonométrico e Nivelamento Geométrico Classe IIN da NBR 13133: Limites e Condições de Compatibilidade*. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2003. 120p.

SÊCO E PINTO, P. S. *Algumas Reflexões sobre a Instrumentação de Estruturas Geotécnicas*. In: Documentos de Workshop en Ingenieria de Fundaciones (Touring Lecture), Sociedad Chilena de Geotecnia, Santiago, Chile, 2006. 19p.

SILVA, I. *Novas Tecnologias em Equipamentos Geodésicos e Topográficos*. Notas de Aula do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006. 148p.

SILVEIRA, J. F. A. *Instrumentação e Segurança de Barragens de Terra e Enrocamento*. Oficina de Textos, São Paulo, 2006.

STRINGHINI, M. *Ajustamento e Controles de Qualidade das Linhas Poligonais*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005. 129p.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. *Fundamentos de Topografia*. Apostila do Curso de Engenharia Cartográfica – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007. 205p.

WOLF, P. R.; GHILANI, C. D. *Adjustment Computations: Statistics and Least Squares in Surveying and GIS* – 3.ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, U.S.A., 1997.

ZEISKE, K. *Surveying Made Easy*. Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Switzerland, 2000.

ZOCOLOTTI FILHO, C. A. *Utilização de Técnicas de Poligonação de Precisão para o Monitoramento de Pontos Localizados em Galerias de Inspeção: Estudo de Caso da U. H. de Salto Caxias*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005. 112p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – RELATÓRIOS RESUMO DO SOFTWARE MOVE3: AJUSTAMENTO DE REDE E ALVOS DAS CAMPANHAS DE MONITORAMENTO DA PONTE VELHA DA BARRA DA TIJUCA

```

*****
**                               M O V E 3   Version 3.4.3                               **
**                               Design and Adjustment                               **
**                               of                                                     **
**                               3D 2D and 1D Geodetic Networks                         **
**                               www.MOVE3.com                                         **
**                               (c) 1993-2008 Grontmij                               **
**                               Universidade Federal Fluminense - UFF                 **
**                               Dissertação de Mestrado                             **
**                               Mário Ribeiro da Cruz Moura                         **
**                               AJUSTAMENTO REDE PRINCIPAL                           **
**                               Ponte Velha da Barra                                **
**                               24-05-2008 16:35:06 **
*****

```

3D network loops and misclosures computation

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - Rede.prj

Critical value W-test is 3,29

DIRECTION & DISTANCE LOOPS

Loop 1: J1 - J1A - J0A

Closing error Angles	0 00 06,2 deg	W-test	0,19
X	-0,0019 m	W-test	-0,63
Y	0,0010 m	W-test	0,33
Closing error	0,0021 m	24,1519 ppm	1:41404
Length	87,7103 m		

Loop 2: J1 - J2 - J3 - J0

Closing error Angles	0 00 06,5 deg	W-test	-0,30
X	0,0031 m	W-test	0,49
Y	-0,0040 m	W-test	-0,34
Closing error	0,0051 m	13,7300 ppm	1:72833
Length	373,6293 m		

ZENITH ANGLE & DISTANCE LOOPS

Loop 1: J1 - J1A - J0A

Closing error Height	-0,0010 m	W-test	-0,34
Closing error	-0,0010 m	-11,1812 ppm	
Length	87,8445 m		

Loop 2: J1 - J0A - J0

Closing error Height	0,0062 m	W-test	1,44
Closing error	0,0062 m	32,7148 ppm	
Length	189,8308 m		

Loop 3: J1 - J0 - J3 - J2

Closing error Height	0,0008 m	W-test	0,15
Closing error	0,0008 m	2,1182 ppm	
Length	373,6330 m		

Loop 4: J0A - J1A - AUX

Closing error Height	0,0025 m	W-test	0,67
Closing error	0,0025 m	26,8191 ppm	
Length	94,3295 m		

3D connected network adjustment

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	5
Total	7

OBSERVATIONS

Directions	18
Distances	18
Zenith angles	18
Known coordinates	5
Total	59

UNKNOWNNS

Coordinates	21
Orientations	8
Scale factors	1
Total	30
Degrees of freedom	29

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,1918
Alfa 0 (one dimensional)	0,0010
Beta	0,90
Critical value W-test	3,29
Critical value T-test (3 dimensional)	4,29
Critical value T-test (2 dimensional)	6,01
Critical value F-test	1,22
F-test	1,198 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	1,197	29,0
Directions	0,247	5,6
Distances	0,245	11,4
Zenith angles	2,547	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
J0	23 00 26,03347 S*	43 18 11,03692 W*	2,2540*	0,0010	0,0010	known
J1	23 00 24,45376 S*	43 18 08,18762 W*	1,6493	0,0010	0,0010	known
J2	23 00 22,33921 S	43 18 09,51466 W	1,5398	0,0010	0,0010	
J3	23 00 24,62020 S	43 18 13,24631 W	2,0707	0,0010	0,0010	
AUX	23 00 23,48210 S	43 18 08,25714 W	3,5625	0,0010	0,0010	
J0A	23 00 24,63930 S	43 18 08,81136 W	2,0993	0,0010	0,0010	
J1A	23 00 23,58349 S	43 18 09,03153 W	1,8090	0,0010	0,0010	

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
J0	0,0050	0,0050	0,0005
J1	0,0050	0,0050	

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J0	J3	1,6320	1,5000 m	0 00 00,0 dms
S0					76,4770 m
Z0					90 14 11,5 dms
R0	J0	J1	1,6320	1,5000 m	114 26 17,0 dms
S0					94,5815 m
Z0					90 26 48,0 dms
R0	J1	J0	1,6690	1,5000 m	0 00 00,0 dms
S0					94,5790 m
Z0					89 44 50,0 dms
R0	J1	J2	1,6690	1,5000 m	90 45 47,5 dms

S0					75,2295 m
Z0					90 12 44,5 dms
R0	J2	J1	1,5270	1,5000 m	0 00 00,0 dms
S0					75,2290 m
Z0					89 56 46,5 dms
R0	J2	J3	1,5270	1,5000 m	86 42 51,5 dms
S0					127,3460 m
Z0					89 46 49,0 dms
R0	J3	J2	1,4110	1,5000 m	0 00 00,0 dms
S0					127,3425 m
Z0					90 11 55,0 dms
R0	J3	J0	1,4110	1,5000 m	68 04 57,5 dms
S0					76,4790 m
Z0					89 48 21,0 dms
R1	J0	J1	1,5720	1,5000 m	0 00 00,0 dms
S0					94,5840 m
Z0					90 24 25,0 dms
R1	J0	J0A	1,5720	1,5000 m	356 49 53,0 dms
S0					76,5250 m
Z0					90 10 12,0 dms
R1	J1	J0A	1,6850	0,1000 m	0 00 00,0 dms
S0					18,6920 m
Z0					93 29 38,5 dms
R1	J1	J1A	1,6850	0,1000 m	65 54 01,5 dms
S0					36,0040 m
Z0					92 16 08,0 dms
R0	J0A	J1	1,5840	0,1000 m	0 00 00,0 dms
S0					18,7565 m
Z0					95 55 18,5 dms
R0	J0A	J1A	1,5840	0,1000 m	276 53 25,0 dms
S0					33,1255 m
Z0					93 03 49,5 dms
R0	J0A	AUX	1,5840	0,0000 m	311 43 36,0 dms
S0					38,9400 m
Z0					90 10 40,8 dms
R0	J1A	J0A	1,5640	0,1000 m	0 00 00,0 dms
S0					33,0990 m
Z0					92 02 34,5 dms
R0	J1A	J1	1,5640	0,1000 m	329 00 30,3 dms
S0					36,0120 m
Z0					92 35 32,5 dms
R0	J1A	AUX	1,5640	0,0000 m	272 52 15,8 dms
S0					22,2773 m
Z0					89 31 09,5 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error					0,0010 m
Height of instrument error					0,0015 m
Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot	
R0	J0	J3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 08,8 dms dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 09,8 dms dms km
R0	J0	J1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 08,2 dms dms km
S0			0,0020	2,0	0,0030 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 08,9 dms dms km
R0	J1	J0	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 08,2 dms dms km
S0			0,0020	2,0	0,0030 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 08,9 dms dms km
R0	J1	J2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 08,9 dms dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 09,9 dms dms km
R0	J2	J1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 08,9 dms dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 09,9 dms dms km
R0	J2	J3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 07,7 dms dms km
S0			0,0020	2,0	0,0030 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 08,1 dms dms km
R0	J3	J2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 07,7 dms dms km
S0			0,0020	2,0	0,0030 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 08,1 dms dms km
R0	J3	J0	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 08,8 dms dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 09,8 dms dms km
R1	J0	J1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 08,2 dms dms km
S0			0,0020	2,0	0,0030 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 08,9 dms dms km

R1	J0	J0A	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 08,8	dms	dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 09,8	dms	dms km
R1	J1	J0A	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,2	dms	dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 29,0	dms	dms km
R1	J1	J1A	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,4	dms	dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,2	dms	dms km
R0	J0A	J1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,1	dms	dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 28,9	dms	dms km
R0	J0A	J1A	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,3	dms	dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 17,4	dms	dms km
R0	J0A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,7	dms	dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 15,2	dms	dms km
R0	J1A	J0A	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,3	dms	dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 17,4	dms	dms km
R0	J1A	J1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,4	dms	dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,2	dms	dms km
R0	J1A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,8	dms	dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,6	dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
J0	Latitude	23 00 26,03347 S*	0,0000	0,0000 m
	Longitude	43 18 11,03692 W*	0,0000	0,0000 m
	Height	2,2540*	0,0000	0,0000 m
J1	Latitude	23 00 24,45376 S*	0,0000	0,0000 m
	Longitude	43 18 08,18762 W*	0,0000	0,0000 m
	Height	1,6558	0,0065	0,0019 m
J2	Latitude	23 00 22,33918 S	0,0007	0,0023 m
	Longitude	43 18 09,51462 W	0,0013	0,0027 m
	Height	1,5526	0,0128	0,0026 m
J3	Latitude	23 00 24,62016 S	0,0011	0,0030 m
	Longitude	43 18 13,24629 W	0,0008	0,0024 m
	Height	2,0765	0,0058	0,0023 m
AUX	Latitude	23 00 23,48210 S	-0,0000	0,0023 m
	Longitude	43 18 08,25706 W	0,0023	0,0077 m
	Height	3,5677	0,0053	0,0029 m
J0A	Latitude	23 00 24,63931 S	-0,0003	0,0041 m
	Longitude	43 18 08,81137 W	-0,0003	0,0020 m
	Height	2,1034	0,0041	0,0021 m
J1A	Latitude	23 00 23,58353 S	-0,0013	0,0059 m
	Longitude	43 18 09,03153 W	-0,0000	0,0067 m
	Height	1,8178	0,0088	0,0023 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
J0	0,0000	0,0000 m	0,0	-31 deg	0,0000 m
J1	0,0000	0,0000 m	0,0	-31 deg	0,0037 m
J2	0,0067	0,0056 m	1,2	73 deg	0,0051 m
J3	0,0075	0,0057 m	1,3	23 deg	0,0044 m
AUX	0,0188	0,0056 m	3,4	88 deg	0,0056 m
J0A	0,0107	0,0035 m	3,0	-20 deg	0,0042 m
J1A	0,0215	0,0040 m	5,4	49 deg	0,0045 m

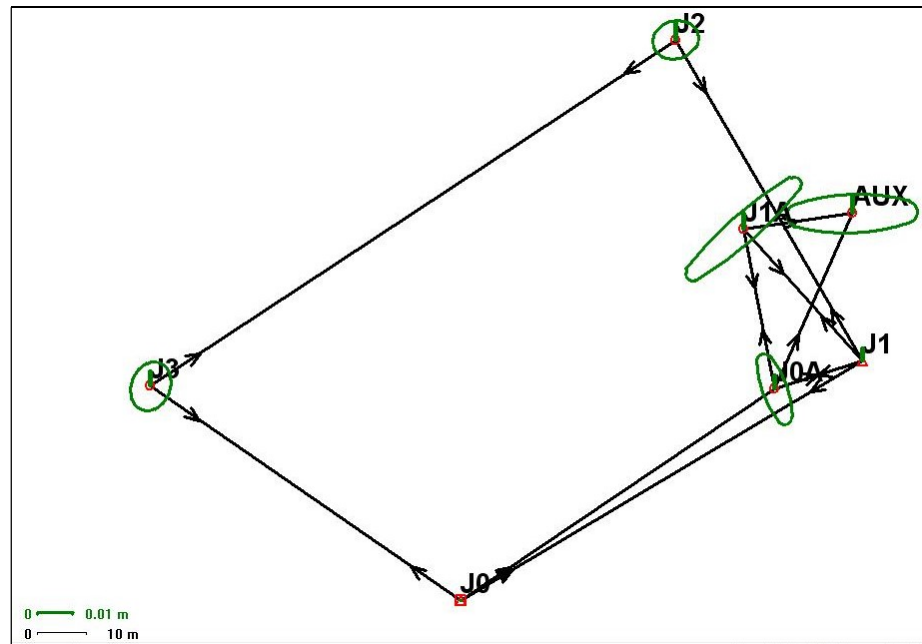


Figura A.1 – Ajustamento da rede: elipses de erro absolutas.

ADJUSTED OBSERVATIONS

	Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J0	J3	0 00 02,0	-0 00 02,0	0 00 07,4 dms
S0			76,4775	-0,0005	0,0020 m
Z0			90 13 55,8	0 00 15,7	0 00 06,1 dms
R0	J0	J1	114 26 15,2	0 00 01,8	0 00 07,1 dms
S0			94,5821	-0,0006	0,0015 m
Z0			90 26 33,8	0 00 14,2	0 00 04,1 dms
R0	J1	J0	359 59 58,1	0 00 01,9	0 00 07,0 dms
S0			94,5802	-0,0012	0,0015 m
Z0			89 44 25,3	0 00 24,7	0 00 04,1 dms
R0	J1	J2	90 45 49,7	-0 00 02,2	0 00 07,3 dms
S0			75,2300	-0,0005	0,0020 m
Z0			90 12 27,3	0 00 17,2	0 00 06,2 dms
R0	J2	J1	359 59 55,3	0 00 04,7	0 00 07,0 dms
S0			75,2295	-0,0005	0,0020 m
Z0			89 56 32,2	0 00 14,3	0 00 06,2 dms
R0	J2	J3	86 42 55,0	-0 00 03,5	0 00 06,5 dms
S0			127,3447	0,0013	0,0019 m
Z0			89 46 36,9	0 00 12,1	0 00 04,4 dms
R0	J3	J2	0 00 00,9	-0 00 00,9	0 00 06,4 dms
S0			127,3445	-0,0020	0,0019 m
Z0			90 11 46,2	0 00 08,8	0 00 04,4 dms
R0	J3	J0	68 04 56,3	0 00 01,2	0 00 06,8 dms
S0			76,4773	0,0017	0,0020 m
Z0			89 48 02,4	0 00 18,6	0 00 06,1 dms
R1	J0	J1	359 59 59,9	0 00 00,1	0 00 08,0 dms
S0			94,5816	0,0024	0,0015 m
Z0			90 24 22,9	0 00 02,1	0 00 04,1 dms
R1	J0	J0A	356 49 53,1	-0 00 00,1	0 00 08,6 dms
S0			76,5251	-0,0001	0,0020 m
Z0			90 10 01,0	0 00 11,0	0 00 05,7 dms
R1	J1	J0A	0 00 02,4	-0 00 02,4	0 00 16,7 dms
S0			18,6919	0,0001	0,0015 m
Z0			93 29 19,3	0 00 19,2	0 00 15,9 dms
R1	J1	J1A	65 54 00,7	0 00 00,8	0 00 12,3 dms
S0			36,0032	0,0008	0,0015 m
Z0			92 15 55,2	0 00 12,8	0 00 08,9 dms
R0	J0A	J1	359 59 59,8	0 00 00,2	0 00 16,7 dms
S0			18,7570	-0,0005	0,0015 m
Z0			95 54 39,6	0 00 38,9	0 00 15,8 dms
R0	J0A	J1A	276 53 18,5	0 00 06,5	0 00 11,1 dms
S0			33,1252	0,0003	0,0015 m
Z0			93 03 44,9	0 00 04,6	0 00 09,1 dms

R0	J0A	AUX	311	43	41,2	-0	00	05,2	0	00	10,6	dms	
S0					38,9416			-0,0016			0,0020	m	
Z0				90	10	34,5	0	00	06,3	0	00	11,1	dms
R0	J1A	J0A	359	59	54,3	0	00	05,7	0	00	10,8	dms	
S0					33,0989			0,0001			0,0015	m	
Z0				92	02	25,6	0	00	08,9	0	00	09,1	dms
R0	J1A	J1	329	00	33,9	-0	00	03,6	0	00	10,5	dms	
S0					36,0118			0,0002			0,0015	m	
Z0				92	35	17,1	0	00	15,4	0	00	08,9	dms
R0	J1A	AUX	272	52	18,8	-0	00	03,0	0	00	16,8	dms	
S0					22,2753			0,0020			0,0022	m	
Z0				89	31	18,7	-0	00	09,2	0	00	19,1	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

J1

0,00000E+000

0,00000E+000 0,00000E+000

0,00000E+000 0,00000E+000 3,55043E-006

J2

5,37689E-006

6,62163E-007 7,36734E-006

-1,72245E-008 3,06534E-009 6,84210E-006

J3

8,76152E-006

1,40306E-006 5,98728E-006

5,88622E-009 5,91783E-009 5,14992E-006

AUX

5,28039E-006

1,83209E-006 5,89750E-005

-6,52064E-009-7,66913E-009 8,25537E-006

J0A

1,69514E-005

-5,43357E-006 4,06326E-006

-3,51572E-009-1,19745E-009 4,54643E-006

J1A

3,52088E-005

3,69785E-005 4,45858E-005

-1,62560E-008-7,68441E-009 5,35085E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                               M O V E 3   Version 3.4.3                               **
**                               **                                                    **
**                               Design and Adjustment                               **
**                               of                                                    **
**                               3D 2D and 1D Geodetic Networks                         **
**                               **                                                    **
**                               www.MOVE3.com                                         **
**                               (c) 1993-2008 Grontmij                               **
**                               **                                                    **
**                               Universidade Federal Fluminense - UFF                 **
**                               Dissertação de Mestrado                             **
**                               Mário Ribeiro da Cruz Moura                         **
**                               AJUSTAMENTO ALVOS CR1 A CR4 - 1ª CAMPANHA              **
**                               **                                                    **
**                               Ponte Velha da Barra                                **
**                               24-05-2008 19:57:30 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP01A.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	17
Known coordinates	6
Total	57

UNKNOWNNS

Coordinates	18
Orientations	1
Scale factors	1
Total	20
Degrees of freedom	37

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5951
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,052 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,041	36,4
Directions	0,074	12,0
Distances	0,005	12,0
Zenith angles	0,045	12,4

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
J0A	23 00 24,63931 S*	43 18 08,81137 W*	2,1034*	0,0010	0,0010	known
J1	23 00 24,45376 S*	43 18 08,18762 W*	1,6558*	0,0010	0,0010	known
CR1	23 00 25,06670 S	43 18 10,18654 W	0,9969	0,0010	0,0010	
CR2	23 00 25,03347 S	43 18 10,18810 W	0,9092	0,0010	0,0010	
CR3	23 00 24,70420 S	43 18 09,60697 W	0,8361	0,0010	0,0010	
CR4	23 00 24,67179 S	43 18 09,61165 W	0,9333	0,0010	0,0010	

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
J0A	0,0041	0,0020	0,0021
J1	0,0050	0,0050	0,0019

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J0A	J1	1,5840	0,1000 m	0 00 00,0 dms
S0					18,7570 m
Z0					95 55 18,5 dms
R0	J0A	CR1	1,5840	0,0000 m	179 15 21,5 dms
S0					41,3960 m
Z0					93 43 45,0 dms
R0	J0A	CR2	1,5840	0,0000 m	180 37 43,5 dms
S0					41,1310 m
Z0					93 52 32,5 dms
R0	J0A	CR3	1,5840	0,0000 m	192 46 46,5 dms
S0					22,9220 m
Z0					97 09 01,0 dms
R0	J0A	CR4	1,5840	0,0000 m	195 18 14,0 dms
S0					22,9770 m
Z0					96 53 20,0 dms
R0	J0A	CR1	1,5840	0,0000 m	179 15 13,5 dms
S0					41,3960 m
Z0					93 43 40,5 dms
R0	J0A	CR2	1,5840	0,0000 m	180 37 36,5 dms
S0					41,1300 m
Z0					93 52 31,0 dms
R0	J0A	CR3	1,5840	0,0000 m	192 46 42,5 dms
S0					22,9230 m
Z0					97 09 01,5 dms
R0	J0A	CR4	1,5840	0,0000 m	195 18 06,0 dms
S0					22,9770 m
Z0					96 53 15,0 dms
R0	J0A	CR1	1,5840	0,0000 m	179 15 16,0 dms
S0					41,3960 m
Z0					93 43 39,0 dms
R0	J0A	CR2	1,5840	0,0000 m	180 37 35,0 dms
S0					41,1310 m
Z0					93 52 32,5 dms
R0	J0A	CR3	1,5840	0,0000 m	192 46 40,5 dms
S0					22,9230 m
Z0					97 08 56,0 dms
R0	J0A	CR4	1,5840	0,0000 m	195 18 09,0 dms
S0					22,9770 m
Z0					96 53 17,5 dms
R0	J0A	CR1	1,5840	0,0000 m	179 15 14,5 dms
S0					41,3960 m
Z0					93 43 45,5 dms
R0	J0A	CR2	1,5840	0,0000 m	180 37 32,5 dms
S0					41,1310 m
Z0					93 52 33,5 dms
R0	J0A	CR3	1,5840	0,0000 m	192 46 39,5 dms
S0					22,9220 m
Z0					97 09 02,5 dms
R0	J0A	CR4	1,5840	0,0000 m	195 18 07,0 dms
S0					22,9770 m
Z0					96 53 22,0 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error			0,0010 m		
Height of instrument error			0,0015 m		
	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot
R0	J0A	J1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,1 dms dmskm
S0			0,0020	2,0	0,0029 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 28,9 dms dmskm
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms dmskm
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms dmskm
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0054 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms dmskm

R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5	dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6	dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0	dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5	dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6	dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0	dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5	dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6	dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0	dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR1	Latitude	23 00 25,06672 S	-0,0007	0,0050 m
	Longitude	43 18 10,18650 W	0,0011	0,0067 m
	Height	0,9956	-0,0013	0,0015 m
CR2	Latitude	23 00 25,03350 S	-0,0009	0,0050 m
	Longitude	43 18 10,18805 W	0,0014	0,0067 m
	Height	0,9074	-0,0017	0,0015 m
CR3	Latitude	23 00 24,70421 S	-0,0005	0,0028 m
	Longitude	43 18 09,60697 W	-0,0000	0,0044 m
	Height	0,8343	-0,0017	0,0014 m
CR4	Latitude	23 00 24,67181 S	-0,0005	0,0028 m
	Longitude	43 18 09,61163 W	0,0005	0,0044 m
	Height	0,9316	-0,0016	0,0014 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR1	0,0168	0,0117 m	1,4	71 deg	0,0030 m
CR2	0,0167	0,0116 m	1,4	73 deg	0,0030 m
CR3	0,0107	0,0068 m	1,6	85 deg	0,0028 m
CR4	0,0108	0,0068 m	1,6	87 deg	0,0028 m

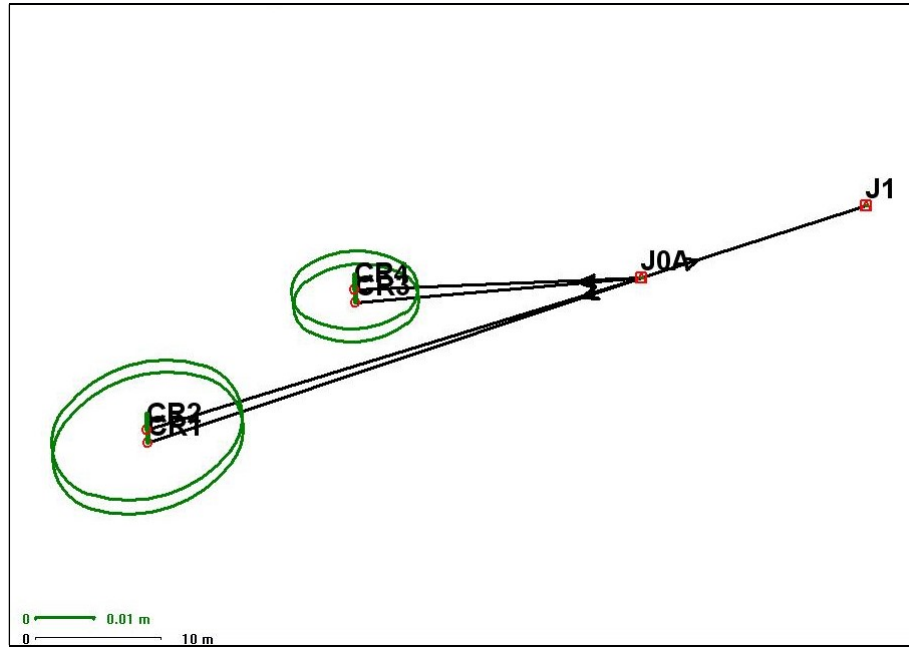


Figura A.2 – Ajustamento dos alvos CR1 a CR4: elipses de erro absolutas.

ADJUSTED OBSERVATIONS

	Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J0A	J1	0 00 00,0	-0 00 00,0	0 00 23,1 dms
S0			18,7570	-0,0000	0,0029 m
Z0			95 55 02,7	0 00 15,8	0 00 22,3 dms
R0	J0A	CR1	179 15 16,4	0 00 05,1	0 00 06,1 dms
S0			41,3960	0,0000	0,0027 m
Z0			93 43 42,5	0 00 02,5	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR2	180 37 36,9	0 00 06,6	0 00 06,1 dms
S0			41,1307	0,0002	0,0027 m
Z0			93 52 32,4	0 00 00,1	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR3	192 46 42,3	0 00 04,2	0 00 09,7 dms
S0			22,9225	-0,0005	0,0027 m
Z0			97 09 00,3	0 00 00,7	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR4	195 18 09,0	0 00 05,0	0 00 09,6 dms
S0			22,9770	0,0000	0,0027 m
Z0			96 53 18,6	0 00 01,4	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR1	179 15 16,4	-0 00 02,9	0 00 06,1 dms
S0			41,3960	0,0000	0,0027 m
Z0			93 43 42,5	-0 00 02,0	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR2	180 37 36,9	-0 00 00,4	0 00 06,1 dms
S0			41,1307	-0,0007	0,0027 m
Z0			93 52 32,4	-0 00 01,4	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR3	192 46 42,3	0 00 00,2	0 00 09,7 dms
S0			22,9225	0,0005	0,0027 m
Z0			97 09 00,3	0 00 01,3	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR4	195 18 09,0	-0 00 03,0	0 00 09,6 dms
S0			22,9770	0,0000	0,0027 m
Z0			96 53 18,6	-0 00 03,6	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR1	179 15 16,4	-0 00 00,4	0 00 06,1 dms
S0			41,3960	0,0000	0,0027 m
Z0			93 43 42,5	-0 00 03,5	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR2	180 37 36,9	-0 00 01,9	0 00 06,1 dms
S0			41,1307	0,0002	0,0027 m
Z0			93 52 32,4	0 00 00,1	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR3	192 46 42,3	-0 00 01,8	0 00 09,7 dms
S0			22,9225	0,0005	0,0027 m
Z0			97 09 00,3	-0 00 04,2	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR4	195 18 09,0	-0 00 00,0	0 00 09,6 dms
S0			22,9770	0,0000	0,0027 m
Z0			96 53 18,6	-0 00 01,1	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR1	179 15 16,4	-0 00 01,9	0 00 06,1 dms
S0			41,3960	0,0000	0,0027 m
Z0			93 43 42,5	0 00 03,0	0 00 07,3 dms

R0	J0A	CR2	180	37	36,9	-0	00	04,4	0	00	06,1	dms	
S0					41,1307			0,0002			0,0027	m	
Z0				93	52	32,4	0	00	01,1	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR3	192	46	42,3	-0	00	02,7	0	00	09,7	dms	
S0					22,9225			-0,0005			0,0027	m	
Z0				97	09	00,3	0	00	02,3	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR4	195	18	09,0	-0	00	02,0	0	00	09,6	dms	
S0					22,9770			0,0000			0,0027	m	
Z0				96	53	18,6	0	00	03,4	0	00	12,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR1

2,52960E-005

7,27758E-006 4,45280E-005

9,30248E-007 2,77063E-006 2,30881E-006

CR2

2,46512E-005

6,74253E-006 4,43644E-005

8,87510E-007 2,86934E-006 2,31553E-006

CR3

7,70033E-006

1,01898E-006 1,91741E-005

1,92558E-007 2,18520E-006 2,05146E-006

CR4

7,67313E-006

5,11829E-007 1,93186E-005

9,29885E-008 2,11981E-006 2,03333E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                               M O V E 3   Version 3.4.3                               **
**                               **                                                    **
**                               Design and Adjustment                               **
**                               of                                                    **
**                               3D 2D and 1D Geodetic Networks                         **
**                               **                                                    **
**                               www.MOVE3.com                                         **
**                               (c) 1993-2008 Grontmij                               **
**                               **                                                    **
**                               Universidade Federal Fluminense - UFF                 **
**                               Dissertação de Mestrado                             **
**                               Mário Ribeiro da Cruz Moura                         **
**                               AJUSTAMENTO ALVOS CR5 A CR8 - 1ª CAMPANHA              **
**                               **                                                    **
**                               Ponte Velha da Barra                                **
**                               24-05-2008 20:52:11 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP01B.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	17
Known coordinates	6
Total	57

UNKNOWNNS

Coordinates	18
Orientations	1
Scale factors	1
Total	20
Degrees of freedom	37

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5951
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,088 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,087	36,4
Directions	0,010	12,0
Distances	0,005	12,0
Zenith angles	0,242	12,4

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
J0A	23 00 24,63931 S*	43 18 08,81137 W*	2,1034*	0,0010	0,0010	known
J1A	23 00 23,58353 S*	43 18 09,03153 W*	1,8178*	0,0010	0,0010	known
CR5	23 00 24,54583 S	43 18 09,70378 W	0,9411	0,0010	0,0010	
CR6	23 00 24,53021 S	43 18 09,73550 W	0,9327	0,0010	0,0010	
CR7	23 00 24,89194 S	43 18 10,31053 W	0,9609	0,0010	0,0010	
CR8	23 00 24,90796 S	43 18 10,27802 W	0,9638	0,0010	0,0010	

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
J0A	0,0041	0,0020	0,0021
J1A	0,0059	0,0067	0,0023

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J1A	J0A	1,5640	0,1000 m	0 00 00,0 dms
S0					33,0990 m
Z0					92 02 34,5 dms
R0	J1A	CR5	1,5640	0,0000 m	43 48 59,0 dms
S0					35,3380 m
Z0					93 57 42,5 dms
R0	J1A	CR6	1,5640	0,0000 m	45 28 07,5 dms
S0					35,4400 m
Z0					93 57 50,0 dms
R0	J1A	CR7	1,5640	0,0000 m	53 04 04,0 dms
S0					54,3370 m
Z0					92 33 16,5 dms
R0	J1A	CR8	1,5640	0,0000 m	51 59 22,0 dms
S0					54,0910 m
Z0					92 33 47,0 dms
R0	J1A	CR5	1,5640	0,0000 m	43 49 00,5 dms
S0					35,3380 m
Z0					93 57 52,0 dms
R0	J1A	CR6	1,5640	0,0000 m	45 28 04,5 dms
S0					35,4400 m
Z0					93 57 58,5 dms
R0	J1A	CR7	1,5640	0,0000 m	53 04 03,5 dms
S0					54,3370 m
Z0					92 33 25,0 dms
R0	J1A	CR8	1,5640	0,0000 m	51 59 21,0 dms
S0					54,0910 m
Z0					92 33 55,5 dms
R0	J1A	CR5	1,5640	0,0000 m	43 49 01,5 dms
S0					35,3380 m
Z0					93 57 56,0 dms
R0	J1A	CR6	1,5640	0,0000 m	45 28 04,0 dms
S0					35,4410 m
Z0					93 58 03,5 dms
R0	J1A	CR7	1,5640	0,0000 m	53 04 02,5 dms
S0					54,3370 m
Z0					92 33 28,0 dms
R0	J1A	CR8	1,5640	0,0000 m	51 59 24,0 dms
S0					54,0920 m
Z0					92 33 58,5 dms
R0	J1A	CR5	1,5640	0,0000 m	43 49 00,5 dms
S0					35,3380 m
Z0					93 58 00,5 dms
R0	J1A	CR6	1,5640	0,0000 m	45 28 04,0 dms
S0					35,4410 m
Z0					93 58 08,5 dms
R0	J1A	CR7	1,5640	0,0000 m	53 04 04,0 dms
S0					54,3370 m
Z0					92 33 29,5 dms
R0	J1A	CR8	1,5640	0,0000 m	51 59 22,5 dms
S0					54,0910 m
Z0					92 34 02,5 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error 0,0010 m

Height of instrument error 0,0015 m

	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot	
R0	J1A	J0A	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,3 dms	dms km
S0			0,0020	2,0	0,0029 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 17,4 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km

R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0	dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4	dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4	dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9	dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0	dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4	dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4	dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9	dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0	dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4	dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4	dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9	dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0	dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR5	Latitude	23 00 24,54582 S	0,0003	0,0037 m
	Longitude	43 18 09,70379 W	-0,0001	0,0032 m
	Height	0,9386	-0,0025	0,0014 m
CR6	Latitude	23 00 24,53023 S	-0,0005	0,0037 m
	Longitude	43 18 09,73550 W	0,0002	0,0032 m
	Height	0,9302	-0,0025	0,0014 m
CR7	Latitude	23 00 24,89194 S	0,0000	0,0049 m
	Longitude	43 18 10,31052 W	0,0002	0,0047 m
	Height	0,9580	-0,0029	0,0016 m
CR8	Latitude	23 00 24,90796 S	0,0000	0,0049 m
	Longitude	43 18 10,27803 W	-0,0001	0,0047 m
	Height	0,9608	-0,0030	0,0016 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR5	0,0100	0,0066 m	1,5	33 deg	0,0028 m
CR6	0,0100	0,0066 m	1,5	35 deg	0,0028 m
CR7	0,0134	0,0098 m	1,4	42 deg	0,0031 m
CR8	0,0133	0,0097 m	1,4	41 deg	0,0031 m

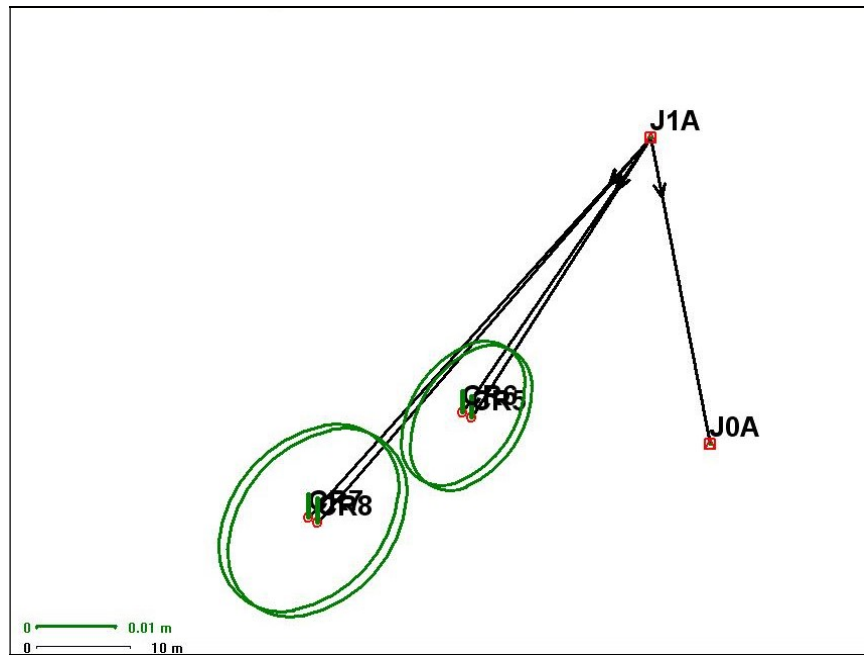


Figura A.3 – Ajustamento dos alvos CR5 a CR8: elipses de erro absolutas.

ADJUSTED OBSERVATIONS

	Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J1A	J0A	0 00 00,0	-0 00 00,0	0 00 14,3 dms
S0			33,0990	-0,0000	0,0029 m
Z0			92 02 30,9	0 00 03,6	0 00 13,5 dms
R0	J1A	CR5	43 49 00,4	-0 00 01,4	0 00 06,8 dms
S0			35,3380	-0,0000	0,0027 m
Z0			93 57 52,7	-0 00 10,2	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR6	45 28 05,0	0 00 02,5	0 00 06,8 dms
S0			35,4405	-0,0005	0,0027 m
Z0			93 58 00,1	-0 00 10,1	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR7	53 04 03,5	0 00 00,5	0 00 05,2 dms
S0			54,3370	-0,0000	0,0027 m
Z0			92 33 24,7	-0 00 08,2	0 00 06,0 dms
R0	J1A	CR8	51 59 22,4	-0 00 00,4	0 00 05,2 dms
S0			54,0913	-0,0002	0,0027 m
Z0			92 33 55,9	-0 00 08,9	0 00 06,0 dms
R0	J1A	CR5	43 49 00,4	0 00 00,1	0 00 06,8 dms
S0			35,3380	-0,0000	0,0027 m
Z0			93 57 52,7	-0 00 00,8	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR6	45 28 05,0	-0 00 00,5	0 00 06,8 dms
S0			35,4405	-0,0005	0,0027 m
Z0			93 58 00,1	-0 00 01,6	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR7	53 04 03,5	-0 00 00,0	0 00 05,2 dms
S0			54,3370	-0,0000	0,0027 m
Z0			92 33 24,7	0 00 00,3	0 00 06,0 dms
R0	J1A	CR8	51 59 22,4	-0 00 01,4	0 00 05,2 dms
S0			54,0913	-0,0002	0,0027 m
Z0			92 33 55,9	-0 00 00,4	0 00 06,0 dms
R0	J1A	CR5	43 49 00,4	0 00 01,1	0 00 06,8 dms
S0			35,3380	-0,0000	0,0027 m
Z0			93 57 52,7	0 00 03,3	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR6	45 28 05,0	-0 00 01,0	0 00 06,8 dms
S0			35,4405	0,0005	0,0027 m
Z0			93 58 00,1	0 00 03,4	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR7	53 04 03,5	-0 00 01,0	0 00 05,2 dms
S0			54,3370	-0,0000	0,0027 m
Z0			92 33 24,7	0 00 03,3	0 00 06,0 dms
R0	J1A	CR8	51 59 22,4	0 00 01,6	0 00 05,2 dms
S0			54,0913	0,0007	0,0027 m
Z0			92 33 55,9	0 00 02,6	0 00 06,0 dms
R0	J1A	CR5	43 49 00,4	0 00 00,1	0 00 06,8 dms
S0			35,3380	-0,0000	0,0027 m
Z0			93 57 52,7	0 00 07,7	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR6	45 28 05,0	-0 00 01,0	0 00 06,8 dms

S0			35,4405	0,0005	0,0027 m
Z0			93 58 00,1	0 00 08,4	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR7	53 04 03,5	0 00 00,5	0 00 05,2 dms
S0			54,3370	-0,0000	0,0027 m
Z0			92 33 24,7	0 00 04,7	0 00 06,0 dms
R0	J1A	CR8	51 59 22,4	0 00 00,1	0 00 05,2 dms
S0			54,0913	-0,0002	0,0027 m
Z0			92 33 55,9	0 00 06,6	0 00 06,0 dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR5

1,39928E-005
 4,31397E-006 1,01119E-005
 8,61144E-007 5,56907E-007 2,05562E-006

CR6

1,37901E-005
 4,42711E-006 1,04063E-005
 8,48195E-007 5,83870E-007 2,05804E-006

CR7

2,35624E-005
 6,84437E-006 2,21921E-005
 9,03141E-007 8,17252E-007 2,52948E-006

CR8

2,36458E-005
 6,78068E-006 2,17707E-005
 9,14893E-007 7,97096E-007 2,52179E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                                M O V E 3   Version 3.4.3                                **
**                                                                                          **
**                                Design and Adjustment                                **
**                                of                                                                                          **
**                                3D 2D and 1D Geodetic Networks                                **
**                                                                                          **
**                                www.MOVE3.com                                                                                          **
**                                (c) 1993-2008 Grontmij                                                                                          **
**                                                                                          **
**                                Universidade Federal Fluminense - UFF                                                                                          **
**                                Dissertação de Mestrado                                                                                          **
**                                Mário Ribeiro da Cruz Moura                                                                                          **
**                                AJUSTAMENTO ALVOS CR1 A CR4 - 2ª CAMPANHA                                                                                          **
**                                                                                          **
**                                Ponte Velha da Barra                                                                                          **
**                                                                                          **
**                                                                                          24-05-2008 21:15:31 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP02A.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,014 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,014	36,0
Directions	0,005	12,0
Distances	0,006	12,0
Zenith angles	0,030	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX	23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known
CR1	23 00 25,06673 S	43 18 10,18653 W	0,9926	0,0010	0,0010	
CR2	23 00 25,03349 S	43 18 10,18805 W	0,9049	0,0010	0,0010	
CR3	23 00 24,70422 S	43 18 09,60696 W	0,8323	0,0010	0,0010	
CR4	23 00 24,67181 S	43 18 09,61161 W	0,9298	0,0010	0,0010	
J0A	23 00 24,63931 S*	43 18 08,81137 W*	2,1034*	0,0010	0,0010	known

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J0A	0,0041	0,0020	0,0021

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J0A	AUX	1,6380	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					38,9410 m
R0	J0A	CR1	1,6380	0,0000 m	227 31 35,0 dms
S0					41,4000 m
Z0					93 48 26,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6380	0,0000 m	228 53 57,5 dms
S0					41,1340 m
Z0					93 57 15,5 dms
R0	J0A	CR3	1,6380	0,0000 m	241 02 58,5 dms
S0					22,9290 m
Z0					97 17 20,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6380	0,0000 m	243 34 26,5 dms
S0					22,9830 m
Z0					97 01 37,0 dms
R0	J0A	CR1	1,6380	0,0000 m	227 31 36,5 dms
S0					41,3990 m
Z0					93 48 28,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6380	0,0000 m	228 53 57,5 dms
S0					41,1340 m
Z0					93 57 15,5 dms
R0	J0A	CR3	1,6380	0,0000 m	241 02 57,5 dms
S0					22,9280 m
Z0					97 17 21,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6380	0,0000 m	243 34 23,0 dms
S0					22,9830 m
Z0					97 01 36,0 dms
R0	J0A	CR1	1,6380	0,0000 m	227 31 36,5 dms
S0					41,3990 m
Z0					93 48 22,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6380	0,0000 m	228 53 58,0 dms
S0					41,1340 m
Z0					93 57 10,5 dms
R0	J0A	CR3	1,6380	0,0000 m	241 02 59,0 dms
S0					22,9290 m
Z0					97 17 14,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6380	0,0000 m	243 34 25,0 dms
S0					22,9840 m
Z0					97 01 28,5 dms
R0	J0A	CR1	1,6380	0,0000 m	227 31 37,0 dms
S0					41,3990 m
Z0					93 48 22,5 dms
R0	J0A	CR2	1,6380	0,0000 m	228 53 59,5 dms
S0					41,1340 m
Z0					93 57 11,5 dms
R0	J0A	CR3	1,6380	0,0000 m	241 02 58,5 dms
S0					22,9290 m
Z0					97 17 15,0 dms
R0	J0A	CR4	1,6380	0,0000 m	243 34 22,5 dms
S0					22,9830 m
Z0					97 01 32,5 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error			0,0010 m		
Height of instrument error			0,0015 m		
	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot
R0	J0A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,7 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms dmskm
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms dmskm
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0054 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms dmskm
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0054 m ppm

Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5	dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6	dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0	dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5	dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6	dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0	dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5	dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6	dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0	dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR1	Latitude	23 00 25,06672 S	0,0005	0,0034 m
	Longitude	43 18 10,18651 W	0,0006	0,0061 m
	Height	0,9929	0,0003	0,0015 m
CR2	Latitude	23 00 25,03349 S	0,0001	0,0033 m
	Longitude	43 18 10,18805 W	-0,0001	0,0061 m
	Height	0,9053	0,0004	0,0015 m
CR3	Latitude	23 00 24,70422 S	0,0000	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,60695 W	0,0002	0,0042 m
	Height	0,8326	0,0003	0,0014 m
CR4	Latitude	23 00 24,67182 S	-0,0003	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,61162 W	-0,0003	0,0042 m
	Height	0,9301	0,0003	0,0014 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR1	0,0157	0,0069 m	2,3	71 deg	0,0030 m
CR2	0,0156	0,0069 m	2,3	73 deg	0,0030 m
CR3	0,0102	0,0043 m	2,4	85 deg	0,0028 m
CR4	0,0102	0,0043 m	2,4	87 deg	0,0028 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

Station	Target	Adj obs	Resid	Sd	
R0	J0A	AUX	0 00 00,0	-0 00 00,0	0 00 12,7 dms
S0			38,9410	0,0000	0,0055 m
R0	J0A	CR1	227 31 36,3	-0 00 01,2	0 00 06,1 dms
S0			41,3993	0,0007	0,0027 m
Z0			93 48 24,6	0 00 01,4	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR2	228 53 58,1	-0 00 00,6	0 00 06,1 dms
S0			41,1340	-0,0000	0,0027 m
Z0			93 57 13,2	0 00 02,2	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR3	241 02 58,4	0 00 00,1	0 00 09,7 dms
S0			22,9288	0,0002	0,0027 m
Z0			97 17 17,9	0 00 02,6	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR4	243 34 24,2	0 00 02,2	0 00 09,6 dms
S0			22,9833	-0,0003	0,0027 m
Z0			97 01 33,5	0 00 03,5	0 00 12,0 dms

R0	J0A	CR1	227	31	36,3	0	00	00,3	0	00	06,1	dms	
S0					41,3993	-0,0002			0,0027		m		
Z0				93	48	24,6	0	00	03,4	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR2	228	53	58,1	-0	00	00,6	0	00	06,1	dms	
S0					41,1340	-0,0000			0,0027		m		
Z0				93	57	13,2	0	00	02,2	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR3	241	02	58,4	-0	00	00,9	0	00	09,7	dms	
S0					22,9288	-0,0007			0,0027		m		
Z0				97	17	17,9	0	00	03,6	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR4	243	34	24,2	-0	00	01,2	0	00	09,6	dms	
S0					22,9833	-0,0003			0,0027		m		
Z0				97	01	33,5	0	00	02,5	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR1	227	31	36,3	0	00	00,3	0	00	06,1	dms	
S0					41,3993	-0,0002			0,0027		m		
Z0				93	48	24,6	-0	00	02,6	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR2	228	53	58,1	-0	00	00,1	0	00	06,1	dms	
S0					41,1340	-0,0000			0,0027		m		
Z0				93	57	13,2	-0	00	02,7	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR3	241	02	58,4	0	00	00,6	0	00	09,7	dms	
S0					22,9288	0,0002			0,0027		m		
Z0				97	17	17,9	-0	00	03,4	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR4	243	34	24,2	0	00	00,8	0	00	09,6	dms	
S0					22,9833	0,0008			0,0027		m		
Z0				97	01	33,5	-0	00	05,0	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR1	227	31	36,3	0	00	00,7	0	00	06,1	dms	
S0					41,3993	-0,0002			0,0027		m		
Z0				93	48	24,6	-0	00	02,1	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR2	228	53	58,1	0	00	01,4	0	00	06,1	dms	
S0					41,1340	-0,0000			0,0027		m		
Z0				93	57	13,2	-0	00	01,7	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR3	241	02	58,4	0	00	00,1	0	00	09,7	dms	
S0					22,9288	0,0002			0,0027		m		
Z0				97	17	17,9	-0	00	02,9	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR4	243	34	24,2	-0	00	01,8	0	00	09,6	dms	
S0					22,9833	-0,0003			0,0027		m		
Z0				97	01	33,5	-0	00	01,0	0	00	12,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR1

1,12961E-005

9,95660E-006 3,76080E-005

8,22353E-007 2,44930E-006 2,29039E-006

CR2

1,07120E-005

9,21586E-006 3,76576E-005

7,84069E-007 2,53499E-006 2,29556E-006

CR3

3,20361E-006

1,25431E-006 1,73247E-005

1,75822E-007 1,99492E-006 2,03250E-006

CR4

3,13434E-006

6,30545E-007 1,74743E-005

8,49683E-008 1,93610E-006 2,01593E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                               M O V E 3   Version 3.4.3                               **
**                               **                                                    **
**                               Design and Adjustment                               **
**                               of                                                    **
**                               3D 2D and 1D Geodetic Networks                         **
**                               **                                                    **
**                               www.MOVE3.com                                         **
**                               (c) 1993-2008 Grontmij                               **
**                               **                                                    **
**                               Universidade Federal Fluminense - UFF                 **
**                               Dissertação de Mestrado                             **
**                               Mário Ribeiro da Cruz Moura                         **
**                               AJUSTAMENTO ALVOS CR5 A CR8 - 2ª CAMPANHA              **
**                               **                                                    **
**                               Ponte Velha da Barra                                **
**                               24-05-2008 23:12:23 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP02B.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,020 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,020	36,0
Directions	0,029	12,0
Distances	0,003	12,0
Zenith angles	0,027	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX	23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known
CR5	23 00 24,54572 S	43 18 09,70380 W	0,9417	0,0010	0,0010	
CR6	23 00 24,53012 S	43 18 09,73554 W	0,9334	0,0010	0,0010	
CR7	23 00 24,89179 S	43 18 10,31056 W	0,9630	0,0010	0,0010	
CR8	23 00 24,90781 S	43 18 10,27806 W	0,9655	0,0010	0,0010	
J1A	23 00 23,58353 S*	43 18 09,03153 W*	1,8178*	0,0010	0,0010	known

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J1A	0,0059	0,0067	0,0023

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J1A	AUX	1,6090	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					22,2760 m
R0	J1A	CR5	1,6090	0,0000 m	130 56 48,5 dms
S0					35,3410 m
Z0					94 01 56,5 dms
R0	J1A	CR6	1,6090	0,0000 m	132 35 57,0 dms
S0					35,4440 m
Z0					94 02 03,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6090	0,0000 m	140 11 54,5 dms
S0					54,3400 m
Z0					92 35 56,0 dms
R0	J1A	CR8	1,6090	0,0000 m	139 07 12,5 dms
S0					54,0940 m
Z0					92 36 29,0 dms
R0	J1A	CR5	1,6090	0,0000 m	130 56 52,0 dms
S0					35,3410 m
Z0					94 02 00,5 dms
R0	J1A	CR6	1,6090	0,0000 m	132 35 56,5 dms
S0					35,4440 m
Z0					94 02 06,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6090	0,0000 m	140 11 58,0 dms
S0					54,3390 m
Z0					92 35 59,0 dms
R0	J1A	CR8	1,6090	0,0000 m	139 07 15,5 dms
S0					54,0940 m
Z0					92 36 34,0 dms
R0	J1A	CR5	1,6090	0,0000 m	130 56 51,0 dms
S0					35,3410 m
Z0					94 02 01,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6090	0,0000 m	132 36 00,0 dms
S0					35,4440 m
Z0					94 02 08,5 dms
R0	J1A	CR7	1,6090	0,0000 m	140 11 58,0 dms
S0					54,3400 m
Z0					92 36 00,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6090	0,0000 m	139 07 15,0 dms
S0					54,0940 m
Z0					92 36 34,5 dms
R0	J1A	CR5	1,6090	0,0000 m	130 56 54,0 dms
S0					35,3410 m
Z0					94 02 01,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6090	0,0000 m	132 36 00,5 dms
S0					35,4440 m
Z0					94 02 07,5 dms
R0	J1A	CR7	1,6090	0,0000 m	140 12 00,0 dms
S0					54,3390 m
Z0					92 35 57,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6090	0,0000 m	139 07 14,0 dms
S0					54,0940 m
Z0					92 36 33,0 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error 0,0010 m
 Height of instrument error 0,0015 m

	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot	
R0	J1A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,8 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm

Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0	dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4	dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4	dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9	dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0	dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4	dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4	dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9	dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0	dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4	dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4	dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9	dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0	dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR5	Latitude	23 00 24,54571 S	0,0003	0,0078 m
	Longitude	43 18 09,70382 W	-0,0004	0,0057 m
	Height	0,9413	-0,0004	0,0015 m
CR6	Latitude	23 00 24,53012 S	0,0002	0,0077 m
	Longitude	43 18 09,73555 W	-0,0002	0,0059 m
	Height	0,9330	-0,0004	0,0015 m
CR7	Latitude	23 00 24,89176 S	0,0009	0,0106 m
	Longitude	43 18 10,31057 W	-0,0003	0,0099 m
	Height	0,9626	-0,0004	0,0017 m
CR8	Latitude	23 00 24,90780 S	0,0003	0,0107 m
	Longitude	43 18 10,27807 W	-0,0003	0,0097 m
	Height	0,9648	-0,0008	0,0017 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR5	0,0221	0,0088 m	2,5	33 deg	0,0030 m
CR6	0,0221	0,0088 m	2,5	35 deg	0,0030 m
CR7	0,0331	0,0132 m	2,5	42 deg	0,0033 m
CR8	0,0329	0,0131 m	2,5	41 deg	0,0033 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J1A	AUX	360 00 00,0	0 00 19,8 dms
S0			22,2760	0,0054 m
R0	J1A	CR5	130 56 51,4	-0 00 02,9
S0			35,3410	0,0027 m
Z0			94 01 59,7	-0 00 03,2
R0	J1A	CR6	132 35 58,5	-0 00 01,5
S0			35,4440	0,0027 m
Z0			94 02 06,3	-0 00 03,2
R0	J1A	CR7	140 11 57,6	-0 00 03,1
S0			54,3395	0,0027 m
Z0			92 35 58,2	-0 00 02,3
R0	J1A	CR8	139 07 14,3	-0 00 01,7
S0			54,0940	0,0027 m
Z0			92 36 32,6	-0 00 03,6

R0	J1A	CR5	130	56	51,4	0	00	00,6	0	00	06,8	dms	
S0					35,3410	-0,0000			0,0027		m		
Z0				94	01	59,7	0	00	00,7	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35	58,5	-0	00	02,0	0	00	06,8	dms	
S0					35,4440	0,0000			0,0027		m		
Z0				94	02	06,3	-0	00	00,2	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11	57,6	0	00	00,4	0	00	05,2	dms	
S0					54,3395	-0,0005			0,0027		m		
Z0				92	35	58,2	0	00	00,8	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07	14,3	0	00	01,3	0	00	05,2	dms	
S0					54,0940	-0,0000			0,0027		m		
Z0				92	36	32,6	0	00	01,4	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56	51,4	-0	00	00,4	0	00	06,8	dms	
S0					35,3410	-0,0000			0,0027		m		
Z0				94	01	59,7	0	00	01,3	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35	58,5	0	00	01,5	0	00	06,8	dms	
S0					35,4440	0,0000			0,0027		m		
Z0				94	02	06,3	0	00	02,2	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11	57,6	0	00	00,4	0	00	05,2	dms	
S0					54,3395	0,0005			0,0027		m		
Z0				92	35	58,2	0	00	02,3	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07	14,3	0	00	00,7	0	00	05,2	dms	
S0					54,0940	-0,0000			0,0027		m		
Z0				92	36	32,6	0	00	01,9	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56	51,4	0	00	02,6	0	00	06,8	dms	
S0					35,3410	-0,0000			0,0027		m		
Z0				94	01	59,7	0	00	01,3	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35	58,5	0	00	02,0	0	00	06,8	dms	
S0					35,4440	0,0000			0,0027		m		
Z0				94	02	06,3	0	00	01,2	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11	57,6	0	00	02,4	0	00	05,2	dms	
S0					54,3395	-0,0005			0,0027		m		
Z0				92	35	58,2	-0	00	00,8	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07	14,3	-0	00	00,3	0	00	05,2	dms	
S0					54,0940	-0,0000			0,0027		m		
Z0				92	36	32,6	0	00	00,4	0	00	06,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR5

6,09926E-005

3,11700E-005 3,29632E-005

4,68686E-006 3,03151E-006 2,37811E-006

CR6

5,94873E-005

3,20949E-005 3,49682E-005

4,62449E-006 3,18393E-006 2,38270E-006

CR7

1,13313E-004

7,63148E-005 9,80622E-005

6,05491E-006 5,48006E-006 2,84578E-006

CR8

1,15173E-004

7,53161E-005 9,43689E-005

6,12564E-006 5,33776E-006 2,83758E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                               M O V E 3   Version 3.4.3                               **
**                               **                                                    **
**                               Design and Adjustment                               **
**                               of                                                    **
**                               3D 2D and 1D Geodetic Networks                         **
**                               **                                                    **
**                               www.MOVE3.com                                         **
**                               (c) 1993-2008 Grontmij                               **
**                               **                                                    **
**                               Universidade Federal Fluminense - UFF                 **
**                               Dissertação de Mestrado                             **
**                               Mário Ribeiro da Cruz Moura                         **
**                               AJUSTAMENTO ALVOS CR1 A CR4 - 3ª CAMPANHA              **
**                               **                                                    **
**                               Ponte Velha da Barra                               **
**                               25-05-2008 08:38:13 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP03A.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,011 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,011	36,0
Directions	0,021	12,0
Distances	0,004	12,0
Zenith angles	0,007	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX	23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known
CR1	23 00 25,06671 S	43 18 10,18650 W	0,9902	0,0010	0,0010	
CR2	23 00 25,03348 S	43 18 10,18805 W	0,9024	0,0010	0,0010	
CR3	23 00 24,70422 S	43 18 09,60692 W	0,8304	0,0010	0,0010	
CR4	23 00 24,67181 S	43 18 09,61161 W	0,9274	0,0010	0,0010	
J0A	23 00 24,63931 S*	43 18 08,81137 W*	2,1034*	0,0010	0,0010	known

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J0A	0,0041	0,0020	0,0021

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J0A	AUX	1,6360	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					38,9410 m
R0	J0A	CR1	1,6360	0,0000 m	227 31 37,0 dms
S0					41,3990 m
Z0					93 48 28,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6360	0,0000 m	228 53 59,5 dms
S0					41,1340 m
Z0					93 57 18,0 dms
R0	J0A	CR3	1,6360	0,0000 m	241 02 58,5 dms
S0					22,9280 m
Z0					97 17 21,0 dms
R0	J0A	CR4	1,6360	0,0000 m	243 34 27,5 dms
S0					22,9830 m
Z0					97 01 40,5 dms
R0	J0A	CR1	1,6360	0,0000 m	227 31 35,0 dms
S0					41,4000 m
Z0					93 48 28,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6360	0,0000 m	228 53 59,0 dms
S0					41,1340 m
Z0					93 57 16,0 dms
R0	J0A	CR3	1,6360	0,0000 m	241 03 00,0 dms
S0					22,9290 m
Z0					97 17 22,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6360	0,0000 m	243 34 26,5 dms
S0					22,9830 m
Z0					97 01 38,5 dms
R0	J0A	CR1	1,6360	0,0000 m	227 31 35,5 dms
S0					41,4000 m
Z0					93 48 28,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6360	0,0000 m	228 53 59,0 dms
S0					41,1340 m
Z0					93 57 15,5 dms
R0	J0A	CR3	1,6360	0,0000 m	241 02 56,5 dms
S0					22,9290 m
Z0					97 17 18,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6360	0,0000 m	243 34 23,0 dms
S0					22,9830 m
Z0					97 01 39,0 dms
R0	J0A	CR1	1,6360	0,0000 m	227 31 35,0 dms
S0					41,4000 m
Z0					93 48 26,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6360	0,0000 m	228 53 54,5 dms
S0					41,1340 m
Z0					93 57 14,0 dms
R0	J0A	CR3	1,6360	0,0000 m	241 02 53,0 dms
S0					22,9290 m
Z0					97 17 21,0 dms
R0	J0A	CR4	1,6360	0,0000 m	243 34 22,5 dms
S0					22,9830 m
Z0					97 01 37,0 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error			0,0010 m		
Height of instrument error			0,0015 m		
	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot
R0	J0A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,7 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms dmskm
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms dmskm
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0054 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms dmskm
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0054 m ppm

Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5	dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6	dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0	dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5	dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6	dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0	dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5	dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6	dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0	dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR1	Latitude	23 00 25,06672 S	-0,0005	0,0034 m
	Longitude	43 18 10,18652 W	-0,0007	0,0061 m
	Height	0,9903	0,0000	0,0015 m
CR2	Latitude	23 00 25,03349 S	-0,0003	0,0033 m
	Longitude	43 18 10,18805 W	0,0000	0,0061 m
	Height	0,9028	0,0004	0,0015 m
CR3	Latitude	23 00 24,70423 S	-0,0002	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,60695 W	-0,0007	0,0042 m
	Height	0,8303	-0,0001	0,0014 m
CR4	Latitude	23 00 24,67182 S	-0,0003	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,61161 W	-0,0000	0,0042 m
	Height	0,9276	0,0002	0,0014 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR1	0,0157	0,0069 m	2,3	71 deg	0,0030 m
CR2	0,0156	0,0069 m	2,3	73 deg	0,0030 m
CR3	0,0102	0,0043 m	2,4	85 deg	0,0028 m
CR4	0,0102	0,0043 m	2,4	87 deg	0,0028 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J0A	AUX	0 00 00,0	-0 00 00,0
S0			38,9410	-0,0000
R0	J0A	CR1	227 31 35,6	0 00 01,4
S0			41,3997	-0,0007
Z0			93 48 27,5	0 00 00,5
R0	J0A	CR2	228 53 58,0	0 00 01,5
S0			41,1340	-0,0000
Z0			93 57 15,9	0 00 02,1
R0	J0A	CR3	241 02 57,0	0 00 01,5
S0			22,9288	-0,0007
Z0			97 17 20,8	0 00 00,2
R0	J0A	CR4	243 34 24,9	0 00 02,6
S0			22,9830	-0,0000
Z0			97 01 38,7	0 00 01,7

R0	J0A	CR1	227	31	35,6	-0	00	00,6	0	00	06,1	dms
S0				41,3997		0,0002			0,0027		m	
Z0			93	48	27,5	0	00	00,5	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR2	228	53	58,0	0	00	01,0	0	00	06,1	dms
S0				41,1340		-0,0000			0,0027		m	
Z0			93	57	15,9	0	00	00,1	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR3	241	02	57,0	0	00	03,0	0	00	09,7	dms
S0				22,9287		0,0002			0,0027		m	
Z0			97	17	20,8	0	00	01,8	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR4	243	34	24,9	0	00	01,6	0	00	09,6	dms
S0				22,9830		-0,0000			0,0027		m	
Z0			97	01	38,7	-0	00	00,3	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR1	227	31	35,6	-0	00	00,1	0	00	06,1	dms
S0				41,3997		0,0002			0,0027		m	
Z0			93	48	27,5	0	00	00,5	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR2	228	53	58,0	0	00	01,0	0	00	06,1	dms
S0				41,1340		-0,0000			0,0027		m	
Z0			93	57	15,9	-0	00	00,4	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR3	241	02	57,0	-0	00	00,5	0	00	09,7	dms
S0				22,9287		0,0002			0,0027		m	
Z0			97	17	20,8	-0	00	02,2	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR4	243	34	24,9	-0	00	01,9	0	00	09,6	dms
S0				22,9830		-0,0000			0,0027		m	
Z0			97	01	38,7	0	00	00,3	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR1	227	31	35,6	-0	00	00,6	0	00	06,1	dms
S0				41,3997		0,0002			0,0027		m	
Z0			93	48	27,5	-0	00	01,5	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR2	228	53	58,0	-0	00	03,5	0	00	06,1	dms
S0				41,1340		-0,0000			0,0027		m	
Z0			93	57	15,9	-0	00	01,9	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR3	241	02	57,0	-0	00	04,0	0	00	09,7	dms
S0				22,9287		0,0002			0,0027		m	
Z0			97	17	20,8	0	00	00,2	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR4	243	34	24,9	-0	00	02,4	0	00	09,6	dms
S0				22,9830		-0,0000			0,0027		m	
Z0			97	01	38,7	-0	00	01,8	0	00	12,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR1

1,12964E-005

9,95686E-006 3,76086E-005

8,22549E-007 2,44986E-006 2,29048E-006

CR2

1,07120E-005

9,21586E-006 3,76575E-005

7,84214E-007 2,53546E-006 2,29563E-006

CR3

3,20361E-006

1,25440E-006 1,73247E-005

1,75854E-007 1,99513E-006 2,03255E-006

CR4

3,13427E-006

6,30491E-007 1,74740E-005

8,49785E-008 1,93646E-006 2,01602E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                                M O V E 3   Version 3.4.3                                **
**                                **                                                    **
**                                Design and Adjustment                                **
**                                of                                                    **
**                                3D 2D and 1D Geodetic Networks                        **
**                                **                                                    **
**                                www.MOVE3.com                                         **
**                                (c) 1993-2008 Grontmij                               **
**                                **                                                    **
**                                Universidade Federal Fluminense - UFF                **
**                                Dissertação de Mestrado                             **
**                                Mário Ribeiro da Cruz Moura                         **
**                                AJUSTAMENTO ALVOS CR5 A CR8 - 3ª CAMPANHA              **
**                                **                                                    **
**                                Ponte Velha da Barra                                **
**                                25-05-2008 09:37:34 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP03B.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,007 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,007	36,0
Directions	0,007	12,0
Distances	0,007	12,0
Zenith angles	0,006	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX	23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known
CR5	23 00 24,54573 S	43 18 09,70376 W	0,9395	0,0010	0,0010	
CR6	23 00 24,53014 S	43 18 09,73548 W	0,9307	0,0010	0,0010	
CR7	23 00 24,89177 S	43 18 10,31050 W	0,9597	0,0010	0,0010	
CR8	23 00 24,90783 S	43 18 10,27801 W	0,9623	0,0010	0,0010	
J1A	23 00 23,58353 S*	43 18 09,03153 W*	1,8178*	0,0010	0,0010	known

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J1A	0,0059	0,0067	0,0023

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J1A	AUX	1,6420	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					22,2760 m
R0	J1A	CR5	1,6420	0,0000 m	130 56 42,5 dms
S0					35,3430 m
Z0					94 05 21,5 dms
R0	J1A	CR6	1,6420	0,0000 m	132 35 46,5 dms
S0					35,4460 m
Z0					94 05 30,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6420	0,0000 m	140 11 51,5 dms
S0					54,3400 m
Z0					92 38 14,0 dms
R0	J1A	CR8	1,6420	0,0000 m	139 07 07,0 dms
S0					54,0950 m
Z0					92 38 47,0 dms
R0	J1A	CR5	1,6420	0,0000 m	130 56 40,5 dms
S0					35,3430 m
Z0					94 05 23,5 dms
R0	J1A	CR6	1,6420	0,0000 m	132 35 47,5 dms
S0					35,4460 m
Z0					94 05 31,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6420	0,0000 m	140 11 49,5 dms
S0					54,3390 m
Z0					92 38 13,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6420	0,0000 m	139 07 06,5 dms
S0					54,0960 m
Z0					92 38 49,5 dms
R0	J1A	CR5	1,6420	0,0000 m	130 56 41,0 dms
S0					35,3440 m
Z0					94 05 23,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6420	0,0000 m	132 35 46,0 dms
S0					35,4460 m
Z0					94 05 32,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6420	0,0000 m	140 11 51,5 dms
S0					54,3390 m
Z0					92 38 13,0 dms
R0	J1A	CR8	1,6420	0,0000 m	139 07 05,5 dms
S0					54,0950 m
Z0					92 38 50,0 dms
R0	J1A	CR5	1,6420	0,0000 m	130 56 42,0 dms
S0					35,3430 m
Z0					94 05 23,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6420	0,0000 m	132 35 45,0 dms
S0					35,4460 m
Z0					94 05 31,5 dms
R0	J1A	CR7	1,6420	0,0000 m	140 11 50,0 dms
S0					54,3400 m
Z0					92 38 14,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6420	0,0000 m	139 07 07,5 dms
S0					54,0950 m
Z0					92 38 47,5 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error 0,0010 m

Height of instrument error 0,0015 m

	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot
R0	J1A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,8 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0054 m ppm
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms dmskm
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms dmskm
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms dmskm
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms dmskm

S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR5	Latitude	23 00 24,54574 S	-0,0003	0,0078 m
	Longitude	43 18 09,70376 W	0,0000	0,0057 m
	Height	0,9395	-0,0000	0,0015 m
CR6	Latitude	23 00 24,53015 S	-0,0000	0,0077 m
	Longitude	43 18 09,73548 W	0,0000	0,0059 m
	Height	0,9307	-0,0000	0,0015 m
CR7	Latitude	23 00 24,89177 S	0,0002	0,0106 m
	Longitude	43 18 10,31048 W	0,0005	0,0099 m
	Height	0,9600	0,0003	0,0017 m
CR8	Latitude	23 00 24,90784 S	-0,0003	0,0107 m
	Longitude	43 18 10,27801 W	-0,0001	0,0097 m
	Height	0,9621	-0,0002	0,0017 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR5	0,0221	0,0088 m	2,5	33 deg	0,0030 m
CR6	0,0221	0,0088 m	2,5	35 deg	0,0030 m
CR7	0,0331	0,0132 m	2,5	42 deg	0,0033 m
CR8	0,0329	0,0131 m	2,5	41 deg	0,0033 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

	Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J1A	AUX	0 00 00,0	-0 00 00,0	0 00 19,8 dms
S0			22,2760	-0,0000	0,0054 m
R0	J1A	CR5	130 56 41,5	0 00 01,0	0 00 06,8 dms
S0			35,3433	-0,0002	0,0027 m
Z0			94 05 22,8	-0 00 01,3	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR6	132 35 46,3	0 00 00,2	0 00 06,8 dms
S0			35,4460	-0,0000	0,0027 m
Z0			94 05 31,1	-0 00 01,1	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR7	140 11 50,6	0 00 00,9	0 00 05,2 dms
S0			54,3395	0,0005	0,0027 m
Z0			92 38 13,7	0 00 00,3	0 00 06,0 dms
R0	J1A	CR8	139 07 06,6	0 00 00,4	0 00 05,2 dms

S0				54,0953	-0,0002	0,0027	m
Z0			92	38 48,5	-0 00 01,5	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56 41,5	-0 00 01,0	0 00 06,8	dms
S0				35,3433	-0,0002	0,0027	m
Z0			94	05 22,8	0 00 00,7	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35 46,3	0 00 01,2	0 00 06,8	dms
S0				35,4460	-0,0000	0,0027	m
Z0			94	05 31,1	-0 00 00,1	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11 50,6	-0 00 01,1	0 00 05,2	dms
S0				54,3395	-0,0005	0,0027	m
Z0			92	38 13,7	-0 00 00,2	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07 06,6	-0 00 00,1	0 00 05,2	dms
S0				54,0953	0,0007	0,0027	m
Z0			92	38 48,5	0 00 01,0	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56 41,5	-0 00 00,5	0 00 06,8	dms
S0				35,3433	0,0007	0,0027	m
Z0			94	05 22,8	0 00 00,3	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35 46,3	-0 00 00,2	0 00 06,8	dms
S0				35,4460	-0,0000	0,0027	m
Z0			94	05 31,1	0 00 00,9	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11 50,6	0 00 00,9	0 00 05,2	dms
S0				54,3395	-0,0005	0,0027	m
Z0			92	38 13,7	-0 00 00,7	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07 06,6	-0 00 01,1	0 00 05,2	dms
S0				54,0953	-0,0002	0,0027	m
Z0			92	38 48,5	0 00 01,5	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56 41,5	0 00 00,5	0 00 06,8	dms
S0				35,3433	-0,0002	0,0027	m
Z0			94	05 22,8	0 00 00,3	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35 46,3	-0 00 01,2	0 00 06,8	dms
S0				35,4460	-0,0000	0,0027	m
Z0			94	05 31,1	0 00 00,4	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11 50,6	-0 00 00,6	0 00 05,2	dms
S0				54,3395	0,0005	0,0027	m
Z0			92	38 13,7	0 00 00,7	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07 06,6	0 00 00,9	0 00 05,2	dms
S0				54,0953	-0,0002	0,0027	m
Z0			92	38 48,5	-0 00 01,0	0 00 06,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR5

6,09944E-005

3,11681E-005 3,29596E-005

4,75266E-006 3,07374E-006 2,38927E-006

CR6

5,94890E-005

3,20924E-005 3,49631E-005

4,68996E-006 3,22859E-006 2,39401E-006

CR7

1,13311E-004

7,63098E-005 9,80512E-005

6,14254E-006 5,55899E-006 2,85658E-006

CR8

1,15177E-004

7,53142E-005 9,43619E-005

6,21450E-006 5,41479E-006 2,84842E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                               M O V E 3   Version 3.4.3                               **
**                               **                                                       **
**                               Design and Adjustment                               **
**                               of                                                       **
**                               3D 2D and 1D Geodetic Networks                             **
**                               **                                                       **
**                               www.MOVE3.com                                           **
**                               (c) 1993-2008 Grontmij                                   **
**                               **                                                       **
**                               Universidade Federal Fluminense - UFF                    **
**                               Dissertação de Mestrado                                **
**                               Mário Ribeiro da Cruz Moura                            **
**                               AJUSTAMENTO ALVOS CR1 A CR4 - 4ª CAMPANHA                 **
**                               **                                                       **
**                               Ponte Velha da Barra                                   **
**                               25-05-2008 11:22:13 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP04A.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,005 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,005	36,0
Directions	0,006	12,0
Distances	0,002	12,0
Zenith angles	0,006	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX	23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known
CR1	23 00 25,06671 S	43 18 10,18651 W	0,9890	0,0010	0,0010	
CR2	23 00 25,03346 S	43 18 10,18806 W	0,9007	0,0010	0,0010	
CR3	23 00 24,70419 S	43 18 09,60692 W	0,8292	0,0010	0,0010	
CR4	23 00 24,67179 S	43 18 09,61161 W	0,9262	0,0010	0,0010	
J0A	23 00 24,63931 S*	43 18 08,81137 W*	2,1034*	0,0010	0,0010	known

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J0A	0,0041	0,0020	0,0021

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J0A	AUX	1,6750	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					38,9410 m
R0	J0A	CR1	1,6750	0,0000 m	227 31 38,0 dms
S0					41,4020 m
Z0					93 51 48,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6750	0,0000 m	228 54 02,0 dms
S0					41,1370 m
Z0					94 00 41,5 dms
R0	J0A	CR3	1,6750	0,0000 m	241 03 06,0 dms
S0					22,9330 m
Z0					97 23 19,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6750	0,0000 m	243 34 32,0 dms
S0					22,9880 m
Z0					97 07 38,0 dms
R0	J0A	CR1	1,6750	0,0000 m	227 31 39,5 dms
S0					41,4020 m
Z0					93 51 49,5 dms
R0	J0A	CR2	1,6750	0,0000 m	228 54 00,5 dms
S0					41,1360 m
Z0					94 00 40,0 dms
R0	J0A	CR3	1,6750	0,0000 m	241 03 04,5 dms
S0					22,9330 m
Z0					97 23 20,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6750	0,0000 m	243 34 32,0 dms
S0					22,9880 m
Z0					97 07 38,0 dms
R0	J0A	CR1	1,6750	0,0000 m	227 31 38,0 dms
S0					41,4020 m
Z0					93 51 51,5 dms
R0	J0A	CR2	1,6750	0,0000 m	228 54 01,5 dms
S0					41,1370 m
Z0					94 00 39,5 dms
R0	J0A	CR3	1,6750	0,0000 m	241 03 05,5 dms
S0					22,9330 m
Z0					97 23 21,0 dms
R0	J0A	CR4	1,6750	0,0000 m	243 34 34,0 dms
S0					22,9880 m
Z0					97 07 36,5 dms
R0	J0A	CR1	1,6750	0,0000 m	227 31 40,5 dms
S0					41,4020 m
Z0					93 51 47,5 dms
R0	J0A	CR2	1,6750	0,0000 m	228 54 03,0 dms
S0					41,1370 m
Z0					94 00 41,5 dms
R0	J0A	CR3	1,6750	0,0000 m	241 03 04,0 dms
S0					22,9330 m
Z0					97 23 19,0 dms
R0	J0A	CR4	1,6750	0,0000 m	243 34 34,0 dms
S0					22,9880 m
Z0					97 07 36,0 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error 0,0010 m

Height of instrument error 0,0015 m

	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot
R0	J0A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,7 dms dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms dms km

S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR1	Latitude	23 00 25,06670 S	0,0002	0,0034 m
	Longitude	43 18 10,18651 W	-0,0001	0,0061 m
	Height	0,9887	-0,0003	0,0015 m
CR2	Latitude	23 00 25,03346 S	0,0000	0,0033 m
	Longitude	43 18 10,18806 W	0,0002	0,0061 m
	Height	0,9009	0,0002	0,0015 m
CR3	Latitude	23 00 24,70419 S	-0,0001	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,60692 W	0,0000	0,0042 m
	Height	0,8292	-0,0001	0,0014 m
CR4	Latitude	23 00 24,67179 S	0,0001	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,61161 W	-0,0000	0,0042 m
	Height	0,9263	0,0001	0,0014 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR1	0,0157	0,0069 m	2,3	71 deg	0,0030 m
CR2	0,0156	0,0069 m	2,3	73 deg	0,0030 m
CR3	0,0102	0,0043 m	2,4	85 deg	0,0028 m
CR4	0,0102	0,0043 m	2,4	87 deg	0,0028 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J0A	AUX	360 00 00,0	0 00 12,7 dms
S0			38,9410	0,0055 m
R0	J0A	CR1	227 31 39,0	-0 00 01,0 dms
S0			41,4020	0,0027 m
Z0			93 51 49,1	-0 00 01,1 dms
R0	J0A	CR2	228 54 01,7	0 00 00,2 dms
S0			41,1367	0,0002 m
Z0			94 00 40,6	0 00 00,9 dms
R0	J0A	CR3	241 03 05,0	0 00 01,0 dms
S0			22,9330	-0,0000 m
Z0			97 23 20,0	-0 00 00,5 dms
R0	J0A	CR4	243 34 33,0	-0 00 01,0 dms
S0			22,9880	0,0000 m

Z0			97 07 37,1	0 00 00,9	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR1	227 31 39,0	0 00 00,5	0 00 06,1	dms
S0			41,4020	-0,0000	0,0027	m
Z0			93 51 49,1	0 00 00,4	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR2	228 54 01,8	-0 00 01,3	0 00 06,1	dms
S0			41,1367	-0,0007	0,0027	m
Z0			94 00 40,6	-0 00 00,6	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR3	241 03 05,0	-0 00 00,5	0 00 09,7	dms
S0			22,9330	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 23 20,0	0 00 00,5	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR4	243 34 33,0	-0 00 01,0	0 00 09,6	dms
S0			22,9880	0,0000	0,0027	m
Z0			97 07 37,1	0 00 00,9	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR1	227 31 39,0	-0 00 01,0	0 00 06,1	dms
S0			41,4020	-0,0000	0,0027	m
Z0			93 51 49,1	0 00 02,4	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR2	228 54 01,7	-0 00 00,2	0 00 06,1	dms
S0			41,1367	0,0002	0,0027	m
Z0			94 00 40,6	-0 00 01,1	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR3	241 03 05,0	0 00 00,5	0 00 09,7	dms
S0			22,9330	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 23 20,0	0 00 01,0	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR4	243 34 33,0	0 00 01,0	0 00 09,6	dms
S0			22,9880	0,0000	0,0027	m
Z0			97 07 37,1	-0 00 00,6	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR1	227 31 39,0	0 00 01,5	0 00 06,1	dms
S0			41,4020	-0,0000	0,0027	m
Z0			93 51 49,1	-0 00 01,6	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR2	228 54 01,8	0 00 01,3	0 00 06,1	dms
S0			41,1367	0,0002	0,0027	m
Z0			94 00 40,6	0 00 00,9	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR3	241 03 05,0	-0 00 01,0	0 00 09,7	dms
S0			22,9330	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 23 20,0	-0 00 01,0	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR4	243 34 33,0	0 00 01,0	0 00 09,6	dms
S0			22,9880	0,0000	0,0027	m
Z0			97 07 37,1	-0 00 01,1	0 00 12,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR1

1,12957E-005

9,95608E-006 3,76076E-005

8,34613E-007 2,48592E-006 2,29564E-006

CR2

1,07115E-005

9,21518E-006 3,76571E-005

7,95465E-007 2,57200E-006 2,30103E-006

CR3

3,20289E-006

1,25362E-006 1,73216E-005

1,78173E-007 2,02233E-006 2,03970E-006

CR4

3,13380E-006

6,29843E-007 1,74718E-005

8,61044E-008 1,96388E-006 2,02294E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                                M O V E 3   Version 3.4.3                                **
**                                                                                          **
**                                Design and Adjustment                                **
**                                of                                                                                          **
**                                3D 2D and 1D Geodetic Networks                                **
**                                                                                          **
**                                www.MOVE3.com                                                                                          **
**                                (c) 1993-2008 Grontmij                                                                                          **
**                                                                                          **
**  Universidade Federal Fluminense - UFF                                                                                          **
**  Dissertação de Mestrado                                                                                          **
**  Mário Ribeiro da Cruz Moura                                                                                          **
**  AJUSTAMENTO ALVOS CR5 A CR8 - 4ª CAMPANHA                                                                                          **
**                                                                                          **
**  Ponte Velha da Barra                                                                                          **
**                                                                                          **
**                                                                                          25-05-2008 11:44:17 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP04B.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,004 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,004	36,0
Directions	0,009	12,0
Distances	0,000	12,0
Zenith angles	0,004	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX	23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known
CR5	23 00 24,54572 S	43 18 09,70381 W	0,9390	0,0010	0,0010	
CR6	23 00 24,53010 S	43 18 09,73551 W	0,9302	0,0010	0,0010	
CR7	23 00 24,89176 S	43 18 10,31051 W	0,9595	0,0010	0,0010	
CR8	23 00 24,90781 S	43 18 10,27801 W	0,9615	0,0010	0,0010	
J1A	23 00 23,58353 S*	43 18 09,03153 W*	1,8178*	0,0010	0,0010	known

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J1A	0,0059	0,0067	0,0023

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J1A	AUX	1,6900	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					22,2760 m
R0	J1A	CR5	1,6900	0,0000 m	130 56 49,0 dms
S0					35,3470 m
Z0					94 10 04,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6900	0,0000 m	132 35 55,0 dms
S0					35,4490 m
Z0					94 10 12,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6900	0,0000 m	140 11 53,0 dms
S0					54,3420 m
Z0					92 41 17,0 dms
R0	J1A	CR8	1,6900	0,0000 m	139 07 08,5 dms
S0					54,0970 m
Z0					92 41 53,0 dms
R0	J1A	CR5	1,6900	0,0000 m	130 56 47,5 dms
S0					35,3470 m
Z0					94 10 04,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6900	0,0000 m	132 35 53,0 dms
S0					35,4490 m
Z0					94 10 09,5 dms
R0	J1A	CR7	1,6900	0,0000 m	140 11 52,5 dms
S0					54,3420 m
Z0					92 41 18,0 dms
R0	J1A	CR8	1,6900	0,0000 m	139 07 07,5 dms
S0					54,0970 m
Z0					92 41 51,0 dms
R0	J1A	CR5	1,6900	0,0000 m	130 56 45,5 dms
S0					35,3470 m
Z0					94 10 05,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6900	0,0000 m	132 35 51,0 dms
S0					35,4490 m
Z0					94 10 11,5 dms
R0	J1A	CR7	1,6900	0,0000 m	140 11 51,5 dms
S0					54,3420 m
Z0					92 41 17,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6900	0,0000 m	139 07 08,5 dms
S0					54,0970 m
Z0					92 41 51,0 dms
R0	J1A	CR5	1,6900	0,0000 m	130 56 48,5 dms
S0					35,3470 m
Z0					94 10 04,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6900	0,0000 m	132 35 52,5 dms
S0					35,4490 m
Z0					94 10 12,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6900	0,0000 m	140 11 51,5 dms
S0					54,3420 m
Z0					92 41 17,0 dms
R0	J1A	CR8	1,6900	0,0000 m	139 07 08,0 dms
S0					54,0970 m
Z0					92 41 52,0 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error 0,0010 m

Height of instrument error 0,0015 m

	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot	
R0	J1A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,8 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km

S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR5	Latitude	23 00 24,54572 S	-0,0001	0,0078 m
	Longitude	43 18 09,70380 W	0,0002	0,0057 m
	Height	0,9391	0,0001	0,0016 m
CR6	Latitude	23 00 24,53011 S	-0,0002	0,0077 m
	Longitude	43 18 09,73550 W	0,0003	0,0059 m
	Height	0,9305	0,0003	0,0016 m
CR7	Latitude	23 00 24,89176 S	-0,0002	0,0106 m
	Longitude	43 18 10,31050 W	0,0002	0,0099 m
	Height	0,9595	0,0001	0,0017 m
CR8	Latitude	23 00 24,90782 S	-0,0001	0,0107 m
	Longitude	43 18 10,27801 W	0,0000	0,0097 m
	Height	0,9620	0,0005	0,0017 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR5	0,0221	0,0088 m	2,5	33 deg	0,0030 m
CR6	0,0221	0,0088 m	2,5	35 deg	0,0030 m
CR7	0,0331	0,0132 m	2,5	42 deg	0,0033 m
CR8	0,0329	0,0131 m	2,5	41 deg	0,0033 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J1A	AUX	0 00 00,0 -0 00 00,0	0 00 19,8 dms
S0			22,2760	0,0054 m
R0	J1A	CR5	130 56 47,6 0 00 01,4	0 00 06,8 dms
S0			35,3470	0,0027 m
Z0			94 10 04,2 -0 00 00,3	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR6	132 35 52,9 0 00 02,1	0 00 06,8 dms
S0			35,4490	0,0027 m
Z0			94 10 11,3 0 00 00,7	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR7	140 11 52,1 0 00 00,9	0 00 05,2 dms
S0			54,3420	0,0027 m
Z0			92 41 17,4 -0 00 00,4	0 00 06,0 dms
R0	J1A	CR8	139 07 08,1 0 00 00,4	0 00 05,2 dms
S0			54,0970	0,0027 m

Z0			92	41	51,7	0	00	01,2	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56	47,6	-0	00	00,1	0	00	06,8	dms
S0					35,3470	-0,0000					0,0027	m
Z0			94	10	04,2	-0	00	00,3	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35	52,9	0	00	00,1	0	00	06,8	dms
S0					35,4490	-0,0000					0,0027	m
Z0			94	10	11,2	-0	00	01,7	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11	52,1	0	00	00,4	0	00	05,2	dms
S0					54,3420	0,0000					0,0027	m
Z0			92	41	17,4	0	00	00,6	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07	08,1	-0	00	00,6	0	00	05,2	dms
S0					54,0970	0,0000					0,0027	m
Z0			92	41	51,7	-0	00	00,7	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56	47,6	-0	00	02,1	0	00	06,8	dms
S0					35,3470	-0,0000					0,0027	m
Z0			94	10	04,2	0	00	00,8	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35	52,9	-0	00	01,9	0	00	06,8	dms
S0					35,4490	-0,0000					0,0027	m
Z0			94	10	11,3	0	00	00,3	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11	52,1	-0	00	00,6	0	00	05,2	dms
S0					54,3420	0,0000					0,0027	m
Z0			92	41	17,4	0	00	00,1	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07	08,1	0	00	00,4	0	00	05,2	dms
S0					54,0970	0,0000					0,0027	m
Z0			92	41	51,7	-0	00	00,7	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56	47,6	0	00	00,9	0	00	06,8	dms
S0					35,3470	-0,0000					0,0027	m
Z0			94	10	04,2	-0	00	00,3	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35	52,9	-0	00	00,4	0	00	06,8	dms
S0					35,4490	-0,0000					0,0027	m
Z0			94	10	11,3	0	00	00,7	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11	52,1	-0	00	00,6	0	00	05,2	dms
S0					54,3420	0,0000					0,0027	m
Z0			92	41	17,4	-0	00	00,4	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07	08,1	-0	00	00,1	0	00	05,2	dms
S0					54,0970	0,0000					0,0027	m
Z0			92	41	51,8	0	00	00,2	0	00	06,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR5

6,09926E-005

3,11689E-005 3,29614E-005

4,84376E-006 3,13287E-006 2,40503E-006

CR6

5,94847E-005

3,20920E-005 3,49639E-005

4,77917E-006 3,29023E-006 2,40975E-006

CR7

1,13311E-004

7,63104E-005 9,80530E-005

6,26154E-006 5,66676E-006 2,87159E-006

CR8

1,15173E-004

7,53129E-005 9,43611E-005

6,33404E-006 5,51903E-006 2,86328E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                               M O V E 3   Version 3.4.3                               **
**                               **                                                    **
**                               Design and Adjustment                               **
**                               of                                                    **
**                               3D 2D and 1D Geodetic Networks                         **
**                               **                                                    **
**                               www.MOVE3.com                                         **
**                               (c) 1993-2008 Grontmij                               **
**                               **                                                    **
**                               Universidade Federal Fluminense - UFF                 **
**                               Dissertação de Mestrado                             **
**                               Mário Ribeiro da Cruz Moura                         **
**                               AJUSTAMENTO ALVOS CR1 A CR4 - 5ª CAMPANHA              **
**                               **                                                    **
**                               Ponte Velha da Barra                               **
**                               25-05-2008 12:05:17 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP05A.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,015 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,015	36,0
Directions	0,033	12,0
Distances	0,000	12,0
Zenith angles	0,013	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX	23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known
CR1	23 00 25,06660 S	43 18 10,18654 W	0,9892	0,0010	0,0010	
CR2	23 00 25,03336 S	43 18 10,18813 W	0,9008	0,0010	0,0010	
CR3	23 00 24,70414 S	43 18 09,60696 W	0,8285	0,0010	0,0010	
CR4	23 00 24,67173 S	43 18 09,61162 W	0,9264	0,0010	0,0010	
J0A	23 00 24,63931 S*	43 18 08,81137 W*	2,1034*	0,0010	0,0010	known

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J0A	0,0041	0,0020	0,0021

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J0A	AUX	1,7060	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					38,9410 m
R0	J0A	CR1	1,7060	0,0000 m	227 31 54,5 dms
S0					41,4040 m
Z0					93 54 21,0 dms
R0	J0A	CR2	1,7060	0,0000 m	228 54 19,5 dms
S0					41,1400 m
Z0					94 03 15,5 dms
R0	J0A	CR3	1,7060	0,0000 m	241 03 21,5 dms
S0					22,9380 m
Z0					97 28 01,0 dms
R0	J0A	CR4	1,7060	0,0000 m	243 34 51,0 dms
S0					22,9920 m
Z0					97 12 12,5 dms
R0	J0A	CR1	1,7060	0,0000 m	227 31 54,5 dms
S0					41,4040 m
Z0					93 54 22,5 dms
R0	J0A	CR2	1,7060	0,0000 m	228 54 19,5 dms
S0					41,1400 m
Z0					94 03 12,5 dms
R0	J0A	CR3	1,7060	0,0000 m	241 03 26,5 dms
S0					22,9380 m
Z0					97 28 00,0 dms
R0	J0A	CR4	1,7060	0,0000 m	243 34 48,0 dms
S0					22,9920 m
Z0					97 12 11,0 dms
R0	J0A	CR1	1,7060	0,0000 m	227 32 01,0 dms
S0					41,4040 m
Z0					93 54 23,5 dms
R0	J0A	CR2	1,7060	0,0000 m	228 54 19,5 dms
S0					41,1400 m
Z0					94 03 17,5 dms
R0	J0A	CR3	1,7060	0,0000 m	241 03 19,0 dms
S0					22,9380 m
Z0					97 27 58,0 dms
R0	J0A	CR4	1,7060	0,0000 m	243 34 47,0 dms
S0					22,9920 m
Z0					97 12 12,5 dms
R0	J0A	CR1	1,7060	0,0000 m	227 31 52,5 dms
S0					41,4040 m
Z0					93 54 21,0 dms
R0	J0A	CR2	1,7060	0,0000 m	228 54 21,0 dms
S0					41,1400 m
Z0					94 03 11,0 dms
R0	J0A	CR3	1,7060	0,0000 m	241 03 23,5 dms
S0					22,9380 m
Z0					97 27 59,5 dms
R0	J0A	CR4	1,7060	0,0000 m	243 34 47,0 dms
S0					22,9920 m
Z0					97 12 14,0 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error 0,0010 m

Height of instrument error 0,0015 m

	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot	
R0	J0A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,7 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km

S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR1	Latitude	23 00 25,06660 S	0,0002	0,0034 m
	Longitude	43 18 10,18655 W	-0,0001	0,0061 m
	Height	0,9890	-0,0002	0,0015 m
CR2	Latitude	23 00 25,03336 S	0,0001	0,0033 m
	Longitude	43 18 10,18813 W	-0,0001	0,0061 m
	Height	0,9011	0,0002	0,0015 m
CR3	Latitude	23 00 24,70413 S	0,0001	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,60696 W	-0,0000	0,0042 m
	Height	0,8287	0,0001	0,0014 m
CR4	Latitude	23 00 24,67174 S	-0,0003	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,61162 W	-0,0000	0,0042 m
	Height	0,9264	-0,0000	0,0014 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR1	0,0157	0,0069 m	2,3	71 deg	0,0030 m
CR2	0,0156	0,0069 m	2,3	73 deg	0,0030 m
CR3	0,0102	0,0043 m	2,4	85 deg	0,0028 m
CR4	0,0102	0,0043 m	2,4	87 deg	0,0028 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J0A	AUX	360 00 00,0	0 00 12,7 dms
S0			38,9410	0,0055 m
R0	J0A	CR1	227 31 55,6	-0 00 01,1 dms
S0			41,4040	-0,0000 m
Z0			93 54 22,0	-0 00 01,0 dms
R0	J0A	CR2	228 54 19,9	-0 00 00,4 dms
S0			41,1400	-0,0000 m
Z0			94 03 14,1	0 00 01,4 dms
R0	J0A	CR3	241 03 22,6	-0 00 01,1 dms
S0			22,9380	0,0000 m
Z0			97 27 59,6	0 00 01,4 dms
R0	J0A	CR4	243 34 48,3	0 00 02,8 dms
S0			22,9920	0,0000 m

Z0			97	12	12,5	0	00	00,0	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR1	227	31	55,6	-0	00	01,1	0	00	06,1	dms
S0				41,4040		-0,0000					0,0027	m
Z0			93	54	22,0	0	00	00,5	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR2	228	54	19,9	-0	00	00,4	0	00	06,1	dms
S0				41,1400		-0,0000					0,0027	m
Z0			94	03	14,1	-0	00	01,6	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR3	241	03	22,6	0	00	03,9	0	00	09,6	dms
S0				22,9380		0,0000					0,0027	m
Z0			97	27	59,6	0	00	00,4	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR4	243	34	48,3	-0	00	00,3	0	00	09,6	dms
S0				22,9920		0,0000					0,0027	m
Z0			97	12	12,5	-0	00	01,5	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR1	227	31	55,6	0	00	05,4	0	00	06,1	dms
S0				41,4040		-0,0000					0,0027	m
Z0			93	54	22,0	0	00	01,5	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR2	228	54	19,9	-0	00	00,4	0	00	06,1	dms
S0				41,1400		-0,0000					0,0027	m
Z0			94	03	14,1	0	00	03,4	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR3	241	03	22,6	-0	00	03,6	0	00	09,6	dms
S0				22,9380		0,0000					0,0027	m
Z0			97	27	59,6	-0	00	01,6	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR4	243	34	48,3	-0	00	01,3	0	00	09,6	dms
S0				22,9920		0,0000					0,0027	m
Z0			97	12	12,5	0	00	00,0	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR1	227	31	55,6	-0	00	03,1	0	00	06,1	dms
S0				41,4040		-0,0000					0,0027	m
Z0			93	54	22,0	-0	00	01,0	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR2	228	54	19,9	0	00	01,1	0	00	06,1	dms
S0				41,1400		-0,0000					0,0027	m
Z0			94	03	14,1	-0	00	03,1	0	00	07,3	dms
R0	J0A	CR3	241	03	22,6	0	00	00,9	0	00	09,6	dms
S0				22,9380		0,0000					0,0027	m
Z0			97	27	59,6	-0	00	00,1	0	00	12,0	dms
R0	J0A	CR4	243	34	48,3	-0	00	01,3	0	00	09,6	dms
S0				22,9920		0,0000					0,0027	m
Z0			97	12	12,5	0	00	01,5	0	00	12,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR1

1,12939E-005

9,95380E-006 3,76086E-005

8,43597E-007 2,51335E-006 2,29961E-006

CR2

1,07102E-005

9,21308E-006 3,76598E-005

8,03745E-007 2,59958E-006 2,30516E-006

CR3

3,20249E-006

1,25234E-006 1,73207E-005

1,79879E-007 2,04370E-006 2,04537E-006

CR4

3,13340E-006

6,28722E-007 1,74702E-005

8,68818E-008 1,98497E-006 2,02833E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                                M O V E 3   Version 3.4.3                                **
**                                                                                          **
**                                Design and Adjustment                                **
**                                of                                                                                          **
**                                3D 2D and 1D Geodetic Networks                                **
**                                                                                          **
**                                www.MOVE3.com                                                                                          **
**                                (c) 1993-2008 Grontmij                                                                                          **
**                                                                                          **
** Universidade Federal Fluminense - UFF                                                                                          **
** Dissertação de Mestrado                                                                                          **
** Mário Ribeiro da Cruz Moura                                                                                          **
** AJUSTAMENTO ALVOS CR5 A CR8 - 5ª CAMPANHA                                                                                          **
**                                                                                          **
** Ponte Velha da Barra                                                                                          **
**                                                                                          **
**                                                                                          25-05-2008 12:37:00 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP05B.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,009 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,009	36,0
Directions	0,014	12,0
Distances	0,003	12,0
Zenith angles	0,009	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX	23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known
CR5	23 00 24,54574 S	43 18 09,70376 W	0,9389	0,0010	0,0010	
CR6	23 00 24,53013 S	43 18 09,73545 W	0,9301	0,0010	0,0010	
CR7	23 00 24,89178 S	43 18 10,31047 W	0,9590	0,0010	0,0010	
CR8	23 00 24,90784 S	43 18 10,27797 W	0,9622	0,0010	0,0010	
J1A	23 00 23,58353 S*	43 18 09,03153 W*	1,8178*	0,0010	0,0010	known

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J1A	0,0059	0,0067	0,0023

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J1A	AUX	1,6930	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					22,2760 m
R0	J1A	CR5	1,6930	0,0000 m	130 56 40,0 dms
S0					35,3470 m
Z0					94 10 22,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6930	0,0000 m	132 35 44,0 dms
S0					35,4490 m
Z0					94 10 30,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6930	0,0000 m	140 11 48,5 dms
S0					54,3420 m
Z0					92 41 30,0 dms
R0	J1A	CR8	1,6930	0,0000 m	139 07 03,5 dms
S0					54,0970 m
Z0					92 42 02,0 dms
R0	J1A	CR5	1,6930	0,0000 m	130 56 42,0 dms
S0					35,3470 m
Z0					94 10 24,5 dms
R0	J1A	CR6	1,6930	0,0000 m	132 35 47,0 dms
S0					35,4500 m
Z0					94 10 29,5 dms
R0	J1A	CR7	1,6930	0,0000 m	140 11 47,0 dms
S0					54,3420 m
Z0					92 41 29,0 dms
R0	J1A	CR8	1,6930	0,0000 m	139 07 06,5 dms
S0					54,0970 m
Z0					92 42 03,0 dms
R0	J1A	CR5	1,6930	0,0000 m	130 56 41,0 dms
S0					35,3470 m
Z0					94 10 21,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6930	0,0000 m	132 35 47,5 dms
S0					35,4500 m
Z0					94 10 31,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6930	0,0000 m	140 11 50,5 dms
S0					54,3420 m
Z0					92 41 29,0 dms
R0	J1A	CR8	1,6930	0,0000 m	139 07 05,5 dms
S0					54,0970 m
Z0					92 42 03,5 dms
R0	J1A	CR5	1,6930	0,0000 m	130 56 41,5 dms
S0					35,3470 m
Z0					94 10 26,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6930	0,0000 m	132 35 46,0 dms
S0					35,4490 m
Z0					94 10 31,5 dms
R0	J1A	CR7	1,6930	0,0000 m	140 11 48,0 dms
S0					54,3420 m
Z0					92 41 30,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6930	0,0000 m	139 07 06,5 dms
S0					54,0970 m
Z0					92 42 05,0 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error 0,0010 m

Height of instrument error 0,0015 m

	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot	
R0	J1A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,8 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km

S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR5	Latitude	23 00 24,54574 S	0,0001	0,0078 m
	Longitude	43 18 09,70376 W	-0,0002	0,0057 m
	Height	0,9388	-0,0000	0,0016 m
CR6	Latitude	23 00 24,53014 S	-0,0002	0,0077 m
	Longitude	43 18 09,73547 W	-0,0006	0,0059 m
	Height	0,9302	0,0001	0,0016 m
CR7	Latitude	23 00 24,89178 S	-0,0000	0,0106 m
	Longitude	43 18 10,31047 W	-0,0000	0,0099 m
	Height	0,9593	0,0003	0,0017 m
CR8	Latitude	23 00 24,90783 S	0,0003	0,0107 m
	Longitude	43 18 10,27799 W	-0,0004	0,0097 m
	Height	0,9620	-0,0002	0,0017 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR5	0,0221	0,0088 m	2,5	33 deg	0,0030 m
CR6	0,0221	0,0088 m	2,5	35 deg	0,0030 m
CR7	0,0331	0,0132 m	2,5	42 deg	0,0033 m
CR8	0,0329	0,0131 m	2,5	41 deg	0,0033 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J1A	AUX	360 00 00,0	0 00 19,8 dms
S0			22,2760	0,0000
R0	J1A	CR5	130 56 41,1	-0 00 01,1
S0			35,3470	0,0000
Z0			94 10 23,4	-0 00 01,4
R0	J1A	CR6	132 35 46,1	-0 00 02,1
S0			35,4495	-0,0005
Z0			94 10 30,5	-0 00 00,5
R0	J1A	CR7	140 11 48,5	-0 00 00,0
S0			54,3420	-0,0000
Z0			92 41 29,6	0 00 00,4
R0	J1A	CR8	139 07 05,5	-0 00 02,0
S0			54,0970	-0,0000

Z0			92 42 03,4	-0 00 01,4	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR5	130 56 41,1	0 00 00,9	0 00 06,8	dms
S0			35,3470	0,0000	0,0027	m
Z0			94 10 23,4	0 00 01,1	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR6	132 35 46,1	0 00 00,9	0 00 06,8	dms
S0			35,4495	0,0005	0,0027	m
Z0			94 10 30,5	-0 00 01,0	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR7	140 11 48,5	-0 00 01,5	0 00 05,2	dms
S0			54,3420	-0,0000	0,0027	m
Z0			92 41 29,6	-0 00 00,6	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR8	139 07 05,5	0 00 01,0	0 00 05,2	dms
S0			54,0970	-0,0000	0,0027	m
Z0			92 42 03,4	-0 00 00,4	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR5	130 56 41,1	-0 00 00,1	0 00 06,8	dms
S0			35,3470	0,0000	0,0027	m
Z0			94 10 23,4	-0 00 02,4	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR6	132 35 46,1	0 00 01,4	0 00 06,8	dms
S0			35,4495	0,0005	0,0027	m
Z0			94 10 30,5	0 00 00,5	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR7	140 11 48,5	0 00 02,0	0 00 05,2	dms
S0			54,3420	-0,0000	0,0027	m
Z0			92 41 29,6	-0 00 00,6	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR8	139 07 05,5	0 00 00,0	0 00 05,2	dms
S0			54,0970	-0,0000	0,0027	m
Z0			92 42 03,4	0 00 00,1	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR5	130 56 41,1	0 00 00,4	0 00 06,8	dms
S0			35,3470	0,0000	0,0027	m
Z0			94 10 23,4	0 00 02,6	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR6	132 35 46,1	-0 00 00,1	0 00 06,8	dms
S0			35,4495	-0,0005	0,0027	m
Z0			94 10 30,5	0 00 01,0	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR7	140 11 48,5	-0 00 00,5	0 00 05,2	dms
S0			54,3420	-0,0000	0,0027	m
Z0			92 41 29,6	0 00 00,9	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR8	139 07 05,5	0 00 01,0	0 00 05,2	dms
S0			54,0970	-0,0000	0,0027	m
Z0			92 42 03,4	0 00 01,6	0 00 06,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR5

6,09937E-005

3,11676E-005 3,29590E-005

4,84999E-006 3,13668E-006 2,40610E-006

CR6

5,94875E-005

3,20916E-005 3,49622E-005

4,78549E-006 3,29435E-006 2,41086E-006

CR7

1,13313E-004

7,63097E-005 9,80497E-005

6,26955E-006 5,67381E-006 2,87259E-006

CR8

1,15175E-004

7,53122E-005 9,43587E-005

6,34167E-006 5,52553E-006 2,86423E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                                M O V E 3  Version 3.4.3                                **
**                                **                                                    **
**                                Design and Adjustment                                **
**                                of                                                    **
**                                3D 2D and 1D Geodetic Networks                        **
**                                **                                                    **
**                                www.MOVE3.com                                         **
**                                (c) 1993-2008 Grontmij                               **
**                                **                                                    **
**                                Universidade Federal Fluminense - UFF                **
**                                Dissertação de Mestrado                             **
**                                Mário Ribeiro da Cruz Moura                        **
**                                AJUSTAMENTO ALVOS CR1 A CR4 - 6ª CAMPANHA              **
**                                **                                                    **
**                                Ponte Velha da Barra                               **
**                                25-05-2008 13:12:06 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP06A.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,025 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,025	36,0
Directions	0,071	12,0
Distances	0,000	12,0
Zenith angles	0,004	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX 23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known	
CR1 23 00 25,06675 S	43 18 10,18650 W	0,9900	0,0010	0,0010		
CR2 23 00 25,03356 S	43 18 10,18804 W	0,9020	0,0010	0,0010		
CR3 23 00 24,70423 S	43 18 09,60696 W	0,8299	0,0010	0,0010		
CR4 23 00 24,67185 S	43 18 09,61162 W	0,9273	0,0010	0,0010		
J0A 23 00 24,63931 S*	43 18 08,81137 W*	2,1034*	0,0010	0,0010	known	

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J0A	0,0041	0,0020	0,0021

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J0A	AUX	1,6730	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					38,9410 m
R0	J0A	CR1	1,6730	0,0000 m	227 31 31,0 dms
S0					41,4020 m
Z0					93 51 33,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6730	0,0000 m	228 53 47,5 dms
S0					41,1370 m
Z0					94 00 25,0 dms
R0	J0A	CR3	1,6730	0,0000 m	241 02 56,0 dms
S0					22,9340 m
Z0					97 22 54,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6730	0,0000 m	243 34 17,5 dms
S0					22,9880 m
Z0					97 07 10,0 dms
R0	J0A	CR1	1,6730	0,0000 m	227 31 24,0 dms
S0					41,4020 m
Z0					93 51 33,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6730	0,0000 m	228 53 45,0 dms
S0					41,1370 m
Z0					94 00 23,5 dms
R0	J0A	CR3	1,6730	0,0000 m	241 02 47,5 dms
S0					22,9340 m
Z0					97 22 54,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6730	0,0000 m	243 34 05,5 dms
S0					22,9880 m
Z0					97 07 10,0 dms
R0	J0A	CR1	1,6730	0,0000 m	227 31 28,0 dms
S0					41,4020 m
Z0					93 51 32,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6730	0,0000 m	228 53 42,5 dms
S0					41,1370 m
Z0					94 00 23,0 dms
R0	J0A	CR3	1,6730	0,0000 m	241 02 46,5 dms
S0					22,9340 m
Z0					97 22 52,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6730	0,0000 m	243 34 04,0 dms
S0					22,9880 m
Z0					97 07 12,0 dms
R0	J0A	CR1	1,6730	0,0000 m	227 31 24,0 dms
S0					41,4020 m
Z0					93 51 33,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6730	0,0000 m	228 53 44,5 dms
S0					41,1370 m
Z0					94 00 26,0 dms
R0	J0A	CR3	1,6730	0,0000 m	241 02 54,5 dms
S0					22,9340 m
Z0					97 22 54,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6730	0,0000 m	243 34 04,0 dms
S0					22,9880 m
Z0					97 07 09,0 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error	0,0010 m
Height of instrument error	0,0015 m

	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot
R0	J0A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,7 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms dmskm
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms dmskm
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0054 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms dmskm

R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5	dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6	dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0	dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5	dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6	dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0	dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5	dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6	dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0	dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3	dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054	m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9	dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR1	Latitude	23 00 25,06678 S	-0,0008	0,0034 m
	Longitude	43 18 10,18649 W	0,0002	0,0061 m
	Height	0,9900	0,0000	0,0015 m
CR2	Latitude	23 00 25,03357 S	-0,0005	0,0033 m
	Longitude	43 18 10,18804 W	0,0001	0,0061 m
	Height	0,9021	0,0001	0,0015 m
CR3	Latitude	23 00 24,70425 S	-0,0005	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,60696 W	0,0000	0,0042 m
	Height	0,8299	0,0000	0,0014 m
CR4	Latitude	23 00 24,67188 S	-0,0011	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,61162 W	0,0000	0,0042 m
	Height	0,9273	-0,0001	0,0014 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR1	0,0157	0,0069 m	2,3	71 deg	0,0030 m
CR2	0,0156	0,0069 m	2,3	73 deg	0,0030 m
CR3	0,0102	0,0043 m	2,4	85 deg	0,0028 m
CR4	0,0102	0,0043 m	2,4	87 deg	0,0028 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

	Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J0A	AUX	0 00 00,0	-0 00 00,0	0 00 12,7 dms
S0			38,9410	0,0000	0,0055 m
R0	J0A	CR1	227 31 26,8	0 00 04,2	0 00 06,1 dms
S0			41,4020	0,0000	0,0027 m
Z0			93 51 32,8	0 00 00,3	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR2	228 53 44,9	0 00 02,6	0 00 06,1 dms
S0			41,1370	-0,0000	0,0027 m
Z0			94 00 24,4	0 00 00,6	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR3	241 02 51,1	0 00 04,9	0 00 09,7 dms
S0			22,9340	-0,0000	0,0027 m
Z0			97 22 54,0	0 00 00,5	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR4	243 34 07,7	0 00 09,8	0 00 09,6 dms

S0			22,9880	0,0000	0,0027 m
Z0			97 07 10,3	-0 00 00,3	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR1	227 31 26,8	-0 00 02,7	0 00 06,1 dms
S0			41,4020	0,0000	0,0027 m
Z0			93 51 32,8	0 00 00,3	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR2	228 53 44,9	0 00 00,1	0 00 06,1 dms
S0			41,1370	-0,0000	0,0027 m
Z0			94 00 24,4	-0 00 00,9	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR3	241 02 51,1	-0 00 03,6	0 00 09,7 dms
S0			22,9340	-0,0000	0,0027 m
Z0			97 22 54,0	0 00 00,5	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR4	243 34 07,7	-0 00 02,3	0 00 09,6 dms
S0			22,9880	0,0000	0,0027 m
Z0			97 07 10,3	-0 00 00,3	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR1	227 31 26,8	0 00 01,2	0 00 06,1 dms
S0			41,4020	0,0000	0,0027 m
Z0			93 51 32,8	-0 00 00,8	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR2	228 53 44,9	-0 00 02,4	0 00 06,1 dms
S0			41,1370	-0,0000	0,0027 m
Z0			94 00 24,4	-0 00 01,4	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR3	241 02 51,1	-0 00 04,6	0 00 09,7 dms
S0			22,9340	-0,0000	0,0027 m
Z0			97 22 54,0	-0 00 01,5	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR4	243 34 07,7	-0 00 03,8	0 00 09,6 dms
S0			22,9880	0,0000	0,0027 m
Z0			97 07 10,3	0 00 01,8	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR1	227 31 26,8	-0 00 02,7	0 00 06,1 dms
S0			41,4020	0,0000	0,0027 m
Z0			93 51 32,8	0 00 00,3	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR2	228 53 44,9	-0 00 00,4	0 00 06,1 dms
S0			41,1370	-0,0000	0,0027 m
Z0			94 00 24,4	0 00 01,6	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR3	241 02 51,1	0 00 03,4	0 00 09,7 dms
S0			22,9340	-0,0000	0,0027 m
Z0			97 22 54,0	0 00 00,5	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR4	243 34 07,7	-0 00 03,8	0 00 09,6 dms
S0			22,9880	0,0000	0,0027 m
Z0			97 07 10,3	-0 00 01,3	0 00 12,0 dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR1

1,12970E-005
 9,95774E-006 3,76068E-005
 8,33784E-007 2,48296E-006 2,29522E-006

CR2

1,07132E-005
 9,21757E-006 3,76563E-005
 7,94794E-007 2,56908E-006 2,30061E-006

CR3

3,20335E-006
 1,25467E-006 1,73228E-005
 1,78148E-007 2,02050E-006 2,03921E-006

CR4

3,13405E-006
 6,31616E-007 1,74721E-005
 8,62562E-008 1,96186E-006 2,02243E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                                M O V E 3   Version 3.4.3                                **
**                                                                                          **
**                                Design and Adjustment                                **
**                                of                                                                                          **
**                                3D 2D and 1D Geodetic Networks                                **
**                                                                                          **
**                                www.MOVE3.com                                                                                          **
**                                (c) 1993-2008 Grontmij                                                                                          **
**                                                                                          **
**                                Universidade Federal Fluminense - UFF                                                                                          **
**                                Dissertação de Mestrado                                                                                          **
**                                Mário Ribeiro da Cruz Moura                                                                                          **
**                                AJUSTAMENTO ALVOS CR5 A CR8 - 6ª CAMPANHA                                                                                          **
**                                                                                          **
**                                Ponte Velha da Barra                                                                                          **
**                                                                                          **
**                                                                                          25-05-2008 13:20:58 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP06B.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,011 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,011	36,0
Directions	0,022	12,0
Distances	0,003	12,0
Zenith angles	0,009	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX	23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known
CR5	23 00 24,54580 S	43 18 09,70374 W	0,9402	0,0010	0,0010	
CR6	23 00 24,53018 S	43 18 09,73545 W	0,9316	0,0010	0,0010	
CR7	23 00 24,89188 S	43 18 10,31039 W	0,9615	0,0010	0,0010	
CR8	23 00 24,90790 S	43 18 10,27793 W	0,9627	0,0010	0,0010	
J1A	23 00 23,58353 S*	43 18 09,03153 W*	1,8178*	0,0010	0,0010	known

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J1A	0,0059	0,0067	0,0023

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J1A	AUX	1,6350	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					22,2760 m
R0	J1A	CR5	1,6350	0,0000 m	130 56 32,5 dms
S0					35,3440 m
Z0					94 04 36,5 dms
R0	J1A	CR6	1,6350	0,0000 m	132 35 39,0 dms
S0					35,4460 m
Z0					94 04 44,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6350	0,0000 m	140 11 33,5 dms
S0					54,3400 m
Z0					92 37 40,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6350	0,0000 m	139 06 55,0 dms
S0					54,0950 m
Z0					92 38 19,0 dms
R0	J1A	CR5	1,6350	0,0000 m	130 56 31,5 dms
S0					35,3440 m
Z0					94 04 36,5 dms
R0	J1A	CR6	1,6350	0,0000 m	132 35 37,5 dms
S0					35,4460 m
Z0					94 04 44,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6350	0,0000 m	140 11 31,0 dms
S0					54,3410 m
Z0					92 37 38,0 dms
R0	J1A	CR8	1,6350	0,0000 m	139 06 56,0 dms
S0					54,0950 m
Z0					92 38 18,5 dms
R0	J1A	CR5	1,6350	0,0000 m	130 56 32,5 dms
S0					35,3440 m
Z0					94 04 36,5 dms
R0	J1A	CR6	1,6350	0,0000 m	132 35 38,5 dms
S0					35,4460 m
Z0					94 04 45,5 dms
R0	J1A	CR7	1,6350	0,0000 m	140 11 36,0 dms
S0					54,3400 m
Z0					92 37 35,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6350	0,0000 m	139 06 54,5 dms
S0					54,0950 m
Z0					92 38 17,5 dms
R0	J1A	CR5	1,6350	0,0000 m	130 56 33,5 dms
S0					35,3440 m
Z0					94 04 37,5 dms
R0	J1A	CR6	1,6350	0,0000 m	132 35 37,0 dms
S0					35,4460 m
Z0					94 04 45,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6350	0,0000 m	140 11 37,5 dms
S0					54,3410 m
Z0					92 37 38,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6350	0,0000 m	139 06 56,0 dms
S0					54,0950 m
Z0					92 38 18,0 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error 0,0010 m

Height of instrument error 0,0015 m

	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot	
R0	J1A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,8 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km

S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR5	Latitude	23 00 24,54580 S	-0,0000	0,0078 m
	Longitude	43 18 09,70374 W	-0,0000	0,0057 m
	Height	0,9403	0,0001	0,0015 m
CR6	Latitude	23 00 24,53019 S	-0,0001	0,0077 m
	Longitude	43 18 09,73545 W	0,0001	0,0059 m
	Height	0,9317	0,0001	0,0015 m
CR7	Latitude	23 00 24,89189 S	-0,0002	0,0106 m
	Longitude	43 18 10,31041 W	-0,0006	0,0099 m
	Height	0,9623	0,0008	0,0017 m
CR8	Latitude	23 00 24,90790 S	0,0000	0,0107 m
	Longitude	43 18 10,27793 W	-0,0001	0,0097 m
	Height	0,9630	0,0004	0,0017 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR5	0,0221	0,0088 m	2,5	33 deg	0,0030 m
CR6	0,0221	0,0088 m	2,5	35 deg	0,0030 m
CR7	0,0331	0,0132 m	2,5	42 deg	0,0033 m
CR8	0,0329	0,0131 m	2,5	41 deg	0,0033 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

Station	Target	Adj obs	Resid	Sd	
R0	J1A	AUX	0 00 00,0 -0 00 00,0	0 00 19,8 dms	
S0			22,2760	-0,0000	0,0054 m
R0	J1A	CR5	130 56 32,5 -0 00 00,0	0 00 06,8 dms	
S0			35,3440	-0,0000	0,0027 m
Z0			94 04 36,8 -0 00 00,3	0 00 08,2 dms	
R0	J1A	CR6	132 35 38,0 0 00 01,0	0 00 06,8 dms	
S0			35,4460	-0,0000	0,0027 m
Z0			94 04 44,6 -0 00 00,6	0 00 08,2 dms	
R0	J1A	CR7	140 11 34,5 -0 00 01,0	0 00 05,2 dms	
S0			54,3405	-0,0005	0,0027 m
Z0			92 37 38,1 0 00 02,4	0 00 06,0 dms	
R0	J1A	CR8	139 06 55,4 -0 00 00,4	0 00 05,2 dms	
S0			54,0950	0,0000	0,0027 m

Z0			92 38 18,3	0 00 00,8	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR5	130 56 32,5	-0 00 01,0	0 00 06,8	dms
S0			35,3440	-0,0000	0,0027	m
Z0			94 04 36,8	-0 00 00,3	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR6	132 35 38,0	-0 00 00,5	0 00 06,8	dms
S0			35,4460	-0,0000	0,0027	m
Z0			94 04 44,6	-0 00 00,6	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR7	140 11 34,5	-0 00 03,5	0 00 05,2	dms
S0			54,3405	0,0005	0,0027	m
Z0			92 37 38,1	-0 00 00,1	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR8	139 06 55,4	0 00 00,6	0 00 05,2	dms
S0			54,0950	0,0000	0,0027	m
Z0			92 38 18,3	0 00 00,2	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR5	130 56 32,5	-0 00 00,0	0 00 06,8	dms
S0			35,3440	-0,0000	0,0027	m
Z0			94 04 36,8	-0 00 00,3	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR6	132 35 38,0	0 00 00,5	0 00 06,8	dms
S0			35,4460	-0,0000	0,0027	m
Z0			94 04 44,6	0 00 00,9	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR7	140 11 34,5	0 00 01,5	0 00 05,2	dms
S0			54,3405	-0,0005	0,0027	m
Z0			92 37 38,1	-0 00 02,6	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR8	139 06 55,4	-0 00 00,9	0 00 05,2	dms
S0			54,0950	0,0000	0,0027	m
Z0			92 38 18,3	-0 00 00,7	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR5	130 56 32,5	0 00 01,0	0 00 06,8	dms
S0			35,3440	-0,0000	0,0027	m
Z0			94 04 36,8	0 00 00,8	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR6	132 35 38,0	-0 00 01,0	0 00 06,8	dms
S0			35,4460	-0,0000	0,0027	m
Z0			94 04 44,6	0 00 00,4	0 00 08,2	dms
R0	J1A	CR7	140 11 34,5	0 00 03,0	0 00 05,2	dms
S0			54,3405	0,0005	0,0027	m
Z0			92 37 38,1	0 00 00,4	0 00 06,0	dms
R0	J1A	CR8	139 06 55,4	0 00 00,6	0 00 05,2	dms
S0			54,0950	0,0000	0,0027	m
Z0			92 38 18,3	-0 00 00,2	0 00 06,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR5

6,10013E-005

3,11690E-005 3,29592E-005

4,73823E-006 3,06412E-006 2,38678E-006

CR6

5,94934E-005

3,20924E-005 3,49617E-005

4,67538E-006 3,21828E-006 2,39145E-006

CR7

1,13329E-004

7,63125E-005 9,80443E-005

6,12021E-006 5,53790E-006 2,85377E-006

CR8

1,15186E-004

7,53134E-005 9,43541E-005

6,19506E-006 5,39726E-006 2,84599E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                               M O V E 3   Version 3.4.3                               **
**                               **                                                    **
**                               Design and Adjustment                               **
**                               of                                                    **
**                               3D 2D and 1D Geodetic Networks                         **
**                               **                                                    **
**                               www.MOVE3.com                                         **
**                               (c) 1993-2008 Grontmij                               **
**                               **                                                    **
**                               Universidade Federal Fluminense - UFF                 **
**                               Dissertação de Mestrado                             **
**                               Mário Ribeiro da Cruz Moura                         **
**                               AJUSTAMENTO ALVOS CR1 A CR4 - 7ª CAMPANHA              **
**                               **                                                    **
**                               Ponte Velha da Barra                                **
**                               25-05-2008 14:12:48 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP07A.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,007 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,007	36,0
Directions	0,012	12,0
Distances	0,000	12,0
Zenith angles	0,007	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX	23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known
CR1	23 00 25,06669 S	43 18 10,18649 W	0,9909	0,0010	0,0010	
CR2	23 00 25,03347 S	43 18 10,18803 W	0,9028	0,0010	0,0010	
CR3	23 00 24,70422 S	43 18 09,60693 W	0,8311	0,0010	0,0010	
CR4	23 00 24,67181 S	43 18 09,61162 W	0,9282	0,0010	0,0010	
J0A	23 00 24,63931 S*	43 18 08,81137 W*	2,1034*	0,0010	0,0010	known

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J0A	0,0041	0,0020	0,0021

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J0A	AUX	1,6590	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					38,9410 m
R0	J0A	CR1	1,6590	0,0000 m	227 31 39,5 dms
S0					41,4000 m
Z0					93 50 19,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6590	0,0000 m	228 53 59,0 dms
S0					41,1350 m
Z0					93 59 11,0 dms
R0	J0A	CR3	1,6590	0,0000 m	241 02 58,0 dms
S0					22,9310 m
Z0					97 20 39,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6590	0,0000 m	243 34 27,0 dms
S0					22,9860 m
Z0					97 04 57,5 dms
R0	J0A	CR1	1,6590	0,0000 m	227 31 42,0 dms
S0					41,4000 m
Z0					93 50 16,5 dms
R0	J0A	CR2	1,6590	0,0000 m	228 54 03,0 dms
S0					41,1350 m
Z0					93 59 08,0 dms
R0	J0A	CR3	1,6590	0,0000 m	241 02 59,0 dms
S0					22,9310 m
Z0					97 20 41,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6590	0,0000 m	243 34 27,0 dms
S0					22,9860 m
Z0					97 04 59,5 dms
R0	J0A	CR1	1,6590	0,0000 m	227 31 42,5 dms
S0					41,4000 m
Z0					93 50 19,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6590	0,0000 m	228 54 03,5 dms
S0					41,1350 m
Z0					93 59 10,0 dms
R0	J0A	CR3	1,6590	0,0000 m	241 02 58,5 dms
S0					22,9310 m
Z0					97 20 41,0 dms
R0	J0A	CR4	1,6590	0,0000 m	243 34 26,0 dms
S0					22,9860 m
Z0					97 04 59,0 dms
R0	J0A	CR1	1,6590	0,0000 m	227 31 42,5 dms
S0					41,4000 m
Z0					93 50 15,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6590	0,0000 m	228 54 03,5 dms
S0					41,1350 m
Z0					93 59 10,5 dms
R0	J0A	CR3	1,6590	0,0000 m	241 02 59,5 dms
S0					22,9310 m
Z0					97 20 40,0 dms
R0	J0A	CR4	1,6590	0,0000 m	243 34 28,5 dms
S0					22,9860 m
Z0					97 04 58,0 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error 0,0010 m

Height of instrument error 0,0015 m

	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot
R0	J0A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,7 dms dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms dms km

S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR1	Latitude	23 00 25,06668 S	0,0004	0,0034 m
	Longitude	43 18 10,18649 W	-0,0002	0,0061 m
	Height	0,9912	0,0003	0,0015 m
CR2	Latitude	23 00 25,03346 S	0,0006	0,0033 m
	Longitude	43 18 10,18804 W	-0,0002	0,0061 m
	Height	0,9030	0,0002	0,0015 m
CR3	Latitude	23 00 24,70422 S	0,0001	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,60693 W	-0,0000	0,0042 m
	Height	0,8310	-0,0001	0,0014 m
CR4	Latitude	23 00 24,67181 S	0,0000	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,61162 W	-0,0000	0,0042 m
	Height	0,9281	-0,0001	0,0014 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR1	0,0157	0,0069 m	2,3	71 deg	0,0030 m
CR2	0,0156	0,0069 m	2,3	73 deg	0,0030 m
CR3	0,0102	0,0043 m	2,4	85 deg	0,0028 m
CR4	0,0102	0,0043 m	2,4	87 deg	0,0028 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J0A	AUX	0 00 00,0 -0 00 00,0	0 00 12,7 dms
S0			38,9410	0,0055 m
R0	J0A	CR1	227 31 41,6 -0 00 02,1	0 00 06,1 dms
S0			41,4000	-0,0000
Z0			93 50 17,4	0 00 01,6
R0	J0A	CR2	228 54 02,2 -0 00 03,2	0 00 06,1 dms
S0			41,1350	-0,0000
Z0			93 59 09,9	0 00 01,1
R0	J0A	CR3	241 02 58,7 -0 00 00,8	0 00 09,7 dms
S0			22,9310	-0,0000
Z0			97 20 40,5	-0 00 01,0
R0	J0A	CR4	243 34 27,1 -0 00 00,1	0 00 09,6 dms
S0			22,9860	-0,0000

Z0			97 04 58,5	-0 00 01,0	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR1	227 31 41,6	0 00 00,4	0 00 06,1	dms
S0			41,4000	-0,0000	0,0027	m
Z0			93 50 17,4	-0 00 00,9	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR2	228 54 02,2	0 00 00,8	0 00 06,1	dms
S0			41,1350	-0,0000	0,0027	m
Z0			93 59 09,9	-0 00 01,9	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR3	241 02 58,7	0 00 00,3	0 00 09,7	dms
S0			22,9310	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 20 40,5	0 00 01,0	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR4	243 34 27,1	-0 00 00,1	0 00 09,6	dms
S0			22,9860	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 04 58,5	0 00 01,0	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR1	227 31 41,6	0 00 00,9	0 00 06,1	dms
S0			41,4000	-0,0000	0,0027	m
Z0			93 50 17,4	0 00 01,6	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR2	228 54 02,2	0 00 01,2	0 00 06,1	dms
S0			41,1350	-0,0000	0,0027	m
Z0			93 59 09,9	0 00 00,1	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR3	241 02 58,7	-0 00 00,3	0 00 09,7	dms
S0			22,9310	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 20 40,5	0 00 00,5	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR4	243 34 27,1	-0 00 01,1	0 00 09,6	dms
S0			22,9860	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 04 58,5	0 00 00,5	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR1	227 31 41,6	0 00 00,9	0 00 06,1	dms
S0			41,4000	-0,0000	0,0027	m
Z0			93 50 17,4	-0 00 02,4	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR2	228 54 02,2	0 00 01,2	0 00 06,1	dms
S0			41,1350	-0,0000	0,0027	m
Z0			93 59 09,9	0 00 00,6	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR3	241 02 58,7	0 00 00,8	0 00 09,7	dms
S0			22,9310	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 20 40,5	-0 00 00,5	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR4	243 34 27,1	0 00 01,4	0 00 09,6	dms
S0			22,9860	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 04 58,5	-0 00 00,5	0 00 12,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR1

1,12952E-005

9,95553E-006 3,76070E-005

8,29040E-007 2,46943E-006 2,29325E-006

CR2

1,07113E-005

9,21501E-006 3,76567E-005

7,90435E-007 2,55575E-006 2,29861E-006

CR3

3,20322E-006

1,25415E-006 1,73228E-005

1,77169E-007 2,01024E-006 2,03651E-006

CR4

3,13406E-006

6,30295E-007 1,74729E-005

8,56289E-008 1,95177E-006 2,01987E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                               M O V E 3   Version 3.4.3                               **
**                               **                                                    **
**                               Design and Adjustment                               **
**                               of                                                    **
**                               3D 2D and 1D Geodetic Networks                         **
**                               **                                                    **
**                               www.MOVE3.com                                         **
**                               (c) 1993-2008 Grontmij                               **
**                               **                                                    **
**                               Universidade Federal Fluminense - UFF                 **
**                               Dissertação de Mestrado                             **
**                               Mário Ribeiro da Cruz Moura                         **
**                               AJUSTAMENTO ALVOS CR5 A CR8 - 7ª CAMPANHA              **
**                               **                                                    **
**                               Ponte Velha da Barra                               **
**                               25-05-2008 14:38:40 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP07B.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,059 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,059	36,0
Directions	0,139	12,0
Distances	0,000	12,0
Zenith angles	0,037	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX	23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known
CR5	23 00 24,54576 S	43 18 09,70384 W	0,9390	0,0010	0,0010	
CR6	23 00 24,53015 S	43 18 09,73554 W	0,9293	0,0010	0,0010	
CR7	23 00 24,89183 S	43 18 10,31053 W	0,9602	0,0010	0,0010	
CR8	23 00 24,90775 S	43 18 10,27816 W	0,9622	0,0010	0,0010	
J1A	23 00 23,58353 S*	43 18 09,03153 W*	1,8178*	0,0010	0,0010	known

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J1A	0,0059	0,0067	0,0023

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J1A	AUX	1,6750	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					22,2750 m
R0	J1A	CR5	1,6750	0,0000 m	130 56 50,0 dms
S0					35,3460 m
Z0					94 08 36,5 dms
R0	J1A	CR6	1,6750	0,0000 m	132 35 55,5 dms
S0					35,4480 m
Z0					94 08 50,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6750	0,0000 m	140 11 49,0 dms
S0					54,3410 m
Z0					92 40 17,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6750	0,0000 m	139 07 25,5 dms
S0					54,0950 m
Z0					92 40 53,5 dms
R0	J1A	CR5	1,6750	0,0000 m	130 56 55,0 dms
S0					35,3460 m
Z0					94 08 38,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6750	0,0000 m	132 35 53,0 dms
S0					35,4480 m
Z0					94 08 42,5 dms
R0	J1A	CR7	1,6750	0,0000 m	140 11 48,0 dms
S0					54,3410 m
Z0					92 40 20,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6750	0,0000 m	139 07 25,0 dms
S0					54,0950 m
Z0					92 40 56,5 dms
R0	J1A	CR5	1,6750	0,0000 m	130 57 00,0 dms
S0					35,3460 m
Z0					94 08 33,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6750	0,0000 m	132 35 56,5 dms
S0					35,4480 m
Z0					94 08 43,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6750	0,0000 m	140 11 57,0 dms
S0					54,3410 m
Z0					92 40 19,0 dms
R0	J1A	CR8	1,6750	0,0000 m	139 07 14,0 dms
S0					54,0950 m
Z0					92 40 56,5 dms
R0	J1A	CR5	1,6750	0,0000 m	130 56 53,5 dms
S0					35,3460 m
Z0					94 08 40,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6750	0,0000 m	132 35 53,0 dms
S0					35,4480 m
Z0					94 08 51,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6750	0,0000 m	140 11 53,5 dms
S0					54,3410 m
Z0					92 40 17,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6750	0,0000 m	139 07 18,5 dms
S0					54,0950 m
Z0					92 40 53,0 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error 0,0010 m

Height of instrument error 0,0015 m

	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot	
R0	J1A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,8 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km

S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR5	Latitude	23 00 24,54575 S	0,0004	0,0078 m
	Longitude	43 18 09,70387 W	-0,0007	0,0057 m
	Height	0,9390	0,0000	0,0015 m
CR6	Latitude	23 00 24,53015 S	-0,0001	0,0077 m
	Longitude	43 18 09,73554 W	0,0001	0,0059 m
	Height	0,9300	0,0006	0,0016 m
CR7	Latitude	23 00 24,89182 S	0,0005	0,0106 m
	Longitude	43 18 10,31055 W	-0,0006	0,0099 m
	Height	0,9599	-0,0002	0,0017 m
CR8	Latitude	23 00 24,90777 S	-0,0008	0,0107 m
	Longitude	43 18 10,27812 W	0,0009	0,0097 m
	Height	0,9619	-0,0003	0,0017 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR5	0,0221	0,0088 m	2,5	33 deg	0,0030 m
CR6	0,0221	0,0088 m	2,5	35 deg	0,0030 m
CR7	0,0331	0,0132 m	2,5	42 deg	0,0033 m
CR8	0,0329	0,0131 m	2,5	41 deg	0,0033 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J1A	AUX	0 00 00,0 -0 00 00,0	0 00 19,8 dms
S0			22,2750	0,0000
R0	J1A	CR5	130 56 54,6 -0 00 04,6	0 00 06,8 dms
S0			35,3460	0,0000
Z0			94 08 36,9 -0 00 00,4	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR6	132 35 54,5 0 00 01,0	0 00 06,8 dms
S0			35,4480	0,0000
Z0			94 08 46,6 0 00 03,4	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR7	140 11 51,9 -0 00 02,9	0 00 05,2 dms
S0			54,3410	-0,0000
Z0			92 40 18,6 -0 00 01,1	0 00 06,0 dms
R0	J1A	CR8	139 07 20,8 0 00 04,7	0 00 05,2 dms
S0			54,0950	-0,0000

Z0			92	40	54,9	-0	00	01,4	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56	54,6	0	00	00,4	0	00	06,8	dms
S0					35,3460			0,0000			0,0027	m
Z0			94	08	36,9	0	00	01,1	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35	54,5	-0	00	01,5	0	00	06,8	dms
S0					35,4480			0,0000			0,0027	m
Z0			94	08	46,6	-0	00	04,1	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11	51,9	-0	00	03,9	0	00	05,2	dms
S0					54,3410			-0,0000			0,0027	m
Z0			92	40	18,6	0	00	01,9	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07	20,8	0	00	04,2	0	00	05,2	dms
S0					54,0950			-0,0000			0,0027	m
Z0			92	40	54,9	0	00	01,6	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56	54,6	0	00	05,4	0	00	06,8	dms
S0					35,3460			0,0000			0,0027	m
Z0			94	08	36,9	-0	00	03,9	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35	54,5	0	00	02,0	0	00	06,8	dms
S0					35,4480			0,0000			0,0027	m
Z0			94	08	46,6	-0	00	03,6	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11	51,9	0	00	05,1	0	00	05,2	dms
S0					54,3410			-0,0000			0,0027	m
Z0			92	40	18,6	0	00	00,4	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07	20,8	-0	00	06,7	0	00	05,2	dms
S0					54,0950			-0,0000			0,0027	m
Z0			92	40	54,9	0	00	01,6	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56	54,6	-0	00	01,1	0	00	06,8	dms
S0					35,3460			0,0000			0,0027	m
Z0			94	08	36,9	0	00	03,1	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35	54,5	-0	00	01,5	0	00	06,8	dms
S0					35,4480			0,0000			0,0027	m
Z0			94	08	46,6	0	00	04,4	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11	51,9	0	00	01,6	0	00	05,2	dms
S0					54,3410			-0,0000			0,0027	m
Z0			92	40	18,6	-0	00	01,1	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07	20,8	-0	00	02,2	0	00	05,2	dms
S0					54,0950			-0,0000			0,0027	m
Z0			92	40	54,9	-0	00	01,9	0	00	06,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR5

6,09960E-005

3,11727E-005 3,29665E-005

4,81580E-006 3,11501E-006 2,40018E-006

CR6

5,94895E-005

3,20950E-005 3,49675E-005

4,75253E-006 3,27195E-006 2,40503E-006

CR7

1,13320E-004

7,63163E-005 9,80604E-005

6,22396E-006 5,63274E-006 2,86686E-006

CR8

1,15169E-004

7,53172E-005 9,43742E-005

6,29681E-006 5,48726E-006 2,85868E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                               M O V E 3   Version 3.4.3                               **
**                               **                                                    **
**                               Design and Adjustment                               **
**                               of                                                    **
**                               3D 2D and 1D Geodetic Networks                         **
**                               **                                                    **
**                               www.MOVE3.com                                         **
**                               (c) 1993-2008 Grontmij                               **
**                               **                                                    **
**                               Universidade Federal Fluminense - UFF                 **
**                               Dissertação de Mestrado                             **
**                               Mário Ribeiro da Cruz Moura                         **
**                               AJUSTAMENTO ALVOS CR1 A CR4 - 8ª CAMPANHA              **
**                               **                                                    **
**                               Ponte Velha da Barra                               **
**                               25-05-2008 14:47:26 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP08A.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,014 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,014	36,0
Directions	0,030	12,0
Distances	0,003	12,0
Zenith angles	0,010	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX	23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known
CR1	23 00 25,06666 S	43 18 10,18653 W	0,9922	0,0010	0,0010	
CR2	23 00 25,03350 S	43 18 10,18806 W	0,9037	0,0010	0,0010	
CR3	23 00 24,70424 S	43 18 09,60695 W	0,8310	0,0010	0,0010	
CR4	23 00 24,67186 S	43 18 09,61164 W	0,9290	0,0010	0,0010	
J0A	23 00 24,63931 S*	43 18 08,81137 W*	2,1034*	0,0010	0,0010	known

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J0A	0,0041	0,0020	0,0021

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J0A	AUX	1,6340	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					38,9400 m
R0	J0A	CR1	1,6340	0,0000 m	227 31 45,0 dms
S0					41,3980 m
Z0					93 48 08,5 dms
R0	J0A	CR2	1,6340	0,0000 m	228 53 56,0 dms
S0					41,1330 m
Z0					93 57 01,5 dms
R0	J0A	CR3	1,6340	0,0000 m	241 02 52,0 dms
S0					22,9280 m
Z0					97 16 57,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6340	0,0000 m	243 34 13,5 dms
S0					22,9830 m
Z0					97 01 07,5 dms
R0	J0A	CR1	1,6340	0,0000 m	227 31 48,0 dms
S0					41,3980 m
Z0					93 48 08,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6340	0,0000 m	228 53 53,5 dms
S0					41,1330 m
Z0					93 56 59,0 dms
R0	J0A	CR3	1,6340	0,0000 m	241 02 49,5 dms
S0					22,9280 m
Z0					97 16 58,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6340	0,0000 m	243 34 16,5 dms
S0					22,9830 m
Z0					97 01 06,0 dms
R0	J0A	CR1	1,6340	0,0000 m	227 31 39,0 dms
S0					41,3990 m
Z0					93 48 08,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6340	0,0000 m	228 53 55,5 dms
S0					41,1330 m
Z0					93 57 02,0 dms
R0	J0A	CR3	1,6340	0,0000 m	241 02 48,5 dms
S0					22,9280 m
Z0					97 16 59,0 dms
R0	J0A	CR4	1,6340	0,0000 m	243 34 15,0 dms
S0					22,9830 m
Z0					97 01 06,5 dms
R0	J0A	CR1	1,6340	0,0000 m	227 31 43,5 dms
S0					41,3990 m
Z0					93 48 12,0 dms
R0	J0A	CR2	1,6340	0,0000 m	228 53 55,0 dms
S0					41,1330 m
Z0					93 57 03,0 dms
R0	J0A	CR3	1,6340	0,0000 m	241 02 47,5 dms
S0					22,9280 m
Z0					97 17 02,5 dms
R0	J0A	CR4	1,6340	0,0000 m	243 34 12,5 dms
S0					22,9830 m
Z0					97 01 07,0 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error 0,0010 m

Height of instrument error 0,0015 m

	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot	
R0	J0A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,7 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km

S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km
R0	J0A	CR1	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,5 dms	dms km
R0	J0A	CR2	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,2 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 14,6 dms	dms km
R0	J0A	CR3	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 24,0 dms	dms km
R0	J0A	CR4	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0054 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 23,9 dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR1	Latitude	23 00 25,06667 S	-0,0004	0,0034 m
	Longitude	43 18 10,18654 W	-0,0004	0,0061 m
	Height	0,9920	-0,0003	0,0015 m
CR2	Latitude	23 00 25,03351 S	-0,0002	0,0033 m
	Longitude	43 18 10,18806 W	0,0000	0,0061 m
	Height	0,9037	-0,0001	0,0015 m
CR3	Latitude	23 00 24,70425 S	-0,0003	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,60695 W	0,0000	0,0042 m
	Height	0,8307	-0,0003	0,0014 m
CR4	Latitude	23 00 24,67186 S	0,0001	0,0018 m
	Longitude	43 18 09,61165 W	-0,0000	0,0042 m
	Height	0,9290	-0,0000	0,0014 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR1	0,0157	0,0069 m	2,3	71 deg	0,0030 m
CR2	0,0156	0,0069 m	2,3	73 deg	0,0030 m
CR3	0,0102	0,0043 m	2,4	85 deg	0,0028 m
CR4	0,0102	0,0043 m	2,4	87 deg	0,0028 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J0A	AUX	0 00 00,0 -0 00 00,0	0 00 12,7 dms
S0			38,9400	0,0055 m
R0	J0A	CR1	227 31 43,9 0 00 01,1	0 00 06,1 dms
S0			41,3985	-0,0005
Z0			93 48 09,1 -0 00 00,6	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR2	228 53 55,0 0 00 01,0	0 00 06,1 dms
S0			41,1330	-0,0000
Z0			93 57 01,4 0 00 00,1	0 00 07,3 dms
R0	J0A	CR3	241 02 49,4 0 00 02,6	0 00 09,7 dms
S0			22,9280	-0,0000
Z0			97 16 59,4 -0 00 01,9	0 00 12,0 dms
R0	J0A	CR4	243 34 14,4 -0 00 00,9	0 00 09,6 dms
S0			22,9830	-0,0000

Z0			97 01 06,8	0 00 00,7	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR1	227 31 43,9	0 00 04,1	0 00 06,1	dms
S0			41,3985	-0,0005	0,0027	m
Z0			93 48 09,1	-0 00 01,1	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR2	228 53 55,0	-0 00 01,5	0 00 06,1	dms
S0			41,1330	-0,0000	0,0027	m
Z0			93 57 01,4	-0 00 02,4	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR3	241 02 49,4	0 00 00,1	0 00 09,7	dms
S0			22,9280	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 16 59,4	-0 00 00,9	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR4	243 34 14,4	0 00 02,1	0 00 09,6	dms
S0			22,9830	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 01 06,8	-0 00 00,8	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR1	227 31 43,9	-0 00 04,9	0 00 06,1	dms
S0			41,3985	0,0005	0,0027	m
Z0			93 48 09,1	-0 00 01,1	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR2	228 53 55,0	0 00 00,5	0 00 06,1	dms
S0			41,1330	-0,0000	0,0027	m
Z0			93 57 01,4	0 00 00,6	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR3	241 02 49,4	-0 00 00,9	0 00 09,7	dms
S0			22,9280	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 16 59,4	-0 00 00,4	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR4	243 34 14,4	0 00 00,6	0 00 09,6	dms
S0			22,9830	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 01 06,8	-0 00 00,2	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR1	227 31 43,9	-0 00 00,4	0 00 06,1	dms
S0			41,3985	0,0005	0,0027	m
Z0			93 48 09,1	0 00 02,9	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR2	228 53 55,0	0 00 00,0	0 00 06,1	dms
S0			41,1330	-0,0000	0,0027	m
Z0			93 57 01,4	0 00 01,6	0 00 07,3	dms
R0	J0A	CR3	241 02 49,4	-0 00 01,9	0 00 09,7	dms
S0			22,9280	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 16 59,4	0 00 03,1	0 00 12,0	dms
R0	J0A	CR4	243 34 14,4	-0 00 01,9	0 00 09,6	dms
S0			22,9830	-0,0000	0,0027	m
Z0			97 01 06,8	0 00 00,3	0 00 12,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR1

1,12956E-005

9,95584E-006 3,76095E-005

8,21348E-007 2,44661E-006 2,29001E-006

CR2

1,07124E-005

9,21636E-006 3,76577E-005

7,83459E-007 2,53289E-006 2,29526E-006

CR3

3,20376E-006

1,25494E-006 1,73249E-005

1,75786E-007 1,99352E-006 2,03213E-006

CR4

3,13456E-006

6,31260E-007 1,74751E-005

8,49744E-008 1,93412E-006 2,01544E-006

\$

[End of file]

```

*****
**                               M O V E 3   Version 3.4.3                               **
**                               **                                                    **
**                               Design and Adjustment                               **
**                               of                                                    **
**                               3D 2D and 1D Geodetic Networks                         **
**                               **                                                    **
**                               www.MOVE3.com                                         **
**                               (c) 1993-2008 Grontmij                               **
**                               **                                                    **
**                               Universidade Federal Fluminense - UFF                 **
**                               Dissertação de Mestrado                             **
**                               Mário Ribeiro da Cruz Moura                         **
**                               AJUSTAMENTO ALVOS CR5 A CR8 - 8ª CAMPANHA              **
**                               **                                                    **
**                               Ponte Velha da Barra                               **
**                               25-05-2008 14:55:14 **
*****

```

3D connected network adjustment

PROJECT

C:\Ponte Velha da Barra - Projeto MOVE3\Ponte Velha da Barra - CAMP08B.prj

STATIONS

Number of (partly) known stations	2
Number of unknown stations	4
Total	6

OBSERVATIONS

Directions	17
Distances	17
Zenith angles	16
Known coordinates	5
Total	55

UNKNOWNNS

Coordinates	17
Orientations	1
Scale factors	1
Total	19
Degrees of freedom	36

ADJUSTMENT

Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0,0000 m

TESTING

Alfa (multi dimensional)	0,5905
Alfa 0 (one dimensional)	0,0500
Beta	0,90
Critical value W-test	1,96
Critical value T-test (3 dimensional)	1,91
Critical value T-test (2 dimensional)	2,49
Critical value F-test	0,93
F-test	0,020 accepted

VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

	Variance	Redundancy
Terrestrial	0,020	36,0
Directions	0,040	12,0
Distances	0,000	12,0
Zenith angles	0,021	12,0

INPUT APPROXIMATE TERRESTRIAL COORDINATES

Station	Latitude	Longitude	Height (m)	Id.Sd XY (m)	Id.Sd h (m)	
AUX	23 00 23,48210 S*	43 18 08,25706 W*	3,5677*	0,0010	0,0010	known
CR5	23 00 24,54576 S	43 18 09,70383 W	0,9419	0,0010	0,0010	
CR6	23 00 24,53014 S	43 18 09,73555 W	0,9347	0,0010	0,0010	
CR7	23 00 24,89182 S	43 18 10,31052 W	0,9646	0,0010	0,0010	
CR8	23 00 24,90784 S	43 18 10,27811 W	0,9646	0,0010	0,0010	
J1A	23 00 23,58353 S*	43 18 09,03153 W*	1,8178*	0,0010	0,0010	known

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF KNOWN STATIONS

Station	Sd Latitude (m)	Sd Longitude (m)	Sd Height (m)
AUX	0,0023	0,0077	0,0029
J1A	0,0059	0,0067	0,0023

INPUT OBSERVATIONS

	Station	Target	St ih	Tg ih	Reading
R0	J1A	AUX	1,6240	0,0000 m	0 00 00,0 dms
S0					22,2750 m
R0	J1A	CR5	1,6240	0,0000 m	130 56 48,5 dms
S0					35,3420 m
Z0					94 03 22,5 dms
R0	J1A	CR6	1,6240	0,0000 m	132 35 56,5 dms
S0					35,4440 m
Z0					94 03 22,5 dms
R0	J1A	CR7	1,6240	0,0000 m	140 11 49,5 dms
S0					54,3380 m
Z0					92 36 47,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6240	0,0000 m	139 07 14,5 dms
S0					54,0940 m
Z0					92 37 30,0 dms
R0	J1A	CR5	1,6240	0,0000 m	130 56 49,0 dms
S0					35,3420 m
Z0					94 03 23,0 dms
R0	J1A	CR6	1,6240	0,0000 m	132 35 53,0 dms
S0					35,4440 m
Z0					94 03 23,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6240	0,0000 m	140 11 46,0 dms
S0					54,3380 m
Z0					92 36 50,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6240	0,0000 m	139 07 11,5 dms
S0					54,0940 m
Z0					92 37 27,5 dms
R0	J1A	CR5	1,6240	0,0000 m	130 56 46,5 dms
S0					35,3420 m
Z0					94 03 21,5 dms
R0	J1A	CR6	1,6240	0,0000 m	132 35 50,0 dms
S0					35,4440 m
Z0					94 03 30,0 dms
R0	J1A	CR7	1,6240	0,0000 m	140 11 47,0 dms
S0					54,3380 m
Z0					92 36 50,5 dms
R0	J1A	CR8	1,6240	0,0000 m	139 07 11,0 dms
S0					54,0940 m
Z0					92 37 27,5 dms
R0	J1A	CR5	1,6240	0,0000 m	130 56 42,0 dms
S0					35,3420 m
Z0					94 03 20,5 dms
R0	J1A	CR6	1,6240	0,0000 m	132 35 50,5 dms
S0					35,4440 m
Z0					94 03 28,5 dms
R0	J1A	CR7	1,6240	0,0000 m	140 11 47,5 dms
S0					54,3380 m
Z0					92 36 50,0 dms
R0	J1A	CR8	1,6240	0,0000 m	139 07 10,0 dms
S0					54,0940 m
Z0					92 37 28,5 dms

INPUT STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS

Centring error 0,0010 m

Height of instrument error 0,0015 m

	Station	Target	Sd abs	Sd rel	Sd tot
R0	J1A	AUX	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 19,8 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0054 m ppm
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms dmskm
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms dmskm
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms dmskm
S0			0,0050	2,0	0,0055 m ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms dmskm
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms dmskm

S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km
R0	J1A	CR5	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR6	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 13,6 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 16,4 dms	dms km
R0	J1A	CR7	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,3 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 11,9 dms	dms km
R0	J1A	CR8	0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 10,4 dms	dms km
S0			0,0050	2,0	0,0055 m	ppm
Z0			0 00 07,0	0 00 00,0	0 00 12,0 dms	dms km

COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station		Coordinate	Corr	Sd
CR5	Latitude	23 00 24,54577 S	-0,0002	0,0078 m
	Longitude	43 18 09,70382 W	0,0003	0,0057 m
	Height	0,9421	0,0002	0,0015 m
CR6	Latitude	23 00 24,53016 S	-0,0004	0,0077 m
	Longitude	43 18 09,73553 W	0,0006	0,0059 m
	Height	0,9342	-0,0005	0,0015 m
CR7	Latitude	23 00 24,89183 S	-0,0004	0,0106 m
	Longitude	43 18 10,31051 W	0,0004	0,0099 m
	Height	0,9641	-0,0005	0,0017 m
CR8	Latitude	23 00 24,90786 S	-0,0005	0,0107 m
	Longitude	43 18 10,27810 W	0,0005	0,0097 m
	Height	0,9650	0,0005	0,0017 m

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) - 95,0%

Station	A	B	A/B	Phi	Hgt
CR5	0,0221	0,0088 m	2,5	33 deg	0,0030 m
CR6	0,0221	0,0088 m	2,5	35 deg	0,0030 m
CR7	0,0331	0,0132 m	2,5	42 deg	0,0033 m
CR8	0,0329	0,0131 m	2,5	41 deg	0,0033 m

ADJUSTED OBSERVATIONS

Station	Target	Adj obs	Resid	Sd
R0	J1A	AUX	360 00 00,0	0 00 19,8 dms
S0			22,2750	0,0054 m
R0	J1A	CR5	130 56 46,5	0 00 06,8 dms
S0			35,3420	0,0027 m
Z0			94 03 21,9	0 00 08,2 dms
R0	J1A	CR6	132 35 52,5	0 00 06,8 dms
S0			35,4440	0,0027 m
Z0			94 03 26,0	-0 00 03,5
R0	J1A	CR7	140 11 47,5	0 00 05,2 dms
S0			54,3380	-0,0000
Z0			92 36 49,6	-0 00 02,1
R0	J1A	CR8	139 07 11,7	0 00 05,2 dms
S0			54,0940	0,0000

Z0			92	37	28,4	0	00	01,6	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56	46,5	0	00	02,5	0	00	06,8	dms
S0				35,3420		0,0000			0,0027		m	
Z0			94	03	21,9	0	00	01,1	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35	52,5	0	00	00,5	0	00	06,8	dms
S0				35,4440		0,0000			0,0027		m	
Z0			94	03	26,0	-0	00	03,0	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11	47,5	-0	00	01,5	0	00	05,2	dms
S0				54,3380		-0,0000			0,0027		m	
Z0			92	36	49,6	0	00	00,9	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07	11,7	-0	00	00,3	0	00	05,2	dms
S0				54,0940		0,0000			0,0027		m	
Z0			92	37	28,4	-0	00	00,9	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56	46,5	0	00	00,0	0	00	06,8	dms
S0				35,3420		0,0000			0,0027		m	
Z0			94	03	21,9	-0	00	00,4	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35	52,5	-0	00	02,5	0	00	06,8	dms
S0				35,4440		0,0000			0,0027		m	
Z0			94	03	26,0	0	00	04,0	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11	47,5	-0	00	00,5	0	00	05,2	dms
S0				54,3380		-0,0000			0,0027		m	
Z0			92	36	49,6	0	00	00,9	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07	11,7	-0	00	00,8	0	00	05,2	dms
S0				54,0940		0,0000			0,0027		m	
Z0			92	37	28,4	-0	00	00,9	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR5	130	56	46,5	-0	00	04,5	0	00	06,8	dms
S0				35,3420		0,0000			0,0027		m	
Z0			94	03	21,9	-0	00	01,4	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR6	132	35	52,5	-0	00	02,0	0	00	06,8	dms
S0				35,4440		0,0000			0,0027		m	
Z0			94	03	26,0	0	00	02,5	0	00	08,2	dms
R0	J1A	CR7	140	11	47,5	0	00	00,0	0	00	05,2	dms
S0				54,3380		-0,0000			0,0027		m	
Z0			92	36	49,6	0	00	00,4	0	00	06,0	dms
R0	J1A	CR8	139	07	11,7	-0	00	01,8	0	00	05,2	dms
S0				54,0940		0,0000			0,0027		m	
Z0			92	37	28,4	0	00	00,1	0	00	06,0	dms

COVMATRIX REDUCED

\$

CR5

6,09989E-005

3,11718E-005 3,29644E-005

4,71391E-006 3,04884E-006 2,38268E-006

CR6

5,94908E-005

3,20951E-005 3,49673E-005

4,65019E-006 3,20142E-006 2,38712E-006

CR7

1,13322E-004

7,63149E-005 9,80558E-005

6,08854E-006 5,50995E-006 2,84990E-006

CR8

1,15182E-004

7,53205E-005 9,43729E-005

6,16251E-006 5,36975E-006 2,84209E-006

\$

[End of file]

APÊNDICE B – PLANILHA RESUMO COM OS RESULTADOS DAS CAMPANHAS
DE CONTROLE DE RECALQUE DO CONJUNTO ARQUITETÔNICO CECB

CAMPANHA	01			02					03					04				
DATA/DIAS	19/6/2006	0		26/6/2006	7		7		3/7/2006	7		14		10/7/2006	7		21	
PONTO	COTA	TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL	
		REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA
RN	500000	0		500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0	
BM																		
P1	394809	0	0,0	394409	-400	-571,4	-400	-571,4	394390	-19	-27,1	-419	-299,3	394388	-2	-2,9	-421	-200,5
P1N																		
P2	388213	0	0,0	388213	0	0,0	0	0,0	388200	-13	-18,6	-13	-9,3	388188	-12	-17,1	-25	-11,9
P2N																		
P3	399023	0	0,0	399029	6	8,6	6	8,6	398997	-32	-45,7	-26	-18,6	398999	2	2,9	-24	-11,4
P3N																		
P4	399979	0	0,0	399982	3	4,3	3	4,3	399945	-37	-52,9	-34	-24,3	399943	-2	-2,9	-36	-17,1
P4N																		
P5	402380	0	0,0	402391	11	15,7	11	15,7	402350	-41	-58,6	-30	-21,4	402356	6	8,6	-24	-11,4
P5N																		
P6	400820	0	0,0	400820	0	0,0	0	0,0	400798	-22	-31,4	-22	-15,7	400780	-18	-25,7	-40	-19,0
P6N																		
P7	396421	0	0,0	396413	-8	-11,4	-8	-11,4	396404	-9	-12,9	-17	-12,1	396372	-32	-45,7	-49	-23,3
P7N																		
P8	392730	0	0,0	392708	-22	-31,4	-22	-31,4	392706	-2	-2,9	-24	-17,1	392681	-25	-35,7	-49	-23,3
P8N																		
P9	398921	0	0,0	398913	-8	-11,4	-8	-11,4	398886	-27	-38,6	-35	-25,0	398896	10	14,3	-25	-11,9
P9N																		
P10	401563	0	0,0	401562	-1	-1,4	-1	-1,4	401538	-24	-34,3	-25	-17,9	401543	5	7,1	-20	-9,5
P10N																		
P11	404909	0	0,0	404898	-11	-15,7	-11	-15,7	404866	-32	-45,7	-43	-30,7	404862	-4	-5,7	-47	-22,4
P11N																		
P12	395785	0	0,0	395778	-7	-10,0	-7	-10,0	395763	-15	-21,4	-22	-15,7	395751	-12	-17,1	-34	-16,2
P12N																		
P13	394415	0	0,0	394379	-36	-51,4	-36	-51,4	394377	-2	-2,9	-38	-27,1	394311	-66	-94,3	-104	-49,5
P13N																		
P14	402332	0	0,0	402290	-42	-60,0	-42	-60,0	402252	-38	-54,3	-80	-57,1	402253	1	1,4	-79	-37,6
P14N																		
P15	402650	0	0,0	402573	-77	-110,0	-77	-110,0	402562	-11	-15,7	-88	-62,9	402555	-7	-10,0	-95	-45,2
P15N																		
P16	373227	0	0,0	373168	-59	-84,3	-59	-84,3	373162	-6	-8,6	-65	-46,4	373139	-23	-32,9	-88	-41,9
P16N																		
P17	400674	0	0,0	400639	-35	-50,0	-35	-50,0	400627	-12	-17,1	-47	-33,6	400612	-15	-21,4	-62	-29,5
P17N																		

P18	394043	0	0,0	394039	-4	-5,7	-4	-5,7	394022	-17	-24,3	-21	-15,0	394018	-4	-5,7	-25	-11,9
P18N																		
P19	396289	0	0,0	396289	0	0,0	0	0,0	396271	-18	-25,7	-18	-12,9	396262	-9	-12,9	-27	-12,9
P19N																		
P20	391280	0	0,0	391293	13	18,6	13	18,6	391271	-22	-31,4	-9	-6,4	391272	1	1,4	-8	-3,8
P20N																		
P21	395186	0	0,0	395189	3	4,3	3	4,3	395162	-27	-38,6	-24	-17,1	395163	1	1,4	-23	-11,0
P21N																		
P30																		
P30N																		
P31																		
P31N																		
P22	396390	0	0,0	396331	-59	-84,3	-59	-84,3	396327	-4	-5,7	-63	-45,0	396312	-15	-21,4	-78	-37,1
P22N																		
P22A	407867	0	0,0	407818	-49	-70,0	-49	-70,0	407811	-7	-10,0	-56	-40,0	407793	-18	-25,7	-74	-35,2
P22AN																		
P24	385244	0	0,0	385208	-36	-51,4	-36	-51,4	385206	-2	-2,9	-38	-27,1	385174	-32	-45,7	-70	-33,3
P24N																		
P25	383943	0	0,0	383920	-23	-32,9	-23	-32,9	383919	-1	-1,4	-24	-17,1	383856	-63	-90,0	-87	-41,4
P25N																		
P26	386651	0	0,0	386607	-44	-62,9	-44	-62,9	386579	-28	-40,0	-72	-51,4	386585	6	8,6	-66	-31,4
P26N																		
	OS VALORES DE COTA E RECALQUE ESTÃO EM UNIDADE DE 0,01 mm. OBS. 1: NA DATA DE 31 DE JULHO DE 2006 O PINO DO PILAR P1 ENCONTRAVA-SE VIOLADO, PELO QUE O MONITORAMENTO CONTÍNUO DO MESMO FOI PREJUDICADO. FOI RESTAURADO E NOVA COTA DETERMINADA.									OBS.2: EM 16/02/2007 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 19/03/2007 O PINO DO PILAR P31N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 16/04/2007 O PINO DO PILAR P21N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 08/02/2008 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.								

CAMPANHA	05					06					07					08				
DATA/DIAS	17/7/06	7		28		24/7/06	7		35		31/7/06	7		42		7/8/06	7		49	
PONTO	COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL	
		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA
RN	500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0	
BM																				
P1	394385	-3	-4,3	-424	-151,4	394377	-8	-11,4	-432	-123,4	394576	0	0,0	0	0,0	394566	-10	-14,3	-10	-14,3
P1N																				
P2	388176	-12	-17,1	-37	-13,2	388183	7	10,0	-30	-8,6	388182	-1	-1,4	-31	-7,4	388171	-11	-15,7	-42	-8,6
P2N																				
P3	398987	-12	-17,1	-36	-12,9	398985	-2	-2,9	-38	-10,9	398984	-1	-1,4	-39	-9,3	398976	-8	-11,4	-47	-9,6
P3N																				
P4	399926	-17	-24,3	-53	-18,9	399899	-27	-38,6	-80	-22,9	399916	17	24,3	-63	-15,0	399908	-8	-11,4	-71	-14,5
P4N																				
P5	402333	-23	-32,9	-47	-16,8	402334	1	1,4	-46	-13,1	402320	-14	-20,0	-60	-14,3	402328	8	11,4	-52	-10,6
P5N																				
P6	400757	-23	-32,9	-63	-22,5	400732	-25	-35,7	-88	-25,1	400754	22	31,4	-66	-15,7	400749	-5	-7,1	-71	-14,5
P6N																				
P7	396353	-19	-27,1	-68	-24,3	396346	-7	-10,0	-75	-21,4	396360	14	20,0	-61	-14,5	396378	18	25,7	-43	-8,8
P7N																				
P8	392649	-32	-45,7	-81	-28,9	392658	9	12,9	-72	-20,6	392635	-23	-32,9	-95	-22,6	392683	48	68,6	-47	-9,6
P8N																				
P9	398861	-35	-50,0	-60	-21,4	398866	5	7,1	-55	-15,7	398828	-38	-54,3	-93	-22,1	398864	36	51,4	-57	-11,6
P9N																				
P10	401506	-37	-52,9	-57	-20,4	401495	-11	-15,7	-68	-19,4	401457	-38	-54,3	-106	-25,2	401483	26	37,1	-80	-16,3
P10N																				
P11	404809	-53	-75,7	-100	-35,7	404805	-4	-5,7	-104	-29,7	404762	-43	-61,4	-147	-35,0	404795	33	47,1	-114	-23,3
P11N																				
P12	395707	-44	-62,9	-78	-27,9	395707	0	0,0	-78	-22,3	395681	-26	-37,1	-104	-24,8	395714	33	47,1	-71	-14,5
P12N																				
P13	394264	-47	-67,1	-151	-53,9	394279	15	21,4	-136	-38,9	394256	-23	-32,9	-159	-37,9	394269	13	18,6	-146	-29,8
P13N																				
P14	402223	-30	-42,9	-109	-38,9	402220	-3	-4,3	-112	-32,0	402196	-24	-34,3	-136	-32,4	402224	28	40,0	-108	-22,0
P14N																				
P15	402529	-26	-37,1	-121	-43,2	402525	-4	-5,7	-125	-35,7	402503	-22	-31,4	-147	-35,0	402544	41	58,6	-106	-21,6
P15N																				
P16	373101	-38	-54,3	-126	-45,0	373100	-1	-1,4	-127	-36,3	373083	-17	-24,3	-144	-34,3	373114	31	44,3	-113	-23,1
P16N																				
P17	400602	-10	-14,3	-72	-25,7	400587	-15	-21,4	-87	-24,9	400576	-11	-15,7	-98	-23,3	400609	33	47,1	-65	-13,3

P17N																				
P18	394000	-18	-25,7	-43	-15,4	393988	-12	-17,1	-55	-15,7	393979	-9	-12,9	-64	-15,2	393995	16	22,9	-48	-9,8
P18N																				
P19	396247	-15	-21,4	-42	-15,0	396246	-1	-1,4	-43	-12,3	396261	15	21,4	-28	-6,7	396229	-32	-45,7	-60	-12,2
P19N																				
P20	391259	-13	-18,6	-21	-7,5	391262	3	4,3	-18	-5,1	391270	8	11,4	-10	-2,4	391266	-4	-5,7	-14	-2,9
P20N																				
P21	395144	-19	-27,1	-42	-15,0	395149	5	7,1	-37	-10,6	395149	0	0,0	-37	-8,8	395154	5	7,1	-32	-6,5
P21N																				
P30						387996	0	0,0	0	0,0	388017	21	30,0	21	30,0	388008	-9	-12,9	12	8,6
P30N																				
P31						388733	0	0,0	0	0,0	388753	20	28,6	20	28,6	388754	1	1,4	21	15,0
P31N																				
P22	396287	-25	-35,7	-103	-36,8	396273	-14	-20,0	-117	-33,4	396231	-42	-60,0	-159	-37,9	396270	39	55,7	-120	-24,5
P22N																				
P22A	407773	-20	-28,6	-94	-33,6	407739	-34	-48,6	-128	-36,6	407725	-14	-20,0	-142	-33,8	407742	17	24,3	-125	-25,5
P22AN																				
P24	385157	-17	-24,3	-87	-31,1	385149	-8	-11,4	-95	-27,1	385126	-23	-32,9	-118	-28,1	385163	37	52,9	-81	-16,5
P24N																				
P25	383870	14	20,0	-73	-26,1	383864	-6	-8,6	-79	-22,6	383835	-29	-41,4	-108	-25,7	383882	47	67,1	-61	-12,4
P25N																				
P26	386566	-19	-27,1	-85	-30,4	386547	-19	-27,1	-104	-29,7	386540	-7	-10,0	-111	-26,4	386576	36	51,4	-75	-15,3
P26N																				
	OS VALORES DE COTA E RECALQUE ESTÃO EM UNIDADE DE 0,01 mm.										OBS. 2:									
	OBS. 1:										EM 16/02/2007 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									
	NA DATA DE 31 DE JULHO DE 2006 O PINO DO PILAR P1 ENCONTRAVA-SE VIOLADO,										EM 19/03/2007 O PINO DO PILAR P31N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									
	PELO QUE O MONITORAMENTO CONTÍNUO DO MESMO FOI PREJUDICADO.										EM 16/04/2007 O PINO DO PILAR P21N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									
	FOI RESTAURADO E NOVA COTA DETERMINADA.										EM 08/02/2008 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									

CAMPANHA	09					10					11					12				
DATA/DIAS	14/8/06	7		56		21/8/06	7		63		28/8/06	7		70		4/9/06	7		77	
PONTO	COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL	
		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA
RN	500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0	
BM	439525					439498	-27	-38,6	-27	-38,6	439520	22	31,4	-5	-3,6	439487	-33	-47,1	-38	-18,1
P1	394573	7	10,0	-3	-2,1	394544	-29	-41,4	-32	-15,2										
P1N	394435					394396	-39	-55,7	-37	-17,6	394390	-6	-8,6	-43	-15,4	394358	-32	-45,7	-75	-21,4
P2	388224	53	75,7	11	2,0	388145	-79	-112,9	-68	-10,8										
P2N	389450					389392	-58	-82,9	-58	-9,1	389408	16	22,9	-42	-5,9	389367	-41	-58,6	-83	-10,7
P3	399013	37	52,9	-10	-1,8	398954	-59	-84,3	-69	-11,0										
P3N	400540					400498	-42	-60,0	-61	-9,6	400495	-3	-4,3	-64	-9,1	400467	-28	-40,0	-92	-11,9
P4	399959	51	72,9	-20	-3,6	399882	-77	-110,0	-97	-15,4										
P4N	400179					400104	-75	-107,1	-96	-15,2	400110	6	8,6	-90	-12,9	400069	-41	-58,6	-131	-17,0
P5	402376	48	68,6	-4	-0,7	402302	-74	-105,7	-78	-12,4										
P5N	403454					403402	-52	-74,3	-67	-10,6	403419	17	24,3	-50	-7,1	403348	-71	-101,4	-121	-15,7
P6	400775	26	37,1	-45	-8,0	400702	-73	-104,3	-118	-18,7										
P6N	402118					402061	-57	-81,4	-110	-17,5	402068	7	10,0	-103	-14,7	402030	-38	-54,3	-141	-18,3
P7	396389	11	15,7	-32	-5,7	396335	-54	-77,1	-86	-13,7										
P7N	397902					397868	-34	-48,6	-76	-12,1	397878	10	14,3	-66	-9,4	397821	-57	-81,4	-123	-16,0
P8	392669	-14	-20,0	-61	-10,9	392568	-101	-144,3	-162	-25,7										
P8N	392440					392347	-93	-132,9	-158	-25,1	392452	105	150,0	-53	-7,6	392375	-77	-110,0	-130	-16,9
P9	398881	17	24,3	-40	-7,1	398755	-126	-180,0	-166	-26,3										
P9N	397880					397782	-98	-140,0	-152	-24,1	397851	69	98,6	-83	-11,9	397798	-53	-75,7	-136	-17,7
P10	401516	33	47,1	-47	-8,4	401437	-79	-112,9	-126	-20,0										
P10N	401440					401357	-83	-118,6	-128	-20,3	401400	43	61,4	-85	-12,1	401340	-60	-85,7	-145	-18,8
P11	404817	22	31,4	-92	-16,4	404717	-100	-142,9	-192	-30,5										
P11N	405993					405920	-73	-104,3	-179	-28,3	405960	40	57,1	-139	-19,8	405886	-74	-105,7	-213	-27,6
P12																				
P12N	396179					396087	-92	-131,4	-163	-25,9	396169	82	117,1	-81	-11,6	396097	-72	-102,9	-153	-19,9
P13	394301	32	45,7	-114	-20,4	394176	-125	-178,6	-239	-37,9										
P13N	398437					398290	-147	-210,0	-250	-39,7	398403	113	161,4	-137	-19,6	398309	-94	-134,3	-231	-30,0
P14	402244	20	28,6	-88	-15,7	402171	-73	-104,3	-161	-25,6										
P14N	403426					403339	-87	-124,3	-168	-26,7	403373	34	48,6	-134	-19,1	403304	-69	-98,6	-203	-26,4
P15	402551	7	10,0	-99	-17,7	402479	-72	-102,9	-171	-27,1	402499	20	28,6	-151	-21,6	402443	-56	-80,0	-207	-26,9
P15N	403131					403051	-80	-114,3	-175	-27,8	403071	20	28,6	-155	-22,1	403001	-70	-100,0	-225	-29,2
P16																				
P16N	375817					375717	-100	-142,9	-213	-33,8	375766	49	70,0	-164	-23,4	375692	-74	-105,7	-238	-30,9

P17	400607	-2	-2,9	-67	-12,0	400533	-74	-105,7	-141	-22,4										
P17N	399745					399711	-34	-48,6	-121	-19,2	399746	35	50,0	-86	-12,3	399670	-76	-108,6	-162	-21,0
P18	394008	13	18,6	-35	-6,3	393954	-54	-77,1	-89	-14,1										
P18N	395365					395311	-54	-77,1	-89	-14,1	395337	26	37,1	-63	-9,0	395289	-48	-68,6	-111	-14,4
P19	396273	44	62,9	-16	-2,9	396212	-61	-87,1	-77	-12,2										
P19N	395795					395768	-27	-38,6	-60	-9,5	395795	27	38,6	-33	-4,7	395726	-69	-98,6	-102	-13,2
P20	391295	29	41,4	15	2,7	391230	-65	-92,9	-50	-7,9										
P20N	390968					390928	-40	-57,1	-38	-6,0	390940	12	17,1	-26	-3,6	390893	-47	-67,1	-73	-9,4
P21	395169	15	21,4	-17	-3,0	395128	-41	-58,6	-58	-9,2										
P21N	396652					396605	-47	-67,1	-61	-9,7	396625	20	28,6	-41	-5,9	396560	-65	-92,9	-106	-13,8
P30	388010	2	2,9	14	6,7	387959	-51	-72,9	-37	-13,2										
P30N	389764					389723	-41	-58,6	-32	-11,4	389757	34	48,6	2	0,6	389675	-82	-117,1	-80	-19,0
P31	388750	-4	-5,7	17	8,1	388709	-41	-58,6	-24	-8,6										
P31N	389098					389021	-77	-110,0	-42	-15,0	389053	32	45,7	-10	-2,9	388978	-75	-107,1	-85	-20,2
P22	396250	-20	-28,6	-140	-25,0	396195	-55	-78,6	-195	-31,0										
P22N	401183					401164	-19	-27,1	-177	-28,1	401147	-17	-24,3	-194	-27,7	401090	-57	-81,4	-251	-32,6
P22A	407748	6	8,6	-119	-21,3	407701	-47	-67,1	-166	-26,3										
P22AN	406717					406693	-24	-34,3	-155	-24,5	406660	-33	-47,1	-188	-26,8	406625	-35	-50,0	-223	-28,9
P24	385152	-11	-15,7	-92	-16,4	385084	-68	-97,1	-160	-25,4	385089	5	7,1	-155	-22,1	385027	-62	-88,6	-217	-28,2
P24N																				
P25	383876	-6	-8,6	-67	-12,0	383818	-58	-82,9	-125	-19,8										
P25N	384917					384880	-37	-52,9	-115	-18,2	384863	-17	-24,3	-132	-18,8	384785	-78	-111,4	-210	-27,2
P26	386571	-5	-7,1	-80	-14,3	386512	-59	-84,3	-139	-22,1										
P26N	386090					386022	-68	-97,1	-144	-22,8	386023	1	1,4	-143	-20,4	385952	-71	-101,4	-214	-27,7
	OS VALORES DE COTA E RECALQUE ESTÃO EM UNIDADE DE 0,01 mm.										OBS. 2:									
	OBS. 1:										EM 16/02/2007 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									
	NA DATA DE 31 DE JULHO DE 2006 O PINO DO PILAR P1 ENCONTRA-VA-SE VIOLADO,										EM 19/03/2007 O PINO DO PILAR P31N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									
	PELO QUE O MONITORAMENTO CONTÍNUO DO MESMO FOI PREJUDICADO.										EM 16/04/2007 O PINO DO PILAR P21N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									
	FOI RESTAURADO E NOVA COTA DETERMINADA.										EM 08/02/2008 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									

CAMPAÑA	13					14					15					16				
DATA/DIAS	11/9/06	7		84		18/9/06	7		91		25/9/06	7		98		2/10/06	7		105	
PONTO	COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL	
		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA
RN	500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0	
BM	439508	21	30,0	-17	-6,1	439485	-23	-32,9	-40	-11,4	439460	-25	-35,7	-65	-15,5	439429	-31	-44,3	-96	-19,6
P1																				
P1N	394339	-19	-27,1	-94	-22,4	394304	-35	-50,0	-129	-26,3	394316	12	17,1	-117	-20,9	394251	-65	-92,9	-182	-28,9
P2																				
P2N	389357	-10	-14,3	-93	-11,0	389317	-40	-57,1	-133	-14,6	389362	45	64,3	-88	-8,9	389285	-77	-110,0	-165	-15,7
P3																				
P3N	400465	-2	-2,9	-94	-11,1	400441	-24	-34,3	-118	-12,9	400453	12	17,1	-106	-10,8	400381	-72	-102,9	-178	-16,9
P4																				
P4N	400055	-14	-20,0	-145	-17,3	400021	-34	-48,6	-179	-19,7	400044	23	32,9	-156	-15,9	399963	-81	-115,7	-237	-22,6
P5																				
P5N	403367	19	27,1	-102	-12,1	403350	-17	-24,3	-119	-13,1	403347	-3	-4,3	-122	-12,4	403279	-68	-97,1	-190	-18,1
P6																				
P6N	402031	1	1,4	-140	-16,7	402001	-30	-42,9	-170	-18,7	402016	15	21,4	-155	-15,8	401933	-83	-118,6	-238	-22,7
P7																				
P7N	397847	26	37,1	-97	-11,5	397772	-75	-107,1	-172	-18,9	397841	69	98,6	-103	-10,5	397741	-100	-142,9	-203	-19,3
P8																				
P8N	392336	-39	-55,7	-169	-20,1	392320	-16	-22,9	-185	-20,3	392335	15	21,4	-170	-17,3	392304	-31	-44,3	-201	-19,1
P9																				
P9N	397773	-25	-35,7	-161	-19,2	397755	-18	-25,7	-179	-19,7	397768	13	18,6	-166	-16,9	397736	-32	-45,7	-198	-18,9
P10																				
P10N	401336	-4	-5,7	-149	-17,7	401328	-8	-11,4	-157	-17,3	401330	2	2,9	-155	-15,8	401262	-68	-97,1	-223	-21,2
P11																				
P11N	405891	5	7,1	-208	-24,7	405840	-51	-72,9	-259	-28,4	405855	15	21,4	-244	-24,8	405782	-73	-104,3	-317	-30,1
P12																				
P12N	396078	-19	-27,1	-172	-20,5	396055	-23	-32,9	-195	-21,4	396069	14	20,0	-181	-18,5	395997	-72	-102,9	-253	-24,1
P13																				
P13N	398260	-49	-70,0	-280	-33,3	398240	-20	-28,6	-300	-33,0	398249	9	12,9	-291	-29,7	398217	-32	-45,7	-323	-30,8
P14																				
P14N	403296	-8	-11,4	-211	-25,1	403281	-15	-21,4	-226	-24,8	403272	-9	-12,9	-235	-24,0	403213	-59	-84,3	-294	-28,0
P15	402450	7	10,0	-200	-23,8	402430	-20	-28,6	-220	-24,2	402434	4	5,7	-216	-22,0	402352	-82	-117,1	-298	-28,4
P15N	403013	12	17,1	-213	-25,4	402988	-25	-35,7	-238	-26,2	403008	20	28,6	-218	-22,2	402933	-75	-107,1	-293	-27,9
P16																				

P16N	375698	6	8,6	-232	-27,6	375658	-40	-57,1	-272	-29,9	375664	6	8,6	-266	-27,1	375595	-69	-98,6	-335	-31,9
P17																				
P17N	399674	4	5,7	-158	-18,8	399651	-23	-32,9	-181	-19,9	399658	7	10,0	-174	-17,8	399599	-59	-84,3	-233	-22,2
P18																				
P18N	395289	0	0,0	-111	-13,2	395272	-17	-24,3	-128	-14,1	395268	-4	-5,7	-132	-13,5	395202	-66	-94,3	-198	-18,9
P19																				
P19N	395729	3	4,3	-99	-11,8	395702	-27	-38,6	-126	-13,8	395704	2	2,9	-124	-12,7	395624	-80	-114,3	-204	-19,4
P20																				
P20N	390908	15	21,4	-58	-6,8	390876	-32	-45,7	-90	-9,8	390889	13	18,6	-77	-7,8	390797	-92	-131,4	-169	-16,0
P21																				
P21N	396569	9	12,9	-97	-11,5	396557	-12	-17,1	-109	-12,0	396540	-17	-24,3	-126	-12,9	396474	-66	-94,3	-192	-18,3
P30																				
P30N	389682	7	10,0	-73	-14,9	389691	9	12,9	-64	-11,4	389668	-23	-32,9	-87	-13,8	389598	-70	-100,0	-157	-22,4
P31																				
P31N	388983	5	7,1	-80	-16,3	388982	-1	-1,4	-81	-14,5	388990	8	11,4	-73	-11,6	388886	-104	-148,6	-177	-25,3
P22																				
P22N	401093	3	4,3	-248	-29,5	401056	-37	-52,9	-285	-31,3	401075	19	27,1	-266	-27,1	400991	-84	-120,0	-350	-33,3
P22A																				
P22AN	406597	-28	-40,0	-251	-29,8	406581	-16	-22,9	-267	-29,3	406597	16	22,9	-251	-25,6	406516	-81	-115,7	-332	-31,6
P24	385025	-2	-2,9	-219	-26,1	385019	-6	-8,6	-225	-24,7	385016	-3	-4,3	-228	-23,3	384930	-86	-122,9	-314	-29,9
P24N																				
P25																				
P25N	384766	-19	-27,1	-229	-27,2	384788	22	31,4	-207	-22,7	384779	-9	-12,9	-216	-22,0	384686	-93	-132,9	-309	-29,4
P26																				
P26N	385945	-7	-10,0	-221	-26,3	385929	-16	-22,9	-237	-26,0	385934	5	7,1	-232	-23,6	385858	-76	-108,6	-308	-29,3
	OS VALORES DE COTA E RECALQUE ESTÃO EM UNIDADE DE 0,01 mm. OBS. 1: NA DATA DE 31 DE JULHO DE 2006 O PINO DO PILAR P1 ENCONTRAVA-SE VIOLADO, PELO QUE O MONITORAMENTO CONTÍNUO DO MESMO FOI PREJUDICADO. FOI RESTAURADO E NOVA COTA DETERMINADA.										OBS. 2: EM 16/02/2007 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 19/03/2007 O PINO DO PILAR P31N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 16/04/2007 O PINO DO PILAR P21N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 08/02/2008 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									

CAMPANHA	17					18					19					20				
DATA/DIAS	9/10/06	7		112		17/10/06	8		120		23/10/06	6		126		30/10/06	7		133	
PONTO	COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL	
		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA
RN	500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0	
BM	439501	72	102,9	-24	-4,3	439517	16	20,0	-8	-1,3	439529	12	20,0	4	0,6	439531	2	2,9	6	0,8
P1																				
P1N	394309	58	82,9	-124	-17,7	394322	13	16,3	-111	-14,2	394321	-1	-1,7	-112	-13,3	394331	10	14,3	-102	-11,2
P2																				
P2N	389337	52	74,3	-113	-10,0	389358	21	26,3	-92	-7,6	389343	-15	-25,0	-107	-8,5	389326	-17	-24,3	-124	-9,3
P3																				
P3N	400451	70	100,0	-108	-9,6	400470	19	23,8	-89	-7,4	400447	-23	-38,3	-112	-8,8	400473	26	37,1	-86	-6,4
P4																				
P4N	400029	66	94,3	-171	-15,3	400058	29	36,3	-142	-11,8	400025	-33	-55,0	-175	-13,9	400045	20	28,6	-155	-11,7
P5																				
P5N	403342	63	90,0	-127	-11,3	403371	29	36,3	-98	-8,2	403340	-31	-51,7	-129	-10,2	403351	11	15,7	-118	-8,9
P6																				
P6N	402006	73	104,3	-165	-14,7	402032	26	32,5	-139	-11,6	401996	-36	-60,0	-175	-13,9	402017	21	30,0	-154	-11,6
P7																				
P7N	397792	51	72,9	-152	-13,6	397833	41	51,3	-111	-9,3	397816	-17	-28,3	-128	-10,2	397808	-8	-11,4	-136	-10,2
P8																				
P8N	392293	-11	-15,7	-212	-18,9	392344	51	63,8	-161	-13,4	392338	-6	-10,0	-167	-13,3	392324	-14	-20,0	-181	-13,6
P9																				
P9N	397736	0	0,0	-198	-17,7	397778	42	52,5	-156	-13,0	397772	-6	-10,0	-162	-12,9	397758	-14	-20,0	-176	-13,2
P10																				
P10N	401305	43	61,4	-180	-16,1	401345	40	50,0	-140	-11,7	401309	-36	-60,0	-176	-14,0	401323	14	20,0	-162	-12,2
P11																				
P11N	405839	57	81,4	-260	-23,2	405889	50	62,5	-210	-17,5	405837	-52	-86,7	-262	-20,8	405845	8	11,4	-254	-19,1
P12																				
P12N	396019	22	31,4	-231	-20,6	396058	39	48,8	-192	-16,0	396035	-23	-38,3	-215	-17,1	396021	-14	-20,0	-229	-17,2
P13																				
P13N	398218	1	1,4	-322	-28,8	398251	33	41,3	-289	-24,1	398219	-32	-53,3	-321	-25,5	398205	-14	-20,0	-335	-25,2
P14																				
P14N	403257	44	62,9	-250	-22,3	403298	41	51,3	-209	-17,4	403250	-48	-80,0	-257	-20,4	403265	15	21,4	-242	-18,2
P15	402396	44	62,9	-254	-22,7	402450	54	67,5	-200	-16,7	402410	-40	-66,7	-240	-19,0	402421	11	15,7	-229	-17,2
P15N	402983	50	71,4	-243	-21,7	403013	30	37,5	-213	-17,8	402974	-39	-65,0	-252	-20,0	402986	12	17,1	-240	-18,0
P16																				
P16N	375643	48	68,6	-287	-25,6	375669	26	32,5	-261	-21,8	375650	-19	-31,7	-280	-22,2	375656	6	8,6	-274	-20,6
P17																				

P17N	399646	47	67,1	-186	-16,6	399664	18	22,5	-168	-14,0	399648	-16	-26,7	-184	-14,6	399654	6	8,6	-178	-13,4
P18																				
P18N	395250	48	68,6	-150	-13,4	395278	28	35,0	-122	-10,2	395261	-17	-28,3	-139	-11,0	395257	-4	-5,7	-143	-10,8
P19																				
P19N	395700	76	108,6	-128	-11,4	395728	28	35,0	-100	-8,3	395693	-35	-58,3	-135	-10,7	395659	-34	-48,6	-169	-12,7
P20																				
P20N	390871	74	105,7	-95	-8,4	390918	47	58,8	-48	-4,0	390882	-36	-60,0	-84	-6,6	390901	19	27,1	-65	-4,8
P21																				
P21N	396531	57	81,4	-135	-12,1	396571	40	50,0	-95	-7,9	396545	-26	-43,3	-121	-9,6	396558	13	18,6	-108	-8,1
P30																				
P30N	389650	52	74,3	-105	-13,6	389690	40	50,0	-65	-7,6	389665	-25	-41,7	-90	-9,9	389676	11	15,7	-79	-8,1
P31																				
P31N	388943	57	81,4	-120	-15,6	388980	37	46,3	-83	-9,8	388947	-33	-55,0	-116	-12,7	388982	35	50,0	-81	-8,3
P22																				
P22N	401040	49	70,0	-301	-26,9	401081	41	51,3	-260	-21,7	401056	-25	-41,7	-285	-22,6	401067	11	15,7	-274	-20,6
P22A																				
P22AN	406552	36	51,4	-296	-26,4	406590	38	47,5	-258	-21,5	406593	3	5,0	-255	-20,2	406604	11	15,7	-244	-18,3
P24	384980	50	71,4	-264	-23,6	385020	40	50,0	-224	-18,7	385014	-6	-10,0	-230	-18,3	385025	11	15,7	-219	-16,5
P24N																				
P25																				
P25N	384735	49	70,0	-260	-23,2	384779	44	55,0	-216	-18,0	384768	-11	-18,3	-227	-18,0	384779	11	15,7	-216	-16,2
P26																				
P26N	385907	49	70,0	-259	-23,1	385945	38	47,5	-221	-18,4	385943	-2	-3,3	-223	-17,7	385954	11	15,7	-212	-15,9
	OS VALORES DE COTA E RECALQUE ESTÃO EM UNIDADE DE 0,01 mm. OBS. 1: NA DATA DE 31 DE JULHO DE 2006 O PINO DO PILAR P1 ENCONTRAVA-SE VIOLADO, PELO QUE O MONITORAMENTO CONTÍNUO DO MESMO FOI PREJUDICADO. FOI RESTAURADO E NOVA COTA DETERMINADA.										OBS. 2: EM 16/02/2007 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 19/03/2007 O PINO DO PILAR P31N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 16/04/2007 O PINO DO PILAR P21N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 08/02/2008 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									

CAMPANHA	21					22					23					24				
DATA/DIAS	11/11/06	12		145		27/11/06	16		161		8/12/06	11		172		26/12/06	18		190	
PONTO	COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL	
		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA
RN	500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0	
BM	439511	-20	-16,7	-14	-1,6	439528	17	10,6	3	0,3	439524	-4	-3,6	-1	-0,1	439492	-32	-17,8	-33	-2,5
P1																				
P1N	394301	-30	-25,0	-132	-12,8	394308	7	4,4	-125	-10,5	394285	-23	-20,9	-148	-11,4	394284	-1	-0,6	-149	-10,1
P2																				
P2N	389314	-12	-10,0	-136	-9,3	389328	14	8,8	-122	-7,5	389308	-20	-18,2	-142	-8,2	389298	-10	-5,6	-152	-8,0
P3																				
P3N	400412	-61	-50,8	-147	-10,1	400470	58	36,3	-89	-5,5	400430	-40	-36,4	-129	-7,5	400436	6	3,3	-123	-6,4
P4																				
P4N	400005	-40	-33,3	-195	-13,4	400045	40	25,0	-155	-9,6	400017	-28	-25,5	-183	-10,6	400020	3	1,7	-180	-9,5
P5																				
P5N	403316	-35	-29,2	-153	-10,6	403375	59	36,9	-94	-5,8	403328	-47	-42,7	-141	-8,2	403336	8	4,4	-133	-7,0
P6																				
P6N	401952	-65	-54,2	-219	-15,1	402005	53	33,1	-166	-10,3	401984	-21	-19,1	-187	-10,9	401990	6	3,3	-181	-9,5
P7																				
P7N	397778	-30	-25,0	-166	-11,4	397794	16	10,0	-150	-9,3	397778	-16	-14,5	-166	-9,7	397767	-11	-6,1	-177	-9,3
P8																				
P8N	392297	-27	-22,5	-208	-14,3	392351	54	33,8	-154	-9,6	392302	-49	-44,5	-203	-11,8	392290	-12	-6,7	-215	-11,3
P9																				
P9N	397731	-27	-22,5	-203	-14,0	397790	59	36,9	-144	-8,9	397737	-53	-48,2	-197	-11,5	397732	-5	-2,8	-202	-10,6
P10																				
P10N	401275	-48	-40,0	-210	-14,5	401315	40	25,0	-170	-10,6	401294	-21	-19,1	-191	-11,1	401292	-2	-1,1	-193	-10,2
P11																				
P11N	405805	-40	-33,3	-294	-20,2	405872	67	41,9	-227	-14,1	405829	-43	-39,1	-270	-15,7	405825	-4	-2,2	-274	-14,4
P12																				
P12N	396004	-17	-14,2	-246	-17,0	396060	56	35,0	-190	-11,8	396011	-49	-44,5	-239	-13,9	396004	-7	-3,9	-246	-12,9
P13																				
P13N	398203	-2	-1,7	-337	-23,2	398258	55	34,4	-282	-17,5	398178	-80	-72,7	-362	-21,0	398160	-18	-10,0	-380	-20,0
P14																				
P14N	403233	-32	-26,7	-274	-18,9	403285	52	32,5	-222	-13,8	403246	-39	-35,5	-261	-15,2	403244	-2	-1,1	-263	-13,8
P15	402402	-19	-15,8	-248	-17,1	402451	49	30,6	-199	-12,4	402404	-47	-42,7	-246	-14,3	402398	-6	-3,3	-252	-13,3
P15N	402968	-18	-15,0	-258	-17,8	403010	42	26,3	-216	-13,4	402957	-53	-48,2	-269	-15,6	402963	6	3,3	-263	-13,8
P16																				
P16N	375629	-27	-22,5	-301	-20,8	375688	59	36,9	-242	-15,0	375653	-35	-31,8	-277	-16,1	375648	-5	-2,8	-282	-14,8
P17																				

P17N	399630	-24	-20,0	-202	-13,9	399678	48	30,0	-154	-9,6	399625	-53	-48,2	-207	-12,0	399644	19	10,6	-188	-9,9
P18																				
P18N	395244	-13	-10,8	-156	-10,8	395283	39	24,4	-117	-7,3	395242	-41	-37,3	-158	-9,2	395238	-4	-2,2	-162	-8,5
P19																				
P19N	395670	11	9,2	-158	-10,9	395735	65	40,6	-93	-5,8	395680	-55	-50,0	-148	-8,6	395698	18	10,0	-130	-6,8
P20																				
P20N	390882	-19	-15,8	-84	-5,8	390919	37	23,1	-47	-2,9	390881	-38	-34,5	-85	-4,9	390888	7	3,9	-78	-4,1
P21																				
P21N	396542	-16	-13,3	-124	-8,6	396582	40	25,0	-84	-5,2	396548	-34	-30,9	-118	-6,9	396546	-2	-1,1	-120	-6,3
P30																				
P30N	389659	-17	-14,2	-96	-8,7	389697	38	23,8	-58	-4,6	389670	-27	-24,5	-85	-6,2	389663	-7	-3,9	-92	-5,9
P31																				
P31N	388948	-34	-28,3	-115	-10,5	388970	22	13,8	-93	-7,4	388949	-21	-19,1	-114	-8,3	388960	11	6,1	-103	-6,6
P22																				
P22N	401043	-24	-20,0	-298	-20,6	401063	20	12,5	-278	-17,3	401038	-25	-22,7	-303	-17,6	401027	-11	-6,1	-314	-16,5
P22A																				
P22AN	406561	-43	-35,8	-287	-19,8	406552	-9	-5,6	-296	-18,4	406551	-1	-0,9	-297	-17,2	406537	-14	-7,8	-311	-16,3
P24	384997	-28	-23,3	-247	-17,0	385013	16	10,0	-231	-14,3	384989	-24	-21,8	-255	-14,8	384999	10	5,6	-245	-12,9
P24N																				
P25																				
P25N	384752	-27	-22,5	-243	-16,7	384740	-12	-7,5	-255	-15,8	384750	10	9,1	-245	-14,2	384761	11	6,1	-234	-12,3
P26																				
P26N	385906	-48	-40,0	-260	-17,9	385951	45	28,1	-215	-13,3	385919	-32	-29,1	-247	-14,3	385931	12	6,7	-235	-12,3
OS VALORES DE COTA E RECALQUE ESTÃO EM UNIDADE DE 0,01 mm. OBS. 1: NA DATA DE 31 DE JULHO DE 2006 O PINO DO PILAR P1 ENCONTRAVA-SE VIOLADO, PELO QUE O MONITORAMENTO CONTÍNUO DO MESMO FOI PREJUDICADO. FOI RESTAURADO E NOVA COTA DETERMINADA.											OBS. 2: EM 16/02/2007 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 19/03/2007 O PINO DO PILAR P31N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 16/04/2007 O PINO DO PILAR P21N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 08/02/2008 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									

CAMPANHA	25					26					27					28				
DATA/DIAS	8/1/07	13		203		22/1/07	14		217		5/2/07	14		231		16/2/07	11		242	
PONTO	COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL	
		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA
RN	500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0	
BM	439505	13	10,0	-20	-1,4	439481	-24	-17,1	-44	-2,7	439501	20	14,3	-24	-1,4	439483	-18	-16,4	-42	-2,3
P1																				
P1N	394283	-1	-0,8	-150	-9,3	394311	28	20,0	-122	-7,0	394294	-17	-12,1	-139	-7,4	394283	-11	-10,0	-150	-7,5
P2																				
P2N	389319	21	16,2	-131	-6,4	389353	34	24,3	-97	-4,4	389341	-12	-8,6	-109	-4,7	389331	-10	-9,1	-119	-4,9
P3																				
P3N	400400	-36	-27,7	-159	-7,8	400428	28	20,0	-131	-6,0	400438	10	7,1	-121	-5,2	400419	-19	-17,3	-140	-5,8
P4																				
P4N	400009	-11	-8,5	-191	-9,4	400036	27	19,3	-164	-7,6	400035	-1	-0,7	-165	-7,1	400013	-22	-20,0	-187	-7,7
P5																				
P5N	403317	-19	-14,6	-152	-7,5	403327	10	7,1	-142	-6,5	403323	-4	-2,9	-146	-6,3	403307	-16	-14,5	-162	-6,7
P6																				
P6N	401946	-44	-33,8	-225	-11,1	401996	50	35,7	-175	-8,1	402001	5	3,6	-170	-7,4	401950	-51	-46,4	-221	-9,1
P7																				
P7N	397741	-26	-20,0	-203	-10,0	397771	30	21,4	-173	-8,0	397762	-9	-6,4	-182	-7,9	397762	0	0,0	-182	-7,5
P8																				
P8N	392295	5	3,8	-210	-10,3	392285	-10	-7,1	-220	-10,1	392253	-32	-22,9	-252	-10,9	392249	-4	-3,6	-256	-10,6
P9																				
P9N	397723	-9	-6,9	-211	-10,4	397723	0	0,0	-211	-9,7	397678	-45	-32,1	-256	-11,1	397662	-16	-14,5	-272	-11,2
P10																				
P10N	401266	-26	-20,0	-219	-10,8	401274	8	5,7	-211	-9,7	401256	-18	-12,9	-229	-9,9	401240	-16	-14,5	-245	-10,1
P11																				
P11N	405790	-35	-26,9	-309	-15,2	405802	12	8,6	-297	-13,7	405766	-36	-25,7	-333	-14,4	405750	-16	-14,5	-349	-14,4
P12																				
P12N	395997	-7	-5,4	-253	-12,5	396004	7	5,0	-246	-11,3	395969	-35	-25,0	-281	-12,2	395964	-5	-4,5	-286	-11,8
P13																				
P13N	398175	15	11,5	-365	-18,0	398146	-29	-20,7	-394	-18,2	398103	-43	-30,7	-437	-18,9	398090	-13	-11,8	-450	-18,6
P14																				
P14N	403214	-30	-23,1	-293	-14,4	403228	14	10,0	-279	-12,9	403210	-18	-12,9	-297	-12,9	403171	-39	-35,5	-336	-13,9
P15	402384	-14	-10,8	-266	-13,1	402390	6	4,3	-260	-12,0	402385	-5	-3,6	-265	-11,5	402353	-32	-29,1	-297	-12,3
P15N	402939	-24	-18,5	-287	-14,1	402962	23	16,4	-264	-12,2	402951	-11	-7,9	-275	-11,9	402927	-24	-21,8	-299	-12,4
P16																				
P16N	375615	-33	-25,4	-315	-15,5	375618	3	2,1	-312	-14,4	375610	-8	-5,7	-320	-13,9	375589	-21	-19,1	-341	-14,1
P17																				

P17N	399626	-18	-13,8	-206	-10,1	399646	20	14,3	-186	-8,6	399625	-21	-15,0	-207	-9,0	399600	-25	-22,7	-232	-9,6
P18																				
P18N	395230	-8	-6,2	-170	-8,4	395244	14	10,0	-156	-7,2	395230	-14	-10,0	-170	-7,4	395208	-22	-20,0	-192	-7,9
P19																				
P19N	395654	-44	-33,8	-174	-8,6	395682	28	20,0	-146	-6,7	395679	-3	-2,1	-149	-6,5	395654	-25	-22,7	-174	-7,2
P20																				
P20N	390874	-14	-10,8	-92	-4,5	390879	5	3,6	-87	-4,0	390879	0	0,0	-87	-3,7	390854	-25	-22,7	-112	-4,6
P21																				
P21N	396522	-24	-18,5	-144	-7,1	396530	8	5,7	-136	-6,3	396509	-21	-15,0	-157	-6,8	396519	10	9,1	-147	-6,1
P30																				
P30N	389664	1	0,8	-91	-5,4	389663	-1	-0,7	-92	-5,1	389676	13	9,3	-79	-4,0	389653	-23	-20,9	-102	-4,9
P31																				
P31N	388950	-10	-7,7	-113	-6,7	388959	9	6,4	-104	-5,7	388982	23	16,4	-81	-4,1	388937	-45	-40,9	-126	-6,1
P22																				
P22N	400996	-31	-23,8	-345	-17,0	400991	-5	-3,6	-350	-16,1	400966	-25	-17,9	-375	-16,2	400975	9	8,2	-366	-15,1
P22A																				
P22AN	406494	-43	-33,1	-354	-17,4	406486	-8	-5,7	-362	-16,7	406466	-20	-14,3	-382	-16,5	406480	14	12,7	-368	-15,2
P24	384947	-52	-40,0	-297	-14,6	384953	6	4,3	-291	-13,4	384918	-35	-25,0	-326	-14,1				-326	-13,5
P24N																				
P25																				
P25N	384750	-11	-8,5	-245	-12,0	384751	1	0,7	-244	-11,2	384706	-45	-32,1	-289	-12,5	384736	30	27,3	-259	-10,7
P26																				
P26N	385888	-43	-33,1	-278	-13,7	385896	8	5,7	-270	-12,4	385862	-34	-24,3	-304	-13,1	385902	40	36,4	-264	-10,9
	OS VALORES DE COTA E RECALQUE ESTÃO EM UNIDADE DE 0,01 mm. OBS. 1: NA DATA DE 31 DE JULHO DE 2006 O PINO DO PILAR P1 ENCONTRAVA-SE VIOLADO, PELO QUE O MONITORAMENTO CONTÍNUO DO MESMO FOI PREJUDICADO. FOI RESTAURADO E NOVA COTA DETERMINADA.										OBS. 2: EM 16/02/2007 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 19/03/2007 O PINO DO PILAR P31N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 16/04/2007 O PINO DO PILAR P21N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 08/02/2008 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									

CAMPANHA	29					30					31					32				
DATA/DIAS	6/3/07	18		260		19/3/07	13		273		4/4/07	16		289		16/4/07	12		301	
PONTO	COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL	
		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA
RN	500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0	
BM	439474	-9	-5,0	-51	-2,5	439417	-57	-43,8	-108	-5,0	439425	8	5,0	-100	-4,3	439440	15	12,5	-85	-3,5
P1																				
P1N	394271	-12	-6,7	-162	-7,4	394218	-53	-40,8	-215	-9,3	394231	13	8,1	-202	-8,2	394234	3	2,5	-199	-7,7
P2																				
P2N	389305	-26	-14,4	-145	-5,6	389276	-29	-22,3	-174	-6,4	389272	-4	-2,5	-178	-6,1	389263	-9	-7,5	-187	-6,2
P3																				
P3N	400408	-11	-6,1	-151	-5,8	400352	-56	-43,1	-207	-7,6	400357	5	3,1	-202	-7,0	400331	-26	-21,7	-228	-7,6
P4																				
P4N	400010	-3	-1,7	-190	-7,3	399963	-47	-36,2	-237	-8,7	399981	18	11,3	-219	-7,6	399945	-36	-30,0	-255	-8,5
P5																				
P5N	403312	5	2,8	-157	-6,0	403250	-62	-47,7	-219	-8,0	403260	10	6,3	-209	-7,2	403214	-46	-38,3	-255	-8,5
P6																				
P6N	401928	-22	-12,2	-243	-9,3	401901	-27	-20,8	-270	-9,9	401915	14	8,8	-256	-8,9	401883	-32	-26,7	-288	-9,6
P7																				
P7N	397745	-17	-9,4	-199	-7,7	397710	-35	-26,9	-234	-8,6	397687	-23	-14,4	-257	-8,9	397686	-1	-0,8	-258	-8,6
P8																				
P8N	392226	-23	-12,8	-279	-10,7	392188	-38	-29,2	-317	-11,6	392199	11	6,9	-306	-10,6	392117	-82	-68,3	-388	-12,9
P9																				
P9N	397693	31	17,2	-241	-9,3	397620	-73	-56,2	-314	-11,5	397644	24	15,0	-290	-10,0	397569	-75	-62,5	-365	-12,1
P10																				
P10N	401237	-3	-1,7	-248	-9,5	401183	-54	-41,5	-302	-11,1	401183	0	0,0	-302	-10,4	401155	-28	-23,3	-330	-11,0
P11																				
P11N	405734	-16	-8,9	-365	-14,0	405701	-33	-25,4	-398	-14,6	405682	-19	-11,9	-417	-14,4	405639	-43	-35,8	-460	-15,3
P12																				
P12N	395971	7	3,9	-279	-10,7	395895	-76	-58,5	-355	-13,0	395912	17	10,6	-338	-11,7	395827	-85	-70,8	-423	-14,1
P13																				
P13N	398094	4	2,2	-446	-17,2	398023	-71	-54,6	-517	-18,9	398038	15	9,4	-502	-17,4	397953	-85	-70,8	-587	-19,5
P14																				
P14N	403190	19	10,6	-317	-12,2	403133	-57	-43,8	-374	-13,7	403133	0	0,0	-374	-12,9	403094	-39	-32,5	-413	-13,7
P15	402373	20	11,1	-277	-10,7	402316	-57	-43,8	-334	-12,2	402331	15	9,4	-319	-11,0	402294	-37	-30,8	-356	-11,8
P15N	402937	10	5,6	-289	-11,1	402882	-55	-42,3	-344	-12,6	402896	14	8,8	-330	-11,4	402848	-48	-40,0	-378	-12,6
P16																				
P16N	375590	1	0,6	-340	-13,1	375543	-47	-36,2	-387	-14,2	375552	9	5,6	-378	-13,1	375522	-30	-25,0	-408	-13,6
P17																				

P17N	399606	6	3,3	-226	-8,7	399547	-59	-45,4	-285	-10,4	399578	31	19,4	-254	-8,8	399530	-48	-40,0	-302	-10,0
P18																				
P18N	395215	7	3,9	-185	-7,1	395168	-47	-36,2	-232	-8,5	395181	13	8,1	-219	-7,6	395149	-32	-26,7	-251	-8,3
P19																				
P19N	395654	0	0,0	-174	-6,7	395654	0	0,0	-174	-6,4	395657	3	1,9	-171	-5,9	395569	-88	-73,3	-259	-8,6
P20																				
P20N	390853	-1	-0,6	-113	-4,3	390823	-30	-23,1	-143	-5,2	390838	15	9,4	-128	-4,4	390807	-31	-25,8	-159	-5,3
P21																				
P21N	396522	3	1,7	-144	-5,5	396483	-39	-30,0	-183	-6,7	396496	13	8,1	-170	-5,9				-170	-5,6
P30																				
P30N	389664	11	6,1	-91	-4,0	389617	-47	-36,2	-138	-5,8	389617	0	0,0	-138	-5,4	389591	-26	-21,7	-164	-6,2
P31																				
P31N	388953	16	8,9	-110	-4,9				-110	-4,6	388913	-40	-25,0	-150	-5,9	388879	-34	-28,3	-184	-6,9
P22																				
P22N	400971	-4	-2,2	-370	-14,2	400898	-73	-56,2	-443	-16,2	400942	44	27,5	-399	-13,8	400896	-46	-38,3	-445	-14,8
P22A																				
P22AN	406487	7	3,9	-361	-13,9	406421	-66	-50,8	-427	-15,6	406431	10	6,3	-417	-14,4	406387	-44	-36,7	-461	-15,3
P24	384945	27	15,0	-299	-11,5	384869	-76	-58,5	-375	-13,7	384890	21	13,1	-354	-12,2	384882	-8	-6,7	-362	-12,0
P24N																				
P25																				
P25N	384732	-4	-2,2	-263	-10,1	384657	-75	-57,7	-338	-12,4	384661	4	2,5	-334	-11,5	384670	9	7,5	-325	-10,8
P26																				
P26N	385898	-4	-2,2	-268	-10,3	385812	-86	-66,2	-354	-12,9	385836	24	15,0	-330	-11,4	385829	-7	-5,8	-337	-11,2
	OS VALORES DE COTA E RECALQUE ESTÃO EM UNIDADE DE 0,01 mm. OBS. 1: NA DATA DE 31 DE JULHO DE 2006 O PINO DO PILAR P1 ENCONTRA-VA-SE VIOLADO, PELO QUE O MONITORAMENTO CONTÍNUO DO MESMO FOI PREJUDICADO. FOI RESTAURADO E NOVA COTA DETERMINADA.										OBS. 2: EM 16/02/2007 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 19/03/2007 O PINO DO PILAR P31N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 16/04/2007 O PINO DO PILAR P21N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 08/02/2008 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									

CAMPANHA	33					34					35					36				
DATA/DIAS	3/5/07	17		318		15/5/07	12		330		4/6/07	20		350		19/6/07	15		365	
PONTO	COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL	
		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA
RN	500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0	
BM	439441	1	0,6	-84	-3,2	439466	25	20,8	-59	-2,2	439481	15	7,5	-44	-1,5	439474	-7	-4,7	-51	-1,7
P1																				
P1N	394234	0	0,0	-199	-7,2	394284	50	41,7	-149	-5,2	394274	-10	-5,0	-159	-5,2	394255	-19	-12,7	-178	-5,5
P2																				
P2N	389279	16	9,4	-171	-5,4	389337	58	48,3	-113	-3,4	389295	-42	-21,0	-155	-4,4	389281	-14	-9,3	-169	-4,6
P3																				
P3N	400355	24	14,1	-204	-6,4	400397	42	35,0	-162	-4,9	400352	-45	-22,5	-207	-5,9	400363	11	7,3	-196	-5,4
P4																				
P4N	399967	22	12,9	-233	-7,3	400003	36	30,0	-197	-6,0	399965	-38	-19,0	-235	-6,7	399966	1	0,7	-234	-6,4
P5																				
P5N	403235	21	12,4	-234	-7,4	403283	48	40,0	-186	-5,6	403237	-46	-23,0	-232	-6,6	403245	8	5,3	-224	-6,1
P6																				
P6N	401887	4	2,4	-284	-8,9	401938	51	42,5	-233	-7,1	401902	-36	-18,0	-269	-7,7	401894	-8	-5,3	-277	-7,6
P7																				
P7N	397675	-11	-6,5	-269	-8,5	397741	66	55,0	-203	-6,2	397683	-58	-29,0	-261	-7,5	397698	15	10,0	-246	-6,7
P8																				
P8N	392167	50	29,4	-338	-10,6	392224	57	47,5	-281	-8,5	392156	-68	-34,0	-349	-10,0	392158	2	1,3	-347	-9,5
P9																				
P9N	397612	43	25,3	-322	-10,1	397657	45	37,5	-277	-8,4	397605	-52	-26,0	-329	-9,4	397609	4	2,7	-325	-8,9
P10																				
P10N	401153	-2	-1,2	-332	-10,4	401191	38	31,7	-294	-8,9	401146	-45	-22,5	-339	-9,7	401152	6	4,0	-333	-9,1
P11																				
P11N	405637	-2	-1,2	-462	-14,5	405667	30	25,0	-432	-13,1	405614	-53	-26,5	-485	-13,8	405614	0	0,0	-485	-13,3
P12																				
P12N	395861	34	20,0	-389	-12,2	395902	41	34,2	-348	-10,5	395846	-56	-28,0	-404	-11,5	395849	3	2,0	-401	-11,0
P13																				
P13N	398007	54	31,8	-533	-16,8	398056	49	40,8	-484	-14,7	397986	-70	-35,0	-554	-15,8	397982	-4	-2,7	-558	-15,3
P14																				
P14N	403103	9	5,3	-404	-12,7	403146	43	35,8	-361	-10,9	403081	-65	-32,5	-426	-12,2	403079	-2	-1,3	-428	-11,7
P15	402311	17	10,0	-339	-10,7	402357	46	38,3	-293	-8,9	402305	-52	-26,0	-345	-9,9	402314	9	6,0	-336	-9,2
P15N	402875	27	15,9	-351	-11,0	402931	56	46,7	-295	-8,9	402884	-47	-23,5	-342	-9,8	402886	2	1,3	-340	-9,3
P16																				
P16N	375528	6	3,5	-402	-12,6	375578	50	41,7	-352	-10,7	375526	-52	-26,0	-404	-11,5	375523	-3	-2,0	-407	-11,2
P17																				

P17N	399564	34	20,0	-268	-8,4	399621	57	47,5	-211	-6,4	399567	-54	-27,0	-265	-7,6	399571	4	2,7	-261	-7,2
P18																				
P18N	395175	26	15,3	-225	-7,1	395226	51	42,5	-174	-5,3	395185	-41	-20,5	-215	-6,1	395191	6	4,0	-209	-5,7
P19																				
P19N	395633	64	37,6	-195	-6,1	395657	24	20,0	-171	-5,2	395638	-19	-9,5	-190	-5,4	395644	6	4,0	-184	-5,0
P20																				
P20N	390831	24	14,1	-135	-4,2	390878	47	39,2	-88	-2,7	390831	-47	-23,5	-135	-3,8	390841	10	6,7	-125	-3,4
P21																				
P21N	396490	-6	-3,5	-176	-5,5	396529	39	32,5	-137	-4,2	396477	-52	-26,0	-189	-5,4	396493	16	10,7	-173	-4,7
P30																				
P30N	389614	23	13,5	-141	-5,0	389649	35	29,2	-106	-3,6	389618	-31	-15,5	-137	-4,3	389616	-2	-1,3	-139	-4,2
P31																				
P31N	388909	30	17,6	-154	-5,4	388953	44	36,7	-110	-3,7	388913	-40	-20,0	-150	-4,8	388921	8	5,3	-142	-4,3
P22																				
P22N	400927	31	18,2	-414	-13,0	400995	68	56,7	-346	-10,5	400952	-43	-21,5	-389	-11,1	400932	-20	-13,3	-409	-11,2
P22A																				
P22AN	406424	37	21,8	-424	-13,3	406501	77	64,2	-347	-10,5	406476	-25	-12,5	-372	-10,6	406431	-45	-30,0	-417	-11,4
P24	384861	-21	-12,4	-383	-12,0	384937	76	63,3	-307	-9,3	384912	-25	-12,5	-332	-9,5	384886	-26	-17,3	-358	-9,8
P24N																				
P25																				
P25N	384659	-11	-6,5	-336	-10,6	384714	55	45,8	-281	-8,5	384696	-18	-9,0	-299	-8,5	384646	-50	-33,3	-349	-9,5
P26																				
P26N	385806	-23	-13,5	-360	-11,3	385901	95	79,2	-265	-8,0	385849	-52	-26,0	-317	-9,0	385823	-26	-17,3	-343	-9,4
OS VALORES DE COTA E RECALQUE ESTÃO EM UNIDADE DE 0,01 mm. OBS. 1: NA DATA DE 31 DE JULHO DE 2006 O PINO DO PILAR P1 ENCONTRAVA-SE VIOLADO, PELO QUE O MONITORAMENTO CONTÍNUO DO MESMO FOI PREJUDICADO. FOI RESTAURADO E NOVA COTA DETERMINADA.											OBS. 2: EM 16/02/2007 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 19/03/2007 O PINO DO PILAR P31N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 16/04/2007 O PINO DO PILAR P21N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 08/02/2008 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									

CAMPANHA	37					38					39					40				
DATA/DIAS	10/7/07	21		386		30/7/07	20		406		13/8/07	14		420		27/8/07	14		434	
PONTO	COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL	
		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA
RN	500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0	
BM	439484	10	4,8	-41	-1,2	439491	7	3,5	-34	-1,0	439497	6	4,3	-28	-0,8	439507	10	7,1	-18	-0,5
P1																				
P1N	394262	7	3,3	-171	-5,0	394301	39	19,5	-132	-3,6	394291	-10	-7,1	-142	-3,8	394277	-14	-10,0	-156	-4,0
P2																				
P2N	389289	8	3,8	-161	-4,2	389316	27	13,5	-134	-3,3	389313	-3	-2,1	-137	-3,3	389315	2	1,4	-135	-3,1
P3																				
P3N	400371	8	3,8	-188	-4,9	400368	-3	-1,5	-191	-4,7	400395	27	19,3	-164	-3,9	400395	0	0,0	-164	-3,8
P4																				
P4N	399950	-16	-7,6	-250	-6,5	399952	2	1,0	-248	-6,1	399967	15	10,7	-233	-5,5	399964	-3	-2,1	-236	-5,4
P5																				
P5N	403242	-3	-1,4	-227	-5,9	403220	-22	-11,0	-249	-6,1	403259	39	27,9	-210	-5,0	403245	-14	-10,0	-224	-5,2
P6																				
P6N	401871	-23	-11,0	-300	-7,8	401883	12	6,0	-288	-7,1	401906	23	16,4	-265	-6,3	401897	-9	-6,4	-274	-6,3
P7																				
P7N	397691	-7	-3,3	-253	-6,6	397701	10	5,0	-243	-6,0	397682	-19	-13,6	-262	-6,2	397693	11	7,9	-251	-5,8
P8																				
P8N	392149	-9	-4,3	-356	-9,2	392123	-26	-13,0	-382	-9,4	392146	23	16,4	-359	-8,5	392138	-8	-5,7	-367	-8,5
P9																				
P9N	397590	-19	-9,0	-344	-8,9	397592	2	1,0	-342	-8,4	397598	6	4,3	-336	-8,0	397601	3	2,1	-333	-7,7
P10																				
P10N	401154	2	1,0	-331	-8,6	401121	-33	-16,5	-364	-9,0	401154	33	23,6	-331	-7,9	401136	-18	-12,9	-349	-8,0
P11																				
P11N	405611	-3	-1,4	-488	-12,6	405565	-46	-23,0	-534	-13,1	405607	42	30,0	-492	-11,7	405591	-16	-11,4	-508	-11,7
P12																				
P12N	395827	-22	-10,5	-423	-11,0	395812	-15	-7,5	-438	-10,8	395829	17	12,1	-421	-10,0	395800	-29	-20,7	-450	-10,4
P13																				
P13N	397952	-30	-14,3	-588	-15,2	397924	-28	-14,0	-616	-15,2	397941	17	12,1	-599	-14,3	397932	-9	-6,4	-608	-14,0
P14																				
P14N	403076	-3	-1,4	-431	-11,2	403049	-27	-13,5	-458	-11,3	403086	37	26,4	-421	-10,0	403058	-28	-20,0	-449	-10,3
P15	402300	-14	-6,7	-350	-9,1	402278	-22	-11,0	-372	-9,2	402338	60	42,9	-312	-7,4	402319	-19	-13,6	-331	-7,6
P15N	402883	-3	-1,4	-343	-8,9	402876	-7	-3,5	-350	-8,6	402904	28	20,0	-322	-7,7	402881	-23	-16,4	-345	-7,9
P16																				
P16N	375518	-5	-2,4	-412	-10,7	375507	-11	-5,5	-423	-10,4	375507	0	0,0	-423	-10,1	375497	-10	-7,1	-433	-10,0
P17																				

P17N	399574	3	1,4	-258	-6,7	399572	-2	-1,0	-260	-6,4	399551	-21	-15,0	-281	-6,7	399569	18	12,9	-263	-6,1
P18																				
P18N	395194	3	1,4	-206	-5,3	395188	-6	-3,0	-212	-5,2	395202	14	10,0	-198	-4,7	395196	-6	-4,3	-204	-4,7
P19																				
P19N	395642	-2	-1,0	-186	-4,8	395636	-6	-3,0	-192	-4,7	395642	6	4,3	-186	-4,4	395648	6	4,3	-180	-4,1
P20																				
P20N	390841	0	0,0	-125	-3,2	390836	-5	-2,5	-130	-3,2	390869	33	23,6	-97	-2,3	390863	-6	-4,3	-103	-2,4
P21																				
P21N	396502	9	4,3	-164	-4,2	396499	-3	-1,5	-167	-4,1	396530	31	22,1	-136	-3,2	396523	-7	-5,0	-143	-3,3
P30																				
P30N	389620	4	1,9	-135	-3,8	389612	-8	-4,0	-143	-3,9	389642	30	21,4	-113	-2,9	389647	5	3,6	-108	-2,7
P31																				
P31N	388912	-9	-4,3	-151	-4,3	388912	0	0,0	-151	-4,1	388938	26	18,6	-125	-3,2	388921	-17	-12,1	-142	-3,6
P22																				
P22N	400914	-18	-8,6	-427	-11,1	400908	-6	-3,0	-433	-10,7	400959	51	36,4	-382	-9,1	400926	-33	-23,6	-415	-9,6
P22A																				
P22AN	406423	-8	-3,8	-425	-11,0	406432	9	4,5	-416	-10,2	406478	46	32,9	-370	-8,8	406415	-63	-45,0	-433	-10,0
P24	384878	-8	-3,8	-366	-9,5	384875	-3	-1,5	-369	-9,1	384921	46	32,9	-323	-7,7	384895	-26	-18,6	-349	-8,0
P24N																				
P25																				
P25N	384637	-9	-4,3	-358	-9,3	384652	15	7,5	-343	-8,4	384670	18	12,9	-325	-7,7	384673	3	2,1	-322	-7,4
P26																				
P26N	385818	-5	-2,4	-348	-9,0	385803	-15	-7,5	-363	-8,9	385870	67	47,9	-296	-7,0	385833	-37	-26,4	-333	-7,7
	OS VALORES DE COTA E RECALQUE ESTÃO EM UNIDADE DE 0,01 mm. OBS. 1: NA DATA DE 31 DE JULHO DE 2006 O PINO DO PILAR P1 ENCONTRAVA-SE VIOLADO, PELO QUE O MONITORAMENTO CONTÍNUO DO MESMO FOI PREJUDICADO. FOI RESTAURADO E NOVA COTA DETERMINADA.										OBS. 2: EM 16/02/2007 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 19/03/2007 O PINO DO PILAR P31N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 16/04/2007 O PINO DO PILAR P21N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 08/02/2008 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									

CAMPANHA	41					42					43					44				
DATA/DIAS	11/9/07	15		449		24/9/07	13		462		17/10/07	23		485		29/10/07	12		497	
PONTO	COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL	
		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA
RN	500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0	
BM	439513	6	4,0	-12	-0,3	439499	-14	-10,8	-26	-0,6	439468	-31	-13,5	-57	-1,3	439501	33	27,5	-24	-0,5
P1																				
P1N	394318	41	27,3	-115	-2,8	394290	-28	-21,5	-143	-3,4	394277	-13	-5,7	-156	-3,5	394270	-7	-5,8	-163	-3,6
P2																				
P2N	389344	29	19,3	-106	-2,3	389317	-27	-20,8	-133	-2,9	389305	-12	-5,2	-145	-3,0	389291	-14	-11,7	-159	-3,2
P3																				
P3N	400414	19	12,7	-145	-3,2	400363	-51	-39,2	-196	-4,2	400367	4	1,7	-192	-3,9	400374	7	5,8	-185	-3,7
P4																				
P4N	399992	28	18,7	-208	-4,6	399994	2	1,5	-206	-4,5	399974	-20	-8,7	-226	-4,7	399971	-3	-2,5	-229	-4,6
P5																				
P5N	403250	5	3,3	-219	-4,9	403258	8	6,2	-211	-4,6	403258	0	0,0	-211	-4,4	403249	-9	-7,5	-220	-4,4
P6																				
P6N	401911	14	9,3	-260	-5,8	401919	8	6,2	-252	-5,5	401909	-10	-4,3	-262	-5,4	401884	-25	-20,8	-287	-5,8
P7																				
P7N	397711	18	12,0	-233	-5,2	397718	7	5,4	-226	-4,9	397683	-35	-15,2	-261	-5,4	397672	-11	-9,2	-272	-5,5
P8																				
P8N	392128	-10	-6,7	-377	-8,4	392150	22	16,9	-355	-7,7	392131	-19	-8,3	-374	-7,7	392136	5	4,2	-369	-7,4
P9																				
P9N	397579	-22	-14,7	-355	-7,9	397593	14	10,8	-341	-7,4	397596	3	1,3	-338	-7,0	397599	3	2,5	-335	-6,7
P10																				
P10N	401129	-7	-4,7	-356	-7,9	401133	4	3,1	-352	-7,6	401121	-12	-5,2	-364	-7,5	401115	-6	-5,0	-370	-7,4
P11																				
P11N	405574	-17	-11,3	-525	-11,7	405558	-16	-12,3	-541	-11,7	405582	24	10,4	-517	-10,6	405548	-34	-28,3	-551	-11,1
P12																				
P12N	395794	-6	-4,0	-456	-10,2	395814	20	15,4	-436	-9,4	395795	-19	-8,3	-455	-9,4	395776	-19	-15,8	-474	-9,5
P13																				
P13N	397927	-5	-3,3	-613	-13,7	397927	0	0,0	-613	-13,3	397906	-21	-9,1	-634	-13,1	397912	6	5,0	-628	-12,6
P14																				
P14N	403056	-2	-1,3	-451	-10,0	403065	9	6,9	-442	-9,6	403081	16	7,0	-426	-8,8	403031	-50	-41,7	-476	-9,6
P15	402294	-25	-16,7	-356	-7,9	402309	15	11,5	-341	-7,4	402328	19	8,3	-322	-6,6	402304	-24	-20,0	-346	-7,0
P15N	402866	-15	-10,0	-360	-8,0	402895	29	22,3	-331	-7,2	402888	-7	-3,0	-338	-7,0	402875	-13	-10,8	-351	-7,1
P16																				
P16N	375510	13	8,7	-420	-9,4	375506	-4	-3,1	-424	-9,2	375496	-10	-4,3	-434	-8,9	375446	-50	-41,7	-484	-9,7
P17																				

P17N	399571	2	1,3	-261	-5,8	399570	-1	-0,8	-262	-5,7	399566	-4	-1,7	-266	-5,5	399550	-16	-13,3	-282	-5,7
P18																				
P18N	395194	-2	-1,3	-206	-4,6	395198	4	3,1	-202	-4,4	395204	6	2,6	-196	-4,0	395191	-13	-10,8	-209	-4,2
P19																				
P19N	395642	-6	-4,0	-186	-4,1	395644	2	1,5	-184	-4,0	395650	6	2,6	-178	-3,7	395638	-12	-10,0	-190	-3,8
P20																				
P20N	390845	-18	-12,0	-121	-2,7	390845	0	0,0	-121	-2,6	390858	13	5,7	-108	-2,2	390844	-14	-11,7	-122	-2,4
P21																				
P21N	396513	-10	-6,7	-153	-3,4	396526	13	10,0	-140	-3,0	396528	2	0,9	-138	-2,8	396523	-5	-4,2	-143	-2,9
P30																				
P30N	389640	-7	-4,7	-115	-2,8	389654	14	10,8	-101	-2,4	389647	-7	-3,0	-108	-2,4	389642	-5	-4,2	-113	-2,4
P31																				
P31N	388933	12	8,0	-130	-3,1	388939	6	4,6	-124	-2,9	388959	20	8,7	-104	-2,3	388939	-20	-16,7	-124	-2,7
P22																				
P22N	400900	-26	-17,3	-441	-9,8	400898	-2	-1,5	-443	-9,6	400899	1	0,4	-442	-9,1	400909	10	8,3	-432	-8,7
P22A																				
P22AN	406390	-25	-16,7	-458	-10,2	406398	8	6,2	-450	-9,7	406385	-13	-5,7	-463	-9,5	406382	-3	-2,5	-466	-9,4
P24	384879	-16	-10,7	-365	-8,1	384856	-23	-17,7	-388	-8,4	384865	9	3,9	-379	-7,8	384882	17	14,2	-362	-7,3
P24N																				
P25																				
P25N	384645	-28	-18,7	-350	-7,8	384646	1	0,8	-349	-7,5	384608	-38	-16,5	-387	-8,0	384630	22	18,3	-365	-7,3
P26																				
P26N	385827	-6	-4,0	-339	-7,5	385812	-15	-11,5	-354	-7,7	385812	0	0,0	-354	-7,3	385829	17	14,2	-337	-6,8
	OS VALORES DE COTA E RECALQUE ESTÃO EM UNIDADE DE 0,01 mm. OBS. 1: NA DATA DE 31 DE JULHO DE 2006 O PINO DO PILAR P1 ENCONTRA-VA-SE VIOLADO, PELO QUE O MONITORAMENTO CONTÍNUO DO MESMO FOI PREJUDICADO. FOI RESTAURADO E NOVA COTA DETERMINADA.										OBS. 2: EM 16/02/2007 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 19/03/2007 O PINO DO PILAR P31N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 16/04/2007 O PINO DO PILAR P21N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 08/02/2008 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									

CAMPANHA	45					46					47					48				
DATA/DIAS	22/11/07	24		521		3/12/07	11		532		18/12/07	15		547		2/1/08	15		562	
PONTO	COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL	
		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA
RN	500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0		500000	0		0	
BM	439551	50	20,8	26	0,6	439552	1	0,9	27	0,6	439570	18	12,0	45	0,9	439562	-8	-5,3	37	0,7
P1																				
P1N	394286	16	6,7	-147	-3,1	394297	11	10,0	-136	-2,8	394280	-17	-11,3	-153	-3,0	394296	16	10,7	-137	-2,6
P2																				
P2N	389315	24	10,0	-135	-2,6	389321	6	5,5	-129	-2,4	389312	-9	-6,0	-138	-2,5	389333	21	14,0	-117	-2,1
P3																				
P3N	400367	-7	-2,9	-192	-3,7	400386	19	17,3	-173	-3,2	400367	-19	-12,7	-192	-3,5	400440	73	48,7	-119	-2,1
P4																				
P4N	399986	15	6,3	-214	-4,1	399992	6	5,5	-208	-3,9	399959	-33	-22,0	-241	-4,4	400019	60	40,0	-181	-3,2
P5																				
P5N	403235	-14	-5,8	-234	-4,5	403244	9	8,2	-225	-4,2	403234	-10	-6,7	-235	-4,3	403290	56	37,3	-179	-3,2
P6																				
P6N	401886	2	0,8	-285	-5,5	401915	29	26,4	-256	-4,8	401907	-8	-5,3	-264	-4,8	401938	31	20,7	-233	-4,1
P7																				
P7N	397690	18	7,5	-254	-4,9	397705	15	13,6	-239	-4,5	397684	-21	-14,0	-260	-4,8	397728	44	29,3	-216	-3,8
P8																				
P8N	392061	-75	-31,3	-444	-8,5	392086	25	22,7	-419	-7,9	392106	20	13,3	-399	-7,3	392160	54	36,0	-345	-6,1
P9																				
P9N	397520	-79	-32,9	-414	-7,9	397540	20	18,2	-394	-7,4	397581	41	27,3	-353	-6,5	397656	75	50,0	-278	-4,9
P10																				
P10N	401100	-15	-6,3	-385	-7,4	401080	-20	-18,2	-405	-7,6	401067	-13	-8,7	-418	-7,6	401130	63	42,0	-355	-6,3
P11																				
P11N	405519	-29	-12,1	-580	-11,1	405501	-18	-16,4	-598	-11,2	405493	-8	-5,3	-606	-11,1	405598	105	70,0	-501	-8,9
P12																				
P12N	395721	-55	-22,9	-529	-10,2	395753	32	29,1	-497	-9,3	395761	8	5,3	-489	-8,9	395819	58	38,7	-431	-7,7
P13																				
P13N	397830	-82	-34,2	-710	-13,6	397830	0	0,0	-710	-13,3	397886	56	37,3	-654	-12,0	397940	54	36,0	-600	-10,7
P14																				
P14N	402998	-33	-13,8	-509	-9,8	402975	-23	-20,9	-532	-10,0	402987	12	8,0	-520	-9,5	403054	67	44,7	-453	-8,1
P15	402275	-29	-12,1	-375	-7,2	402251	-24	-21,8	-399	-7,5	402237	-14	-9,3	-413	-7,6	402317	80	53,3	-333	-5,9
P15N	402854	-21	-8,8	-372	-7,1	402788	-66	-60,0	-438	-8,2	402793	5	3,3	-433	-7,9	402902	109	72,7	-324	-5,8
P16																				
P16N	375440	-6	-2,5	-490	-9,4	375418	-22	-20,0	-512	-9,6	375384	-34	-22,7	-546	-10,0	375481	97	64,7	-449	-8,0
P17																				

P17N	399565	15	6,3	-267	-5,1	399530	-35	-31,8	-302	-5,7	399527	-3	-2,0	-305	-5,6	399618	91	60,7	-214	-3,8
P18																				
P18N	395179	-12	-5,0	-221	-4,2	395177	-2	-1,8	-223	-4,2	395176	-1	-0,7	-224	-4,1	395216	40	26,7	-184	-3,3
P19																				
P19N	395622	-16	-6,7	-206	-4,0	395662	40	36,4	-166	-3,1	395642	-20	-13,3	-186	-3,4	395702	60	40,0	-126	-2,2
P20																				
P20N	390846	2	0,8	-120	-2,3	390871	25	22,7	-95	-1,8	390861	-10	-6,7	-105	-1,9	390897	36	24,0	-69	-1,2
P21																				
P21N	396516	-7	-2,9	-150	-2,9	396525	9	8,2	-141	-2,7	396511	-14	-9,3	-155	-2,8	396548	37	24,7	-118	-2,1
P30																				
P30N	389643	1	0,4	-112	-2,3	389654	11	10,0	-101	-2,0	389623	-31	-20,7	-132	-2,6	389679	56	37,3	-76	-1,4
P31																				
P31N	388952	13	5,4	-111	-2,3	388956	4	3,6	-107	-2,2	388928	-28	-18,7	-135	-2,6	388993	65	43,3	-70	-1,3
P22																				
P22N	400874	-35	-14,6	-467	-9,0	400876	2	1,8	-465	-8,7	400832	-44	-29,3	-509	-9,3	400920	88	58,7	-421	-7,5
P22A																				
P22AN	406370	-12	-5,0	-478	-9,2	406385	15	13,6	-463	-8,7	406343	-42	-28,0	-505	-9,2	406374	31	20,7	-474	-8,4
P24	384838	-44	-18,3	-406	-7,8	384884	46	41,8	-360	-6,8	384837	-47	-31,3	-407	-7,4	384893	56	37,3	-351	-6,2
P24N																				
P25																				
P25N	384636	6	2,5	-359	-6,9	384670	34	30,9	-325	-6,1	384622	-48	-32,0	-373	-6,8	384690	68	45,3	-305	-5,4
P26																				
P26N	385802	-27	-11,3	-364	-7,0	385838	36	32,7	-328	-6,2	385803	-35	-23,3	-363	-6,6	385870	67	44,7	-296	-5,3
OS VALORES DE COTA E RECALQUE ESTÃO EM UNIDADE DE 0,01 mm. OBS. 1: NA DATA DE 31 DE JULHO DE 2006 O PINO DO PILAR P1 ENCONTRAVA-SE VIOLADO, PELO QUE O MONITORAMENTO CONTÍNUO DO MESMO FOI PREJUDICADO. FOI RESTAURADO E NOVA COTA DETERMINADA.											OBS. 2: EM 16/02/2007 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 19/03/2007 O PINO DO PILAR P31N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 16/04/2007 O PINO DO PILAR P21N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO. EM 08/02/2008 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.									

CAMPANHA		49				50					PONTO	LOCALIZAÇÃO
DATA/DIAS	8/2/08	37		599		26/2/08	18		617			
PONTO	COTA	PARCIAL		TOTAL		COTA	PARCIAL		TOTAL			
		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		REC	μ/DIA	REC	μ/DIA		
RN	500000	0		0		500000	0		0		RN1	PILAR VIADUTO
BM	439529	-33	-8,9	4	0,1	439527	-2	-1,1	2	0,0	BM	BENCHMARK
P1											P1	TEATRO
P1N	394261	-35	-9,5	-172	-3,1	394290	29	16,1	-143	-2,5	P1N	
P2											P2	
P2N	389297	-36	-9,7	-153	-2,5	389353	56	31,1	-97	-1,6	P2N	
P3											P3	
P3N	400384	-56	-15,1	-175	-2,9	400411	27	15,0	-148	-2,4	P3N	
P4											P4	
P4N	399958	-61	-16,5	-242	-4,0	399997	39	21,7	-203	-3,3	P4N	
P5											P5	
P5N	403199	-91	-24,6	-270	-4,5	403245	46	25,6	-224	-3,6	P5N	
P6											P6	
P6N	401887	-51	-13,8	-284	-4,7	401893	6	3,3	-278	-4,5	P6N	
P7											P7	
P7N	397658	-70	-18,9	-286	-4,8	397704	46	25,6	-240	-3,9	P7N	
P8											P8	
P8N	392102	-58	-15,7	-403	-6,7	392119	17	9,4	-386	-6,3	P8N	
P9											P9	
P9N	397508	-148	-40,0	-426	-7,1	397580	72	40,0	-354	-5,7	P9N	
P10											P10	
P10N	401056	-74	-20,0	-429	-7,2	401072	16	8,9	-413	-6,7	P10N	
P11											P11	
P11N	405466	-132	-35,7	-633	-10,6	405518	52	28,9	-581	-9,4	P11N	
P12											P12	
P12N	395706	-113	-30,5	-544	-9,1	395758	52	28,9	-492	-8,0	P12N	
P13											P13	
P13N	397833	-107	-28,9	-707	-11,8	397904	71	39,4	-636	-10,3	P13N	
P14											P14	
P14N	402906	-148	-40,0	-601	-10,0	402951	45	25,0	-556	-9,0	P14N	
P15	402263	-54	-14,6	-387	-6,5	402291	28	15,6	-359	-5,8	P15	
P15N	402821	-81	-21,9	-405	-6,8	402848	27	15,0	-378	-6,1	P15N	
P16											P16	
P16N	375372	-109	-29,5	-558	-9,3	375421	49	27,2	-509	-8,2	P16N	

P17											P17	PRÉDIO
P17N	399531	-87	-23,5	-301	-5,0	399571	40	22,2	-261	-4,2	P17N	
P18											P18	
P18N	395164	-52	-14,1	-236	-3,9	395189	25	13,9	-211	-3,4	P18N	
P19											P19	
P19N	395621	-81	-21,9	-207	-3,5	395662	41	22,8	-166	-2,7	P19N	
P20											P20	
P20N	390836	-61	-16,5	-130	-2,2	390868	32	17,8	-98	-1,6	P20N	
P21											P21	
P21N	396494	-54	-14,6	-172	-2,9	396529	35	19,4	-137	-2,2	P21N	
P30											P30	
P30N	389604	-75	-20,3	-151	-2,7	389650	46	25,6	-105	-1,8	P30N	
P31											P31	
P31N	388902	-91	-24,6	-161	-2,9	388954	52	28,9	-109	-1,9	P31N	
P22											P22	
P22N	400845	-75	-20,3	-496	-8,3	400885	40	22,2	-456	-7,4	P22N	
P22A											P22A	
P22AN	406341	-33	-8,9	-507	-8,5	406358	17	9,4	-490	-7,9	P22AN	
P24				-351	-5,9	384822	-71	-39,4	-422	-6,8	P24	
P24N											P24N	
P25											P25	
P25N	384622	-68	-18,4	-373	-6,2	384666	44	24,4	-329	-5,3	P25N	
P26											P26	
P26N	385848	-22	-5,9	-318	-5,3	385862	14	7,8	-304	-4,9	P26N	
OS VALORES DE COTA E RECALQUE ESTÃO EM UNIDADE DE 0,01 mm.						OBS. 2:						
OBS. 1:						EM 16/02/2007 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.						
NA DATA DE 31 DE JULHO DE 2006 O PINO DO PILAR P1 ENCONTRAVA-SE VIOLADO,						EM 19/03/2007 O PINO DO PILAR P31N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.						
PELO QUE O MONITORAMENTO CONTÍNUO DO MESMO FOI PREJUDICADO.						EM 16/04/2007 O PINO DO PILAR P21N NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.						
FOI RESTAURADO E NOVA COTA DETERMINADA.						EM 08/02/2008 O PINO DO PILAR P24 NÃO FOI LIDO, EM VIRTUDE DE OBSTÁCULO.						